

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEOGRAFIE

Bc. Pavel ŠKUBNÍK

**Vybrané fluviální tvary reliéfu v povodí
Zelenského potoka v Lopenické hornatině**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.

Olomouc 2022

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo): Bc. Pavel Škubník (R200018)

Studijní program: Učitelství geografie pro SŠ a matematiky pro 2. stupeň ZŠ

Název práce: Vybrané fluviální tvary reliéfu v povodí Zelenského potoka v Lopenické hornatině

Vedoucí práce: doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.

Akademický rok: 2021/2022

Rozsah práce: 100 stran, 11 vázaných příloh, 12 volných příloh

Abstrakt: Předkládaná diplomová práce je tematicky zaměřena na fluviální geomorfologické procesy a tvary v území Karpat. Zájmovým územím je povodí Zelenského potoka v oblasti Bílých Karpat u hranic se Slovenskem. Po úvodní geografické charakteristice území a metodické a rešeršní části následuje stěžejní část práce zabývající se analýzou a morfometrickými charakteristikami vybraných fluviálních tvarů jako jsou údolí, strže, břehové nátrže, šterkové lavice nebo dřevní akumulace. Velká pozornost byla rovněž věnována antropogennímu ovlivnění fluviálních procesů ve vybraných korytech vodních toků a přilehlém území. Veškerá naměřená data společně s mapovými výstupy, vybranou fotodokumentací a jinými grafickými přílohy jsou součástí příloh.

Klíčová slova: povodí Zelenského potoka, vybrané fluviální tvary, antropogenní a přirozené bariéry, morfometrické charakteristiky

Bibliographic record

Author (number): Bc. Pavel Škubník (R200018)

Study programme: Teaching geography at secondary schools and Teaching mathematics at lower secondary schools

Thesis title: Selected fluvial forms of the basin of the Zelenský creek basin in the Lopenicka mountains

Thesis supervisor: doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.

Academic year: 2021/2022

Thesis range: 100 pages, 11 bound appendices, 12 separate appendices

Abstract: The thesis is focused on fluvial geomorphological processes and forms in the Carpathian Mountains. The area of interest is the Zelenský creek basin in the White Carpathians near the border with Slovakia. After an introductory geographical characterization of the area and a methodological and research section, the main part of the thesis deals with the analysis and morphometric characteristics of selected fluvial forms such as valleys, ravines, bank failures, gravel bars, or wood accumulations. A large part also deals with the anthropogenic influence of fluvial processes in selected stream channels and the adjacent areas. All measured data with map outputs, selected photo documentation, and other graphic attachments are included in the appendices.

Keywords: Zelenský creek basin, selected fluvial forms, anthropogenic and natural barriers, morphometric characteristics

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Ireny Smolové, Ph.D. a že jsem uvedl v seznamu literatury veškeré použité zdroje informací.

V Olomouci

.....

podpis autora

Rád bych na tomto místě poděkoval své vedoucí práce doc. RNDr. Ireně Smolové, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování předkládané diplomové práce, zejména za její cenné rady a připomínky, které mi poskytla, a za čas, který mi věnovala. Zvláště bych chtěl poděkovat mým rodičům a blízkým za finanční a psychickou podporu po celou dobu studia. V neposlední řadě také děkuji všem zde nezmíněným, kteří měli alespoň částečný vliv na tuto diplomovou práci.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel ŠKUBNÍK**
Osobní číslo: **R200018**
Studijní program: **N0114A330001 Učitelství geografie pro střední školy**
Studijní obor: **Učitelství geografie pro střední školy maior**
Učitelství matematiky pro 2. stupeň základních škol minor
Téma práce: **Vybrané fluvialní tvary reliéfu v povodí Zelenského potoka v Lopenické hornatině**
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

Zásady pro vypracování

Cílem diplomové práce je analyzovat a zhodnotit vybrané fluvialní tvary reliéfu a míru jejich antropogenního ovlivnění v zájmovém území povodí Zelenského potoka v Lopenické hornatině. Práce navazuje na zpracovanou bakalářskou práci v dílčím povodí a bude vycházet z vlastní detailní inventarizace, morfometrických analýz a zhodnocení vybraných fluvialních tvarů reliéfu a míry jejich antropogenního ovlivnění.

Rozsah pracovní zprávy: **20 000 – 24 000 slov**
Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- Bezvodová, B., Demek, J., Zeman, A.: *Metody kvarterně geologického a geomorfologického výzkumu*. Praha: SPN, 1985.
Demek, J., Mackovčín, P. eds. a kol.: *Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny*. Brno: AOPAK ČR, 2006.
Czudek, T.: *Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru*. Brno: Moravské zemské muzeum, 2005.
Chlupáč, I. a kol.: *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia, 2002.
Ivan, A.: *Některé problémy antropogenní transformace říčních údolí a údolních niv*. Sborník prací Geografického ústavu, 18, Brno: Geografický ústav ČSAV, 1988.
Knighton, D.: *Fluvial forms and processes: A new perspective*. London: Hodder Arnold, XV, 1998.
Lehotský, M.: *Hodnotenia morfológie vodných tokov*. Geomorphologia Slovaca, IV, 1, 2004.
Lehotský, M.: *Morfológia brehu*. In: Měkotová J., Štěrba O. eds.: *Říční krajina 3*, Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2005.
Lehotský, M.: *Morfológia rieky – princípy a nástroje výskumu jej prispôsobovani*. In: Smolová, I. ed.: *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Olomouc: Vydavatelství UP v Olomouci, 2006.
Lehotský, M., Grešková, A.: *Hydromorfologický anglicko-slovenský výkladový slovník*. SHMÚ. Dostupný na http://www.shmu/File/Implementacia_rsv/slovník/slovfinal.pdf
Měkotová J., Štěrba, O. eds.: *Říční krajina V. Recenzovaný sborník příspěvků z 5. ročníku konference*, 2007.
Minár, J. a kol.: *Geoekologický (komplexný fyzickogeografický) výskum a mapovanie vo veľkých mierkach*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2001.
Oujezdský, M.: *Povodňová vlna a její transformace na řece Svitavě*. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita, 2011.
Rubín J., Balatka B., Ložek V., Malkovský M., Pilous V., Vítek J.: *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů*. Praha: Academia, 1986.
Smolová, I. ed.: *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Olomouc: Vydavatelství UP v Olomouci, 2006.

Smolová, I., Vitek, J.: Základy geomorfologie. Vybrané tvary reliéfu. Olomouc: Vydavatelství UP v Olomouci, 2007.

Schumm, S. A. (1977): The Fluvial System. New York: Wiley.

Další doporučené zdroje:

Soubor geologických a účelových map: Praha: Česká geologická služba.

Posudky EIA.

Databáze vrtů ČGS-Geofondu.

Databáze geologických lokalit.

Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku.

Zprávy o geologických výzkumech.

Vedoucí diplomové práce: **doc. RNDr. Irena Smolová, Ph.D.**
Katedra geografie

Datum zadání diplomové práce: **21. ledna 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2022**

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

prof. RNDr. Marián Halás, Ph.D.
vedoucí katedry

Obsah

1. ÚVOD	9
2. CÍLE PRÁCE	10
3. METODIKA	11
4. REŠERŠE ODBORNÉ LITERATURY	19
5. VYMEZENÍ A ZÁKLADNÍ FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	25
5.1 Vymezení zájmového území.....	25
5.2 Geologická stavba a reliéf.....	26
5.3 Klima a vodstvo	28
5.4 Půdní pokryv a biota	30
6. MORFOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ.....	33
6.1 Absolutní výšková členitost	33
6.2 Relativní výšková členitost	34
6.3 Sklonové poměry	35
6.4 Analýza spádových křivek toků.....	37
7. VYBRANÉ FLUVIÁLNÍ TVARY RELIÉFU A JEJICH CHARAKTERISTIKA	41
7.1 Fluviální erozní tvary	41
7.2 Fluviální akumulční tvary	58
8. ANTROPOGENNÍ OVLIVNĚNÍ FLUVIÁLNÍCH TVARŮ	64
8.1 Typy antropogenních bariér	64
8.2 Historie antropogenních úprav zájmových toků	67
8.2 Současný stav antropogenních úprav	68
8.3 Ostatní objekty související s fluviální činností	70
9. SROVNÁNÍ DÍLČÍCH POVODÍ A DISKUSE VÝSLEDKŮ VÝZKUMU	74
10. ZÁVĚR	78
11. SUMMARY	80
12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A JINÝCH ZDROJŮ	81
13. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	86
14. SEZNAM PŘÍLOH.....	87

1. ÚVOD

Fluviální procesy zaujímají významné postavení mezi reliéfovými pochody. Na formování reliéfu se nejvíce podílí tekoucí voda, která je hlavním odnosovým činitelem ve většině krajín (Smolová, Vítek, 2007). Fluviální procesy bývají nejčastěji pozorovány v rámci příslušného povodí nebo konkrétního vodního toku a jeho bezprostředního okolí. S nástupem nových trendů v ochraně přírody a krajinného plánování vyvstala nutnost realizace obsáhlejších geomorfologických výzkumů. Danou potřebu také umocnil zvýšený výskyt povodní a sucha spojených s klimatickými změnami. Pro realizaci výzkumu bylo vybráno povodí čtvrtého řádu, které se nachází v jihovýchodní části Zlínského kraje v CHKO Bílé Karpaty. Se svou rozlohou 20,338 km² patří spíše mezi menší povodí. Přesto disponuje obrovským množstvím fluviálních tvarů. Předmětem výzkumu se staly pouze vybrané tvary, a to údolí, strže, břehové nátrže, štěrkové lavice a různé typy přirozených a antropogenních bariér ovlivňující fluviální procesy. Přestože se v současnosti při geomorfologických výzkumech stále častěji uplatňují metody dálkového průzkumu země, v předkládané práci se vycházelo především z terénního výzkumu. Při inventarizaci, morfometrické analýze a hodnocení míry antropogenního ovlivnění byla primárně předmětem výzkumu a detailní inventarizace koryta a příbřežní zóny Kochaveckého, Vápenického a Zelenského potoka. Vybraným tvarům byla pozornost věnována v celé ploše povodí. Vznik, vývoj a zánik na pohled různých geomorfologických tvarů bývá často podmíněn společnými faktory. Například v místech intenzivní boční eroze očekáváme zvýšenou koncentraci nejen břehových nátrží, ale i štěrkových lavic. Stejně tak existuje jistá závislost mezi jejich velikostními parametry. V regulovaných úsecích vodních toků se často setkáme s absencí fluviálních tvarů. Antropogenní činnost však může mít vliv i na zvýšený výskyt daných tvarů. Typický příklad představují strže. Mimo poměrně snadnou dostupnost měl zásadní vliv při výběru zájmového území nedostatek ucelených informací zaměřených na danou problematiku. Významnou roli také sehrála snaha o rozšíření již dříve studované oblasti a prohloubení poznatků, které by mohly být v budoucnu využity pro management území.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce je charakterizovat vybrané fluviální tvary reliéfu v povodí Zelenského potoka v Lopenické hornatině. Práce bude v dílčím povodí částečně navazovat na již autorem zpracovanou bakalářskou práci. Oproti ní se však z důvodu rozsahu práce bude převážně zaměřovat na vybrané tvary související bezprostředně s hlavním korytem Zelenského potoka a jeho přítoků Vápenického a Kochaveckého potoka. Teoretická část práce bude vycházet ze studia odborné literatury, mapových podkladů a mapových aplikací. Základem praktické části diplomové práce pak bude vlastní terénní výzkum zahrnující detailní inventarizaci, morfometrickou analýzu a zhodnocení vybraných fluviálních tvarů reliéfu a míry jejich antropogenního ovlivnění. Součástí rovněž bude základní fyzicko-geografická a morfometrická charakteristika zájmového území. Práce bude doplněna o mapy, obrázky, tabulky a v závěru také o vybrané přílohy doplňující předkládaný text.

3. METODIKA

Během zpracovávání předkládané diplomové práce bylo využito několik metod, které bychom mohli rozdělit na studium odborné literatury a internetových zdrojů, terénní výzkum a tvorbu mapových příloh. Základem všeho bylo stanovení zájmového území. Mimo poměrně snadnou dostupnost měl zásadní vliv při jeho výběru nedostatek ucelených informací zaměřených na danou problematiku. Významnou roli také sehrála snaha o rozšíření již dříve studované oblasti a prohloubení poznatků, které by mohly být v budoucnu využity pro management území. Na základě domluvy s vedoucí práce se původní povodí Kochaveckého potoka, jenž zaujímá rozlohu 6,159 km², rozšířilo na povodí vyššího řádu Zelenského potoka s celkovou rozlohou 20,277 km². Přestože se terénní výzkum v povodí Kochaveckého potoka zaměřoval na fluviální tvary v rámci celého území, vzhledem k rozsahu diplomové práce se současný výzkum primárně soustředil na tvary v bezprostřední blízkosti vodních toků, které mají podle databáze DIBAVOD (2020) délku nad 4 km, tedy Zelenský, Vápenický a Kochavecký potok. Právě i díky tomuto stanovisku nebyla věnována například stržové erozi až taková pozornost jako při bakalářské práci.

Studium literatury

Terénnímu výzkumu předcházelo studium literatury z oblasti fluviální geomorfologie se zřetelem na hodnocení geomorfologických tvarů a lokalit. Výstupem je provedená rešerše odborné literatury a realizovaných výzkumů. Pro terénní výzkum byla velice přínosná publikace *Metody kvarterně geologického a geomorfologického výzkumu* B. Bezvodové (1985), která srozumitelně popisuje způsoby geomorfologického poznávání a možné formy provedení geomorfologického výzkumu. Užitečným zdrojem informací se stal rovněž příspěvek K. Kirchnera a L. Kubalíkové (2010) ve sborníku z konference vydané Univerzitou Palackého v Olomouci. Autoři článku přikládají hodnocení geomorfologických lokalit velký význam, neboť můžou podstatnou měrou přispět k navrhování managementu příslušných lokalit i dalším aspektům jejich ochrany a udržitelnosti. Důležitou roli pro metodiku výzkumu diplomové práce sehrály také *Geomorfologické výzkumy v roce 2006* editorky I. Smolové (2006). Jak již napovídá samotný název diplomové práce, hlavním předmětem výzkumu byly vybrané fluviální tvary reliéfu, mezi něž jsme zařadili údolí, strže, šterkové lavice, břehové nátrže, dřevní akumulace, různé typy bariér (stupně, prahy, balvanité skluzy) a další významné objekty vztahující se bezprostředně ke korytům vybraných toků. Pro jejich správnou identifikaci

v terénu a následnou inventarizaci a morfometrickou analýzu bylo přínosné srovnat představy o daných fluviálních tvarech od více autorů. K tomuto účelu posloužily publikace I. Smolové a J. Vítka (2007) *Základy geomorfologie: vybrané tvary reliéfu*, dále *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů* (Rubín, Balatka a kol., 1986) nebo také *Hydromorfologický anglicko-slovenský výkladový slovník* M. Lehotského a A. Greškové (2004). Tato díla se zároveň stala i nosnými zdroji při zpracování hlavní části diplomové práce. Ke zhodnocení míry antropogenního ovlivnění koryt vodních toků, definování a kategorizování jednotlivých tvarů, objektů přispěly publikace K. Kirchnera a I. Smolové (2010) *Základy antropogenní geomorfologie*, dále *Úprava tokov* (Raplík, 1989), *Úpravy vodních toků a hrazení bystřin* (Tlapák, 2001) nebo také dílo M. Šlezingra (2010) *Říční typy I - horní tok: úvod do problematiky úprav toků*. Kromě výše uvedených prací byly využity ke zpracování fyzickogeografické charakteristiky zájmového území také obecné publikace, archivní nepublikované informace od správců vodních toků, mapové podklady a mapové aplikace. Literatura, která se stala zdrojem informací, je uvedena v rámci rešerše v následující kapitole a v závěrečném seznamu literatury na konci práce.

Terénní výzkum

Nejdůležitější a časově nejnáročnější metodou při tvorbě diplomové práce se stal terénní výzkum, který započal rekognoskační pochůzkou 25. 6. 2021. Během pochůzky byla provedena fotografická inventarizace vybraných fluviálních tvarů a otestována metodika jejich měření. Terénní výzkum vyžadoval práci s mapovými podklady ZM ČR v měřítku 1:10 000 (25-34-24, 25-34-25, 25-34-20, 35-12-04, 35-12-05), GPS lokátorem (Garmin GPSmap 62st), mobilním fotoaparátem (iPhone SE), dvoumetrovou měrnou latí, měřicím pásmem (Kinex, 20 m) a laserovým dálkoměrem (MyProject). Nezbytnou pomůckou byl rovněž poznámkový sešit k zapisování naměřených dat.

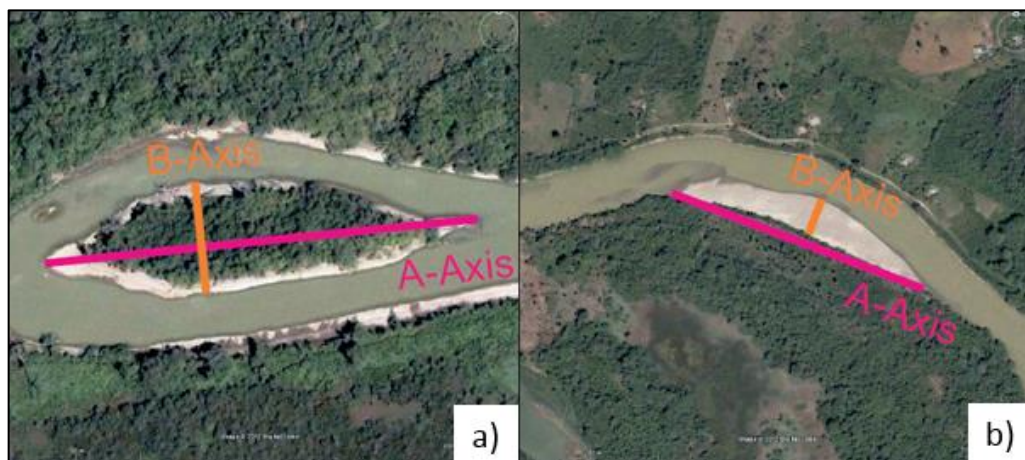
Jak již bylo dříve zmíněno, předmětem zájmu se staly základní fluviální tvary reliéfu: údolí, strže, štěrkové lavice, břehové nátrže, dřevní akumulace v korytech a přilehlých částech údolních niv, různé typy bariér (stupně, prahy, balvanité skluzy) a další významné objekty vztahující se bezprostředně ke korytům vybraných toků s potenciálním vlivem na fluviální činnost. Při měření základních morfometrických charakteristik strží (šířka, hloubka, délka) se vycházelo z obecných principů. Šířka strže se stanovila za pomoci laserového dálkoměru jako aritmetický průměr tří naměřených hodnot v předpokládaném nejširším úseku. Parametr šířky definujeme jako pomyslnou linii, která spojuje protilehlé extrémy průřezu příslušného kanálu, kde dochází k patrným

změnám ve sklonu. Hloubka strže vyjadřuje svislou vzdálenost mezi nejnižším bodem profilu strže a pomyslnou linií představující šířku (stejná metodika jako v bakalářské práci Škubník, 2020). Délka strží byla určena u erozních rýh s výškou nad jeden metr pomocí GPS lokátoru, kdy se zaměřil počáteční a koncový bod strže a následně se délka vypočítala v programu ArcMap. V případě ne přímočarého průběhu erozních zářezů se na dně zaznačilo i několik mezilehlých bodů.

Metodika měření štěrkových lavic převážně vycházela ze studie autorky B. Holzweber (2014) a obecně platných definic těchto fluviálních akumulčních tvarů. Termínem štěrková lavice je podle I. Smolové a J. Vítka (2007) označován nános hrubších říčních usazenin (štěrku, písku) při břehu říčního toku. V rámci našeho výzkumu jsme se zaměřili na následující typy štěrkových lavic:

- a) *centrální (středové)* – více méně uprostřed vodního toku
- b) *boční (střídavé)* – na přímých úsecích při břehu
- c) *jesešní (vrcholové)* – na konvexních březích zákrutů a meandrů

Měřenými parametry byly šířka, délka a plocha. Délka (označená jako osa A) se u středové a boční lavice měřila jako maximální viditelný rozsah lavice rovnoběžný se směrem proudění. Šířka (označená jako osa B) byla měřena jako maximální viditelný rozsah čáry kolmé k délce, viz obr. 1 a). Rozměry jesešních lavic se měřily podobným způsobem. Délka (osa A) se určila jako maximální viditelný rozsah aktivní (písčité, štěrkovité) lavice od jednoho konce ke druhému. Šířka (osa B) jako maximální rozsah aktivní lavice v inflexním bodě přímky kolmé na osu A, viz obr. 1 b).



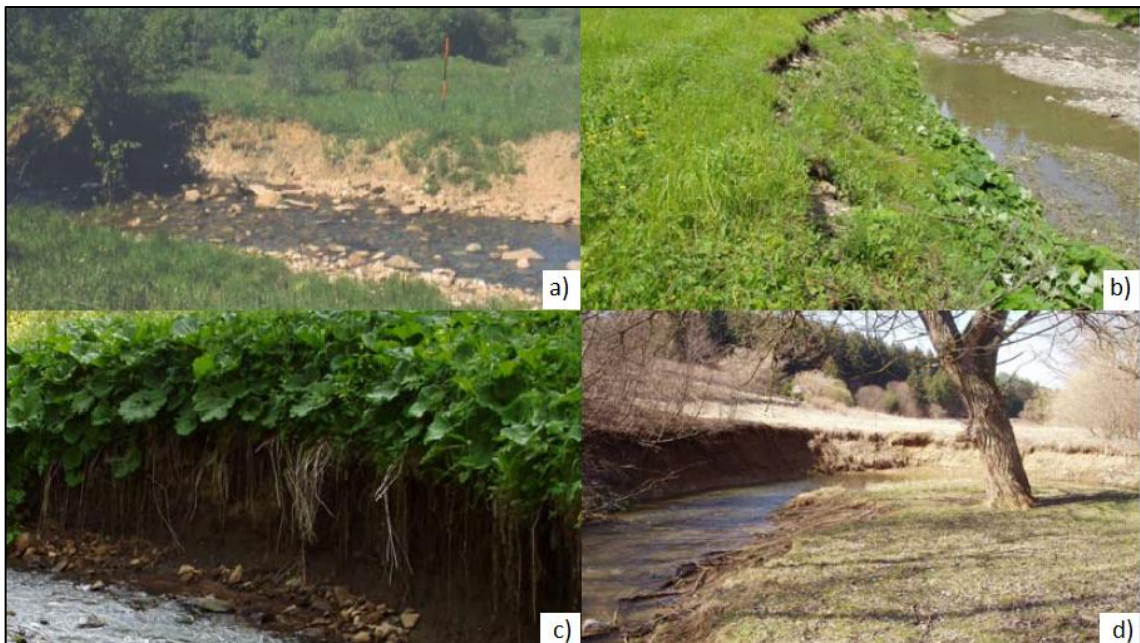
Obr. 1: a) Příklad měření délky a šířky centrální lavice, b) příklad měření délky a šířky jesešní lavice (Holzweber, 2014, upraveno)

Plocha lavic byla přibližně vypočtena s využitím vzorců pro obsah základních rovinných útvarů. Měření daných charakteristik vyžadovalo dle rozsahu lavic práci s měřicím pásmem, dvoumetrovou měrnou latí a GPS lokátorem. Pro kartografické účely se všechny šterkové lavice digitalizovaly přibližněji v jejich středu. U lavic s délkou 10 m a více se zaměřily i počáteční a koncové body. Vzhledem k měřítku mapového výstupu a častým odchylkám způsobených nadměrným vegetačním pokrytím terénu se tyto body staly pouze kontrolními. Uváděné výsledné hodnoty proto převážně vycházely z měření dvoumetrovou latí nebo měřicího pásma. Podle délky jsme šterkové lavice klasifikovali do třech kategorií. Malé šterkové lavic menší než 10 m. Střední lavice s délkou mezi 10 až 20 m. Velké lavice s délkou nad 20 m. U šterkových lavic se také zaznamenávala pravostrannost, levostrannost a středovost. Vzhledem k velkému množství šterkových lavic v rámci zájmového území byly podrobně inventarizovány pouze lavice v rozsahu stanoveném aktivní zónou záplavového území, tj. do vzdálenosti 1,4 říčního km (viz obr. 2). Ve zbylé části území se digitalizovaly lavice s délkou nad 5 m. Výška hladiny se při měření šterkových lavic podle hlásného profilu kategorie C umístěném na Zelenském potoce pohybovala v rozmezí 12 – 18 cm.



Obr. 2: Vymezení rozsahu podrobné inventarizace vybraných fluvialních tvarů (zdroj dat: EDPP, 2021a; vlastní zpracování)

Dalším předmětem zkoumání se staly břehové nátrže. Tento fluvialní erozní tvar definuje J. Rubín, B. Balatka a kol. (1986) jako svislou stěnu v zeminách nebo málo zpevněných horninách, jenž se obvykle tvoří v nárazových březích meandrů či zákrutů. Budeme-li však vycházet z *Hydromorfologického anglicko-slovenského výkladového slovníku* M. Lehotského a A. Greškové (2004) břehovou nátrž (poruchu) bereme jako porušení břehu způsobené přírodními procesy (sesunutím, podemláním, rozpukáním), což naznačuje, že břeh nemusí být nutně svislý. Kritérium břehové nátrže J. Rubína a B. Balatky (1986) splňuje například definice břehové stěny M. Lehotského a A. Greškové (2004) vymezenou jako kolmý tokem atakovaný vysoký břeh, nebo také břehový výklenek, který se projevuje jako pokročilá fáze eroze břehové stěny podemlání převážně ve spodní části (obr. 3 c).



Obr. 3: Terminologie vybraných fluvialně podmíněných tvarů břehu; a) břehová eroze, b) břehová nátrž, c) břehový výklenek, d) břehová stěna (Lehotský, Grešková, 2004; upraveno)

Někteří autoři, například L. Krejčí (2006), při definování břehové nátrže zohledňují také vegetační pokrytí, což je však opět v rozporu s definicí nátrže M. Lehotského a A. Greškové (2004). V rámci našeho výzkumu jsme se snažili vycházet z vícero obecně přijímaných kritérií tohoto fluvialně erozního tvaru. Konkrétně jsme za břehové nátrže považovali části břehů s intenzivními projevy boční eroze, které byly víceméně kolmé a zpravidla neporostlé vegetací, měly zvýšený potenciál odnosu sedimentů nebo vykazovaly možný negativní vliv na lidskou činnost.

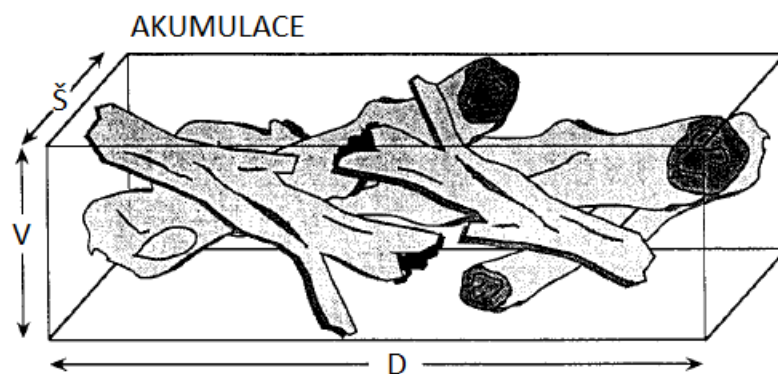
Při měření nátrží jsme se zaměřili na následující parametry: poloha, výška a délka. Poloha se stanovila vzhledem ke směru proudění toku (pravostranná, levostranná). Výška břehové nátrže se orientačně určila dvoumetrovou měrnou latí jako vzdálenost mezi úpatní částí břehu a horní hranou intenzivního projevu břehové eroze. Vzhledem k častým nejednoznačnostem v určování horních hran břehových nátrží, například kvůli vegetačnímu pokrytí, jsme naměřené hodnoty zaokrouhlovali na celé metry nebo půl metry. Následně jsme je klasifikovali mezi nátrže do 1 m, do 2 m a břehové nátrže s výškou přesahující 2 m. Jestliže se v daném subpovodí vyskytovaly nátrže nad 4 m, vymezili jsme ještě další dvě velikostní kategorie s hranicí 4 m. V případě hodnoty nad 2 m byla výška nátrže měřena s pomocí laserového dálkoměru z protějšího břehu jeho úpatní části jako výška trojúhelníku. Délka břehové nátrže se změřila překlápěním dvoumetrové měrné latě od počátku intenzivního projevu břehové eroze až po jeho konec. Mezní body se přitom zpravidla nacházely v inflexních bodech koryta toku. Břehové nátrže byly vzhledem k měřítku mapového výstupu digitalizované pouze jedním bodem.

Důležitou součástí terénního výzkumu byla také inventarizace bariér v korytech a příbřežních zónách Kochaveckého, Vápenického a Zelenského potoka, které mohou významně ovlivnit fluviální procesy. Na základě průzkumu a komparace archivních dat poskytnuté správci vodních toků jsme vymezili následující typy bariér: kamenný, dřevěný, drátokamenný, betonový a skalní stupeň, kamenný, drátokamenný, železný, dřevěný, betonový a skalní práh, přehrážku, balvanitý skluz, osamocený blok, osamocený balvan, blokové, balvanové a dřevní akumulace. U stupňů a prahů byla jejich výška přibližně stanovena pomocí měrné latě. Parametr výšky se určil jako průměrný výškový rozdíl mezi vrcholem stupně (prahu) a dnem bezprostředně za stupněm (prahem). Podle výšky jsme vytvořili tři kategorie. Objekty s výškou do 0,3 m klasifikované jako prahy, dále objekty o spádové výšce do 1 m a spádové objekty nad 1 m, oba označované jako stupně. Výjimku při klasifikaci do jednotlivých kategorií tvořily objekty, u kterých správci toků při jejich konstrukci stanovali jinak.

Pro rozlišení velikosti klastů v zájmovém území jsme využili velikostní škálu použitou v práci A. Dąbrowské a M. Kasprzaka (2007), která vymezuje celkem pět kategorií. V předkládané práci jsme se však zaměřili pouze na dvě velikostně největší kategorie, které mohou z našeho pohledu zásadněji ovlivnit fluviální činnost. Jedná se o kategorii bloků s velikostí maximálního průměru klastu nad 1 m a kategorii balvanů s maximálním průměrem v rozmezí 0,5 – 1 m. K daným kategoriím jsme navrhli

rozšíření, které vychází ze zastoupení velikostních kategorií v daném úseku. Jestliže se v úseku 5 m vyskytoval pouze jediný balvan (blok) naší velikostní kategorie, byl označen jako osamocený balvan (blok). V případě, kdy se v daném úseku vyskytovaly dva a více klastů těchto velikostních tříd, klasifikovali jsme je jako balvanové akumulace. Za balvanitý skluz byla brána souvislá pokrývka koryta vodního toku klasty o průměru 0,5 m a více, která se vyznačovala viditelnou změnou podélného sklonu ve srovnání se sklonem nad a pod balvanitým skluzem. Vzhledem k velkému množství těchto výše specifikovaných objektů v zájmovém území byly detailně inventarizovány pouze objekty spadající do záplavové zóny, viz obr. 2.

Významné bariéry ovlivňujícím fluviální pochody jsou také dřevní akumulace. Tento často upozadovaný fluviální akumulací tvar na několika místech zřetelně ovlivnil geomorfologické procesy a zvýšil rozmanitost stanovišť. Našemu zkoumanému tvaru odpovídá definice A. Thevenet (1998), která dřevní akumulaci popisuje jako heterogenní strukturu složenou z dřevních odpadů různých velikostí (kmeny, větve, větvičky). Přestože v současnosti existuje poměrně velké množství parametrů, které bychom mohli při mapování dřevních akumulací hodnotit, vzhledem k rozsahu práce jsme se zaměřili pouze na lokalizaci vybraných dřevních akumulací a přibližné stanovení parametru výšky (V), viz obr. 4. Ve sledovaném území se za pomoci dvoumetrové měrné latě a GPS lokátoru změřily a digitalizovaly vybrané akumulace ve třech výškových kategoriích. Významné dřevní akumulace do výšky 0,3 m s plochou nad 4 m², akumulace do výšky 1 m a fluviálně akumulovanou dřevní hmotu s výškou nad 1 m.



Obr. 4: Ukázka měrných parametrů dřevní akumulace (D – délka, V – výška, Š – šířka, (Thevenet, 1998; upraveno)

Tvorba mapových a grafických příloh

Důležitou část diplomové práce představoval laboratorní výzkum, do něhož můžeme zahrnout mimo rozbor literatury a analýzu map především zpracování primárních a sekundárních dat. Základem pro tvorbu map a grafických příloh bylo stanovení zájmového území, kterým se pro naše potřeby stalo povodí Zelenského potoka s číslem hydrologického pořadí 4-21-08-0640-0-00. K bližší analýze povodí byly zkonstruovány celkem čtyři dílčí subpovodí: povodí Kochaveckého potoka, Vápenického potoka, horní povodí Zelenského potoka vymezené od hranice se Slovenskem k soutoku s Kochaveckým potokem a dolní povodí Zelenského potoka, tvořící zbylou část území. Vzhledem k rozsahu práce zmíníme pouze některé postupy konstrukce tvorby grafických příloh a mapových výstupů. Kartografické výstupy byly zkonstruovány v programu ArcGIS Desktop 10.4 od firmy ESRI a v grafickém programu Inkscape. V rámci tvorby map absolutní a relativní výškové členitosti byla využita rastrová vrstva Digitalního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G) od ČÚZK. U mapy relativní výškové členitosti se s ohledem na velikost zájmového území zvolila strana pomocného čtverce o délce strany 2 km, což ve výsledku přineslo detailnější znázornění dynamiky reliéfu oproti standardnímu použití čtverce s délkou strany 4 km. Při tvorbě čtvercové sítě byla pomocí funkce *Create Fishnet* v kolonce *Cell Size Width a Height* zvolena hodnota 1000, což odpovídá polovičnímu překryvu čtverců v rámci následného procesu interpolace, kterého bylo dosaženo s využitím funkce *Natural Neighbor*. Za účelem vytvoření série podélných a příčných profilů se využila aplikace Analýzy výškopisu od ČÚZK, kde se ve formátu shapefile nahrály z databáze DIBAVOD příslušné linie vodního toku. Následně byla výšková a polohová data exportována ve formátu TXT do MS Excel, kde se pro jednotlivé toky vytvořily grafy. Finální úprava včetně potřebných kartografických zvyklostí a pravidel byla provedena v grafickém editoru Inkscape. Při konstrukci příčných profilů se vycházelo z obecně platných zásad, kdy by měla být linie řezu vedena kolmo k vrstevnicím. Jestliže by tak nebylo učiněno, došlo by ke zkreslení a získaný průběh, tvar a sklon zobrazovaného svahu by neodpovídal realitě (Křížek, 2016). Celkem bylo sestrojeno celkem 9 příčných profilů, které jsme se snažili rovnoměrně rozmístit v rámci studovaných dílčích údolí. Při konstrukci výsledných map byl využit znakový klíč pro mapování fluviálních tvarů od autorů J. Miklína a T. Galia (2017).

4. REŠERŠE ODBORNÉ LITERATURY

Mimo to, že voda tvoří jednu ze základních podmínek pro existenci člověka na Zemi, zaujímá také významné postavení mezi reliéfovými pochody. Největší vliv na reliéf má bezpochyby povrchově tekoucí voda, která představuje hlavního odnosového činitele. Celkový vzhled krajiny se tak odvíjí od intenzity fluvialních pochodů a vývoji říční sítě (Smolová, Vitek, 2007). Geomorfologickými procesy související s formováním reliéfu povrchově tekoucí vodou se zabývá fluvialní geomorfologie. Autoři M. Lehotský a A. Grešková (2004) definují fluvialní geomorfologii jako vědní obor zabývající se zkoumáním zákonitostí formování fluvialních geosystémů. Při výzkumech se přitom můžeme pohybovat v rozsahu měřítek od příčných řezů koryt vodních toků až po rozsáhlá povodí. Vývoj této disciplíny až do současnosti kvalitně zpracovali ve své publikaci *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků* M. Šindlar a kol. (2012), a to jak v rámci světové, tak i české literatury. Vzhledem k poměrně širokému seznam autorů a jejich prací zabývající se danou problematikou se v tomto textu zaměříme pouze na autory a publikace, které svým obsahem doplňují poznatky předkládané diplomové práce nebo se svým charakterem blíže vztahují k naší problematice.

Významným autorem publikující z oblasti karpatského flyše je J. Hradecký. Velice přínosná a inspirativní pro psaní této práce byla jeho stať v publikaci *Geomorfologické výzkumy v roce 2006 Principy transformací geomorfologického režimu vodních toků v oblasti karpatského flyše ČR*, ve které představuje jeden z důležitých současných směrů fluvialní geomorfologie věnující se transformačním změnám vodních toků coby geomorfologických individuí (Hradecký, 2006). Obecně se pak problematikou fluvialních geomorfologických procesů zabývá J. Hradecký (2004) ve svém příspěvku *Geomorfologický proces a jeho význam ve fluvialní krajině* v publikaci *Říční krajina – Sborník příspěvků z konference Olomouc 2004*. Velice často citovanými autory z oblasti fluvialní geomorfologie jsou slovenští geomorfologové M. Lehotský a A. Grešková, kteří ať už samostatně nebo společně ve svých pracích položili důležité základy pro tuto disciplínu. Vzhledem k velkému množství zahraničních publikací se velice přínosným stal jejich *Hydromorfologický anglicko-slovenský výkladový slovník* (Grešková, Lehotský, 2004), který nabízí nejen samotné definice, ale také mnoho kvalitních ilustračních obrázků. Naší problematice je blízký například jejich geomorfologický výzkum korytových habitatů na vodním toku Drietomice, který pramení na území České republiky v Lopenické hornatině a po několika

kilometrech se na Slovensku vlévá jako pravostranný přítok do Váhu. Při výzkumu se autoři zaměřili na postupy identifikace morfohydraulické a habitatové struktury dna koryta na příkladech dvou říčních úsecích Drietomice (Grešková, Lehotský, 2006). Inspirativní úvod do problematiky morfologie řek rovněž poskytuje příspěvek M. Lehotského (2006) *Morfológia rieky - princípy a nástroje výskumu jej prispôsobovani*. Ve svém příspěvku se mimo jiné zabývá managementem morfologie fluvialních systémů v intencích udržitelnosti, a to prostřednictvím odpovědí na několik základních otázek. Porozuměním říčním systémům a otázkou, proč je pochopení potřebné pro úspěšný management řek, se zabývá v anglické literatuře například R. Charlton (2007) v publikaci *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. Jedna z nejvíce citovaných knih ve světové literatuře z oblasti fluvialní geomorfologie je kniha autora D. Knighton (1998) *Fluvial Forms and Processes: A New Perspective* s širokým tematickým záběrem, od úvah o hydrologii a denudaci povodí, přes analýzu fluvialních procesů, popisu hlavních složek koryt vodních toků až po změny koryt v čase. Jak již bylo dříve zmíněno, autorů zabývajících se danou problematikou je mnoho, proto zde nebudeme uvádět jejich výčet, byť jsou pro tento obor významní. V následujícím textu jsou předmětem rešerše pouze vybrané práce související s problematikou tvarů zastoupených v zájmovém území.

V rámci vysokoškolských prací se nejvíce naší studii podobá diplomová práce J. Nešvery (2011) *Fluviální tvary reliéfu vybraných toků v Křivoklátské vrchovině*. Autor v práci velice zdařile charakterizoval fluviální tvary v komparaci s morfometrickými a morfogenetickými charakteristikami. Velkou pozornost věnoval například stržím, u kterých hodnotil hned několik parametrů. Kvalitní fluviálně geomorfologicky zaměřenou práci s názvem *Fluviální tvary v NPR Ramena řeky Moravy* zpracoval také L. Krejčí (2006). Při výzkumu kladl podobně jako naše studie důraz na břehovou erozi, šterkopískové náplavy či plavenou dřevní hmotu. Oproti výzkumu v povodí Zelenského potoka jde však i díky užšímu vymezení zájmového území, sledující koryto Moravy v délce 2,5 km, při charakteristikách fluvialních tvarů více do detailů. Vzhledem k velkému množství přirozených i umělých objektů v korytech vodních toků byla také okrajově řešena problematika podmínek transportu sedimentů. Objekty bránící v transportu sedimentů či jiného vodou neseného materiálu mohou významně ovlivnit fluvialní procesy a tím i lokální fluvialní systém. Jak již bylo v předchozí kapitole zmíněno, v rámci zájmového území bylo identifikováno hned několik typů bariér, které mohou různou měrou ovlivnit fluvialní procesy. Dané problematice se podrobně věnovali

pod vedením Z. Máčky například autoři L. Ondráčková (2015) a P. Horáček (2020). Než opustíme čistě absolventské práce, kterých existuje na danou problematiku mnoho, je třeba zmínit bakalářskou práci P. Bora (2010) na téma *Geomorfologická charakteristika říčního koryta Třešňůvky v CHKO Bílé Karpaty*. Svou pozornost si práce vysloužila mimo podobnou tematiku také díky blízkosti zájmového území, které se nachází vzdušnou čarou cca deset kilometrů severozápadně od povodí Zelenského potoka.

Jedním z vybraných fluviálních tvarů našeho výzkumu se staly štěrkové lavice označované I. Smolovou a J. Vítkem (2007) jako nános hrubších říčních usazenin (štěrku, písku) při břehu říčního toku. S rozvojem managementu vodních toků a v souvislosti s těžbou štěrkopísků vyvstala potřeba pochopení faktorů určujících velikost a tvar štěrkopískových uloženin fluviálních systémů. Pochopení těchto faktorů by mohlo významně pomoci při rekonstrukci starodávných fluviálních ložisek, zvláště pak při konstrukci kvantitativních modelů současných rezervoárů. Danou problematikou se zabývá například autorka B. Holzweber (2014) ve své studii *Scale invariance in fluvial barforms: implications for interpretation of fluvial systems in the rock record*, kde se snaží dokázat, že tvar půdorysu, vyjádřený poměrem šířky a délky, může být v různých měřítkách neměnný, což by umožnilo snadnější konstrukci podpovrchových trojrozměrných modelů fluviálních nánosů s proměnlivými rozměry. Jelikož jsme v předkládané práci při vymezení jednotlivých typů štěrkových lavic částečně vycházeli z dané studie, námi získaná data se mohou stát podkladem pro navazující výzkum.

O tom, že se moderní technologie stávají nevyhnutelnou součástí výzkumu i ve fluviální geomorfologii, svědčí studie M. Rusnáka (2010), který pomocí leteckých snímků hodnotil laterální posun koryta a změny prostorových struktur lavic štěrkonosných neregulovaných řek slovenské části flyšového pásma. Na rozdíl od naší studie sledoval autor na východoslovenských řekách celkem čtyři typy lavic, přičemž náš typ středové lavice rozlišil na vnitřní lavice a ostrovy.

Jak poukazuje článek L. Klečkové a P. Birklena (2013) štěrkové náplavy divočících řek patří mezi celosvětově nejohroženější biotopy. Osídlování nivy, korytové regulace nebo těžba štěrků zapříčinily v některých oblastech téměř jejich vymizení. U lavic v určitých segmentech toku, které se vyznačují například nízkým sklonem dna koryt, dochází k jejich postupnému zazemňování a zarůstání křovinami, což má negativní

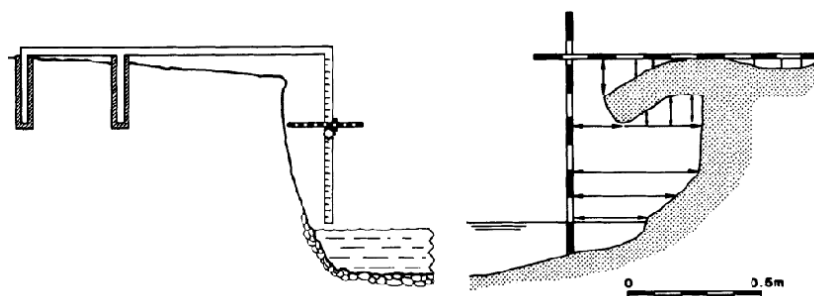
dopad na typickou šterkovou vegetaci. Z vodohospodářského hlediska jsou takhle stabilizované šterkové lavice problematické, protože eroze takových lavic je nízká. Za povodňových situacích tak dochází ke snížení požadované průtočné kapacity koryt. Výsledky sledování sukcese v rámci projektu *Management ohrožených šterkových náplavů v EVL Ostravice* potvrdily velmi rychlý proces zarůstání náplavů. Dle jejich studie se souvislé porosty dřevin mohou objevit už po čtyřech letech, jestliže není plocha náplavu nijak narušena (Klečková, Birklen, 2013). Propojením lokalizace míst nejčastějšího výskytu a dynamiky těchto fluviálních akumulčních tvarů by mohlo významně přispět k managementu vodních toků, včetně těch našich.

Břehová eroze je základním procesem v morfologicky aktivních říčních systémech. Porozuměním, kvantifikací a modelováním tohoto procesu se doposud zabývalo mnoho prací z různých vědních oborů jako například geomorfologie, geologie, hydrologie, ekologie či inženýrství (Duró, 2018). Přestože studium břehové eroze bylo těmito obory znatelně obohaceno, přispělo to jen velmi málo ke standardizaci metod jejich výzkumu. V současnosti existují různé postupy pro měření eroze říčních břehů, a to jak v prostorovém, tak i časovém měřítku. Metodami měření eroze břehu se detailněji zabýval D. M. Lawler (1993) ve svém příspěvku *The measurement of river bank erosion and lateral channel change*. Autor v něm uvádí podrobný chronologický přehled různých užívaných technik pro měření břehové eroze a změn koryt. Metody klasifikuje podle časového měřítka (dlouhé, střední, krátké) a hodnotí je s ohledem na přesnost a opakovatelnost. V současnosti se metody měření procesů břehové eroze zabývá také G. Duró (2018) v práci *A low-cost technique to measure bank erosion processes along middle-size river reaches*. Široká škála metod vznikla hlavně kvůli velké rozmanitosti fluviálních systémů, různorodého prostorového a časového měřítka a různým cílům výzkumů. Pro naši studii se nejvíce inspirativními staly metody středního časového měřítka pohybující se v rozmezí 1 - 30 let. Tato skupina technik zahrnuje planimetrický průzkum a opakované křížové (příčné) profilování. Dané techniky jsou však poměrně pracné, proto se data o morfologických změnách obvykle shromažďují pro omezenou oblast nebo relativně krátkou dobu. Planimetrický průzkum zvoleného koryta může být proveden různými způsoby, například tachymetrickými (geodetickými) metodami nebo elektronickým měřením vzdálenosti (EDM). Obecným problémem při získávání jednotných a spolehlivých dat o změně koryta z planimetrických metod je přesné definování hrany kanálu v místech, kde je vegetace příliš dlouhá. Pokud by byly využity

úrovně průtoku koryt, vyvstaly by rovněž velké komplikace s identifikací oblasti eroze a musela by být použita řada kritérií jako je maximální zlom svahu nebo minimální poměr šířky a hloubky, záznam vegetačního pokryvu nebo konkrétní hydrologická data. Dalším problémem je opožděné zaznamenání erozní činnosti, která nemusí být vertikálně jednotná, proto většinou bývá odhalena až po zhroucení vrchní části převislého břehu. Právě tyto překážky přiměly mnoho studií se přeorientovat na erozní kolíky, které zařadil autor D. M. Lawler (1993) mezi metody krátkých časových měřítek.

Některé z nevýhod planimetrického výzkumu lze překonat pomocí stanovení série příčných profilů přes zájmovou oblast. Následným srovnáním profilu v různých časových intervalech je možné zaznamenat celkové odstoupení břehu řeky, případně i změny, ke kterým může dojít v jiných částech úseků, například nárůst vrcholových (jesepních) lavic. Opakované příčné profilování lze provádět různými způsoby. V případě absence evidovaných lokalit se zvýšenou fluvialní erozí, které jsou vhodné ke konstrukci profilů, doporučuje D. M. Lawler (1993) hledat známky nedávné eroze jako je nedostatek vegetace, přítomnost břehových převisů nebo sesunutá hornina při břehu. Je zřejmé, že lokalizace míst s potenciální vyšší erozí by měla brát v úvahu vegetační období a průtokový režim příslušných řek.

Metodika měření břehových nátrží předkládané práce se významně inspirovala jedním z nástrojů příčného profilování, konkrétně mikro-topografickým sklonovým profilerem založeném na principu vertikálního vztažného bodu, ze kterého lze provádět horizontální měření břehu řek (obr. 5). V rámci našeho výzkumu jeho funkci plnila dvoumetrová měrná lať.



Obr. 5: Možné návrhy mikro-topografických profilerů k měření eroze břehů (Lawler, 1993)

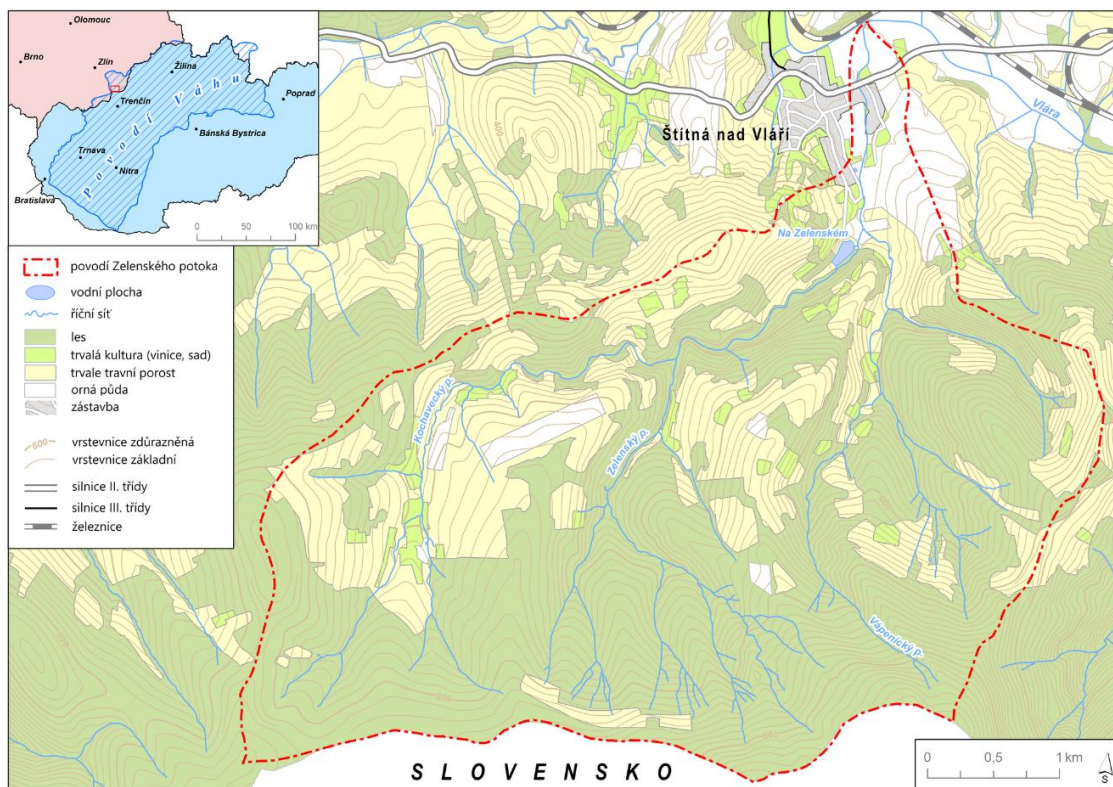
Metody krátkého časového měřítka zahrnují techniky, které se obvykle používají při krátkodobých vyšetřováních, kde je kladen důraz na celkový proces, nikoliv pouze na míru. V tomto měřítku je výzkumník například schopen dát do souvislosti množství břehové eroze s jednotlivými hydrometeorologickými událostmi. Velice známými metodami jsou již dříve zmíněné erozní kolíky a pozemní fotogrammetrie (Lawler, 1993). Erozní kolíky se většinou instalují do břehových nátrží, kde následně slouží k odhadu míry eroze břehů. Přestože jsou poměrně jednoduše aplikovatelné a účinné, jejich přesnost může být ovlivněna několika faktory, jako jsou různé subaerické procesy spojené se zvětráváním a pohybem hmot. Pokročilejší verzí jsou fotoelektrické erozní kolíky, které automaticky sledují břehovou část během různých fází eroze. V poslední době se do popředí zájmu také stále více dostává fotogrammetrického a laserového měření, ovšem ne každému výzkumníkovi jsou finančně dostupné (Duró, 2018). Přesto všechno bychom ale neměli podcenit význam geomorfologického mapování, které nám poskytuje jakousi prvotní analýzu a představu o procesech v rámci zkoumaného území.

Dřevní hmota tvoří přirozenou a významnou složku fluvialních ekosystémů. Její působení v říčních korytech je prostorově i časově velmi variabilní. Je spojená s řadou pozitivních i negativních jevů. Pozitivní vliv má například na zvyšování stability koryt a břehů, ovlivnění chodu a ukládání splavenin, změnu místních hydraulických podmínek či zvýšení stanovištní a druhové rozmanitosti. Negativně se projevuje zmenšováním kapacity průtočného profilu, působením větších materiálních škod při jejím transportu, případně znesnadněním říční plavby (Krejčí, Máčka, 2006). Právě řešení otázek souvisejících s účinky dřevní hmoty v říčních krajinách ČR patří mezi aktuální výzkumná témata. Českými autory zabývající se danou problematikou jsou například výše citovaní L. Krejčí a Z. Máčka. Jejich spoluprací vzniklo několik studií, jako například příspěvek ve sborníku *Říční krajina 4* s názvem *Plavená dřevní hmota (splaví) v korytech vodních toků – případové studie z CHKO Litovelské Pomoraví* nebo příspěvek ve sborníku *Říční krajina 6 Vliv člověka na přísun, zánik a mobilitu říčního dřeva (LWD) na řekách v ČR*. Z českého prostředí jsou známí také autoři P. Vajner, P. Kožený nebo O. Žerníčková. Významnými zahraničními autory zabývající se problematikou dřevní hmoty jsou například A. Thevenet (1998) nebo T. Abbe a D. Montgomery (2003).

5. VYMEZENÍ A ZÁKLADNÍ FYZICKOGEOGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

5.1 Vymezení zájmového území

Povodí Zelenského potoka se nachází v jihovýchodní části Zlínského kraje v CHKO Bílé Karpaty (viz obr. 6). Jedná se o povodí čtvrtého řádu s číslem hydrologického pořadí 4-21-08-0640-0-00, které se rozprostírá se na ploše 20,338 km², z čehož 0,067 km² se nachází za hranicemi České republiky. Hlavní kostru povodí tvoří Zelenský, Kochavecký a Vápenický potok. Společně s několika bezejmennými přítoky a zdrojnicemi vytváří charakteristickou stromovitou říční síť. Díky své hraniční poloze a protáhlém tvaru sousedí zájmové území na jihu se třemi slovenskými povodími čtvrtého řádu, konkrétně povodími toků Súčanka, Ľuborča a částečně také Depšinského potoka. Na západě sdílí zájmová oblast hranice s povodím Rokytenského potoka. Ze severu a východu se pak všechny toky z pravé strany vlévají do řeky Vláry odvodňující veškeré její přítoky do Váhu. Z hlediska územně-správního členění zasahuje povodí Zelenského potoka převážnou částí do ORP Valašské Klobouky a pouze okrajově v pramenné oblasti Kochaveckého potoka do ORP Luhačovice. Počet obcí ani katastrálních území zahrnující zájmovou oblast se nemění ve srovnání již dříve autorem zkoumaného povodí Kochaveckého potoka, které taktéž zasahuje do čtyř obcí a pěti katastrálních území. Co se však mění je počet sídelních jednotek a plocha vzájemného kontaktu člověka s přírodou. Jak již bylo dříve zmíněno, z důvodu rozsahu práce se při inventarizaci, morfometrické analýze a zhodnocení míry antropogenního ovlivnění našim bližším zájmovým územím staly koryta a příbřežní zóny Kochaveckého, Vápenického a Zelenského potoka. Vybraným fluviálním tvarům byla však věnována pozornost i ve zbylé části povodí, byť ne v takovém rozsahu. Aby bylo možné podrobit zájmové území bližších analýz, byla vymezena čtyři dílčí subpovodí. Jmenovitě povodí Kochaveckého potoka, Vápenického potoka, horní povodí Zelenského potoka vymezené od hranice se Slovenskem k soutoku s Kochaveckým potokem a dolní povodí Zelenského potoka, tvořící zbylou část území.



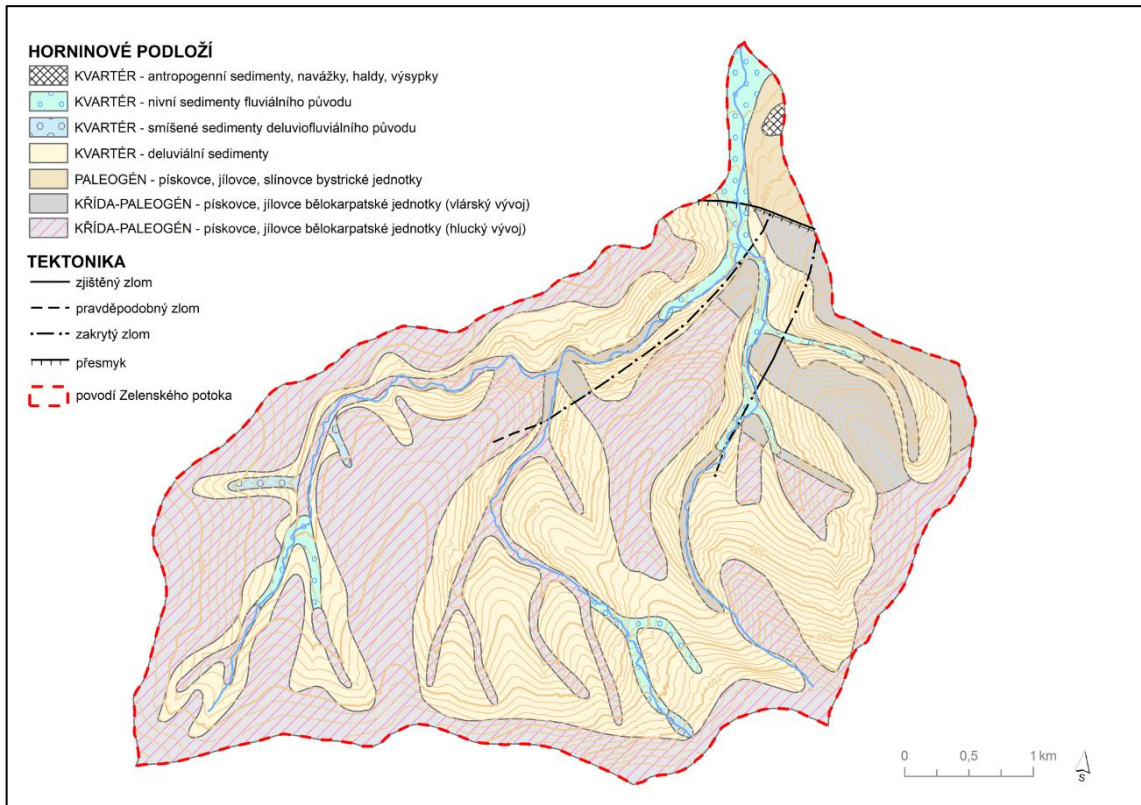
Obr. 6: Lokalizace povodí Zelenského potoka (zdroje dat: DIBAVOD, ČÚZK, ArcČR500©, Geoportál SK; vlastní zpracování)

5.2 Geologická stavba a reliéf

Geologický podklad zájmového území spadá podobně jako autorem již dříve zkoumané území do flyšového pásma vnějších Západních Karpat, které je typické rytmickým střídáním písčitých a jílovitých sedimentů a zároveň charakteristické svou příkrovovou stavbou. Povodí Zelenského potoka řadíme do magurské skupiny příkrovů vyznačující se mocným vývojem pískovců. Bližší charakter horninového podloží zájmového území určuje bělokarpatská jednotka magurské skupiny příkrovů s typickými usazeninami svrchní křídy až spodního eocénu (Chlupáč a kol., 2011).

Geologickou stavbu povodí Zelenského potoka můžeme podle geologické mapy ČR listu 25 - 34 rozdělit na oblasti bezprostředně vztahující se ke korytům vodních toků a oblasti na ně navazující. Údolní dna a údolní svahy vztahující se převážně ke korytům toků tvoří různě mocné pokryvné deluviální hlinitokamenité sedimenty a fluviální a deluviofluviální sedimenty čtvrtohorního stáří. Podloží většiny zájmového území tvoří horninové sledy, na kterých se podílel zejména hlucký vývoj. Největší zastoupení má svodnické souvrství se středně až hrubě rytmickými flyšovými vrstvami s vápnitými jílovci. Z obr. 7 je rovněž patrné, že na geologickém vývoji zájmového území se podílel

také vlárský vývoj zastoupeným javorinským souvrstvím s flyšovými vrstvami s nevápnitými jílovci (ČGS, 2021).



Obr. 7: Geologická mapa povodí Zelenského potoka (zdroje dat: ČGS, DIBAVOD, ČÚZK; vlastní zpracování)

Podle základní **geomorfologické regionalizace** České republiky spadá povodí Zelenského potoka do následujících geomorfologických jednotek (Demek, Mackovčín a kol., 2006):

Oblast: Alpsko-Himálajská

Provincie: Západní Karpaty

Subprovincie: Moravsko-slezské Karpaty

Soustava: Vnější západní Karpaty

Podsoustava: Moravsko-Slovenské Karpaty

Celek: Bílé Karpaty

Podcelek: Lopenická hornatina

Okrsek: Starohrozenkovská hornatina

Podcelek: Chmelovská hornatina

Okrsek: Bylnická kotlina

Celá oblast povodí Zelenského potoka leží v horském pásmu **Bílých Karpat**. Jedná se o plochou hornatinu s členitým erozně denudačním reliéfem na flyšovém příkrovu, který se vyznačuje silnou závislostí na strukturně litologických poměrech. Právě díky charakteru horninového podloží se běžně můžeme v rámci Bílých Karpat setkat s recentními sesuvy. V rámci nižšího regionálního členění spadá zájmová oblast převážně do **Lopenické hornatiny**, která je budovaná flyšovými pískovci a jílovci bělokarpatské a bystrické jednotky magurského příkrovu. Zájmové území okrajově také zasahuje ze severu zhruba kilometrovým výběžkem do Chmelovské pahorkatiny s okrskem Bylnické kotliny. Celkový ráz krajiny povodí Zelenského potoka však určuje okrsek **Starohrozenkovská hornatina**, která je typická svými širokými rozsochovými hřbety a hluboce zařezanými, radiálně se rozbíhajícími údolními (Demek, Mackovčín, 2006).

5.3 Klima a vodstvo

Povodí Zelenského potoka spadá podle Quittovy klasifikace klimatu za období 1961 – 2000 do mírně teplé oblasti. Jedná se o nejrozšířenější klimatickou oblast v České republice, která je na našem území zastoupena devíti jednotkami. Zájmová oblast přitom z celkového počtu spadá do třech jednotek. Pramenná oblast povodí Zelenského potoka leží převážně v mírně teplé oblasti jednotky MV6. Jednotka je charakteristická normálně dlouhým létem s mírně vlhkým přechodným obdobím. Zima zde není příliš dlouhá. Je suchá až mírně suchá s normálním trváním sněhové pokrývky. Směrem k severu jednotka volně přechází k jednotce MW7 s charakteristickým krátkým přechodným obdobím, mírným jarem a mírně teplým podzimem. Léto je zde normálně dlouhé. Suchá až mírně suchá zima má v porovnání s předchozí jednotkou kratší trvání sněhové pokrývky. Jak v zájmovém povodí, tak na celém území České republiky, je poměrné zastoupení jednotky největší. Nejsevernější části povodí Zelenského potoka spadají do jednotky MW10. Území se vyznačuje dlouhým, teplým mírně suchým létem a krátkou mírně suchou až velmi suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Přechodná období jsou krátká (Květoň, Voženílek, 2011). Konkrétnější charakteristiky daných jednotek si můžete prohlédnout v tab. 1.

Tab. 1: Klimatické charakteristiky zájmového území

Parametr	Jednotka		
	MW6	MW7	MW10
Počet letních dní	30 – 40	30 – 40	40 – 50
Počet dní s průměrnou teplotou 10 °C a více	140 – 160	140 – 160	140 – 160
Počet dní s mrazem	140 – 160	110 - 130	110 - 130
Počet ledových dní	40 – 50	40 – 50	30 – 40
Průměrná lednová teplota (°C)	-5 až -6	-2 až -3	-2 až -3
Průměrná červencová teplota (°C)	16 – 17	16 – 17	17 – 18
Průměrná dubnová teplota (°C)	6 – 7	6 – 7	7 – 8
Průměrná říjnová teplota (°C)	6 – 7	7 - 8	7 - 8
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	100 – 120	100 - 120	100 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	450 – 500	400 – 450	400 – 450
Srážkový úhrn v zimním období (mm)	250 – 300	250 – 300	200 – 250
Suma srážek celkem (mm)	700 – 800	650 – 750	600 – 700
Počet dní se sněhovou pokrývkou	80 – 100	60 – 80	50 – 60
Počet zatažených dní	120 – 150	120 – 150	120 – 150
Počet jasných dní	40 - 50	40 -50	40 -50

(Květoň, Voženílek, 2011)

Zelenský potok, známý také pod místním názvem „Járek“, pramení v blízkosti státní hranice se Slovenskou republikou mezi vrchy Čerešienky a Javorníkem v nadmořské výšce 710 m n. m. Terénní měření ze dne 15. 10. 2021 však ukázalo, že skutečná poloha pramene Zelenského potoka není stálá (GPS 49°1'32.281"N, 17°58'53.170"E). Po zhruba 7,55 km se v nadmořské výšce 310 m n. m. vlévá do hydrologicky známější řeky Vlárý. Spád Zelenského potoka tak činí od pramene po ústí s řekou Vlárrou 5,3 %, což je o 1,6 % více než u již dříve zkoumaného Kochaveckého potoka. Podle Graveliovy absoltuní řádovosti je Zelenský potok tokem IV. řádu. Stejněho pořadí také dosahuje se svou rozlohou 20,338 km² v rámci ostatních povodí. Přestože zájmové území svými charakteristikami nevyniká nad povodími stejného řádu, pro zdejší region má i díky zásobování obyvatelstva pitnou vodou obrovský význam.

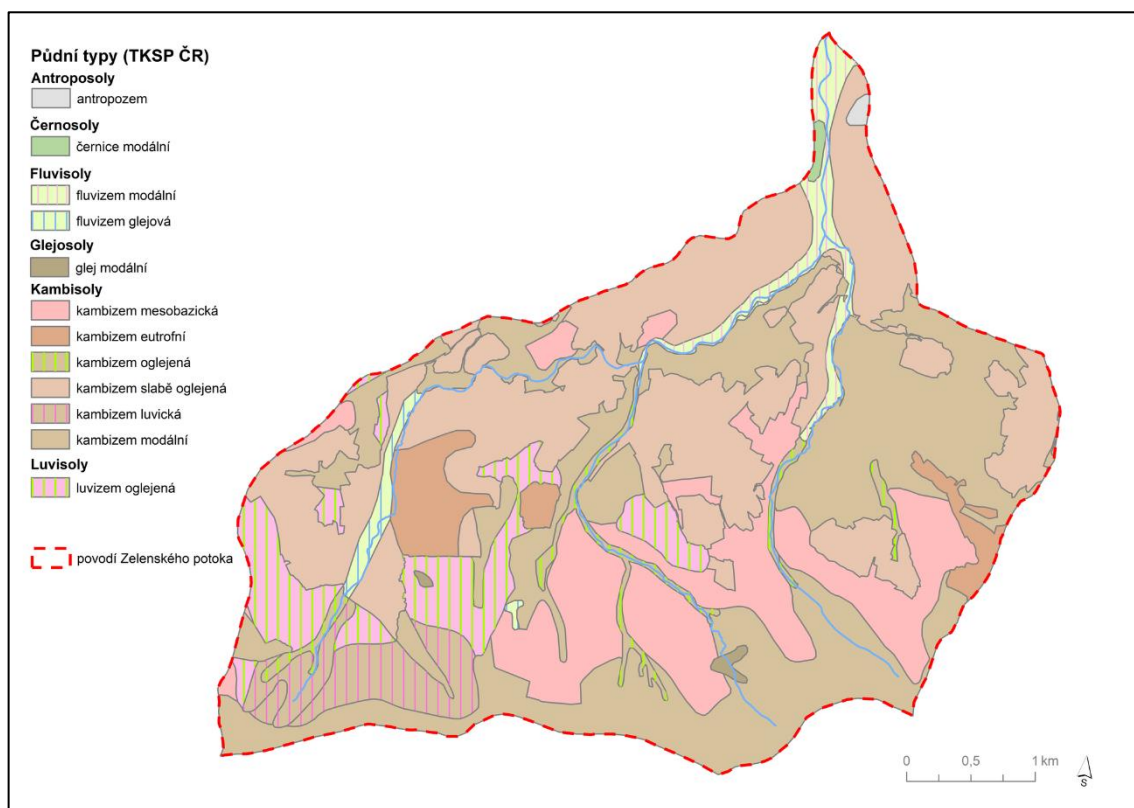
Mimo Zelenský potok tvoří hlavní kostru povodí také Kochavecký a Vápenický potok a několik dalších bezejmenných přítoků. Vápenický, dříve označovaný jako Žírecký potok, je s délkou 4,38 km podle databáze DIBAVOD (2020) vůbec nejdelším pravostranným přítokem Zelenského potoka. Zatímco terénní průzkum zaznamenal u Zelenského potoka oproti uváděnému stavu jeho prodlužování, Vápenický potok při průzkumu ze dne 29. 10. 2021 ukázal zkracování toku. Pramenná oblast se tak na místo předpokládaných 737 m n. m. pohybovala kolem 610 m n. m. (GPS 49°2'4.240"N, 17°59'4.223"E). Vzhledem k tomu, že se Vápenický potok vlévá do Zelenského potoka v 343 m n. m., činí spád toku 9 %, což je téměř 2,5krát větší hodnota než u Kochaveckého potoka. Právě zmíněný Kochavecký potok, jemuž byla věnována pozornost v rámci bakalářské práce autora, představuje nejdelší levostranný přítok Zelenského potoka.

V rámci povodí Zelenského nesmíme opomenout ani existenci několika vodních nádrží. Největší z nich je přehrada Na Zelenském s plochou 1,64 ha, která byla zbudována především pro účely zajištění zdroje pitné vody a k regulaci průtoků za povodních nebo sucha. Za zmínku stojí také vodní nádrž Podskalí v pramenné oblasti Zelenského potoka. Vzhledem k poloze a charakteru reliéfu zájmovém území mají povodně z tání sněhu, sněhovo-dešťové i povodně dešťové rovnocenný význam. Při srovnání průměrných měsíčních průtoků je nejvodnatější březen, který se podílí 16,6 % na celkovém ročním odtoku. Nejméně vodným měsícem je naopak září s 2,7 % podílu na ročním odtoku (EDPP.CZ, 2021b). Informace o aktuálním stavu hladiny Zelenského potoka poskytuje hlásný profil kat. C, který je umístěn před obcí za soutokem Vápenického a Zelenského potoka.

5.4 Půdní pokryv a biota

Podle taxonomického klasifikačního systému půd České republiky (Němeček a kol., 2001) se v zájmovém území vyskytuje celkem šest půdních typů, konkrétně kambizem, fluvizem, luvizem, glej, černice a antropozem (ČGS, 2021). Nejběžnějším typem půd v povodí Zelenského potoka jsou kambizemě nebo-li hnědé (lesní) půdy. Kambizemě zde vznikly zvětráváním karbonátových flyšových břidlic a pískovců. Zároveň se přitom také tvořily jílové minerály. Kambizemě na těchto horninách jsou tak většinou středně těžké až těžké s různou intenzitou oglejení a okyselení (Mackovčín, Jatiová a kol., 2000). Vzhledem k specifickým substrátovým, vegetačním a klimatickým podmínkám nalezneme v zájmovém území tři subtypy a tři variety daného typu půd.

Velké zastoupení zde má kambizem modální (Kam) ze středně těžkých a lehčích středních substrátů, kterou nalezneme hlavně v jižní části povodí při hranicích se Slovenskem, dále pak ve východní části povodí a střídavě také podél koryt hlavních toků. Druhou významně rozšířenou varietou lokalizovanou převážně na horním toku Zelenského a Vápenického potoka je kambizem mesobazická (KAa'). Poměrově velkou plochu zahrnuje také slabě oglejená kambizem (KAg') v dolní a střední části toku. Zbylé podkategorie kambizemí jsou v území zastoupeny spíše lokálně. V zájmové oblasti se můžeme v menší míře také setkat s fluvizeměmi, které navazují bezprostředně na koryta vodních toků. Konkrétně je nalezneme v severní části povodí Zelenského potoka a ve střední části toku Kochaveckého potoka. Půdy jsou typické častou fluviální akumulací, což se projevuje zrnitostní různorodostí. Posledním významně rozšířeným typem půd zájmového území je luvizem oglejená (LUg), která navazuje na půdy bezprostředně blízkých vodních toků, a to především v jihozápadní části povodí. Zbylé typy půd jako jsou černice, gleje či antropozemě mají v území minimální zastoupení (ČGS, 2021). Vzhledem k charakteru reliéfu jsou půdy v zájmové oblasti významně ohrožovány vodní erozí. Dané problematice se proto budeme více věnovat v následujících kapitolách.



Obr. 8: Půdní mapa povodí Zelenského potoka (zdroje dat: DIBAVOD, ČGS; vlastní zpracování)

Povodí Zelenského potoka spadá podle biogeografického členění do Bělokarpatského bioregionu středoevropských listnatých lesů Západokarpatské podprovincie (Culek a kol., 1996). Pestrost flóry a vegetace zájmového území určuje jeho geografická poloha v Karpatském mezofytiku. Tato jednotka je charakterizována flyšovými (vápnitými i odvápněnými) podkladem s poměrně vzácným výskytem skalních stanovišť (Mackovčín, Jatiová a kol., 2000). Regionálně nejnižší fyto geografickou jednotku zahrnující povodí Zelenského potoka představuje okrsek Bílé Karpaty lesní. V severní a střední části zájmového území se můžeme setkat s karpatským typem ostřicových dobohabřin, na které úzkým pruhem v podhůří pramenné oblasti a částečně také při rozvodních hřbetech navazují ostřicové bučiny. V pramenné oblasti povodí Zelenského potoka naopak tvoří potenciální přirozenou vegetaci bučiny s kyčelnicí devítilistou (CENIA, 2021). Podobně jako většina oblastí České republiky se ani Bílé Karpaty, do něhož spadá zájmové území, nevyhnuly ovlivnění člověkem. Díky jeho působení zde však mohla vzniknout druhově pestrá vegetace karpatských luk a pastvin, které společně s roztroušenými dřevinami představují typický krajinný ráz Bílých Karpat. Právě onen harmonický vztah člověka s přírodou byl dne 15. 4. 1996 jedním z důvodů zařazení Bílých Karpat mezi evropské biosférické rezervace. Jedinečnost tohoto území již však byla deklarována daleko dříve, a to vyhlášením CHKO Bílé Karpaty výnosem MK ČSR dne 3. 11. 1980 (AOPK ČR, 2021). Výjimečnost území zohledňuje také skutečnost, že se zde vyskytuje několik lokalit soustavy Natura 2000. I když pouze okrajově, do povodí Zelenského potoka zasahují celkem tři evropsky významné lokality: Na Koncoch, Valentová a Vlárský průsmyk. Největší část území zabírá EVL Valentová rozprostírající se v severozápadní části povodí Zelenského potoka (CENIA, 2021). Ve stromovém patře v současnosti převládají smíšené lesy. Z listnatých stromů má největší zastoupení buk lesní, dále pak dub letní a dub zimní. Na pestrosti listnatých porostů se podílí habr obecný, javor babyka nebo lípa srdčitá. Křovité patro reprezentuje líska obecná, bez černý nebo ptačí zob obecný. Častým zástupcem bylinného patra je ostřice chlupatá, prysec mandloňovitý, lipnice hajní, prvosenka jarní, bukvice lékařská, černohlávek velkokvětý, svízel syřišťový nebo zvonek klubkatý. Z fauny můžeme jmenovat například pěnkavu obecnou, drozda zpěvného, káni lesní, vlaštovku obecnou, kormorána velkého, prase divoké, jelení a srnčí zvěř ad. (Petříček, Pecina, 1989).

6. MORFOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ

Na vývoj, podobu a intenzitu fluviálních tvarů reliéfu v zájmovém území se podílí celá řada přírodních i socioekonomických faktorů. Kromě základních fyzickogeografických charakteristik, kterým byla věnována pozornost v předchozí kapitole, se na současné podobě fluviálních tvarů významně podílely také morfometrické charakteristiky reliéfu, zejména absolutní výšková členitost, relativní výšková členitost, sklonové poměry, charakter údolních profilů a v neposlední řadě také průběh spádových křivek toků. V důsledku charakteristické kombinace těchto faktorů se v zájmovém území vytvořila pestrá škála fluviálních tvarů, které se staly předmětem detailního geomorfologického výzkumu. Charakteristice konkrétních fluviálních tvarů reliéfu předchází vlastní morfometrické analýzy území.

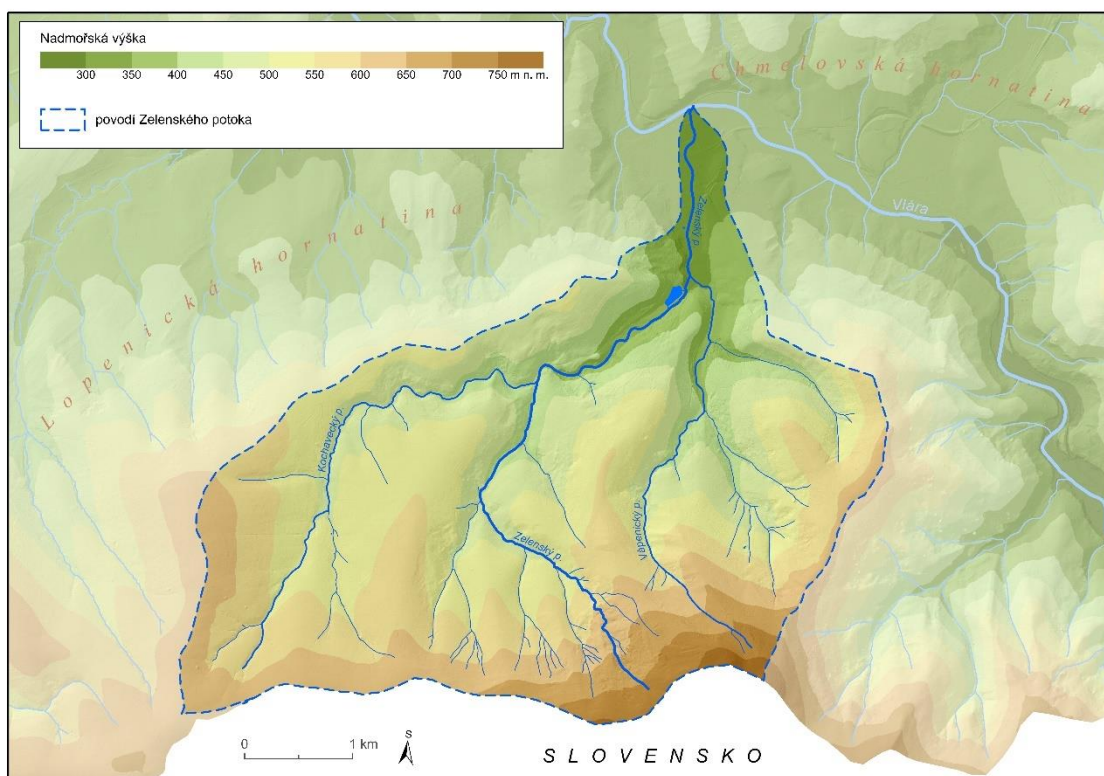
6.1 Absolutní výšková členitost

Z hlediska absolutní výškové členitosti spadá celé území do vysočin. Vůbec nejvyšší absolutních výšek dosahuje zájmové území v jihovýchodní části povodí u hranic se Slovenskem, kde se nachází i nejvyšší bod celého území Javorník s nadmořskou výškou 782,5 m. Největší procentuální zastoupení mají oblasti s nadmořskou výškou mezi 450 – 650 m. Dohromady tvoří zhruba tři čtvrtě území. Naopak nejnižší výškové stupně v povodí nalezneme v severním výběžku, kde leží při soutoku Zelenského potoka s řekou Vlárrou nejnižší bod povodí ve výšce 310 m n. m. Procentuální zastoupení výškových stupňů v povodí je prezentováno v tab. 2.

Tab. 2: Zastoupení výškových stupňů v zájmovém území

Výškový stupeň [m n. m.]	Plocha [km ²]	Podíl na rozloze [%]
350 a méně	0,63	3,09
351–400	1,00	4,94
401-450	1,87	9,22
451-500	3,63	17,91
501-550	5,19	25,60
551-600	4,08	20,12
601-650	2,48	12,23
651-700	0,74	3,66
701-750	0,55	2,71
751 a více	0,11	0,52
povodí celkem	20,28	100,00

(Zdroj: vlastní výpočty v programu ArcMap)

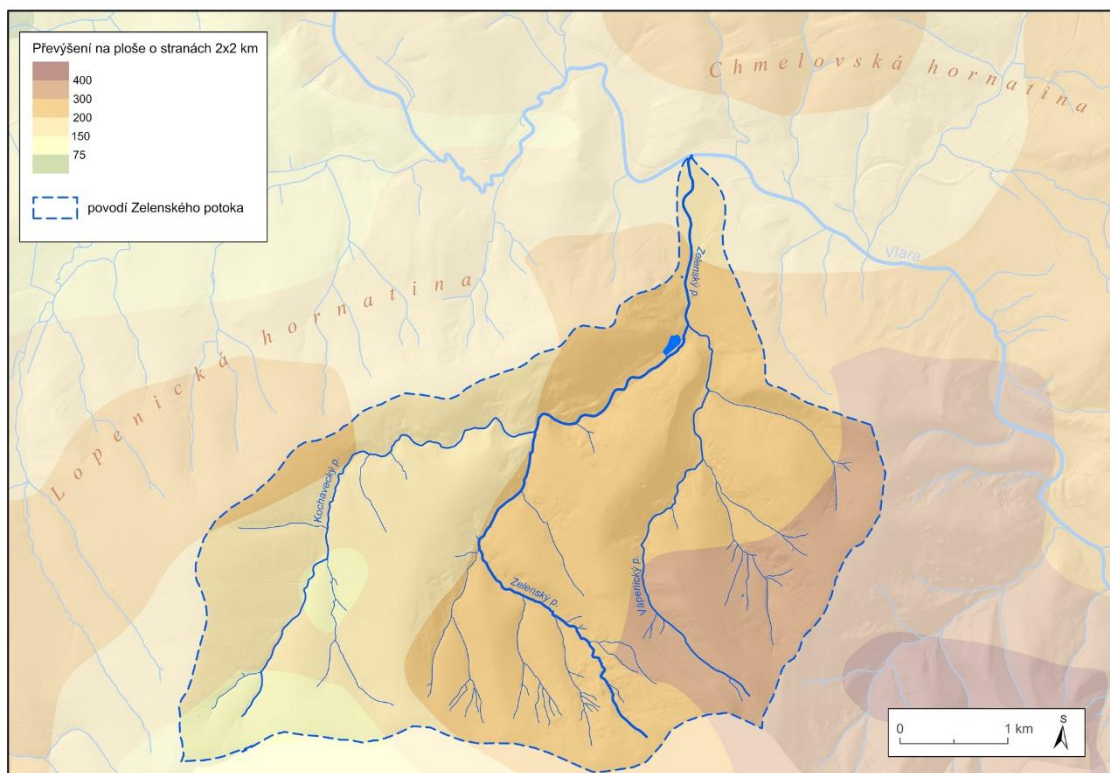


Obr. 9: Absolutní výšková členitost v povodí Zelenského potoka (zdroje dat: DIBAVOD, ČÚZK, DMR 5G; vlastní zpracování)

6.2 Relativní výšková členitost

Relativní výšková členitost obecně vyjadřuje disponibilní gravitační potenciální energii reliéfu. V současnosti je tato energie člověkem hojně využívána, a to od výroby elektrické energie (vodní elektrárny) až po rekreaci (lyžařské sjezdovky). Energie reliéfu má zároveň vliv na celou řadu přírodních procesů, z nichž nejnápadnější jsou právě svahové procesy a fluviační činnost. Gravitační potenciální energie příslušného území je dána převýšením neboli rozdílem maximálních a minimálních nadmožských výšek. Přitom platí přímá úměrnost, že čím větší je převýšení, tím větší je uplatnění příslušných pochodů. Obecně je doporučeno počítat převýšení pro území ve tvaru čtverce s délkou strany 4 km. Při konkrétním výpočtu relativní výškové členitosti studované oblasti se území překryje čtvercovou sítí 4 x 4 km s polovičním překryvem sousedních čtverců a následně se v takto vymezených čtvercích určí rozdíl mezi nejvýše a nejnižše položeným bodem. (Uxa, 2015) S ohledem na velikost zájmového území (20,338 km²) bylo však pro detailnější znázornění potenciální gravitační energie reliéfu namísto čtverce s délkou strany 4 km zvolena strana čtverce o délce 2 km. Budeme-li vycházet z geomorfologických typů reliéfu O. Kudrnovské a J. Kousala (1971), můžeme v povodí

Zelenského potoka identifikovat ploché vrchoviny, členité vrchoviny a ploché hornatiny. Největší zastoupení zde mají členité vrchoviny s relativním převýšením 200 – 300 m. Daná výšková členitost převažuje v subpovodí Zelenského potoka, které je vymezeno od pramene Zelenského potoka po ústí s Kochaveckým potokem. Dále tento typ reliéfu tvoří většinu území v západní polovině povodí Zelenského potoka, s výjimkou pramenné oblasti povodí Vápenického potoka, kterou s převýšením nad 300 m řadíme k plochým hornatinám (obr. 10). Již dříve zkoumané povodí Kochaveckého potoka pak klasifikujeme s převažujícím převýšením 150 – 200 m k ploché vrchovině.

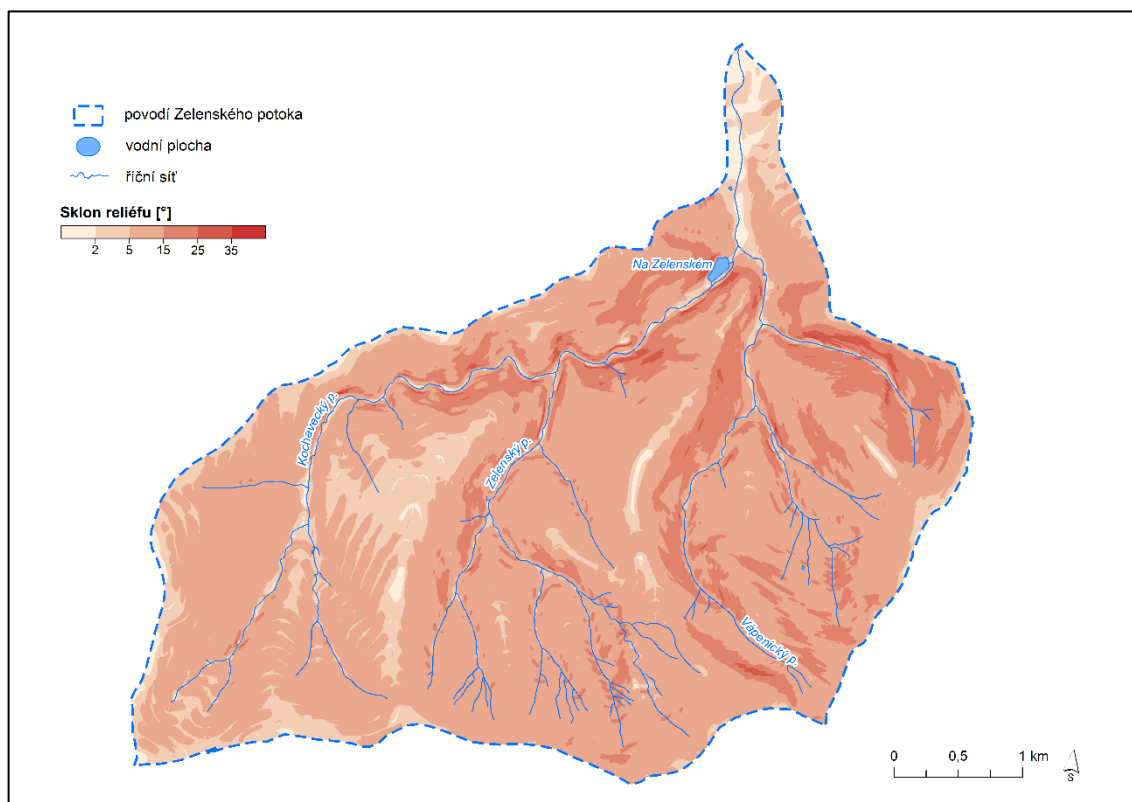


Obr. 10: Relativní výšková členitost v povodí Zelenského potoka (zdroje dat: DIBAVOD, ČÚZK, DMR 5G; vlastní zpracování)

6.3 Sklonové poměry

Další velice důležitou morfometrickou charakteristikou je sklon plochy, jež zodpovídá za intenzitu gravitačně podmíněných geomorfologických procesů, v našem případě fluvialních procesů (Smolová, Vítek, 2007). Povodí Zelenského potoka je po stránce sklonových poměrů rozmanité. Nalezneme zde jak rovinné plochy se sklonem 0° – 2° , tak i srázy o sklonu nad 35° . Největší zastoupení zde mají plochy se sklonem reliéfu 5° - 15° . Plošně se vyskytují téměř na celém území s výjimkou některých ploch v blízkosti koryt vodních toků a v severním výběžku povodí. Rovinné (0° – 2°) a mírně

skloněné plochy (2° – 5°) lemují různě úzkým, nesouvislým, místy značně rozkouskovaným pruhem koryta většiny toků. Nejširší pruh se nachází za přehradou Na Zelenském směrem k soutoku Zelenského potoka s řekou Vlárrou. Tyto plochy rovněž nalezneme v oblastech rozvodních hřbetů. Velmi příkře skloněnými svahy (25° – 35°) disponuje v blízkosti koryt toků povodí Vápenického potoka, zvláště při levém svahu hlavní zdrojnice a druhém nejdelším pravostranném přítoku. Větší plošné zastoupení mají ale také ukloněné svahy navazující na vodní koryto zhruba od osady Valentová, dolní části Kochaveckého potoka, až po přehradu na Zelenském, které podobně jako v povodí Vápenického potoka místy přecházejí ve srázy (35° – 55°). Sklonovou asymetrií údolí, jež je místy poměrně výrazná (viz obr. 11), se budeme zabývat v kapitole 7.



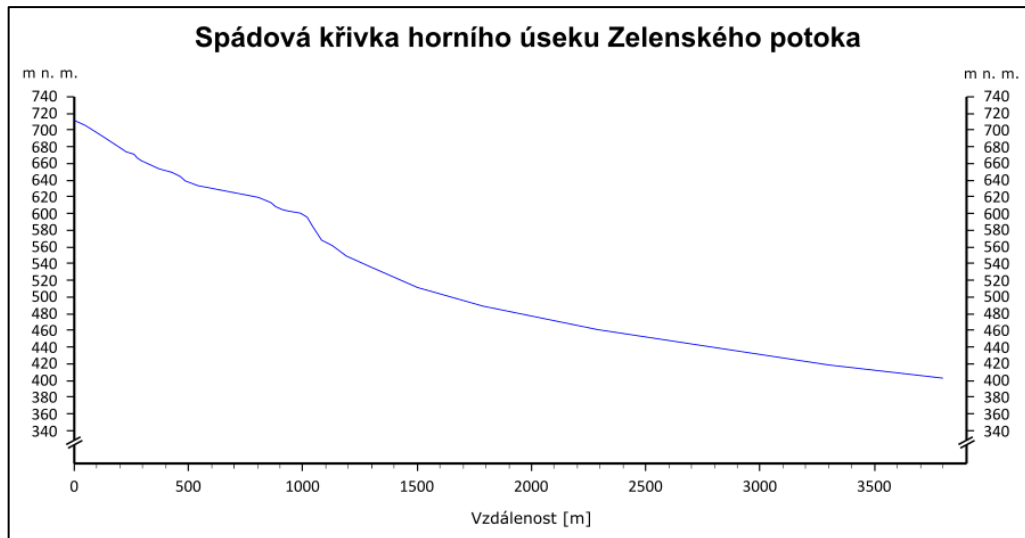
Obr. 11: Sklonové poměry v povodí Zelenského potoka (zdroje dat: DIBAVOD, ČÚZK, DMR 5G; vlastní zpracování)

6.4 Analýza spádových křivek toků

Spádová křivka toku obecně vyjadřuje grafické znázornění sklonového a výškového průběhu toku. V ideálním případě by se tvar spádové křivky měl blížit hyperbole, s výraznějším sklonem v horní části toku a postupně menším a menším sklonem směrem k ústí. V přírodě dosahují řeky ideálně vyrovnaného spádu jen obtížně. Průběh spádových křivek významně ovlivňují litologie a tektonika. V poslední době se čím dál více se na průběhu křivek podílí i člověk. Analýza spádových křivek je pro realizovaný výzkum velice důležitá. Nejenom, že můžeme snadněji vysledovat vodohospodářské objekty na tocích a lokalizovat přechody mezi jednotlivými geologickými strukturami, ale můžeme také predikovat místa s dominantním typem erozní činnosti a pomoci tím tak k případnému managementu toku. Pro potřeby diplomové práce byly vytvořeny celkem čtyři spádové křivky.

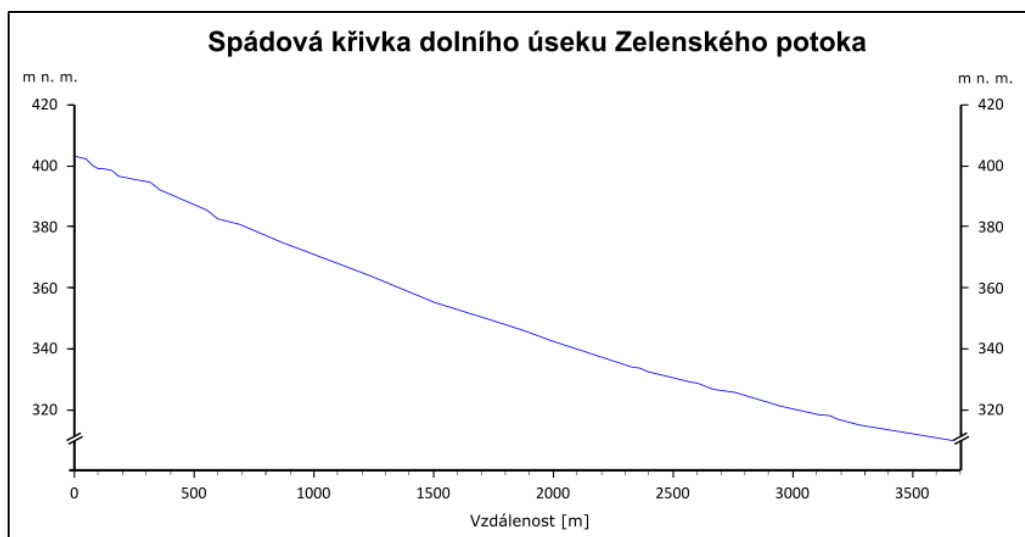
Zelenský potok (horní úsek)

Spádová křivka horního úseku Zelenkého potoka zahrnuje část toku od pramene (710 m n. m.) po soutok s Kochaveckým potokem (404 m n. m.). Na délce 3,86 km dosahuje úsek průměrného sklonu 7,9 %, tedy 79 výškových metrů na 1 km. Spádovou křivku bychom mohli vzhledem ke sklonovým poměrům rozdělit na dva hlavní segmenty. Segment do vzdálenosti 1 km od pramene se sklonem 11 % a segment tvořící zbylou část toku s průměrným sklonem 5,8 %. První menší lom v průběhu spádové křivky nalezneme ve vzdálenosti 250 m od pramene, kde se nachází rozhraní dvou litostratigrafických jednotek, jimiž jsou středně až hrubě rytmické flyšové vrstvy s vápnitými jílovci a na ně navazující fluviální sedimenty. O poznání větší lom ve spádu nalezneme na konci segmentu ve vzdálenosti 800 m od pramene, který se váže na fluviální sedimenty a sedimenty umělých vodních nádrží. Právě tyto příhodné sklonové poměry byly využity k vybudování dvou retenčních nádrží. K výrazné změně v průběhu spádové křivky toku dochází na hranici námi vymezených segmentů ve vzdálenosti 1 km od pramene, kde se vytvořil na 200 m spád 25 %. Zbylá část úseku má poměrně vyrovnaný spád (5,8 %) s menším množstvím drobných stupňů, které mají jak tektonický, tak i litologický či antropogenní původ.



Zelenský potok (dolní úsek)

Dolní úsek Zelenského potoka začíná spádově velmi nevyrovnaně. Výrazné výkyvy ve spádu toku se objevují v délce 350 m od soutoku s Kochaveckým potokem, kde Zelenský potok kříží litologické rozhraní mezi deluviálními hlinitokaminitými sedimenty a flyšovými vrstvami s převahou pískovců. Další výrazné stupně se nachází ve vzdálenosti 500 m od soutoku. Podobně jako v předchozím případě, také zde protéká Zelenský potok napříč litologickým rozhraním. Čím více se blížíme k zastavěné části území, tím pravděpodobnější zdůvodněním výskytu stupňů na spádové křivce je antropogenní ovlivnění. Typický příklad představuje stupeň na 2,6. km nebo na 3,2. km. V některých případech člověkem vytvořené stupně částečně kopírují tektonické linie, viz mírný spádový stupeň vzdálený 2,3 km od ústí, který je vázán na násunový zlom jednotky bělokarpatské zakrytý fluviálními sedimenty. Průměrný sklon dolního úseku Zelenského potoka činí 2,5 %, což je zhruba třikrát méně než u horního úseku Zelenského potoka.



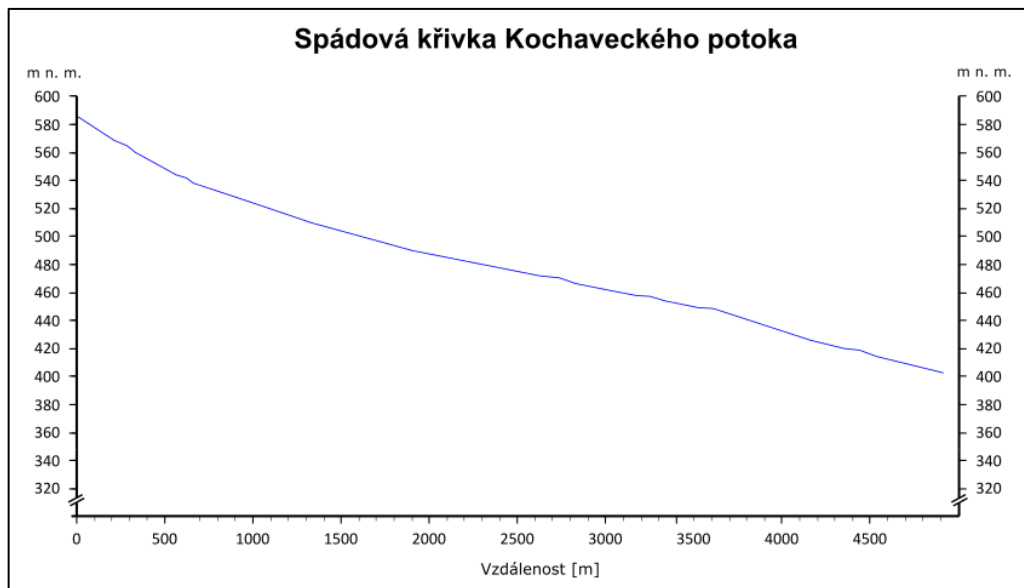
Vápenický potok

Vápenický potok je nejdelší pravostranný přítok Zelenského potoka. Jeho pramenná oblast se nachází v nadmořské výšce 737 m. Do Zelenského potoka ústí po 4,38 km ve 343 m n. m. Jeho průměrný sklon tak činí 9 %, což odpovídá zhruba 90 m na 1 km. Spádová křivka Vápenického potoka je poměrně vyrovnaná ve srovnání s předchozími podélnými profily. Z hlediska spádu bychom mohli vymezit tři segmenty, kde se viditelněji mění sklon spádové křivky. Jedná se o segment do vzdálenosti zhruba 1,5 km od pramene s průměrným sklonem 15 %, segment mezi 1,5 – 2,5 km se sklonem 9 % a segment vymezený po soutok se Zelenským potokem o sklonu 4,1 %. První nerovnosti v průběhu spádové křivky lze zaznamenat 300 m od pramen, kde napříč tokem prochází zlom. Patrné stupně v průběhu spádové křivky se vytváří v celé délce tohoto segmentu. Jejich výskyt je v horní části úseku většinou vázán na křížení litostratigrafických jednotek. Výrazné stupně v průběhu křivky se nachází při hranici horního a středního segmentu ve vzdálenosti 1,5 km od pramene. Nevyrovnaný průběh souvisí s texturami spodních vrstevních ploch, které se nachází ve flyšové vrstvě s převažujícím zastoupením pískovců. Stupňovitý charakter průběhu spádové křivky převažuje v celém středním segmentu. Běžně se zde proto můžeme setkat se skalními prahy. Poslední segment začíná dvěma výraznějšími stupni ve vzdálenosti 2,6 km od pramene. Nevyrovnanost průběhu křivky pravděpodobně způsobuje křížení dvou zlomů, které vedou napříč fluviálními sedimenty koryta toku. Poslední výrazný stupeň nalezneme ve vzdálenosti 3,5 km, kudy prochází tektonický zlom.



Kochavecký potok

Spádová křivka Kochaveckého potoka dokumentuje spádové poměry největšího levostranného přítoku Zelenského potoka, který pramení nedaleko vrcholu Bašta v nadmořské výšce 587 m. Do Zelenského potoka ústí po 4,96 km ve 404 m n. m. Průměrný spád tak činí 3,7 %, což představuje zhruba 37 m na 1 km. V porovnání s ostatními spádovými křivkami vykazuje Kochavecký potok nejvíce vyrovnaný spád. Příkřejší úsek nalezneme do 800 m od pramene, kde průměrný spád dosahuje 7,1 %. Výraznější nerovnosti v průběhu spádové křivky toku se projevují zejména v důsledku větší hloubkové erozi a střídáním litostratigrafických jednotek. Nejvíce vyrovnaný průběh spádové křivky je v úseku ve vzdálenosti 800 – 2500 m od pramene, kde průměrný spád činí 2,9 %. Výraznější stupně na spádové křivce se začínají objevovat ve vzdálenosti 2,5 km směrem k ústí se Zelenským potokem. Koryto vodního toku přitom většinou protéká středně až hrubě rytmičnými flyšovými vrstvami s vápnitými jílovci. Vzhledem k tomu, že v tomto úseku nebyl doposud identifikován tektonický zlom, nevyrovnanost průběhu spádové křivky je pravděpodobně zapříčiněna zejména litologií.



7. VYBRANÉ FLUVIÁLNÍ TVARY RELIÉFU A JEJICH CHARAKTERISTIKA

Voda představuje velice důležitou složku krajiny. Mimo to, že tvoří základní podmínku pro život na Zemi, zauímají také významné postavení mezi reliéfovými pochody (Smolová, Vítek, 2007). Fluviálními pochody vzniká celá řada tvarů. Výraznější vliv má povrchově tekoucí voda, jejímž hlavním zdrojem jsou atmosférické srážky. V případě, kdy se srážky nestačí infiltrovat nebo vypařit, dochází k přímému ovlivnění krajiny. Zpravidla se tak děje při dlouhodobém či krátkodobém intenzivním dešti nebo v jarních měsících při tání sněhové pokrývky (Demek, 1976). Povrchově tekoucí voda představuje ve většině krajín hlavního odnosového činitele. Množství erodovaného materiálu závisí na litologii, klimatu, sklonu reliéfu, vegetačním pokrytí či antropogenním ovlivnění. Fluviální činnost se často sleduje v rámci příslušného povodí různě velkého měřítka. V této kapitole se zaměříme na vybrané fluviální tvary reliéfu v povodí Zelenského potoka. Pro větší přehlednost budou vybrané tvary hodnoceny v rámci dílčích povodí.

7.1 Fluviální erozní tvary

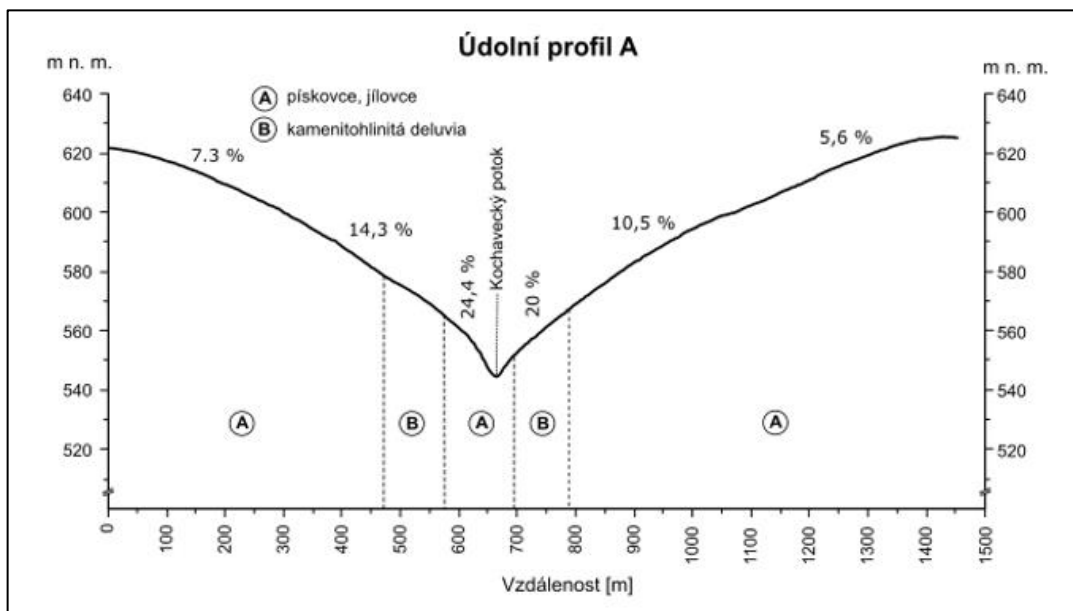
Fluviální tvary lze geneticky rozdělit na erozní a akumuláční. Základním fluviálně erozním tvarem je **údolí**. Podle I. Smolové a J. Vítka (2007) se jedná o protáhlou sníženinu zemského povrchu, vzniklou činností říčního toku a skloněnou ve směru spádu toku. Vznik údolí je u nás podmíněn tektonickými liniemi, pruhy intenzivněji rozpukaných hornin, litologickými a sklonovými poměry (Czudek, 2005). Výsledný tvar údolí se odvíjí od lineární eroze vodního toku a vývoje svahů. Podle tvaru můžeme vymezit několik typů údolí:

- a) *soutěsky* – převažuje lineární eroze vodních toků nad vývojem svahů,
- b) *údolí tvaru písmene V* – vznikají při rovnováze hloubkové eroze a vývojem svahů,
- c) *úvalovitá údolí* – se širokým dnem a pozvolným přechodem do mírných svahů,
- d) *neckovitá údolí* – převažuje boční eroze nad hloubkovou (Demek, 1976).

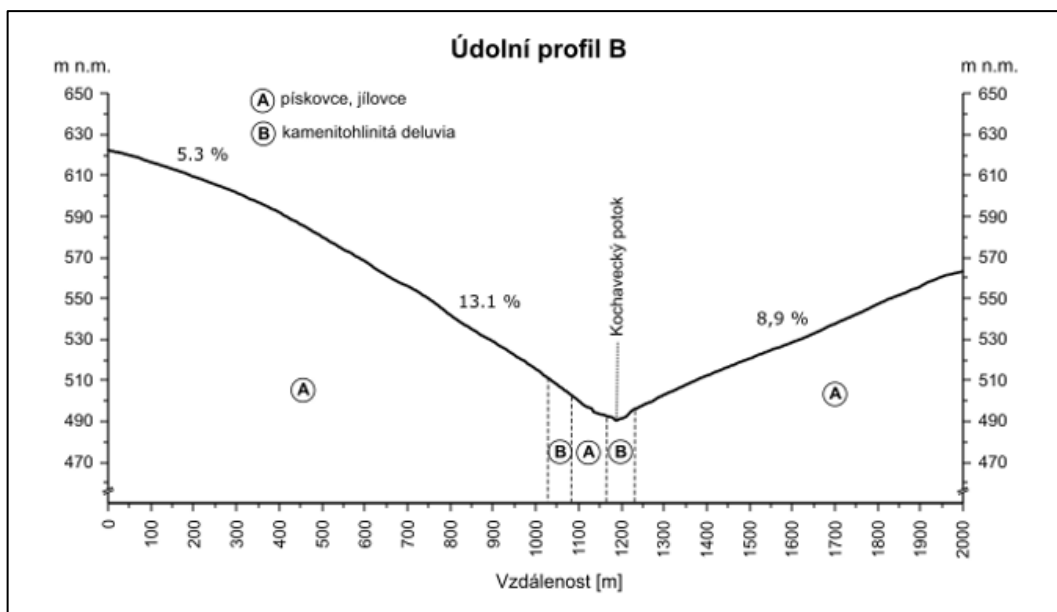
Za účelem rozpoznání charakteru údolí v jednotlivých částech zájmového území, jsme sestrojili celkem 9 profilů napříč údolím Zelenského, Vápenického a Kochaveckého potoka. Profily A až C patří Kochaveckému potoku, profily D až F Zelenskému potoku

a G až CH potoku Vápenickém. V rámci analýzy údolních profilů bylo hlavním cílem analyzovat sklonovou a výškovou asymetrii.

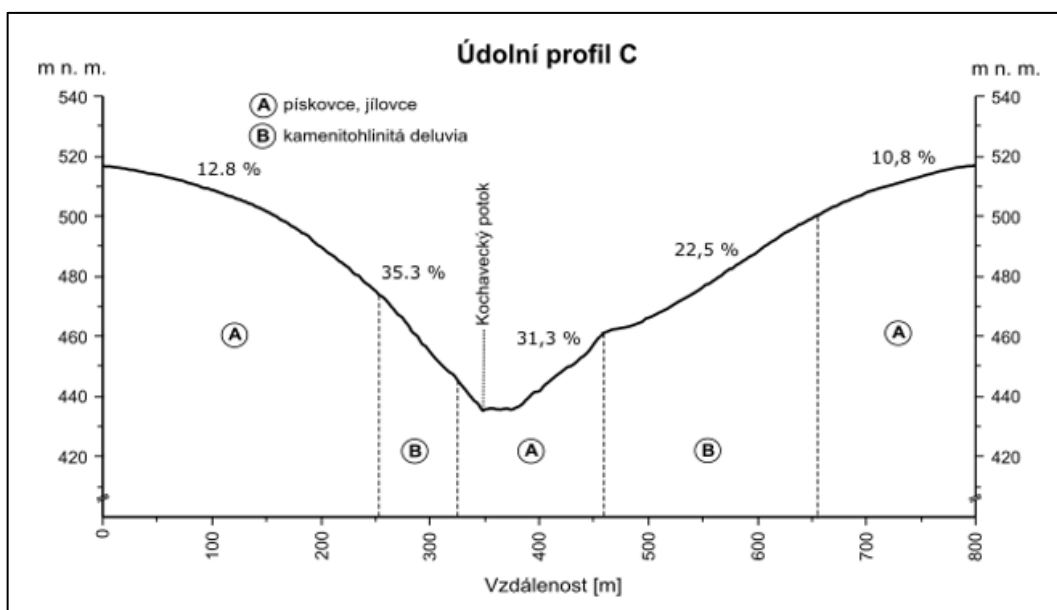
Profil A: Daný profil byl sestrojen napříč pramennou oblastí Kochaveckého potoka z rozvodního hřbetu mezi vrcholem Smolenka a Bašta směrem k bezejmennému vrcholu (625 m n. m.) na hranicích se Slovenskem. Profil je dlouhý 1453 m. Profil nevykazuje výraznější sklonovou ani výškovou asymetrii. Svým tvarem se podobá údolí tvaru písmene V, které vzniká při rovnováze mezi hloubkovou erozí vodního toku a vývojem svahů. Průměrně vykazují oba údolní svahy sklon kolem 11 %, přičemž nejstrmějšího sklonu dosahují v úpatních částech svahu, kde sklon ploch údolního svahu dosahuje hodnot až 20 %. Index sklonové asymetrie je 1,1.



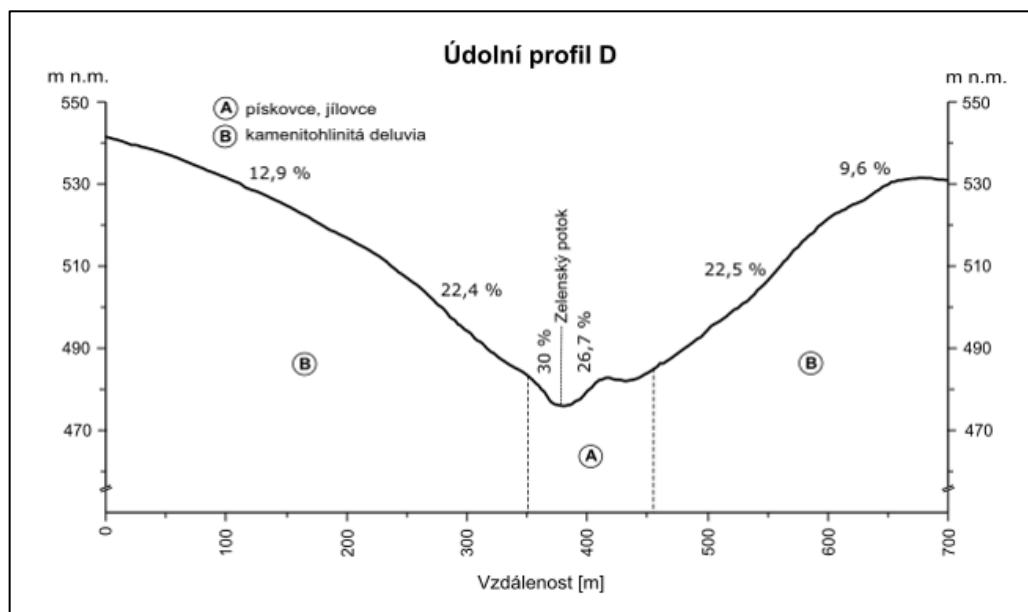
Profil B: Profil byl zkonstruován zhruba po jednom říčním kilometru od předchozího profilu A. Příčný profil vede z rozvodního hřbetu cca 200 m severně od vrcholu Smolenka (632 m n. m.) až k protějšímu hřbetu s bezejmenným vrcholem v nadmořské výšce 563 m. Ve srovnání s předchozím profilem se v této části údolí projevuje výrazněji sklonová i výšková asymetrie. Výškový rozdíl mezi krajními body profilu činí 59 m. Sklonová asymetrie je o něco méně výraznější než asymetrie výšková. Rozložení litologických jednotek v rámci příčného profilu je podobně jako u předchozího profilu poměrně symetrické. Vzhledem k průměrnému sklonu levého svahu 10,3 % a pravého svahu 8,9 % má výsledný index sklonové asymetrie hodnotu 1,2.



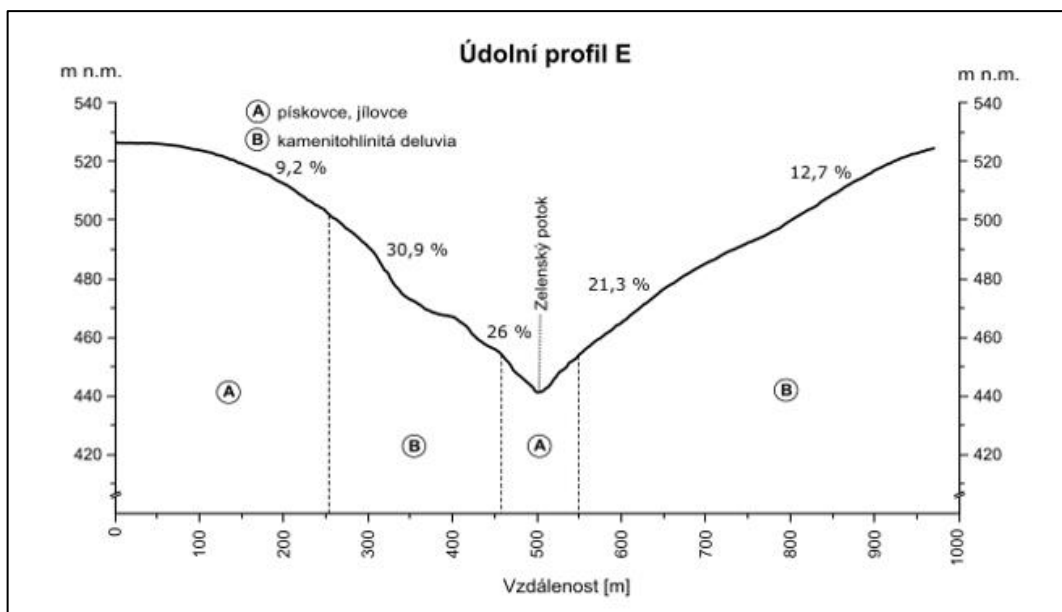
Profil C: Profil byl zvolen v dolní úseku Kochaveckého potoka na prvním říčním kilometru. Přibližně 800 m dlouhý údolní profil začíná na rozvodním hřbetu v blízkosti vrcholu Doubrava (520 m n. m.) a končí na protilehlém rozvodním hřbetu ve výšce 517 m n. m. Daný profil nevykazuje výškovou asymetrii. Naproti tomu však můžeme pozorovat nepravidelný sklon profilu na jižně až jihovýchodně orientovaném levém údolním svahu, který na rozhraní deluviálních hlinitokamenitých pokryvných sedimentů a obnažené flyšové vrstvy s pískovci a vápnatými jílovci mění svůj sklon o téměř 10 %. Celkově má levý údolní svah průměrnou sklonitost 19,5 %. Pravý údolní svah má potom sklon 23,7 %. Index sklonové asymetrie je 1,2. Oproti předcházejícím profilům dochází v této části údolí již k výraznému vyvinutí akumulčního údolního dna.



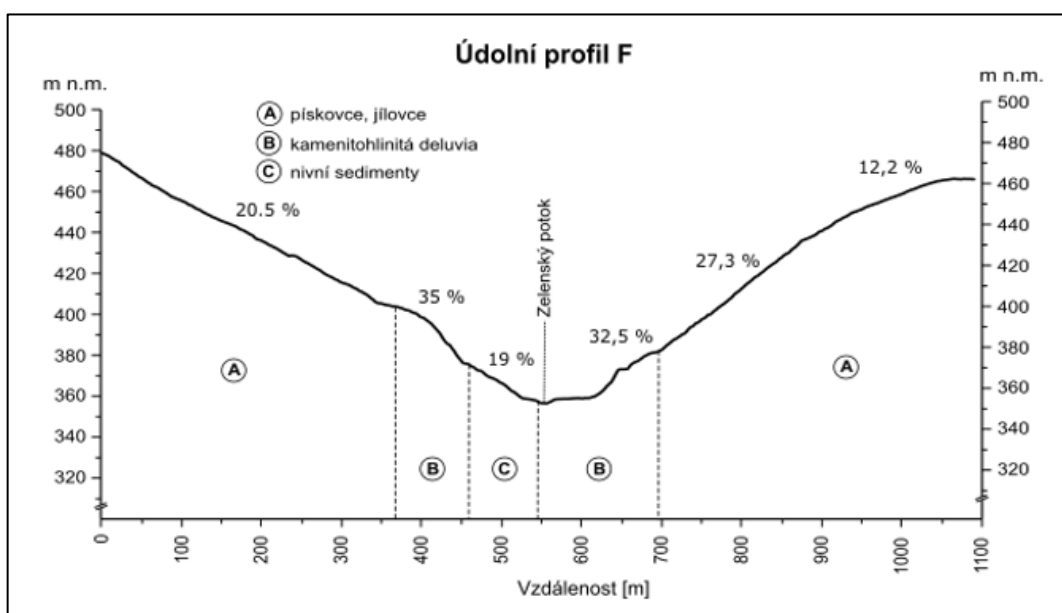
Profil D: Profil byl sestaven díky poměrně husté říční síti v pramenné oblasti až po druhém říčním kilometru od pramene. Na vzdálenosti 700 m vykazuje pouze mírnou sklonovou a výškovou asymetrii. Největšího sklonu dosahuje podobně jako u předcházejících profilů v úpatní části údolního svahu, kde se sklon pohybuje v rozmezí 25 až 30 %. Částečná nepravidelnost ve sklonu se projevuje na jihozápadně orientovaném pravém svahu s mocnější flyšovou vrstvou tvořenou pískovci a jílovci. Vzhledem k tomu, že levý údolní svah má průměrnou sklonitost 17,6 % a pravý údolní svah pouze o 0,4 % p. b. menší, vykazuje index sklonové asymetrie hodnotu 1.



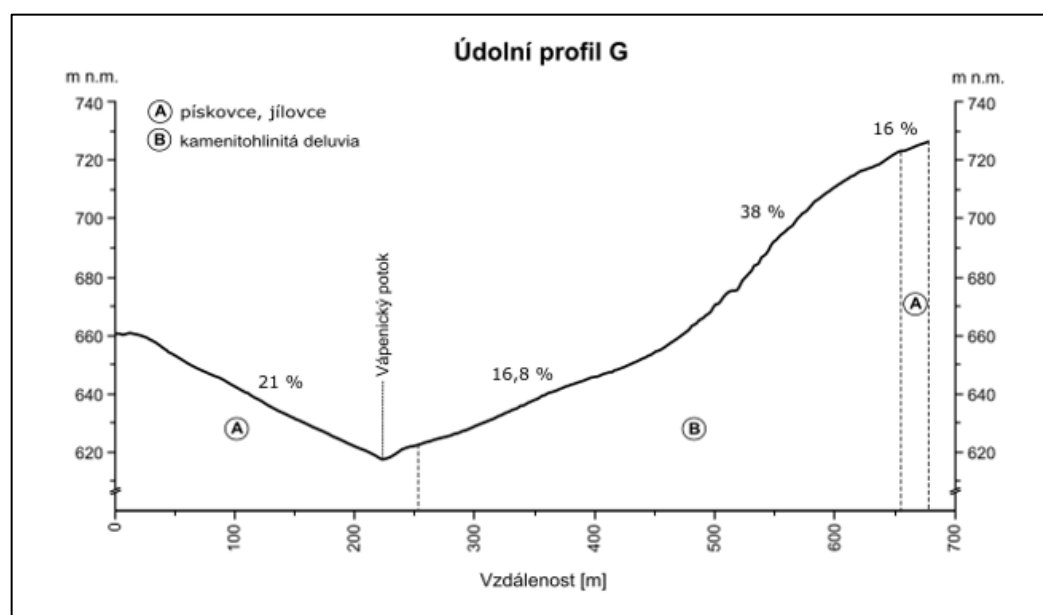
Profil E: Daný profil byl zhotoven na 4,8. říčním kilometru, přibližně 700 m od profilu D. Viditelnější změny můžeme v porovnání s předchozím profilem D pozorovat v hodnotách sklonu údolních svahů, které se téměř symetricky přemístily na protější údolní svah. Výjimku tvoří střední část profilu levého údolního svahu, kde se vytvořilo podstatně větší zahloubení než u pravého údolního svahu profilu D ve spodní části, což může být pravděpodobně zapříčiněné změnou orientace svahů a odlišným horninovým podložím. Celková délka profilu činí 967 m. Průměrný sklon pravého údolního svahu je 17,4 %, levého údolního svahu potom 18,5 %. Index sklonové asymetrie tak vykazuje hodnotu 1,1.



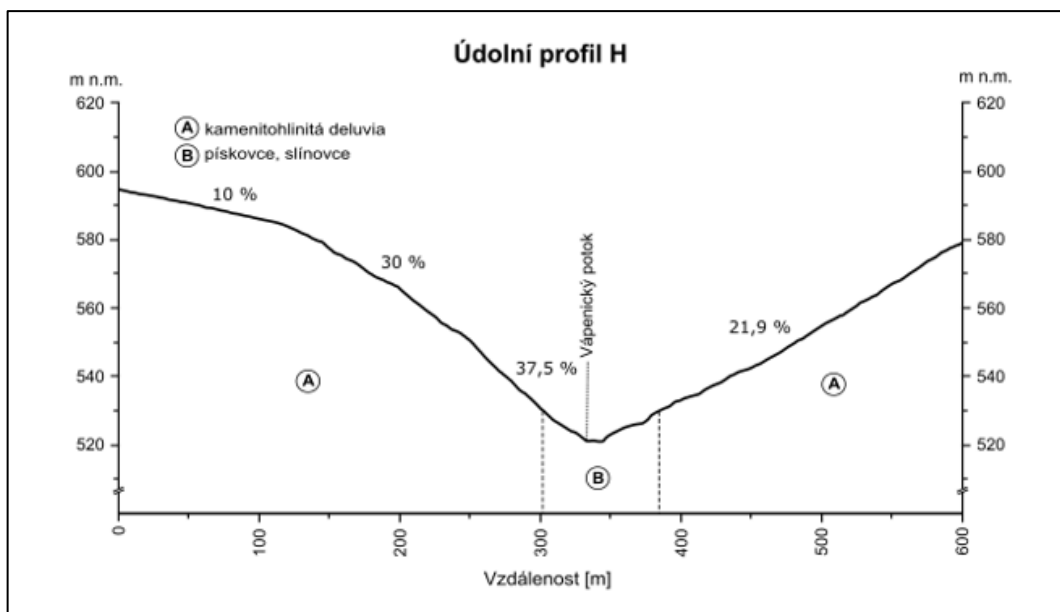
Profil F: Poslední údolní profil v rámci údolí Zelenského potoka byl sestaven na říčním kilometru 2,2 přibližně 250 m za vodní nádrží Na Zelenském. Na vzdálenosti 1091 m vykazuje pouze mírnou sklonovou a výškovou asymetrii. Levý údolní svah má průměrný sklon 22,7 %. Největší hodnoty sklonu (35 %) přitom dosahuje v pruhu deluviálních hlinitokamenitých sedimentů. Pravý údolní svah má průměrnou sklonitost 19,8 %. Výraznější stupeň v průběhu příčného profilu lze zpozorovat ve vzdálenosti 650 m, který souvisí s pravděpodobným zlomem. Index sklonové asymetrie je 1,1. Ze všech údolních profilů má nejvýrazněji vyvinuté akumulční údolní dno.



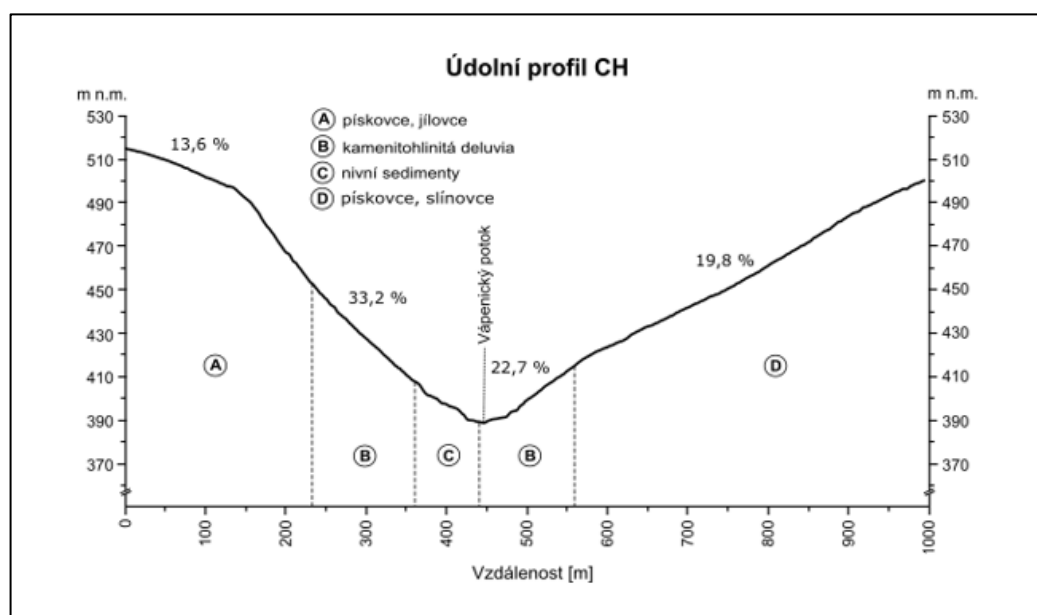
Profil G: Profil byl zkonstruován napříč pramennou oblastí Vápenického potoka z bezejmenného vrcholu s nadmořskou výškou 661 m směrem k protilehlému vrcholu s výškou 728 m n. m. Na vzdálenosti 676 m vykazuje patrnou sklonovou i výškovou asymetrii. Výškový rozdíl krajních bodů činí až 68 m. Pravý údolní svah vykazuje průměrný sklon 21 %. Leví údolní svah má potom průměrný sklon o 3,4 % vyšší. Nejvyšších hodnot nabývá ve vzdálenosti 475 – 625 m na severně orientovaném levém údolním svahu. Nejnižších hodnot naopak dosahuje při úpatí části levého údolního svahu a rozvodních hřbetech. Index sklonové asymetrie je 1,2.



Profil H: Daný profil byl zvolen na 3. říčním kilometru. Oproti předchozímu profilu G nevykazuje výraznější sklonovou ani výškovou asymetrii. Výškový rozdíl levého údolní svahu a pravého údolního svahu činí necelých 20 m. Vyšší hodnoty sklonu má levý severovýchodně orientovaný údolní svah, kde se hodnoty ve střední a spodní části pohybují v rozmezí 30 – 38 %. Celkově však vykazuje průměrný sklon pouze 22,7 %, což je o necelé jedno procento vyšší, než má pravý jihozápadně orientovaný údolní svah. Index sklonové asymetrie je 1. Společně s profilem D, sestrojeném v pramenné oblasti Zelenského potoka, vykazuje v rámci všech vytvořených údolních profilů nejnižších hodnot.



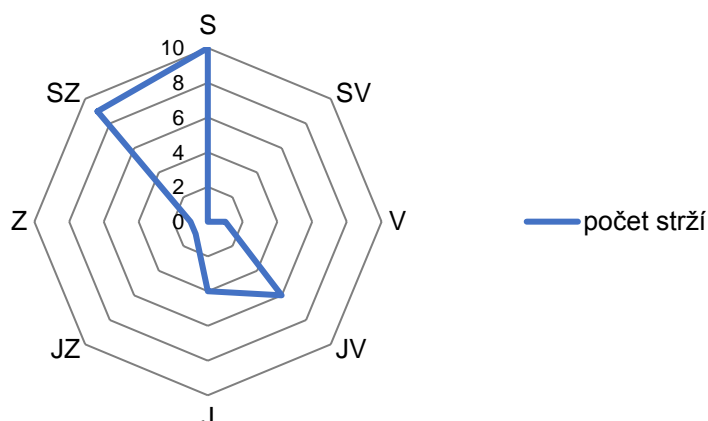
Profil CH: Poslední údolní profil v rámci Vápenického potoka byl sestrojen na říčním kilometru 1,3. Profil vykazuje patrnou sklonovou asymetrii. Výšková asymetrie je s výškovým rozdílem 15 m spíše zanedbatelná. Průměrný sklon pravého západně orientovaného údolního svahu činí 20 %. Levý východně orientovaný údolní svah je tak s průměrnou hodnotou sklonu 27,8 % o poznání strmější. V údolním profil Ch jsou v úpatí částí levého údolního svahu zastoupeny rovněž nivní sedimenty, které se u předchozích profilů G a H nevyskytovaly. Index sklonové asymetrie činí 1,4, což je vůbec nejvyšší hodnota v rámci všech zkonstruovaných údolních profilů.



Typický fluviální erozní tvar představují **strže**. Tyto erozní zářezy, zpravidla o hloubce 1 m a větší, nejčastěji vznikají lineárně tekoucí vodou v sypaných nebo málo zpevněných sedimentech. Obvykle má strž v příčném profilu tvar písmene V a v nejspodnější části bývá zakončena výplavovým kuželem z naplaveného materiálu. Podle geneze a tvaru rozlišujeme dva základní typy strží. Strž typu ovrág, která je modelována převážně hloubkovou erozí a má v profilu tvar písmene V a strž typu balka s dnem vyplněným deluviálními a deluviofluviálními sedimenty a častým tvarem písmene U v profilu (Smolová, Vítek, 2007). Přestože se strž typu balka obvykle vyvíjí ze strže typu ovrág, příčný profil nemusí být nutně ukazatelem stáří. Z geomorfologického hlediska lze strže dělit na svahové a údolní. Tvar příčných profilů je přitom obdobný jako u předchozích strží. Někdy se přidává také neckovitý tvar strže, s rovným dnem a razným přechodem v příkré svahy. Strže patří v České republice mezi nejtypičtější holocenní tvary reliéfu (Czudek, 2005). Jejich vznik a vývoj probíhá ale i v současnosti. Četný výskyt strží se objevuje zejména v členitějším reliéfu a v litologicky příznivém prostředí, jako jsou spraše, písčité, jílovité nebo pyroklastické sedimenty. Důležitou roli při vzniku strží hraje vegetace, která může erozní činnost zvyšovat i snižovat. Studie M. Yibeltal et al. (2021) také poukazuje na významný vliv kolísání hladiny podpovrchové vody a procesy podpovrchového proudění. Dle výsledků jejich výzkumu existuje spojení mezi ústupem počátků strží a mírným kolísáním vysoké hladiny podpovrchové vody. Pochopení kombinace vlivů povrchového a podpovrchového proudění však vyžaduje další výzkum. Na stržové erozi se významně podílí také člověk, který svou činností může erozní procesy urychlovat (kácení lesů, špatnou orbou, nevhodným vegetačním pokrytím), ale i zpomalovat (výstavbou technických zařízení, stabilizačních pásů, terasováním).

Povodí Zelenského potoka svými fyzickogeografickými charakteristikami vytváří ideální prostředí pro vznik strží. Jejich množství a rozmístění v rámci dílčích povodí je však nerovnoměrné. V dolním povodí Zelenského potoka se zdokumentovalo celkem 32 strží, z nichž 17 bylo identifikováno jako strž ovrág a 14 jako strž balka. Průměrná délka naměřených strží činila 45 m. Pouze tři strže přitom dosahovaly délky přes 100 m. Přestože průměrná hloubka strží byla 2 m, nacházely se zde i strže s hloubkou nad 4 m. Nejčastější sklon reliéfu u strží byl 15°–25°. Se sklonem 5°–15° se dokumentovalo 14 strží, se sklonem reliéfu nad 25° pouze 2 strže. Výskyt strží je často spojován s orientací svahů vzhledem ke světovým stranám. V dolním povodí Zelenského potoka

se strže většinou vázaly na severně a severozápadně orientované svahy, v menší míře pak na jižně a jihovýchodně orientované svahy (viz obr. 12). Stržová eroze se nejvíce



Obr. 12: Orientace svahů strží v dolním povodí Zelenského potoka (zdroj: vlastní výzkum)

projevovала v deluviálních hlinitokamenitých sedimentech v blízkosti koryta hlavního toku. V dolním povodí Zelenského potoka bylo velké množství strží rovněž spojené s antropogenní činností. V mnoha případech tak nastával problém s rozeznáním strže od polní nebo lesní cesty, což naznačuje i zvýšení počet dokumentovaných strží typu balka. Celková hustota naměřených strží v dolní části povodí Zelenského potoka byla 0,51 km/km². Charakteristiky vybraných strží si lze prohlédnout v tab. 3 níže.

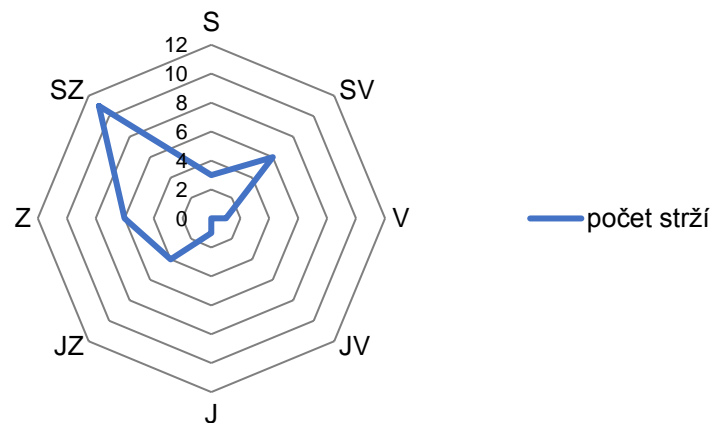
Tab. 3: Charakteristika vybraných strží v dolním povodí Zelenského potoka

Strž	Průměrná hloubka [m]	Průměrná šířka [m]	Délka [m]	Sklon svahu [°]	Orientace svahu	Typ
1	1,4	4,6	12	15 - 25	JV	ovrag
2	1,6	5,7	43	15 - 25	JV	balka
3	2,1	5,7	37	15 - 25	JV	ovrag
4	2,1	5,9	28	15 - 25	J	ovrag
5	1,7	4,1	9	15 - 25	JV	balka
6	1,1	5,3	42	15 - 25	JV	ovrag
7	2,0	5,3	79	15 - 25	J	balka
8	1,9	5,5	12	15 - 25	JZ	balka
9	4,4	7,3	112	15 - 25	J	ovrag
10	1,7	7,9	27	5 - 15	Z	balka
11	1,1	4,6	52	5 - 15	J	ovrag
12	1,8	3,3	14	5 - 15	JV	ovrag

(Zdroj: vlastní výzkum)

Horní povodí Zelenského potoka je výskytem strží zcela odlišné od dolního povodí. Přestože se provedl poměrně detailní průzkum, v rámci studované oblasti byly dokumentovány pouze 3 strže. Výskyt větších erozních rýh nenaznačuje ani základní mapa 1 : 10 000 či digitální model reliéfu. Otázkou tak zůstává, jaké faktory se podílí na absenci stržové eroze v této části povodí. Jako možný faktor se jeví vysoká hustota říční sítě, procentuálně vysoká zalesněnost nebo převažující zastoupení listnatých lesů. Stržová eroze se na rozdíl od dolním povodí Zelenského potoka v pokryvných deluviálních hlinitokamenitých sedimentů neprojevuje. Průměrná délka naměřených strží činila 35 m, hloubka pak 1,4 m. U strží převažoval sklon svahu 15°–25° a orientace svahu na východ.

Velké množství strží se naproti tomu koncentrovalo v povodí Vápenického potoka, kde se zdokumentovalo celkem 32 strží, z čehož 10 bylo typu balka a 22 typu ovrag. Průměrná délka naměřených strží činila 59 m, což je o 14 m více než v dolním povodí Zelenského potoka. Nejdelší strž dosahovala 145 m. Průměrná hloubka strží byla 1,8 m. V porovnání s dolním povodím Zelenského potoka se zde vyskytovaly průměrně nižší strže. Zastoupení strží na reliéfu se sklonem 5°–15° a 15°–25° bylo shodné. V povodí Vápenického potoka se stržová eroze nejvíce projevovala na severozápadně orientovaných svazích. Četný výskyt strží byl zaznamenán také u svahů orientovaných na západ a severovýchod (viz obr. 13). Největší množství dokumentovaných strží se



Obr. 13: Orientace svahů strží v povodí Vápenického potoka (zdroj: vlastní výzkum)

vyskytovalo v deluviálních hlinitokamenitých sedimentech ve střední a dolní části povodí, která charakterem reliéfu patří k členitým vrchovinám. Antropogenní ovlivnění strží v povodí Vápenického potoka je patrné, obzvláště porovnáme-li výskyt strží a odlesněné části povodí. Přestože celková hustota dokumentovaných strží v tomto dílčím povodí činila 0,32 km/km², reálná hustota strží je daleko větší.

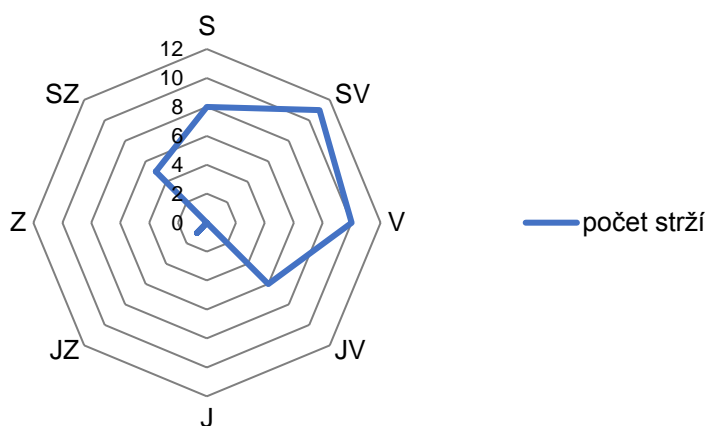
Tab. 4: Charakteristika vybraných strží v povodí Vápenického potoka

Strž	Průměrná hloubka [m]	Průměrná šířka [m]	Délka [m]	Sklon svahu [°]	Orientace svahu	Typ
1	1,0	4,6	38	15 - 25	SV	balka
2	2,1	6,6	140	15 - 25	SZ	ovrag
3	1,8	4,7	34	15 - 25	SZ	balka
4	1,8	4,9	57	15 - 25	S	ovrag
5	1,9	5,1	10	5 - 15	S	ovrag
6	2,1	5,9	50	15 - 25	SZ	ovrag
7	1,9	4,3	145	15 - 25	SZ	ovrag
8	2,0	4,4	78	15 - 25	SV	ovrag
9	1,3	4,1	19	5 - 15	SZ	ovrag
10	1,9	5,2	27	5 - 15	S	ovrag
11	2,2	5,6	92	5 - 15	SZ	ovrag
12	2,2	8,1	67	5 - 15	SZ	ovrag

(Zdroj: vlastní výzkum)

Se stržovou erozí se můžeme setkat v povodí Kochaveckého potoka jak v horní, tak i v dolní části povodí. V pramenné oblasti byly strže převážně vázány na horninové podloží deluviálních hlinitokamenitých sedimentů s častým sklonem reliéfu 5°-15°. V této části se dokumentovalo celkem 25 strží s průměrnou hloubkou větší než jeden metr. Terénní průzkum ukázal, že se tyto strže, podobně jako vodní tok, významně prodlužují. Jejich délka v průměru činila 70 m. Celkem 7 strží přitom přesahovalo hranici 100 m. Průměrná hloubka strží se v pramenné části povodí Kochaveckého potoka pohybovala v rozmezí 1 – 3 metrů. Nejhlubší z nich pak dosahovala 5,7 m. Převážné zastoupení měly v této části povodí strže typu ovrag. Dolní část povodí se vyznačuje podobným horninovým složením jako pramenná část. Odlišné jsou však sklony ploch údolních svahů, na kterých se strže nacházely. Zatímco v horní části převládala u dokumentovaných strží sklon 5°-15°, sklon strží dolní části povodí byl ve většině případů 15°-25°. V této oblasti bylo zaměřeno celkem 16 strží. Většinou se jednalo o kratší erozní zářezy, které vyúsťovaly v blízkosti koryta toku (Škubník, 2020). Dohromady bylo v povodí Kochaveckého potoka dokumentováno 41 strží, z nichž většinu tvořily strže typu ovrag. Průměrná délka strží činila 57 m, hloubka potom 1,9 m. Převažující sklon reliéfu strží byl 5°-15°. Stržová eroze se nejvíce projevila na severovýchodně a východně orientovaném svahu (viz obr. 14). Převažující plochá

vrchovina povodí Kochaveckého potoka vykazovala 0,38 km délky strží na 1 km². Charakteristiky vybraných strží v povodí si lze prohlédnout v tab. 5.



Obr. 14: Orientace svahů strží v povodí Kochaveckého potoka (zdroj: vlastní výzkum)

Tab. 5: Charakteristika vybraných strží povodí Kochaveckého potoka

Strž	Průměrná hloubka [m]	Průměrná šířka [m]	Délka [m]	Sklon svahu [°]	Orientace svahu	Typ
1	1,3	4,7	42	5 - 15	V	ovrag
2	1,4	8,1	35	5 - 15	SV	ovrag
3	1,1	4,5	20	15 - 25	SV	ovrag
4	1,2	4,3	42	5 - 15	SV	ovrag
5	1,6	6,9	54	5 - 15	SV	ovrag
6	1,0	3,5	21	15 - 25	S	ovrag
7	1,5	6,2	20	15 - 25	SV	ovrag
8	1,4	6,4	79	5 - 15	S	ovrag
9	1,5	4,5	75	5 - 15	SZ	ovrag
10	2,4	7,6	95	5 - 15	SZ	ovrag
11	2,2	4,5	27	5 - 15	SZ	ovrag
12	1,3	4,1	20	5 - 15	SZ	ovrag

(Zdroj: vlastní výzkum)

Běžnou součástí povodí Zelenského potoka jsou menší typy erozních rýh, které se vytváří v důsledku výmolné činnosti stékající vody na povrchu svažitého terénu. Vznik, vývoj a zánik těchto erozních rýh probíhá poměrně velmi rychle. Vhodné podmínky pro jejich vznik vytváří kombinace několika faktorů, jako je intenzivní déšť, měkké horniny, nedostatečné vegetační pokrytí nebo různé antropogenní vlivy. V povodí Zelenského potoka se s menším typem erozních rýh (stružkami) můžeme běžně setkat na špatně obdělávaných polích, v lesích nebo málo vegetačně pokrytém reliéfu.

Stálý či občasný odtok vody z krajiny je převážně realizován prostřednictvím **koryt vodních toků**. Tato část údolní dna zahrnující dno a přilehlé břehy se stejně jako strž vlivem fluviální eroze prohlubuje a rozšiřuje. Morfologie koryt se odvíjí od několika faktorů. Významnými faktorem je například poloha koryta v podélném profilu toku nebo sklon údolního dna. Nesmíme opomenout ani charakter podloží, kterým vodní tok protéká. Výsledkem těchto vstupních faktorů jsou různé fluviální tvary reliéfu. Lineární erozí se na dně koryt pramenných úseků často vytváří skalní prahy. I. Smolová a J. Vitek (2007) označují **skalní práh** jako příkrý nebo svislý skalní stupeň na dně koryta, přes který přepadá vodní tok. Vznik prahů je zpravidla podmíněn strukturně-geologickými a geomorfologickými poměry příslušného území. Výška těchto stupňů se může pohybovat od několika decimetrů až po desítky případně i stovky metrů. V zájmovém území byly dokumentovány rozměrově spíše menšími skalními prahy. Pro rozlišení jejich výšky se využila stejná kategorizace jako u antropogenních bariér. Objekty s výškou do 0,3 m se označili jako skalní prahy, s výškou nad 0,3 m jako **skalní stupně**. Největší množství skalních prahů bylo s počtem 7 dokumentováno na Kochaveckém potoce. Oproti ostatním zájmovým tokům je lze pozorovat jak v horním, tak i v dolním úseku toku. Intenzivní lineární erozí zde vzniklo také velké množství skalních stupňů. Celem se inventarizovalo 12 skalních stupňů, z nichž většina se nacházela za 3. ř. km. Stejný počet stupňů bylo digitalizováno i v horním úseku Zelenského potoka. Skalní práh se naproti tomu dokumentoval pouze jeden. Oba spádové objekty se vyskytovaly až za 4. ř. km. V rámci Vápenického potoka se inventarizovalo celkem 6 prahů a 9 stupňů. Nejvíce jich bylo zaznamenáno mezi 2. až 3. ř. km. V dolním úseku Zelenského potoka se dokumentoval pouze 1 skalní práh a 1 skalní stupeň, a to v jeho horní části.

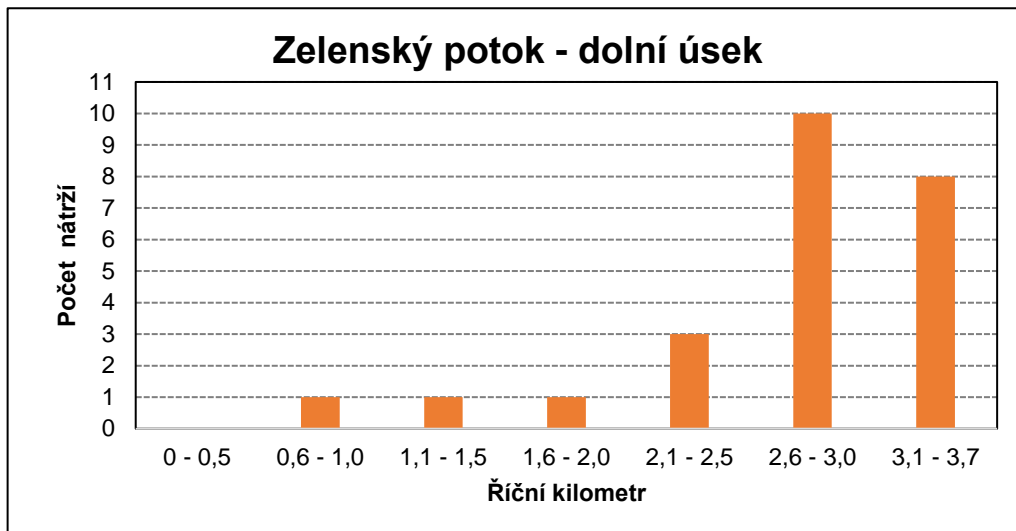
Z rozměrově větších tvarů vzniklých boční erozí pozorujeme v zájmovém území zákruty, meandry, břehové nátrže a slepá ramena. I. Smolová a J. Vitek (2007) definují **meandr** jako zákrut (oblouk) vodního toku nebo údolí, jehož délka je větší než polovina obvodu kružnice opsané nad jeho tětivou a středový úhel oblouku je větší než 180°. Meandr se skládá z nárazového (výsepního) a nánosového (jesepního) břehu. Zatímco nárazový břeh bývá často podemílán vlivem boční eroze, u jesepního břehu dochází hlavně k usazování splaveninového materiálu. Meandry se v zájmovém území zpravidla vázaly na údolní nivy s nízkým spádem a méně odolná horninová podloží.

Kromě velkého množství fluviálních tvarů vzniklé hloubkovou erozí můžeme v zájmovém území pozorovat také nespočet projevů boční eroze. Jejich morfologické vlastnosti se přitom mění v závislosti na poloze v podélném profilu údolí. Zatímco v pramenném úseku vodních toků převládá hloubková eroze, dolní a střední úsek je typický ukládáním sedimentů a podstatně větší interakcí vody s okolními břehy. M. Lehotský a A. Grešková (2004) vymezují **břeh** jako ohraničení koryta řeky od jeho dna po břehovou čáru, která je průsečnicí svahu břehu s plochou přilehlého území. Výsledná morfologie břehu je odrazem bilance erozních a deponitních procesů vyvolaných energií a směrem proudění toku při různých vodních stavech. Tvar břehu se také odvíjí od pozice břehu v rámci říčního úseku, charakteru materiálního složení a stádia vývoje břehu. Většina říčních břehů má dostatečné množství jemnozrnných částic, díky nimž vykazují určitý stupeň soudržnosti. Rychlost eroze břehu, charakter erozních procesů a druh břehových poruch určují kohezní vlastnosti břehového materiálu. V kohezním prostředí prochází proces břehové eroze třemi hlavními fázemi. První fází je převlhčení doprovázené zvlhčením povrchu břehu. Druhou fází je vysychání projevující se vznikem systémů trhlin s různou velikostí a hloubkou. Třetí fází, která předchází uvolnění břehového materiálu, je v klimaticky příznivých podmínkách zamrzání (Lehotský, 2005). Na erozi břehů se podílejí dva základní typy procesů, a to hydraulicky podmíněné procesy a břehové poruchy. Odstraňování břehového materiálu hydraulickým působením souvisí s rychlostními poměry toku v blízkosti břehu. Vysoké rychlosti a smykové napětí se objevují hlavně proti vnějšímu břehu meandrových a zákrutových ohybů. Nejenomže proud strhává materiál přímo z čela břehu, ale zároveň také vymílá úpatí břehu, což postupně vede ke vzniku nadměrného sklonu a vyvolání gravitačního selhání. Hydraulické působení je dominantním procesem erodování nekohezních břehů. Jeho účinnost vůči kohezním břehům závisí na vlhkosti a stavu půdního krytu. Velmi odolné jsou tvrdé a suché břehy. Mokré břehy naproti tomu mohou erodovat poměrně snadno, zvláště pokud se uvolní opakovaným smáčením a vysycháním nebo případně působením mrazu (Knigton, 1998). Významným faktorem ovlivňujícím rychlost ústupu břehů je kromě vlastnosti materiálu, z kterého je břeh budovaný, i přítomnost vegetace. Břeh bez vegetace má v porovnání s břehem se zapojenými stromovými formacemi až pětkrát větší pravděpodobnost, že podlehne intenzivnímu procesu břehové eroze. Rozestup a struktura stromů, kmenů a pňů a kořenového systému břehové vegetace ovlivňuje kromě zpevnění materiálu břehu také směr a rychlost proudění (Lehotský, 2005). Hydraulicky podmíněné erozní procesy bývají střídány procesy břehových poruch

(nátrží). Náchylnost říčních břehů k poruchám závisí na jejich geometrii, struktuře a vlastnostech materiálu. Cykly smáčení a vysychání jsou pro vznik břehových nátrží rovněž obzvláště důležité, protože způsobují bobtnání a smršťování půdy, což vede k rozvoji trhlin a prasklin podporující selhání břehu. Efektivitu těchto mechanismů značně zvyšuje také základní hydraulické vymílání, které se snaží zvětšit úhel břehu. Pravidelným hydraulickým působením na spodní část břehu se vytváří převis v horní soudržné vrstvě, který při dosažení kritického stavu selže. Zhroucené bloky vzniklé hromadným selháváním se mohou buď při nárazu porušit a poté ihned odplavit, nebo mohou zůstat neporušené a čekat na odstranění následným hydraulickým působením, přičemž nahromaděný materiál dočasně chrání spodní vrstvu před další erozí. Tento pseudocyklický proces eroze selhání horní části břehu, akumulace dolního břehu a odstraňování poškozených bloků hraje významnou roli při řízení forem, stability a rychlosti ústupu všech typů břehů (Knigton, 1998).

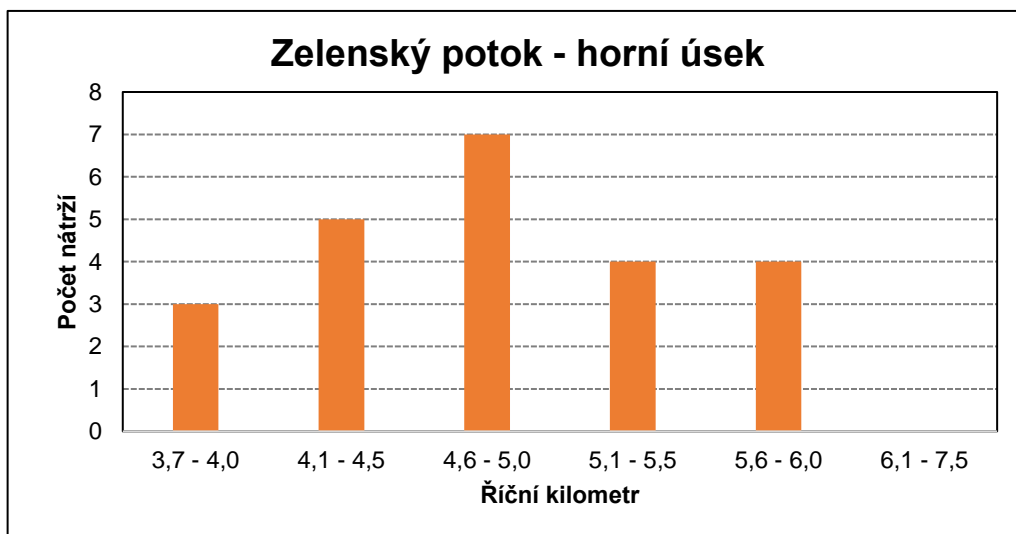
V zájmovém území byly hlavním objektem zájmu hydraulicky podmíněné procesy a břehové poruchy, které splňovaly v metodice stanovená kritéria. Pro jednodušší interpretaci dat byly jevy souhrnně označeny jako **břehové nátrže**. Realizovaný výzkum se soustředil do čtyř oblastí, a to dolního úseku Zelenského potoka, tj. po 3,7. ř. km, horního úseku Zelenského potoka tvořící zbylou část, Vápenického a Kochaveckého potoka. V rámci dolního úseku Zelenského potoka byl výskyt břehových nátrží významně ovlivněn antropogenní činností. V intravilánu obce byly identifikovány pouze dvě nátrže, z nichž jedna představuje riziko pro objekt Dřevovýroby JAVORNÍK-CZ-PLUS s.r.o. Počet zaznamenaných břehových nátrží výrazně vzrostl od jímacího objektu (2,4. ř. km) za přehradou Na Zelenském. Intenzivní projevy břehové eroze lze však pozorovat už mezi 1,8. až 2,3. ř. km v kvartérních fluviálních sedimentech, kde bylo zdokumentováno celkem 17 štěrkopískových lavic s plochou 478 m². Nejvíce břehových nátrží se zmapovalo mezi říčním kilometrem 2,6 – 3,0, kde bylo identifikováno celkem 10 nátrží, z nichž jedna přesahovala výšku 4 m a zbylá většina se pohybovala v rozmezí 1 – 2 m. Jejich výskyt se váže na úzký pruh flyšové vrstvy s převahou pískovců a rozhraní s pokryvnými deluviálními hlinitokamenitými sedimenty. Četný výskyt břehových nátrží pokračuje až po soutok Zelenského potoka s Kochaveckým potokem. V daném úseku převažují nátrže s výškou nad 2 m. Dvě z nich pak přesahují výšku 4 m. Zajímavý úkaz vznikl břehovou nátrží s pořadovým číslem 17, která odkryla javorinské souvrství

(viz obr. 43). Celkem se v dolním úseku Zelenského potoka inventarizovalo 24 nátrží, z nichž 14 bylo levostranných a 10 pravostranných.



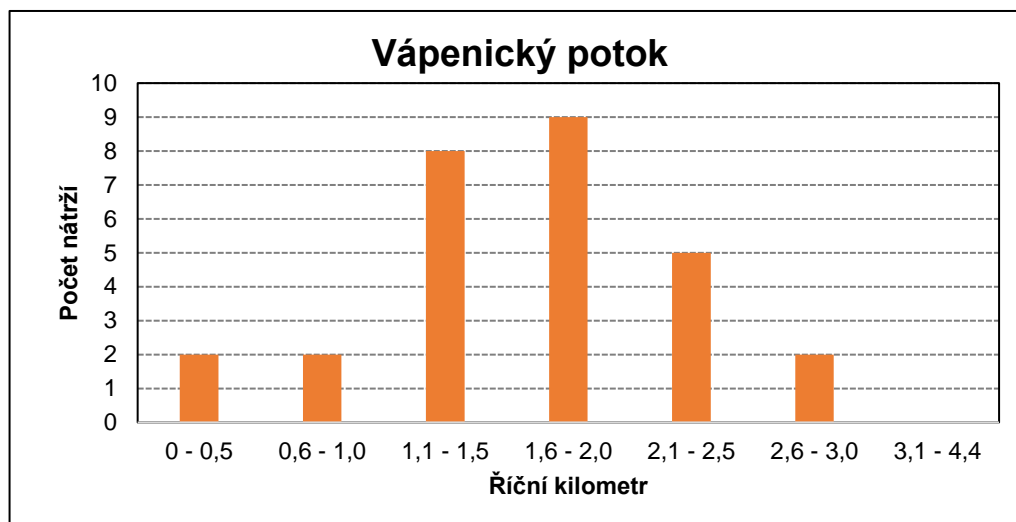
Obr. 15: Graf četnosti břehových nátrží dolního úseku Zelenského potoka (zdroj: vlastní výzkum)

S počtem 23 břehových nátrží se horní úsek Zelenského potoka od dolního úseku moc neliší. Výrazné antropogenní ovlivnění nátrží lze pozorovat do 3,9. říčního km, kde je tok poměrně napřímený a spádově vyrovnaný. Četnost břehových nátrží se zvýšila od 4,3. ř. km. Jejich výška se pohybovala v rozmezí 1 – 3,5 m. Úbytek břehových nátrží byl zaznamenán za 6. ř. km. V horním úseku celkově převažovaly s počtem 14 levostranné břehové nátrže. Výskyt břehových nátrží byl většinou vázán na středně až hrubě rytmické flyšové vrstvy s vápnitými jílovci.



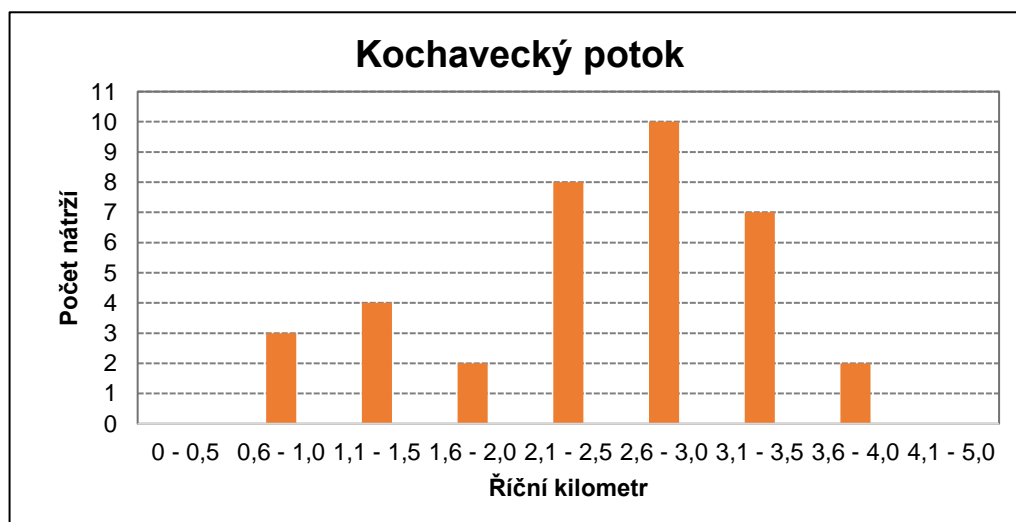
Obr. 16: Graf četnosti břehových nátrží horního úseku Zelenského potoka (zdroj: vlastní výzkum)

Rozložení břehových nátrží v rámci Vápenického potoka představuje ukázkový příklad vývoje boční eroze. Podobně jako u předchozích studovaných úseků lze od ústí toku pozorovat menší výskyt nátrží, který je spojený s antropogenní činností. I přesto zde byly zaznamenány dvě rizikové břehové nátrže v místě, kde tok výrazně mění svůj směr. Větší množství břehových nátrží se dokumentovalo po 1. ř. km v kvartérních fluvialních sedimentech. Projevy boční eroze vystřídala po 2. ř. km lineární eroze. Celkem se na Vápenickém potoce identifikovalo 28 břehových nátrží s převládající výškou 1 – 2 m.



Obr. 17: Graf četnosti břehových nátrží Vápenického potoka (zdroj: vlastní výzkum)

Velké množství břehových nátrží se dokumentovalo také v rámci Kochaveckého potoka. Největší četnost nátrží byla zaznamenána v úseku mezi 2. až 3. ř. km ve středně až hrubě rytmičké flyšové vrstvě s vápnitými jílovcí. Žádná břehová nátrž se naopak neinventarizovala do 0,5. ř. km, kde byly nátrže stabilizované antropogenní činností. Celkem se dokumentovalo 36 břehových nátrží s převládající výškou do 1 m.



Obr. 18: Graf četnosti břehových nátrží Kochaveckého potoka (zdroj: vlastní výzkum)



Obr. 19: Ukázka pravostranné břehové nátrže v dolním úseku Zelenského potoka na 3,2. ř. km (foto: P. Škubník, říjen 2021)

V povodí Zelenského potoka se můžeme také setkat s mrtvými rameny vodních toků. Podle I. Smolové a J. Vítka (2007) se jedná o opuštěná koryta, která vznikají proříznutím šíje volného meandru nebo divočením vodního toku spojeném se zvýšeným vodním stavem. Ukázkový příklad **mrtvého ramena** byl zdokumentován v údolní nivě za 2,4. ř. km. Jeho vznik pravděpodobně souvisel se snížením průtoku a vytvořením několika dřevních akumulací zabraňující dlouhodobějšímu postupu vody. Mrtvá ramena se nacházela rovněž na 1. ř. km Kochaveckého potoka. V ostatních částech povodí Zelenského potoka se tento jev téměř nevyskytoval.

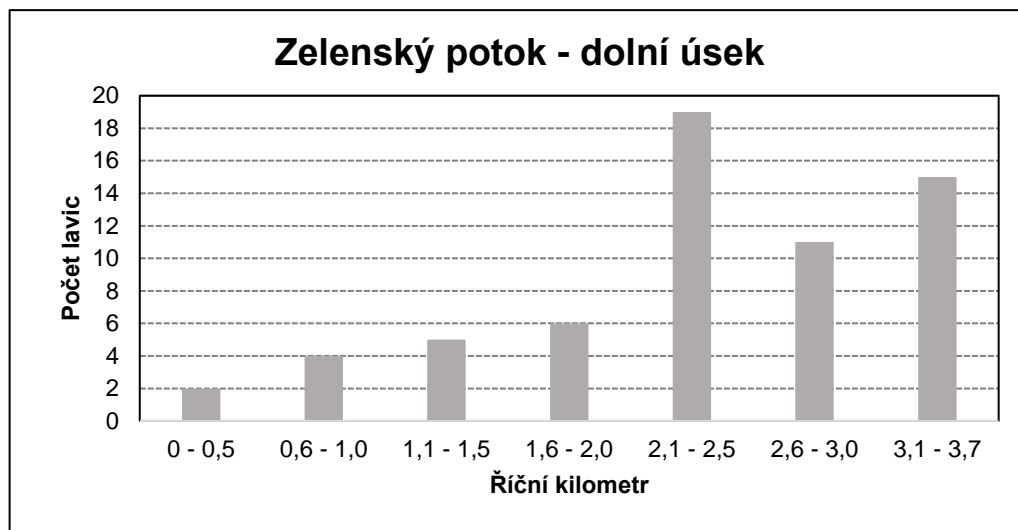
7.2 Fluviální akumulční tvary

Dalším vybraným fluviálním tvarem v povodí Zelenského potoka se staly štěrkové lavice. V geomorfologii rozumíme štěrkovou lavicí nános štěrku, který se vytváří při břehu říčního toku a je tvořen drobnými valouny s určitou příměsí písku, případně jemnější frakce (Rubín, Balatka a kol., 1986). Podle zastoupení materiálu se tak můžeme setkat s různým označením lavic. **Štěrkové lavice** obvykle vznikají při větších průtocích. K jejich akumulaci dochází v místech ztráty transportační energie, jako jsou úseky s menším spádem, místa výrazného rozšíření říčního koryta nebo za určitou

překážkou (Smolová, Vítek, 2007). Při výzkumu se zaznamenal také častý výskyt lavic spojený s břehovými nátržemi. V závislosti na velikosti transportační energie můžeme pozorovat po proudu diferenciaci granulometrického složení lavic. Zatímco v horní části toku se ukládají valouny větších rozměrů, dolní část toku je typická akumulací drobnějšího štěrku až písku. Štěrkové lavice jsou vzhledem k měnícímu se vodnímu stavu a transportačnímu potenciálu poměrně nestálé útvary (Rubín, Balatka a kol., 1986). M. Lehotský a A. Grešková (2004) dělí lavice podle:

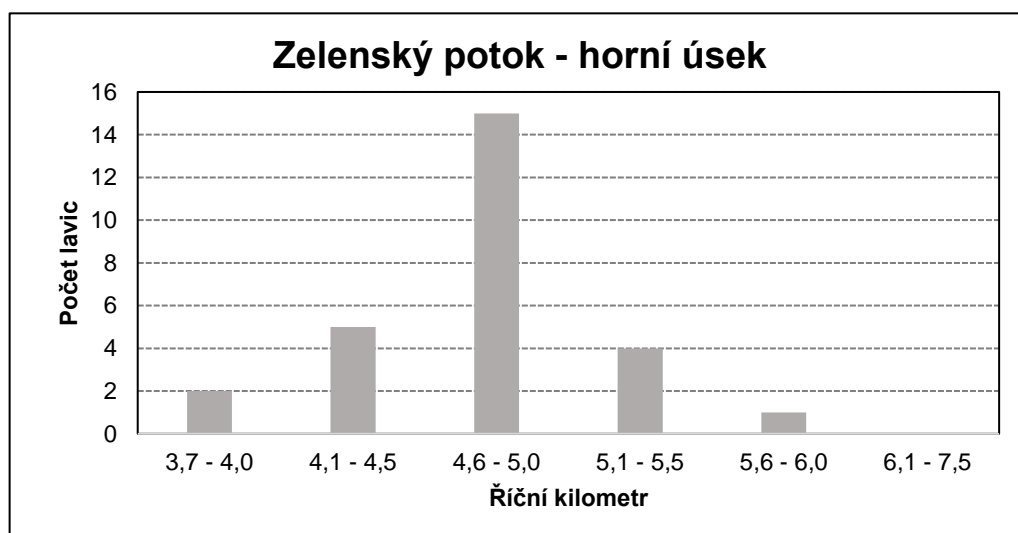
- a) *vztahu k proudnici* – podélná a příčná lavice,
- b) *polohy v korytě* – centrální, vrcholová (jesešní), boční a soutoková lavice,
- c) *vztahu k jiným formám* – připojená (břehová) a oddělená lavice,
- d) *specifických podmínek vzniku* – překážková a zbrázděná lavice.

Jak již bylo zmíněno v metodice, v rámci výzkumu byly dokumentovány lavice dělené podle polohy v korytě. Z této kategorie se díky malému množství vyloučil typ soutokových lavic. V jednotlivých dílčích povodí Zelenského potoka můžeme pozorovat rozdílné množství, strukturu i parametry štěrkových lavic. Nejvíce lavic bylo inventarizováno v dolním úseku Zelenského potoka, kde se zaznamenalo celkem 62 štěrkových lavic s průměrnou délkou 11 m. V rámci daného segmentu se největší množství lavic koncentrovalo mezi 2,1. až 2,5. ř. km v korytě vytvořeném v kvartérních fluviálních a deluviálních hlinitokamenitých sedimentech. Průměrný sklon toku se zde pohybuje kolem 3 %. Velké množství lavic se rovněž koncentrovalo za 2,5. ř. km, kde byl jejich výskyt v mnoha případech vázán na existenci břehových nátrží. Menší počet dokumentovaných lavic se zaznamenal do 1,5. ř. km. Existence štěrkových lavic v daném segmentu byla totiž významně ovlivněna antropogenní činností a sukcesí lavic. Celkově naměřená plocha lavic v dolním úseku Zelenského potoka činila 1277 m². V úseku převažoval s počtem 54 boční typ lavic. Jesešní lavice se vyskytovaly až za 2,3. ř. km, kde má tok víceméně přirozený směr. Centrální lavice byly lokalizovány pouze 3.



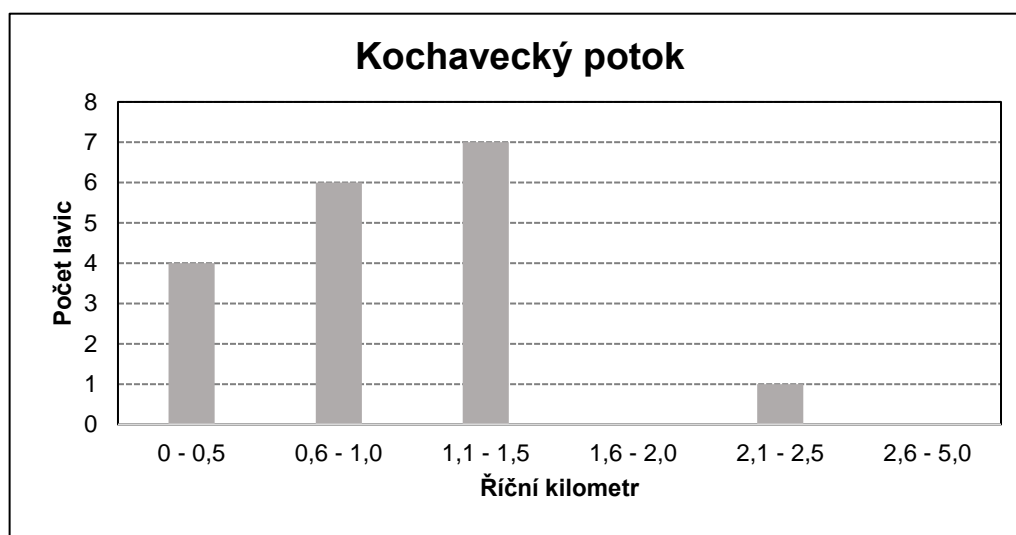
Obr. 20: Graf četnosti štěrkových lavic dolního úseku Zelenského potoka (zdroj: vlastní výzkum)

Počet dokumentovaných štěrkových lavic se v horním úseku Zelenského potoka téměř o dvě třetiny snížil v porovnání s dolním úsekem. Největší počet lavic byl zaznamenán mezi 4,6. – 5,0. ř. km, kde říční tok se sklonem kolem 2,5 % protéká středně až hrubě rytmičkou flyšovou vrstvou s vápnitými jílovci. V tomto úseku bylo zároveň lokalizováno největší množství břehových nátrží v rámci celého horního úseku toku. Menší množství lavic se kromě pramenného úseku vyskytovalo také v antropogenně upravené části koryta do 4,3. ř. km. Celkem bylo v horním úseku inventarizováno 27 štěrkových lavic s plochou 341 m². Průměrná délka lavic pak dosahovala 9 m. V úseku převažoval s počtem 21 boční typ lavic. Zbytek tvořily jesešní lavice, které se koncentrovaly převážně mezi 4,6. až 5. ř. km.



Obr. 21: Graf četnosti štěrkových lavic horního úseku Zelenského potoka (zdroj: vlastní výzkum)

V rámci Kochaveckého potoka bylo dokumentováno pouze 18 štěrkových lavic s průměrnou délkou 10 m a celkovou plochou 269 m². Většina lokalizovaných lavic se koncentrovala do 1,5 ř. km. Průměrný sklon toku v tomto úseku se pohybuje kolem 3,5 %. Výrazný úbytek lavic nastal za 1,5 ř. km, kde dochází k patrnému zúžení koryta. Štěrkové lavice zde tak dosahovaly menších rozměrů nebo se nevyskytovaly vůbec. S počtem 15 převažoval boční typ lavic. Zbytek tvořily jesešní lavice.



Obr. 22: Graf četnosti štěrkových lavic Kochaveckého potoka (zdroj: vlastní výzkum)

Nejméně štěrkových lavic ze všech dílčích zájmových toků bylo dokumentováno na Vápenickém potoce, kde se zaznamenalo pouze 5 štěrkových lavic s délkou nad 5 m. Nízký počet lavic nepochybně zapříčiňuje charakter toku. V rámci všech subpovodí vykazuje Vápenický potok největší spád (9 %). Jeho koryto je téměř v jedné třetině antropogenně ovlivněné a zároveň převážně úzké. Oproti štěrkovým lavicím v ostatních povodích převažovala v jejich složení jemnější frakce. Celkem byly dokumentovány 3 boční, 1 jesešní a 1 centrální lavice. Celková plocha zmapovaných lavic činila 54 m².

Dalším vybraným inventarizovaným fluviačním tvarem byly **dřevní akumulace**. V ČR není zatím terminologie zabývající se dřevní hmotou v korytech a příbřežních zónách vodních toků ustálena. Z. Máčka a L. Krejčí (2004) navrhuji termín dřevní hmota či plavená dřevní hmota (PDH), přičemž označením „plavená“ vyjadřují skutečnost, že dřevo vstupuje do interakce s vodním prostředím. Dřevní hmota tak nemusí nutně plavat po proudu. V podstatě lze vyčlenit PDH, která byla transportována vodou a je víceméně trvale ponořena ve vodě, PDH nacházející se alespoň zčásti pod hranou břehu koryta, případně PDH, která se nachází na březích vodních nádrží pod úrovní maximálního vzduť

hladiny. Problém se zařazením plavené dřevní hmoty nastává v záplavovém území niv, kde lze často jen stěží prokázat, zda je daný kus dřeva autochtonní nebo byl transportován vodou (Máčka, Krejčí, 2004). Vzhledem k variabilitě podob vzniklo několik různých klasifikací plavené dřevní hmoty. Celosvětově je zažitá anglická terminologie, kterou ve své diplomové práci kvalitně zpracoval L. Krejčí (2006). Jak již bylo řečeno v metodice, našemu zkoumanému tvaru nejvíce odpovídá definice A. Thevenet (1998), která dřevní akumulaci (wood jam) popisuje jako heterogenní strukturu složenou z dřevních odpadů různých velikostí (kmeny, větve, větvičky).

V povodí Zelenského potoka byly dokumentovány vybrané dřevní akumulace v rámci zvolených vodních toků a jejich bezprostředního okolí. Nejvíce dřevních akumulací se zaznamenalo v dolním úseku Zelenského potoka. Jejich výskyt se vázal na inundační území údolní nivy na říčním kilometru 2,4 – 2,6. Vodní tok zde má při větších průtocích tendenci měnit svůj směr. V případě přeložení koryta například právě vlivem dřevních akumulací se dostává do erozně nevyrovnaného prostředí, v němž se snadněji vytváří fluvialní tvary jako jsou břehové nátrže nebo šterkové lavice. V dolním úseku Zelenského potoka se dokumentovalo celkem 16 dřevních akumulací, z nichž většinu tvořili s počtem 12 akumulace do 1 m. Na 2,6. ř. km byly zaznamenány i 4 dřevní akumulace přesahující výšku 1 m.



Obr. 23: Příklady dřevních akumulací dolního úseku Zelenského potoka (foto: P. Škubník, červen 2021)

V rámci horního úseku Zelenského potoka se dokumentovalo celkem 8 významnějších dřevních akumulací s převážující výškou nad 1 m. Nejvíce akumulací se přitom koncentrovalo mezi 4,4. až 4,7. ř. km, kde bylo vodní koryto ve srovnání s předchozím úsekem výrazněji rozšířené a spádově vyrovnané. Zájem o problematiku plavené dřevní hmoty vznikl v návaznosti na akumulární činnost dřevní hmoty

na Vápenickém potoce po zvýšeném průtoku v červnu roku 2019. V místě panelového brodu se na 2,1. ř. km vytvořila bariéra v podobě dřevní akumulace zabraňující příjezd majiteli na pozemek. Za zvýšeným výskytem dřevní hmoty stála hospodářská činnost člověka spojená s těžbou dřeva výše na toku. I v současné době se zde nachází značné množství dřevní hmoty o různém průměru. Při větším průtoku lze proto časem očekávat další zanesení brodu. Kromě antropogenní činnosti spojené s těžbou dřevní hmoty se na akumulaci významně podílela příčná bariéra v podobě lávky přes vodu s maximální výškou 0,8 m. Důležitým faktorem vzniku akumulace bylo také rozšíření koryta v místě brodu. Na Vápenickém potoce se inventarizovaly celkem 2 dřevní akumulace s výškou přesahující 1 m, a to na 1,1. ř. km a 2,6. ř. km. Poslední zkoumaný tok byl Kochavecký potok, kde se během současného výzkumu nedokumentovala žádná dřevní akumulace. Vezmeme-li však v potaz výsledky z bakalářské práce autora (Škubník, 2020), k výskytu dřevních akumulací může docházet v údolní nivě na 1. ř. km nebo v horním úseku toku, kde je přínos dřevní hmoty podobně jako v případě Vápenického potoka podmíněn antropogenní činností. V rámci všech povodí lze pozorovat také několik padlých stromů v důsledku nadměrné boční eroze, vzhledem k rozsahu práce jim však nebyla věnována pozornost.

Z fluvialních akumulačních tvarů nelze opomenout ani údolní nivu, která představuje akumulační rovinu podél vodního toku, vyplňující ploché údolní dno. **Údolní niva** je převážně tvořena naplaveninami, v menší míře pak sedimenty přemístěnými z okolních svahů. Mimo sedimentaci uvnitř zákrutů a meandrů se vytváří za povodních sedimentací na povrchu (Smolová, Vítek, 2007). V povodí Zelenského potoka se setkáme s nivami spíše menších rozměrů. Nejvíce vyvinutá údolní niva se nachází v dolní části Zelenského potoka. Výrazněji rozšířené údolní dno se také nachází na 1. ř. km Kochaveckého potoka. Zbylé úseky vodních toků mají rozměrem spíše zanedbatelné údolní nivy. V povodí Zelenského potoka můžeme spatřit také **říční terasy**. Podle M. Lehotského a A. Greškévé (2004) se jedná o stupňovitý, plochý nebo mírně skloněný povrch ohraničený strmějšími svahy, a to z vnitřní i venkovní strany, který vzniká zařezáváním vodního toku, představující starší úroveň povrchu nivy. Viditelné říční terasy se v zájmovém území vyskytují zejména v dolních úsecích toků v oblastech se silně vyvinutou údolní nivou.

8. ANTROPOGENNÍ OVLIVNĚNÍ FLUVIÁLNÍCH TVARŮ

Už odedávna voda představovala jeden ze základních lokalizačních faktorů sídel. Postupné osídlování území, často spojené s odlesňováním, vedlo k narušení vztahu mezi srážkami a odtokem vody z povodí. V důsledku toho se zvětšila nevyrovnanost odtokových poměrů řek. Naopak se zmenšila protierozní odolnost odlesněných ploch, což podmínilo zvýšenou erozi půd, tvorbu a unášení splavenin, jejich usazování v nižších úsecích toků a postupné zmenšení kapacity koryta. Dlouhodobý přirozený vývoj koryta se zásahem člověka na mnoha místech významně narušil (Raplík, 1989). Antropogenní ovlivnění fluviálních procesů se projevuje jak ve změnách odtoku (regulace, odlesnění, výstavba nádrží), tak v ovlivnění vlastností vody. Člověk svým působením narušuje fluviální erozi, transport i akumulaci. Nejčastěji ovlivňuje fluviální procesy výstavbou technických zařízení (jezy, přehrad, úpravy koryt), změnou vegetačního krytu, transformací podmínek povrchového odtoku (úprava reliéfu) a změnou užíváním ploch (orba, pastva, meliorace). Typickým příkladem zintenzivnění fluviální činnosti je narušení či úplná ztráta vegetačního krytu v pramenných oblastech, kde se regulační funkce lesní vegetace výrazně snižuje (Kirchner, Smolová, 2010). Stále větší potřeba využívání území v blízkosti toků vedla ke vzniku různých vodohospodářských disciplín, jako například hrazení bystřinami strží. Hlavním cílem této disciplíny je stabilizace a zlepšení odtokových poměrů, bezpečné svádění povodňových průtoků řek s extrémními podélnými sklony a efektivnější práce se splaveninami (Vokurka, Zlatuška, 2020). Za tímto účelem se realizují nejrůznější terénní úpravy, které označujeme jako vodohospodářské antropogenní tvary. V této kapitole si představíme několik vybraných tvarů, s nimiž se můžeme v rámci povodí Zelenského potoka běžně setkat. Následně se pokusíme zhodnotit jejich četnost a prostorové rozmístění. Částečně také nastíníme historické okolnosti vodohospodářských antropogenních úprav v zájmovém území.

8.1 Typy antropogenních bariér

V rámci výzkumu jsme se zaměřili na vybrané antropogenní bariéry na dně říčního koryta, které mohou zásadně ovlivnit fluviální činnost. Na základě terénního průzkumu a komparace archivních dat poskytnuté správci vodních toků byly vymezeny následující typy antropogenních bariér: přehrážku, kamenný, dřevěný, drátokamenný a betonový stupeň, kamenný, drátokamenný, železný, dřevěný a betonový práh, přehrážku a balvanité skluzy.

Přehrážka – je příčný spádový objekt na toku, jehož hlavním cílem je zachycení splavenin a ustálení koryta na určitou délku. V závislosti na funkci existuje několik typů přehrázek (konsolidační, retenční, průcezné). Velkou variabilitu nabízí také rozdělení na základě použitého stavebního materiálu. Přehrážky bývají často zaměňovány se spádovými stupni. Spád přehrázek je ale zpravidla větší a pohybuje se kolem 2 až 5 m (Vokurka, Zlatuška, 2020). V rámci zájmového území odpovídají charakteristikám přehrážky dva objekty na 1.9. ř. km, kde se v horní přehrážce akumulují hrubší splaveniny a ve spodní pak splaveniny jemnější.



Obr. 24: a) Retenční přehrážka za intravilánem obce, b) ukázka nádržního prostoru zaneseném splaveninami (foto: P. Škubník, červen 2021)

Stupeň – je příčný objekt nižší než přehrážka, který se zřizuje za účelem úpravy podélného sklonu s cílem stabilizace výškového rozdílu v nivelitě dna říčního koryta. Od přehrázek se zásadně liší absencí nádržního prostoru. Pro dosažení požadovaného sklonu se využívají různě vysoké stupně. Výškový rozdíl lze překonat buď větším počtem nižších stupňů, nebo menším počtem vyšších stupňů. Při výstavbě je však třeba si uvědomit, že čím vyšší stupeň překonává voda, tím nabývá za překážkou větší kinetické energie. I proto vyšší stupně vykazují zpravidla větší procento poškození, než je tomu u nižších stupňů (Tlapák, Herynek, 2001). Stupně se obecně skládají ze třech hlavních konstrukčních částí: vlastní těleso stupně, zavázaná část tělesa do obou břehů koryta a vývar ve dně k utlumení kinetické energie dopadající vody. Přelivná koruna stupně se nachází v úrovni dna nebo ji přesahuje jen částečně, např. o 30 až 50 cm (Raplík, 1989). Příklady stupňů si lze prohlédnout na obr. 25.



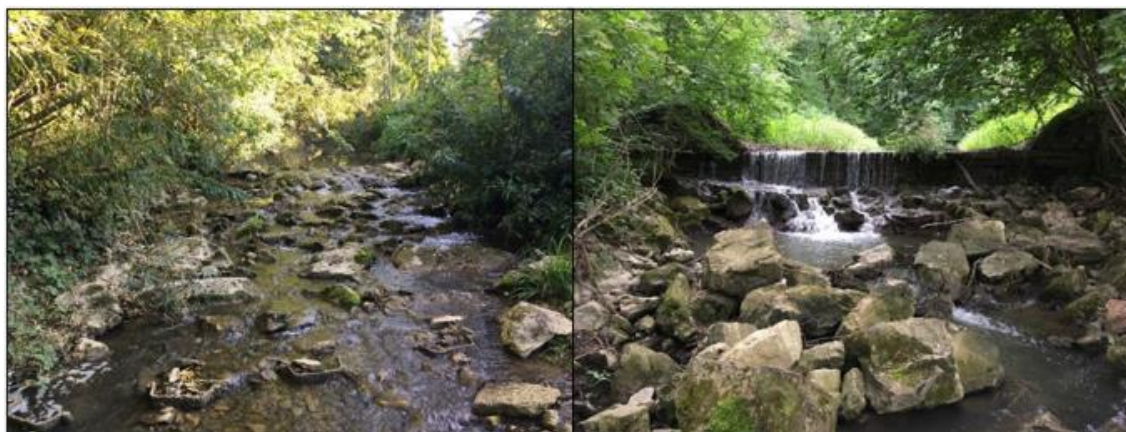
Obr. 25: a) Kamenný stupeň v intravilánu obce, b) dřevěný stupeň v extravilánu obce (foto: P. Škubník, září 2021)

Prah – je nízký spádový objekt, který slouží k úpravě podélného sklonu a k zajištění nivelity dna koryta proti hloubkové erozi. Jejich spád se na rozdíl od stupňů pohybuje maximálně do 0,3 m. Prahem se v praxi často nesprávně označují i nízké objekty vystupující nad úroveň dna. Jedná se však v podstatě o nízké stupně (Tlapák, Herynek, 2001). Pro jednodušší klasifikaci objektů jsme se stejné chyby dopustili i v této práci. Podobně jako spádové stupně jsou i prahy konstruovány z různých materiálů (dřevo, beton, kamenné zdivo, ...). Pro správnou funkčnost prahů je nutné založit dno pod případně i nad prahem tak, aby se zamezilo podtékání vodou a jeho porušení. Trvanlivost dřevěných prahů se také odvíjí od zajištění jejich stabilního zatopení (Vokurka, Zlatuška, 2020). Typickou ukázkou nefunkčního prahu v důsledku nadměrné boční a hloubkové eroze můžeme vidět na obr. 26 b).



Obr. 26: a) Ukázka funkčního dřevěného prahu, b) nefunkčního dřevěného prahu v horním úseku Zelenského potoka (foto: P. Škubník, říjen 2021)

Balvanitý skluz – představuje přírodě nejbližší a ekonomicky jednu z nejúspornějších variant příčných spádových objektů. Tento nový typ stupně, který použili v 50. letech minulého století upraváři toků v Rakousku, nejlépe vyhovoval požadavkům zachování přírodního prostředí. Namísto betonového, zděného či jiného tělesa se dna koryt s podélným sklonem 1 : 16 až 1 : 5 osadí velkými kameny s průměrem cca 0,5 až 1,2 m (Raplík, 1989). Zpravidla přitom skluzy překonávají výškový rozdíl 1 až 2 m. Oproti klasickým stupňům, kde voda volně přepadá přes hranu tělesa, stéká voda u balvanitých (skluzových) stupňů po drsném povrchu skluzu, čímž dochází k efektivnímu tlumení kinetické energie vody. Balvanité skluzy v některých případech nahradily funkci mnohem nákladnějších vývaříšť, viz obr. 27. Podobnou úlohu plní rovněž námi vymezené velikostní kategorie klastů, tj. balvany, bloky a balvanové akumulace.



Obr. 27: Příklady balvanitých skluzů za intravilánem obce (foto: P. Škubník, září 2021)

8.2 Historie antropogenních úprav zájmových toků

První větší novodobý projekt zaměřený na úpravu zájmového toku pochází z roku 1940. Původní plán řešil úpravu Zelenského potoka („Járku“) od soutoku s Vlárrou přes obec až po soutok s Vápenickým („Žíreckým“) potokem na 1,6 ř. km. Účelem projektu bylo neškodné svádění přivalových vod, zajištění břehů potoka k ochraně obytných hospodářských a jiných budov, pozemků a veřejných komunikací v obci před záplavami, zanášení štěrkem, strhávání břehů a prohlubování dna potoka (Kousal, 1940). Stavební práce však nebyly v důsledku válečných událostí a nedostatku peněz zcela dokončeny. Konkrétně se jednalo o úsek v délce 400 m od soutoku Zelenského potoka s řekou Vlárrou. Naléhavost opravy Zelenského potoka vyvstala po povodni ze dne 27. 7. 1972, která způsobila značné škody na veřejném i soukromém majetku. K povodňové škodě došlo hned z několika důvodů. Zásadní příčinou byl poškozený stav koryta a jeho zanesení

splaveninami. Díky tomu se průtoční profil změnil natolik, že nestačil odvádět všechnu vodu z koryta. Místy dokonce dosahoval profil hloubky pouze 50 cm, což odpovídá zhruba 1-letému průtoku (Q1). Za důsledky povodňových škod stály také chybné propočty průtoků Q100, které původní projekt předpokládal 3,5krát menší, než ukázaly pozdější propočty. V důsledku rozsáhlých škod na veřejném i soukromém majetku bylo na jednání dne 31. 1. 1973 rozhodnuto o provedení opravy Járku ve třech samostatných etapách:

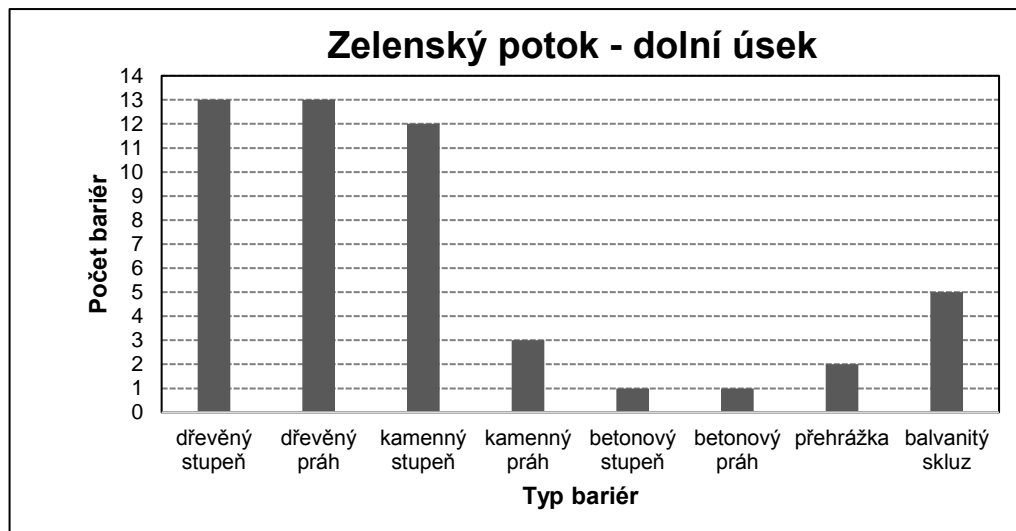
- Etapa I: km 0,523 – 1,683;
- Etapa II: km 0,000 – 0,523 tj. od ústí do Vláry po silniční most Štítná – Bylnice;
- Etapa III. km 1,683 – cca 3,5 tj. od soutoku s Vápenickým potokem po soutok s Kochaveckým potokem.

Hlavním cílem oprav na říčním km 0,000 – 1,683 bylo zabezpečení průtoků, nikoliv pohybu splavenin. V etapě III mělo dojít mezi 1,7 – 3,5. říčním km k soustředění protékající vody do koryta a asanaci břehových nátrží, které jsou významným zdrojem splavenin (Gric, 1974). Podle terénního průzkumu se tak stalo pouze v některých úsecích, což místy umožnilo vznik velkého množství erozních a akumulčních fluviálních tvarů. Opravy se nevyhnuly ani dílčího subpovodí Zelenského potoka. Opakované abnormální srážky v povodí Žíreckého potoka totiž způsobily v dolní části toku devastaci pravobřežní cesty a úplné zanesení průtočného profilu koryta splaveninami. Úpravami došlo k částečnému pozměnění vedení trasy, odstranění nejostřejších meandrů a upravení spádových poměrů vybudováním několika příčných bariér (Ossendorf, 1981). Existence většího množství spádových objektů na obou tocích souvisí také s Úpravou vody ve Štítné nad Vlárí, které bude pozornost věnována dále v textu.

8.2 Současný stav antropogenních úprav

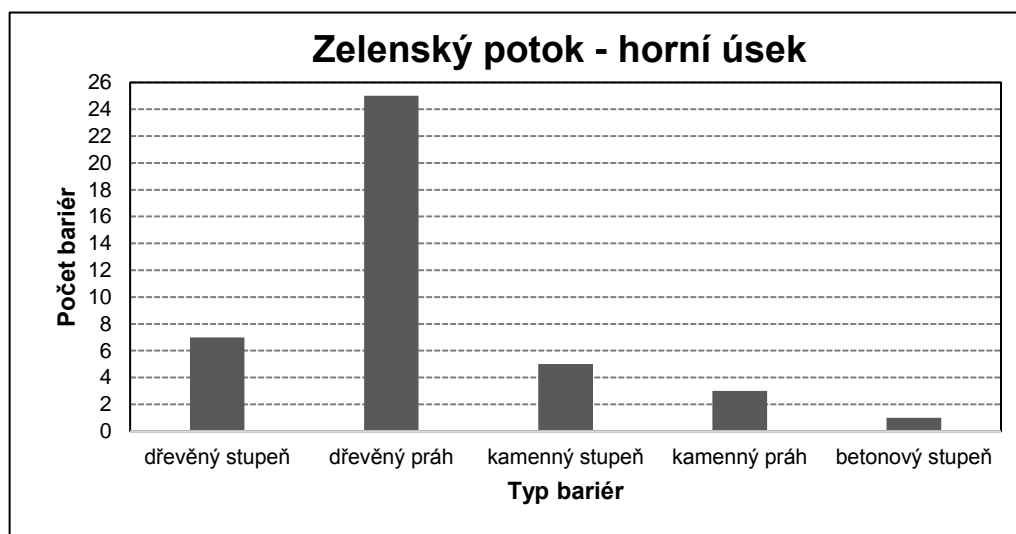
V rámci povodí Zelenského potoka se můžeme setkat s poměrně velkým množstvím různých antropogenních úprav koryt vodních toků. Jejich rozložení a četnost jsou však v dílčích zájmových tocích odlišné. V dolní části Zelenského potoka, tj. od zaústění do řeky Vláry až po ústí Kochaveckého potoka, se zdokumentovalo celkem 50 bariér (viz obr. 28). Nejčastějšími bariérami v tomto úseku byly dřevěné prahy a dřevěné stupně. Velké zastoupení měly také kamenné stupně, které se koncentrovaly na rozdíl od dřevěných prahů a dřevěných stupňů pouze do 2. ř. km. V daném úseku se

zároveň dokumentovalo i 5 balvanitých skluzů a dvě přehrážky. Pro zmírnění kinetické energie vody nalezneme v intravilánu obce také několik balvanových akumulací.



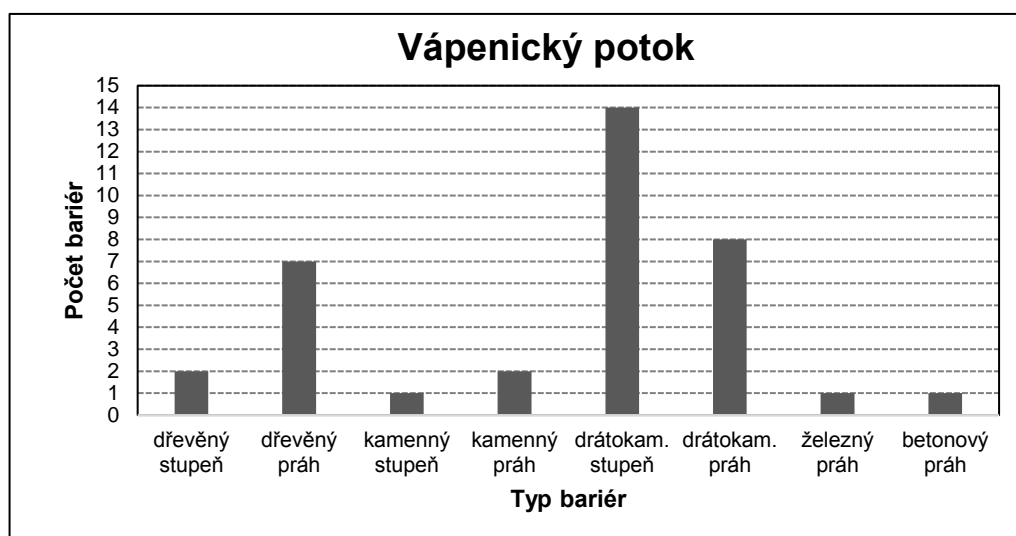
Obr. 28: Graf četnosti jednotlivých typů bariér dolního úseku Zelenského potoka (zdroj: vlastní výzkum)

Přestože horní část Zelenského potoka nenabízí tak velké množství antropogenních bariér jako jeho dolní část, stále se jedná o poměrně upravený úsek vodního toku. Z celkových 41 evidovaných bariér se 31 z nich nacházelo do necelého jednoho říčního kilometru od soutoku s Kochaveckým potokem. Největší zastoupení měly s počtem 25 dřevěné prahy. Ostatní spádové objekty měly většinou spíše doprovodný účel (viz obr. 29).



Obr. 29: Graf četnosti jednotlivých typů bariér horního úseku Zelenského potoka (zdroj: vlastní výzkum)

Velký počet antropogenních bariér se nacházelo také v hlavní větvi Vápenického potoka. Největší zastoupení měly s počtem 14 drátokamenné stupně, které se koncentrovaly do 1,5 ř. km. Početné byly také drátokamenné a dřevěné prahy s výškou do 30 cm. Ostatní antropogenní spádové objekty hrály při zajištění požadované nivelity spíše vedlejší roli (viz. obr. 30). Na délce necelých 4,4 km bylo zaznamenáno 36 bariér, což je o 14 méně než v dolní části povodí Zelenského potoka. Nepočítáme-li trubní propustky, nejméně antropogenně ovlivněný byl Kochavecký potok, u kterého se evidovaly pouze dvě antropogenní bariéry, a to betonový práh a dřevěný stupeň.



Obr. 30: Graf četnosti jednotlivých typů bariér Vápenického potoka (zdroj: vlastní výzkum)

8.3 Ostatní objekty související s fluvialní činností

V rámci povodí Zelenského potoka lze pozorovat velké množství různých objektů souvisejících s fluvialní činností, a to jak v korytech vodních toků, tak i mimo něj. Častými vodohospodářskými antropogenními tvary byly v území vodní nádrže. K. Kirchner a I. Smolová (2010) označují termínem **vodní nádrž** sníženinu upravenou pro akumulaci vody a její hráz. Podobně jako v případech nádrží v povodí Zeleského potoka nejsou nutné velké terénní úpravy, neboť často dochází k zaplavení přirozeného reliéfu. Vlastní vodní nádrž tvoří mimo prostor stálého nadržení vody zpravidla také hráz. Vodní nádrže lze dělit podle různých kritérií (funkce, velikosti, geografické polohy). Dle funkčního pohledu se lze nejčastěji v zájmovém území setkat s retenčními nádržemi a nádržemi sloužící jako zdroj vody (pitné nebo pro závlahy). Z hlediska velikosti se ve všech případech nádrží v povodí jedná o malé vodní nádrže, neboť jejich akumulační objem je menší než 2 mil. m³ (Kirchner, Smolová, 2010).

V povodí Zelenského potoka bylo dokumentováno celkem 14 vodních nádrží. Největší z nich, současně významem nejdůležitější, je malá údolní nádrž za intravilánem obce s objemem cca 60 000 m³, která slouží jako zdroj pitné vody (viz obr. 31).

Úpravna vody Štítná nad Vlárí

Úpravna vody ve Štítné nad Vlárí byla vystavěna v 70. letech 20. století. Její zkušební provoz se zahájil v prosinci 1973, do trvalého provozu se pak uvedla v červnu 1974. Zařízení upravuje vodu ze tří zdrojů: Vápenického potoka, Zelenského potoka a vodárenské nádrže na Zelenském potoce. Původně byla úpravna vody vybudována jako zdroj pitné vody pro skupinový vodovod Vlára. V současnosti je schopná zásobovat pitnou vodou obce Štítná nad Vlárí-Popov, Jestřabí, Brumov-Bylnice, Svatý Štěpán, Valašské Klobouky a Slavičín. Vodárenské zařízení převážně upravuje povrchovou vodu odebíranou jímacími objekty z Vápenického a Zelenského potok. Po většinu roku se přitom využívá směs vod z obou toků. Příležitostně se využívá voda z malé vodní nádrže na Zelenském potoce, která je vzdálená cca 100 m od úpravní vody. Většinou se tak děje při zvýšených odběrech a při vysokých zákalech vody v potocích (Satin, 2012). Velké množství příčných bariér na Zelenském a Vápenickém potoce je i proto spojené s cílem regulace splaveninového režimu daných toků. Upravená voda se čerpá do vodojemu Štítná nad Vlárí (objem 400 m³), odkud gravitačně odtéká do dvou směrů, a to ke



Obr. 31: Malá údolní nádrž na Zelenském potoce sloužící jako zdroj pitné vody (foto: P. Škubník, červen 2021)

Slavičínu a k Brumovu-Bylnici s možností odtoku až do Valašských Klobouk (Doležalová, 2020).

Za zmínku stojí také 3 retenční nádrže v jižní až jihovýchodní pramenné části horního povodí Zelenského potoka, které využívají příhodných podmínek reliéfu a vodnatosti svahů Starohrozenkovské hornatiny. Největší množství vodních nádrží bylo zaznamenáno v rámci povodí Kochaveckého potoka. Jejich dokumentace a charakteristika proběhla již v rámci bakalářské práce autora, proto se dále v textu budeme odkazovat na ni. Celkem se v povodí zaznamenalo 8 malých vodních nádrží. Velký počet nádrží byl v povodí Kochaveckého potoka budován za účelem chovu ryb. Tato funkce již však zanikla. Velký podíl na tom měl zvláště chráněný predátor – vydra říční. V dnešní době tyto vodohospodářské stavby nejčastěji slouží jako zásoba vody pro zavlažování či jako protipožární ochrana. Příkladem vodní nádrže vzniklé za účelem odvodnění zamokřené půdy na pastvině je nádrž přibližně 950 m jjv. od vrcholu Smolenka (632,4 m n. m.) spadající do katastrálního území obce Šanov. Zbývá většina vodních nádrží se koncentruje v intravilánu obce Kochavec (Škubník, 2020). V rámci povodí Vápenického potoka byly dokumentovány pouze dvě retenční nádrže, a to na východní větvi pramenné oblasti Vápenického potoka a za soutokem východní a západní větvi Vápenického potoka. Poloha všech vodních nádrží a jejich fotodokumentace je součástí příloh.

Dokumentovanými objekty se v zájmovém území také staly různé typy výustních objektů a propustky. Termínem **výust'** se označily veškeré objekty nebo místa, odkud byla voda odváděna do čistírny nebo vodního recipientu (ČSN 75 0160). Daný pojem tak zahrnoval různé meliorační (drenážní) objekty a propustky, které nebyly přímou součástí koryta studovaných toků. Většina výustních objektů měla v povodí Zelenského potoka meliorační charakter. S počtem 17 bylo nejvíce výustí dokumentovaných v dolní části povodí Zelenského potoka. Velké množství z nich však neprojevovalo známky aktivního průtoku. Nejvýraznější ovlivnění reliéfu způsobovaly výustní objekty v horní části povodí na 3,5. a 3,7. ř. km, kde byl jejich výskyt spojený se stržovou erozí a výplavovými kužely v blízkosti koryta vodního toku. S velkým množstvím výustních objektů se lze setkat v rámci povodí Kochaveckého potoka, kde se zaznamenalo celkem 7 výustí. Jejich vliv na reliéf však nebyl tak patrný, jako v předchozích případech. Stejná situace je pak u zbylých dílčích povodí, kde se dohromady dokumentovalo celkem 6 výustí s nepatrným vlivem na reliéf. O poznání větší vliv na fluvialní režim mají **propustky**. Podle ČSN 73

6100 se jedná se o mostní objekty, případně jejich části s otvorem do 2 m včetně, zpravidla sloužící k příčnému provedení občasných nebo stálých vod trubním či jiným vedením tělesem komunikace. Nejvíce propustků bylo s počtem 7 dokumentováno v rámci Kochaveckého potoka. Průměr jejich otvoru se převážně pohyboval do 1 m. Vzhledem k charakteristikám toku byly rozměry propustků hned v několika případech nedostatečné a hrozí u nich riziko ucpání a následné rozlití vody do okolí. Rizikový propustek se nachází například při výjezdu z obce Kochavec směrem k osadě Valentová (obr. 32 a) nebo ve střední části obce u Penzionu Kochavec (obr. 32 b). Ukázkový příklad zanesení splaveninami představuje propustek v pramenném úseku Vápenického potoka (GPS 49° 01' 54.265"N, 17° 59' 23.656"E), který byl při terénním měření na podzim roku 2021 z vrchní strany zanesen natolik, že nešel vidět jeho vstupní otvor. Zamezení



Obr. 32: a) Rizikový propustek před obcí Kochavec, b) rizikový propustek v centru obce Kochavec (foto: P. Škubník, listopad 2021)

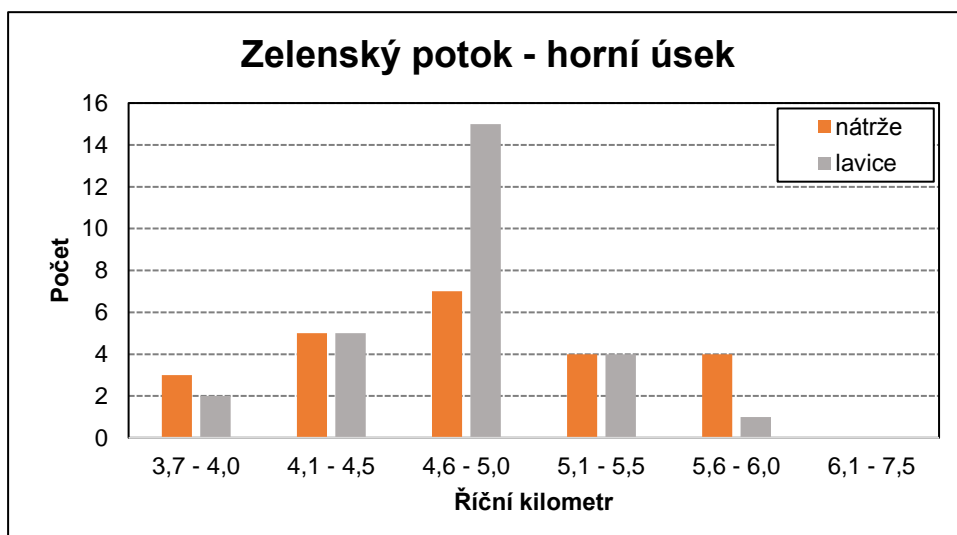
povrchového odtoku tak mohlo být na podzim roku 2021 jedna z příčin přeložení stálého průtoku Vápenického potoka o 500 m níže. Průměrově větší propustek se vyskytuje cca 100 m od ústí se Zelenským potokem, který i vzhledem k antropogennímu ovlivnění předcházejícího úseku nepředstavuje větší riziko náhlého ucpání. Dva propustky byly také dokumentovány v pramenném úseku Zelenského potoka, kde slouží k vedení vody pod lesní udržovanou cestou a neudržovanou lesní cestou za retenční nádrž. S ohledem na možné rizika ovlivnění fluvialní činnosti se v rámci Zelenského, Vápenického a Kochaveckého potoka dokumentovaly také objekty jako jsou lávky a mosty. Vzhledem k jejich malému významu na fluvialní činnost jim však nebyla věnována větší pozornost.

9. SROVNÁNÍ DÍLČÍCH POVODÍ A DISKUSE VÝSLEDKŮ VÝZKUMU

Přestože se dílčí povodí Zelenského potoka nacházejí v těsné blízkosti, naměřené výsledky naznačovaly v několika případech jejich nesourodost. Částečné odchylky se objevovaly například u sklonové a výškové asymetrie údolních profilů Kochaveckého, Zelenského a Vápenického potoka. Zatímco se u sestrojených profilů v rámci Zelenského potoka neprojevovala výraznější výšková asymetrie, u údolního profilu v horním úseku Vápenického potoka a profilu ve středním úseku Kochaveckého potoka byl zaznamenán výškový rozdíl přes 50 m. Sklonová asymetrie je typická pro střední a dolní úsek Kochaveckého potoka a pro horní a dolní úsek Vápenického potoka. Poměrně velké rozdíly byly shledány u stržové eroze v dílčích povodí. Největší množství strží se zdokumentovalo v povodí Kochaveckého potoka. Strže se převážně vyskytovaly v deluviálních hlinitokamenitých sedimentech se sklonem reliéfu 5° - 15° na východně až severovýchodně orientovaném svahu. Délkou 0,38 km strží na 1 km^2 patří stržovou erozí ke druhému nejvíce postiženému dílčímu povodí Zelenského potoka. Shodný počet strží byl dokumentován v povodí Vápenického potoka a dolní části povodí Zelenského potoka. V povodí Vápenického potoka se strže nacházely ve stejném horninovém prostředí jako v povodí Kochaveckého potoka. U strží však převažoval sklon reliéfu v rozmezí 15° - 25° a severozápadní orientace svahu. S hustotou strží $0,32 \text{ km/km}^2$ je povodí Vápenického potoka třetí nejvíce stržemi postiženou oblastí. Za zvýšeným výskytem stržové eroze přitom nejpravděpodobněji stojí člověk. Porovnáme-li letecké snímky z 50. let a současnosti, v oblasti s největší koncentrací strží došlo k masivnímu úbytku lesního porostu. Význam vegetace zmiňuje ve své publikaci také T. Czudek (2005, s. 127), který uvádí, že při prudkých deštích se strže v nezalesněných pahorkatinných oblastech tvořených méně odolnými sedimenty vyvíjejí rychleji než při stejných atmosférických srážkách v zalesněném členitějším vrchovinném a hornatinném reliéfu. Podmínky vzniku strží v členité vrchovině dolní části povodí Vápenického potoka jsou tak o to příznivější. Největší hustotou strží má s hodnotou $0,51 \text{ km/km}^2$ dolní povodí Zelenského potoka. Většina strží zde vzniká v deluviálních hlinitokamenitých sedimentech na severně až severozápadně orientovaném svahu se sklonem reliéfu, 15° - 25° . V porovnání s předchozími povodími se zde dokumentovalo velké množství strží typu balka, které často souvisely s antropogenní činností. Podobně jak uvádí T. Czudek (2005) bylo v mnoha případech těžké rozhodnout, kde úvozy využívají strže

a kde jsou naopak strže predisponovány úvozy, případně neudržovanými polními a lesními cestami. Celkový počet strží v povodí tak může být daleko vyšší, ale i nižší. Stržovou erozí nejméně postiženou oblastí byla horní část povodí Zelenského potoka. Vzhledem k podobným geomorfologickým poměrům s předcházejícími povodími hraje významnou roli při absenci strží antropogenní činnost. Srovnáme-li zalesněnost dílčích zájmových území, horní část povodí Zelenského potoka má největší procentuální zastoupení lesních porostů. Významným faktorem také může být převážné zastoupení listnatých porostů či dostatečně vyvinutá říční síť. Pochopení dynamiky stržové eroze v povodí Zelenského potoka však vyžaduje další výzkum. V zájmovém území se rovněž můžeme setkat s velkým množstvím břehových nátrží. Jejich četnost a rozložení se odvíjela od charakteru lineární a boční eroze v daném úseku vodního toku. S rostoucí vzdáleností od pramene se množství břehových nátrží zvyšovalo. Stejně jak uvádí J. Rubín, B. Balatka a kol. (1986), nejčastěji byly břehové nátrže dokumentovány v nivách na nárazových březích volných zákrutů a meandrů neregulovaných vodních toků. K poklesu počtu nátrží naopak docházelo vlivem změny charakteru erozních procesů a impaktu antropogenní činnosti. Největší četnost břehových nátrží byla zaznamenána na Kochaveckém potoce za osadou Valentová. Příhodné podmínky zde vytváří úzké koryto vodního toku v široce rozevřeném údolí svodnického souvrství. Druhý největší zaznamenaný počet nátrží měl Vápenický potok, kde se tyto erozní tvary nejvíce koncentrovaly ve středním úseku v kvartérních fluviálních sedimentech. Téměř shodný počet břehových nátrží byl dokumentován v dolní a horní části Zelenského potoka. S rozměrově největšími nátržemi ze všech studovaných oblastí se setkáme právě v dolní části Zelenského potoka, které se vyskytují v neregulovaném úseku za 2,3. ř. km na pomezí javorinského souvrství a deluviálních hlinitokamenitých sedimentů. Zvýšenou koncentraci břehových nátrží často doprovázel četný výskyt štěrkových lavic. Závislost rozložení četností těchto tvarů je demonstrována na příkladu horního úseku Zelenského potoka, viz obr. 33. Největší množství štěrkových lavic bylo dokumentováno v rámci dolního úseku Zelenského potoka, kde měly lavice současně největší rozměry. Stejně jako v případě břehových nátrží se nejvíce lavic vyskytovalo za 2,3. ř. km v neregulované části toku. Rozdílné množství štěrkových lavic pozorujeme v rámci všech zájmových toků. Nejméně lavic bylo dokumentováno ve Vápenickém potoce, který vykazuje ze všech zájmových toků největší spád. Větší množství lavic se naopak zaznamenalo v horním úseku Zelenského potoka. Vzhledem k měnícímu se vodnímu stavu a transportačního potenciálu jsou štěrkové lavice poměrně nestálé (Rubín, Balatka a kol., 1986). Jejich

množství a parametry se tak mohou v průběhu roku podstatně měnit a ovlivnit výsledky výzkumu. U všech zájmových toků převládal boční typ lavic. Větší počet jeseptních a centrálních lavic se dokumentoval v dolním úseku Zelenského potoka. V této části toku se rovněž koncentrovalo velké množství zazemněných lavic.



Obr. 33: Graf rozložení břehových nátrže a štěrkových lavic na horním úseku Zelenského potoka (zdroj: vlastní výzkum)

Za nepravidelným rozložením dřevních akumulací v rámci dílčích povodí stojí odlišné geomorfologické poměry a impakt člověka. Největší množství těchto akumulačních tvarů bylo dokumentováno v údolní nivách neregulovaných úseků Zelenského potoka. Zvýšený výskyt dřevní hmoty byl zaznamenán také v horním úseku Vápenického potoka. Na rozdíl od dřevních akumulací Zelenského potoka však představuje potenciální riziko pro lidskou činnost. V rámci Kochaveckého potoka a jeho přibřežní zóny nebyly dokumentovány významnější akumulace. U dílčích zájmových toků se vyskytovala také různá míra antropogenního ovlivnění toků. Vysoký stupeň upravenosti dosahuje Zelenský potok od soutoku s Vlárrou až po soutok s Vápenickým potokem. Více méně přirozený úsek pak tvoří zbylá část toku. Úpravy koryta toku souvisely s reakcí na povodně v roce 1972, které způsobily rozsáhlé škody na veřejném i soukromém majetku. Antropogenní úpravy se nevyhnuly ani dolnímu úseku Vápenického potoka. Příčinou bylo úplné zanesení průtočného profilu koryta splaveninami a devastace pravobřežní cesty. V porovnání s ostatními zájmovými toky je nejméně antropogenně ovlivněný Kochavecký potok. Úpravy koryt vodních toků mají nezpochybnitelný vliv na množství i rozložení fluviálních tvarů. Typický příklad představují břehové nátrže, které se v dolním úseku téměř nevyskytovaly.

Během terénního výzkumu vyvstalo hned několik problémů. Prvním z nich byly nepřesnosti při digitalizaci jednotlivých tvarů. Největší odchylky se objevovaly v hustě zalesněných částech povodí. Lokálně však vznikaly také v méně vegetací pokrytém reliéfu. Z původního plánu měření parametrů šterkových lavic s délkou nad 20 m pomocí GPS zařízení i proto sešlo. Vhodnou náhradou se jevilo měřící pásmo. Vzhledem k častým nerovnostem terénu lavic a časovým možnostem byly nakonec veškeré parametry lavic orientačně změřeny překlápěním dvoumetrové latě. Větší či menší nepřesnosti při měření plochy šterkových lavic vznikaly aproximací tvarů lavic pro jednodušší výpočty. Četnosti a parametry lavic byly významně ovlivněny poklesem vodní hladiny a pokrývkou listů. Vzhledem k ne vždy přímočarému průběhu strží a častým odchylkám v digitalizaci jsme se zpočátku snažili délku strží měřit překlápěním dvoumetrové latě. Nakonec se však vycházelo z hodnot vypočtených v programu ArcGIS. Důvodem byla jednak těžká přístupnost strží, jednak nesoulad naměřených dat s rozměry mapového výstupu. Problém se také objevoval při měření hloubky strží se zaneseným dnem. V takové situaci se skutečná délka svahu strže dopočítávala odhadem. Patrně největší obtíže činila identifikace strží typu balka, které v mnoha případech nesly prvky antropogenní činnosti. U břehových nátrží se stala největším problémem nejednotnost definic a stanovení počátku a konce nátrže. Jistou nesrovnalost přinášela také klasifikace spádových objektů. Někteří autoři například A. Vokurka a K. Zlatuška (2020) označují práh jako příčný objekt s přepadovou výškou do 0,3 m, u něhož je přelivná hrana v úrovni dna nad objektem. Vzhledem k erozní činnosti však může původně klasifikovaný práh časem nabýt charakteristik nízkého spádového stupně. Stejných nepřesností se můžeme dopustit při měření výšky spádového objektu, který se v místě přepadu v nezpevněném dnu prohlubuje.

10. ZÁVĚR

Předkládaná diplomová práce je tematicky zaměřena na fluvialní geomorfologické procesy a tvary v povodí Zelenského potoka. Zelenský potok je typickým karpatským vodním tokem, který odvodňuje nejvýše položené části Bílých Karpat. V rámci diplomové práce se pracuje se 4 dílčími povodími, pro která jsou prováděny detailní analýzy. Jedná se o povodí Vápenického potoka, Kochaveckého potoka a horní a dolní část povodí Zelenského potoka. Při inventarizaci, morfometrické analýze a hodnocení míry antropogenního ovlivnění se předmětem výzkumu a detailní inventarizace primárně stala koryta a přibřežní zóny Kochaveckého, Vápenického a Zelenského potoka. Vybraným tvarům, například stržím, byla věnována pozornost v celém zájmovém území. Stěžejní část práce vycházela z vlastního terénního výzkumu a vlastních morfometrických analýz s využitím nástrojů GIS.

Přestože se dílčí povodí Zelenského potoka nacházejí v těsné blízkosti, bylo identifikováno několik rozdílů v morfologickém vývoji jednotlivých subpovodí. Velké rozdíly se objevovaly například v počtu a charakteristikách šterkových lavic. Největší množství lavic bylo zdokumentováno na dolním úseku Zelenského potoka, kde z celkového počtu 62 šterkových lavic dosahovala více než jedna polovina délku nad 9 m. Zároveň se zde jako v jediném ze všech sledovaných úseků zaznamenaly lavice s délkou nad 20 m. Četný výskyt lavic byl dokumentován také na horním úseku Zelenského potoka, kde bylo zdokumentováno celkem 27 šterkových lavic s délkou nad 5 m. Vůbec nejmenší množství lavic s počtem 5 bylo zaznamenáno na Vápenickém potoce. Na Kochaveckém potoce bylo zdokumentováno celkem 18 šterkových lavic. Menší rozdíly se vyskytovaly ve výsledném počtu naměřených břehových nátrží dílčích zájmových toků. Největší rozměry dosahovaly břehové nátrže na dolním úseku Zelenského potoka v neregulované části toku. Ve zbylých úsecích dosahovaly dokumentované nátrže výšky maximálně 4 m. V rámci dílčích toků byla také pozorována jistá závislost mezi četností výskytu břehových nátrží a šterkových lavic.

Výrazné rozdíly byly zjištěny v míře antropogenního ovlivnění fluvialních procesů. Jednotlivé úseky toků se výrazně lišily množstvím, rozložením i typem antropogenních bariér. Nejvíce antropogenně upraveným úsekem zájmového území je Zelenský potok od soutoku s Vlárrou po ústí Vápenického potoka na 1,6 ř. km. Úpravy toku velmi úzce souvisely s katastrofickými dopady povodně z roku 1972. Z podobných

důvodů byl regulován i dolní úsek Vápenického potoka. Antropogenní zásahy v podobně různých příčných překážek se až na několik výjimek nevyhnuly ani zbylým úsekům Vápenického a Zelenského potoka. Za jednou z hlavních příčin výskytu zvýšeného počtu antropogenních bariér stála snaha o vyrovnání spádových poměrů a částečná regulace chodu splavenin kvůli vodárenskému zařízení. V neregulovaných úsecích často docházelo ke zvýšené koncentraci fluviálních tvarů. V přítomnosti antropogenních úprav se fluviální tvary vyskytovaly minimálně. Opačný efekt působení lidské činnosti šlo pozorovat u stržové eroze, kde v místech se zvýšenou hospodářskou činností, spojenou především s kácením lesů, byl výskyt strží daleko četnější než v dlouhodobě zalesněných oblastech. Největší hustoty strží dosahovalo dolní povodí Zelenského potoka. Naproti tomu nejnižší hustota strží se dokumentovala v horní části povodí Zelenského potoka. V kontrastu se stržovou erozí v povodí Vápenického potoka tak tvoří ukázkový příklad antropogenního ovlivnění erozní činnosti. V rámci celého povodí Zelenského potoka bylo dokumentováno celkem 108 strží, s průměrnou délkou 53 m, hloubkou 1,9 m, převažující severozápadní orientací a sklonem svahu strží 15°-25°. Na ploše 20,338 km² dosahovala hustota naměřených strží v průměru 0,28 km/km² a typologicky převažovaly strže typu ovrag.

Předkládaná diplomová práce je příspěvkem ke studiu současných procesů v horních částech povodí řek flyšového karpatského pásma a je také příspěvkem k pochopení fluviálních procesů v rámci povodí Zelenského potoka a širší oblasti Bílých Karpat. Součástí textu a příloh diplomové práce jsou volně dostupná data vycházející z vlastního terénního výzkumu využitelná pro budoucí management území.

11. SUMMARY

The diploma thesis deals with fluvial geomorphological processes and forms of the Zelenský creek basin in the White Carpathians near the border with Slovakia. The subbasins of interest allowing for a more detailed analysis were the Vápenický creek basin, Kochavecký creek basin, and the upper and lower part of the Zelenský creek basin. The main subject of interest were the forms directly related to the channel and its adjacent areas. A part of the thesis also deals with the selected forms in other parts of the basin. The main part of the thesis was based on the author's field research due to the lack or complete absence of comprehensive information focused on the issue. During the research, a relatively detailed inventorying and morphometric analysis of selected fluvial shapes were carried out. The degree of anthropogenic influence in individual sections of the channels of the streams of interest was also evaluated. The results of the field research are presented in the text and map appendices. The thesis also includes a geographical characterization of the area and a methodological and research part. Each section also briefly introduces the subject. Although the subbasins of Zelenský creek are close, noticeable differences were observed in some cases. Frequent deviations were related to the geomorphological conditions of the individual basins. While the lower part of the Zelenský creek basin abounded with a large number of gravel bars, gravel bars were found only rarely 5 m above the Vápenický creek. Within the subbasins, some correlation was also observed between the frequency of bank failures and gravel bars. The differences between the different areas of interest were also caused by anthropogenic activities. A typical example is the density of ravines, which in many cases has been significantly influenced by human economic activity. Inconsistency can also be found in the degree of the regulation of stream channels. The lowest section of the Zelenský creek, which is largely located in the municipality's inner area, reaches the highest level of regulation. The lower section of the Vápenický creek is also highly regulated. The reasons for the modifications of these sections were related to the negative consequences of excessive flows in the 1980s. Some degree of channel regulation is also encountered in the remaining sections of the streams of interest. The thesis should serve to understand the fluvial processes within the Zelensky creek basin and the wider area of the White Carpathians. The text includes freely available data that can be used for future management of the area. The thesis also offers several suggestions for extending the research.

12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A JINÝCH ZDROJŮ

ABBE, T. & D. MONTGOMERY, 2003. Patterns and Processes of Wood Debris Accumulation in the Queets River Basin, Washington. *Geomorphology*. 51. 81-107. 10.1016/S0169-555X(02)00326-4.

BEZVODOVÁ, B., J. DEMEK a A. ZEMAN, 1985. *Metody kvarterně geologického a geomorfologického výzkumu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 207 s.

CULEK, M. a kol., 1996. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma. ISBN 8085368803.

CZUDEK, T., 2005. *Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru*. Brno: Moravské zemské muzeum. ISBN 80-702-8270-3.

DABROWSKA, A. & M. KASPRZAK, 2007. Struktura koryta w małej zlewni górskiej na przykładzie potoku Skałka w Karkonoszach Wschodnich. *Prace Instytutu Geografii AŚ w Kielcach*. 16. 173-186.

DEMEK, J., J. RAUŠER a E. QUITT, 1976. *Úvod do obecné fyzické geografie: vysokošk. učebnice*. Praha: Academia.

DEMEK, J., P. MACKOVČIN eds. a kol., 2006. *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR. ISBN 80-86064-99-9.

DOLEŽELOVÁ, M., 2020. *Historie a současnost vodárenství v bývalém okrese Zlín*. Zlín: Moravská vodárenská. ISBN 978-809-0571-679.

DURÓ, G., A. CROSATO, M. G. KLEINHANS & W. S. J. UIJTTEWAAL, 2018. A low-cost technique to measure bank erosion processes along middle-size river reaches. *Earth Surface Dynamics Discussions*, 1–28. doi:10.5194/esurf-2018-3

GRIC, J., 1973. *Oprava hrazení Járku: Etapa I*. Brno. Dokument je dostupný v budově správců vodních toků Lesy ČR Luhačovice.

GRIC, J., 1974. *Povodňové škody na Járku: Etapa II*. Brno. Dokument je dostupný v budově správců vodních toků Lesy ČR Luhačovice.

HOLZWEBER, B. I., A. J. HARTLEY & G. S. WEISSMANN, 2014. Scale invariance in fluvial barforms: implications for interpretation of fluvial systems in the rock record. *Petroleum Geoscience*. 20(2), 211-224. ISSN 1354-0793. Dostupné z: doi:10.1144/petgeo2011-056.

HRADECKÝ, J., 2004. Geomorfologický proces a jeho význam ve fluviální krajině. In: MĚKOTOVÁ, J. a O. ŠTĚRBA (eds.). *Říční krajina: 2. ročník pracovní konference se zaměřením na problematiku řek a okolní krajiny*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 62-71. ISBN 8024409429.

HRADECKÝ, J., 2006. Principy transformací geomorfologického režimu vodních toků v oblasti karpatského flyše ČR. In: SMOLOVÁ, I. (ed.). *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Olomouc: Vydavatelství UP v Olomouci, 2006, s. 49-54. ISBN 80-244-1542.

CHARLTON, R., 2007. *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. London: Routledge. ISBN 9780203371084. <<https://doi.org/10.4324/9780203371084>>.

CHLUPÁČ, I. a kol., 2011. *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 2., opr. Praha: Academia. Neživá příroda. ISBN 978-80-200-1961-5.

KIRCHNER, K. a L. KUBALÍKOVÁ, 2010. Možnosti hodnocení geomorfologických lokalit. In: FŇUKAL, M., J. FRAJER a J. HERCIK (eds.). *50 let geografie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci: sborník příspěvků z konference*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010, s. 117 - 125. ISBN 978-80-244-2493-4.

KIRCHNER, K. a I. SMOLOVÁ, 2010. *Základy antropogenní geomorfologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2376-0.

KLEČKOVÁ, L. a P. BIRKLEN, 2013. Management ohrožených štěrkových náplavů v EVL Ostravice. *Ochrana přírody*. **68**(6), 12-15. ISSN 1210-258X.

KNIGHTON, D., 1998. *Fluvial forms and processes: a new perspective*. London: Hodder Education, xv, 383 s. ISBN (Brož.).

KOUSAL, C., 1940. *Vyhláška: Hrazení potoka Járku v obci Štítná nad Vláří*. Dokument je dostupný u správce vodního toku v archivu v Uherském Hradišti.

KREJČÍ, L., 2006. *Fluviální tvary v NPR Ramena řeky Moravy*. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta přírodovědecká, Geografický ústav. Vedoucí práce Zdeněk Máčka.

KREJČÍ, L. a Z. MÁČKA, 2006. Dřevní hmota v říčních korytech - zdroje, objem, distribuce a interakce s fluviálními tvary (případová studie z NPR Ramena řeky Moravy, CHKO Litovelské Pomoraví. In: SMOLOVÁ, I. (ed.). *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Olomouc: Vydavatelství UP v Olomouci, 2006, s. 117-122. ISBN 80-244-1542.

KŘÍŽEK, M., T. UXA a P. MIDA, 2016. *Praktikum morfometrických analýz reliéfu*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3244-5.

KVĚTOŇ, V. a V. VOŽENÍLEK, 2011. *Klimatické oblasti Česka: klasifikace podle Quitta za období 1961-2000 = Climatic regions of the Czech Republic : Quitt's classification during years 1961-2000*. V Olomouci: Univerzita Palackého. M.A.P.S. (Maps and Atlas Product Series). ISBN 978-80-244-2813-0.

LAWLER, D. M., 1993. *The measurement of river bank erosion and lateral channel change: A review*. *Earth Surface Processes and Landforms*, 18(9), 777–821. doi:10.1002/esp.3290180905.

LEHOTSKÝ, M., 2006. *Morfológia rieky - princípy a nástroje výskumu jej prispôsobovaní*. In: SMOLOVÁ, Irena (ed.). *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Olomouc: Vydavatelství UP v Olomouci, 2006, s. 144-153. ISBN 80-244-1542.

LEHOTSKÝ, M. a A. GREŠKOVÁ, 2004. *Hydromorfologický anglicko-slovenský výkladový slovník*. Bratislava: SHMÚ. Dostupný na: http://www.shmu.sk/File/implementacia_rsv/slovník/slovnfinal.pdf.

LEHOTSKÝ, M. a A. GREŠKOVÁ, 2006. *Geomorfologický výskum korytových habitatov*. In: SMOLOVÁ, I. (ed.). *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Olomouc: Vydavatelství UP v Olomouci, 2006, s. 38-42. ISBN 80-244-1542.

MACKOVČIN, P., M. JATIOVÁ a kol., 2002. *Zlínsko*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 8086064387.

MÁČKA Z. a L. KREJČÍ, 2004. *Plavená dřevní hmota (splávi) v korytech vodních toků – případová studie z CHKO Litovelské Pomoraví*. In: MĚKOTOVÁ, J. a O. ŠTĚRBA (eds.). *Říční krajina: 4. ročník pracovní konference se zaměřením na problematiku řek a okolní krajiny*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 172-182. ISBN 8024414953.

MIKLÍN, J & T. GALIA, 2017. *Detailed fluvial-geomorphologic mapping of wadeable streams: A proposal of universal map symbology*. *Journal of Maps*. 13. 698-706. 10.1080/17445647.2017.1355275.

NEŠVERA, J., 2011. *Fluviální tvary reliéfu vybraných toků v Křivoklátské vrchovině*. Olomouc. Diplomová. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie. Vedoucí práce Irena Smolová.

NĚMEČEK, J. a kol., 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-238-8061-6.

OSSENDORF, 1981. *Žírecký potok*. Brno. Dokument je dostupný v budově správců vodních toků Lesy ČR Luhačovice.

PETŘÍČEK, V. a P. PECINA, 1989. *Chráněná krajinná oblast Bílé Karpaty a Biele Karpaty*. Praha: Svoboda. Poznej a chraň naši přírodu.

RAPLÍK, M., P. VÝBORA a K. MAREŠ, 1989. *Úprava tokov: [vysokoškolská učebnica pre stavebné fakulty vysokých škôl]*. Bratislava: Alfa, 639 s. Edícia stavebnickej literatúry. ISBN (Váz.):.

RUBÍN, J., B. BALATKA a kol., 1986. *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů*. Praha: Academia, 385 s. ISBN (Váz.).

RUSNÁK, M., 2010. Zmeny pôdorysnej vzorky a presúvanie koryta laterálne čiastočne uzavretej rieky. GEOGRAPHIA CASSOVIENSIS. IV. 154 - 158.

SATIN, Š., 2012. Rekonstrukce ÚV Štítná nad Vláří. *SOVAK: Časopis oboru vodovodů a kanalizací*. MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, **21**(11), 1-2. ISSN 1210-3039.

SMOLOVÁ, I. ed., 2006. *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Olomouc: Univerzita Palackého, 327 s. ISBN 8024415429.

SMOLOVÁ, I. a J. VÍTEK, 2007. *Základy geomorfologie: vybrané tvary reliéfu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 189 s. Učebnice. ISBN 978-80-244-1749-3.

ŠINDLAR, M. a kol., 2012. *Geomorfologické procesy vývoje vodních toků*. Část I., Typologie korytotvorných procesů. Vydání druhé. Hradec Králové: Sindlar Group, 148 s. ISBN 978-80-254-2445-2.

ŠKUBNÍK, P., 2020. *Fluviální tvary reliéfu v povodí Kochaveckého potoka v Lopenické hornatině*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie. Vedoucí práce: Irena Smolová.

ŠLEZINGR, M., 2010. *Říční typy I - horní tok: úvod do problematiky úprav toků*. V Brně: Mendelova univerzita, 169 s. ISBN 978-80-7375-460-0.

THEVENET, A., A. CITTERIO, A. & H. PIÉGAY, 1998. A new methodology for the assessment of large woody debris accumulations on highly modified rivers (example of two French Piedmont rivers). *Regulated Rivers Research & Management*. 14. 467-483. 10.1002/(SICI)1099-1646(1998110)14:63.0.CO;2-X.

TLAPÁK, V. a J. HERYNEK, 2001. *Úpravy vodních toků a hrzení bystřin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 146 s. ISBN 80-7157-551-8.

UXA, T., M. KŘÍŽEK a P. MIDA, 2015. Relativní výšková členitost reliéfu. *Geografické rozhledy*. Praha: Nakladatelství P3K, **24**(5), 22-23. ISSN 1210-3004.

VOKURKA, A. a K. ZLATUŠKA eds., 2020. *Technická doporučení pro hrzení bystřin a strží*. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-557-9.

YIBELTAL, M., A. TSUNEKAWA, N. HAREGEWEYN, E. ADGO, D. T. MESHESHA, T. MASUNAGA, ... M. LIYEW BERIHUN, 2021. *Effect of subsurface water level on gully headcut retreat in tropical highlands of Ethiopia*. *Earth Surface Processes and Landforms*. doi:10.1002/esp.5095

AOPK ČR, 2021. *Správa CHKO Bílé Karpaty* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody ČR. [cit. 2021-12-22]. Dostupné na: <<https://bilekarpaty.ochranaprirody.cz/>>.

CENIA: Národní geoportál INSPIRE [online], 2021. Dostupné na [www: < https://geoportál.gov.cz >](http://www.geoportál.gov.cz).

ČÚZK: Analýzy výškopisu [online], 2021. Dostupné na [www: < https://ags.cuzk.cz/dmr/ >](http://www.ags.cuzk.cz/dmr/).

ČÚZK. Ortofoto [online], 2021. Dostupné na [www: <https://geoportál.cuzk.cz/\(S\(rimmp34npc5fht4dae4aag4b\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311>](http://www.geoportál.cuzk.cz/(S(rimmp34npc5fht4dae4aag4b))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311).

ČÚZK. ZM10 [online], 2021. Dostupné na [www: <https://geoportál.cuzk.cz/\(S\(rimmp34npc5fht4dae4aag4b\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311>](http://www.geoportál.cuzk.cz/(S(rimmp34npc5fht4dae4aag4b))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311).

ČÚZK. ZM50 [online], 2021. Dostupné na [www: <https://geoportál.cuzk.cz/\(S\(rimmp34npc5fht4dae4aag4b\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311>](http://www.geoportál.cuzk.cz/(S(rimmp34npc5fht4dae4aag4b))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311).

DATA ARCČR © ČÚZK, ČSÚ, ARCDATA PRAHA, 2021. Dostupné na [www: <https://www.arccr.cz/produkty/geograficka-data/arccr-4-0>](http://www.arccr.cz/produkty/geograficka-data/arccr-4-0).

EDPP.CZ, 2021a. Mapa povodňového plánu. *Povodňový plán obce Štítná nad Vláří-Popov* [online]. Brno: Envipartner [cit. 2021-12-04]. Dostupné na [www: <https://www.portalobce.cz/povodnovy-plan/svp_mapa-povodnoveho-planu-obce>](http://www.portalobce.cz/povodnovy-plan/svp_mapa-povodnoveho-planu-obce).

EDPP.CZ, 2021b. Hydrologické údaje. *Povodňový plán obce Štítná nad Vláří-Popov* [online]. Brno: Envipartner [cit. 2021-12-04]. Dostupné z: <https://www.portalobce.cz/povodnovy-plan/svp_hydrologicke-udaje>.

Geologická mapa ČR 1:50 000, list 25 - 34 Luhačovice. Český geologický ústav. Praha, 1998.

Geologická mapa ČR 1:50 00. In: Geovědní mapy 1:50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <<https://mapy.geology.cz/geocr50/>>.

KUDRNOVSKÁ, Olga. a Jiří KOUSAL, 1971. Výšková členitost reliéfu ČSR. Mapa 1:500 000. Geogr. Úst.ČSAV. Brno.

Půdní mapa ČR 1:50 000. In: Geovědní mapy 1:50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>.

VÚV TGM: DIBAVOD [online], 2020. [cit. 2021-11-24]. Dostupné z: [www: < https://www.dibavod.cz/index.php?id=27 >](http://www.dibavod.cz/index.php?id=27).

13. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
CENIA	Česká informační agentura životního prostředí Czech Environmental Information Agency
ČGS	Česká geologická služba
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DMR 5G	Digitální model reliéfu 5. generace
EDM	Elektronické měření vzdálenosti (Electronic distance measuring)
EVL	Evropsky významná lokalita
GPS	Globální polohový systém (Global Positioning System)
CHKO	Chráněná krajinná oblast
INSPIRE	Infrastruktura pro prostorové informace v Evropském společenství Infrastructure for Spatial Information in the European Community
MK ČSR	Ministerstvo kultury České socialistické republiky
ORP	Obec s rozšířenou působností
ŘKM	Říční kilometr
ZM ČR	Základní mapa České republiky

14. SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy

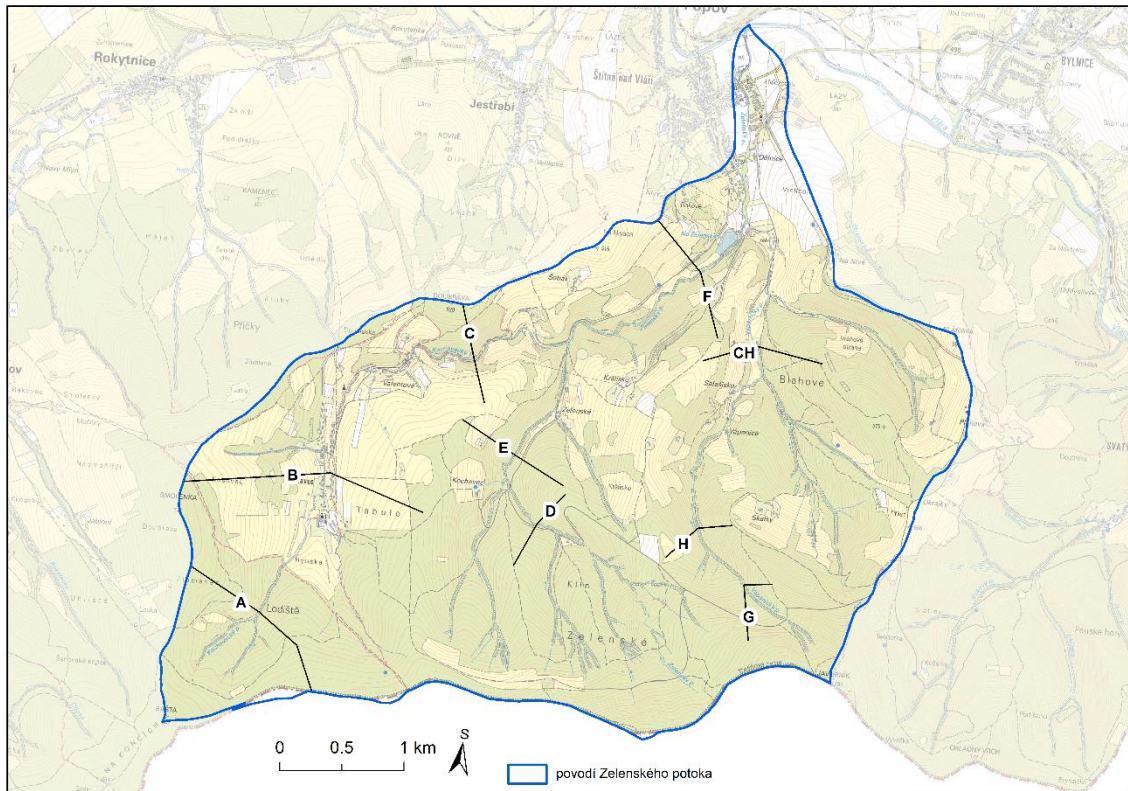
- Příl. 1:** Schéma rozložení údolních profilů v zájmovém území
- Příl. 2:** Srovnání vybraných dokumentovaných tvarů dílčích zájmových toků
- Příl. 3:** Mapa dokumentovaných strží v dolní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 4:** Mapa dokumentovaných strží v povodí Vápenického potoka
- Příl. 5:** Mapa dokumentovaných strží v horní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 6:** Mapa dokumentovaných strží v povodí Kochaveckého potoka
- Příl. 7:** Mapa vybraných tvarů reliéfu v dolní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 8:** Mapa vybraných tvarů reliéfu v povodí Vápenického potoka
- Příl. 9:** Mapa vybraných tvarů reliéfu v horní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 10:** Mapa vybraných tvarů reliéfu v povodí Kochaveckého potoka
- Příl. 11:** Fotodokumentace vybraných tvarů dílčích zájmových území

Volné přílohy

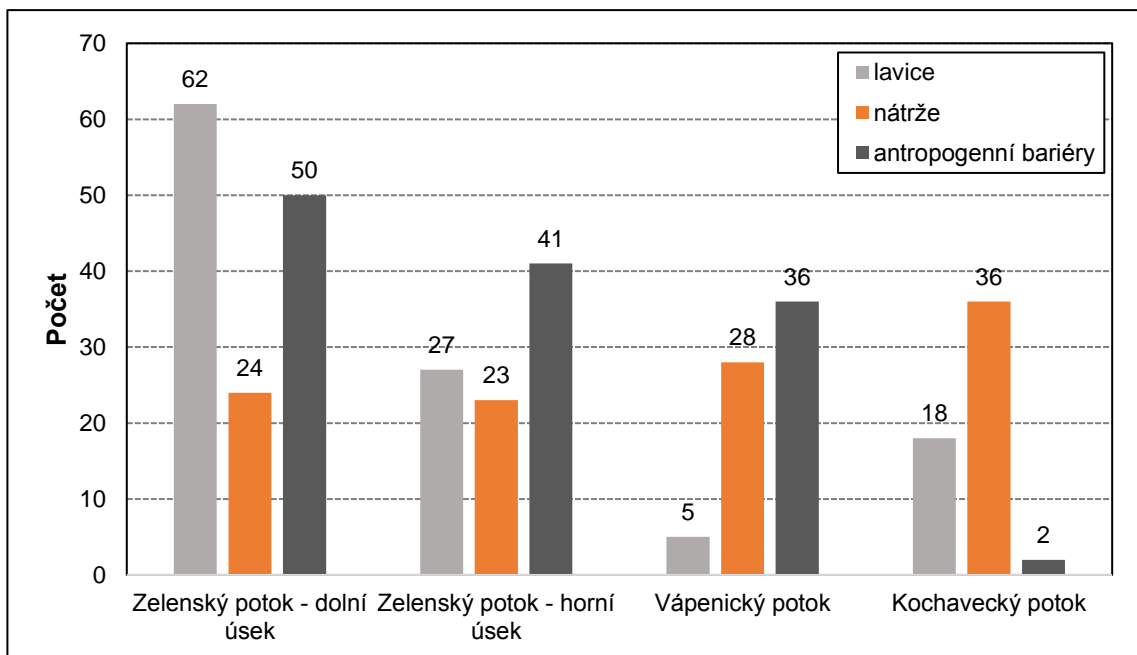
- Příl. 1:** Databáze digitalizovaných tvarů v dolní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 2:** Fotodokumentace vybraných tvarů v dolní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 3:** Mapa lokalizace dokumentovaných strží v dolní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 4:** Databáze digitalizovaných tvarů v horní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 5:** Fotodokumentace vybraných tvarů v horní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 6:** Mapa lokalizace dokumentovaných strží v horní části povodí Zelenského potoka
- Příl. 7:** Databáze digitalizovaných tvarů v povodí Vápenického potoka
- Příl. 8:** Fotodokumentace vybraných tvarů v povodí Vápenického potoka
- Příl. 9:** Mapa lokalizace dokumentovaných strží v povodí Vápenického potoka
- Příl. 10:** Databáze digitalizovaných tvarů v povodí Kochaveckého potoka
- Příl. 11:** Fotodokumentace vybraných tvarů v povodí Kochaveckého potoka
- Příl. 12:** Mapa lokalizace dokumentovaných strží v povodí Kochaveckého potoka

PŘÍLOHY

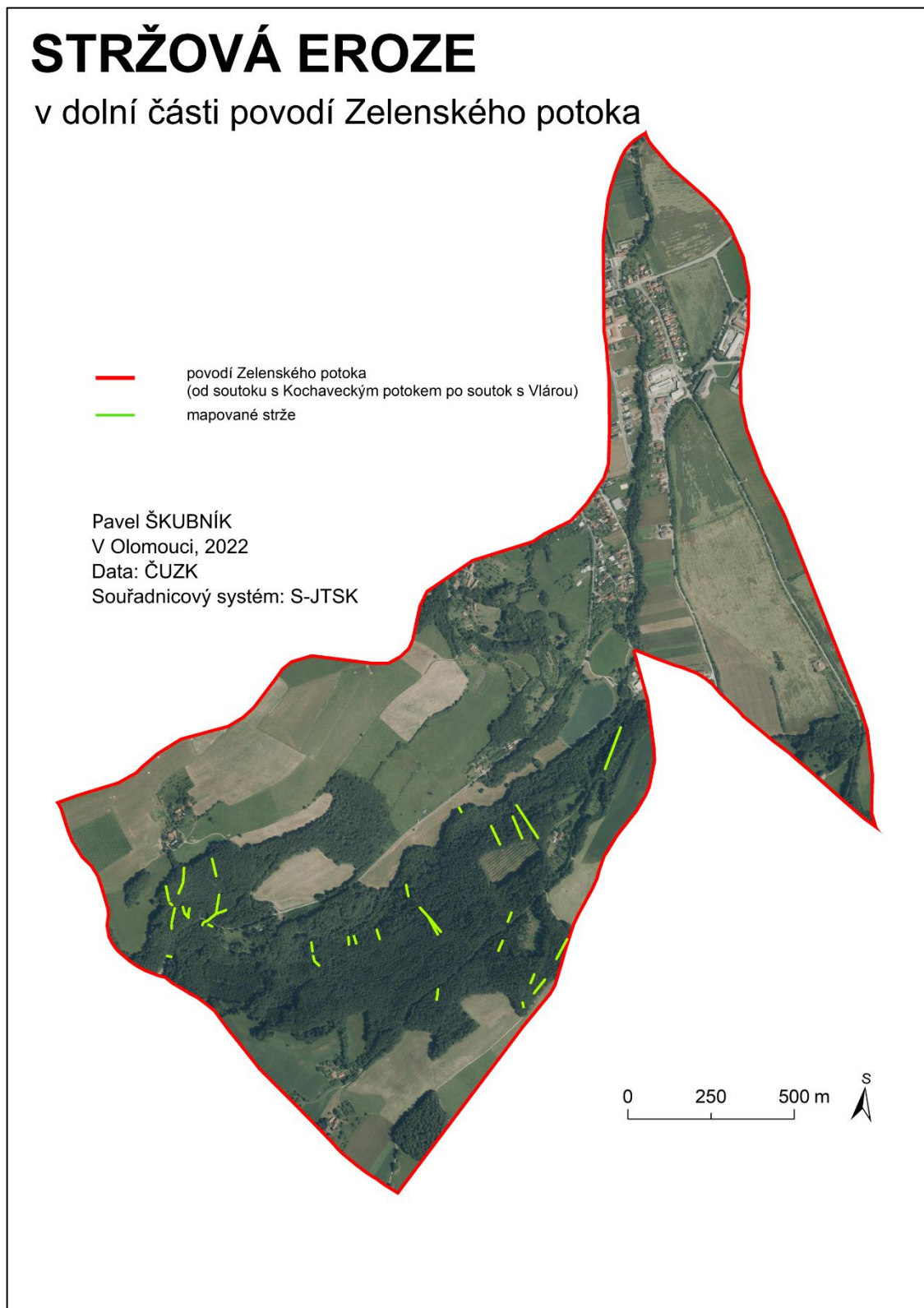
Příl. 1: Schéma rozložení údolních profilů v zájmovém území



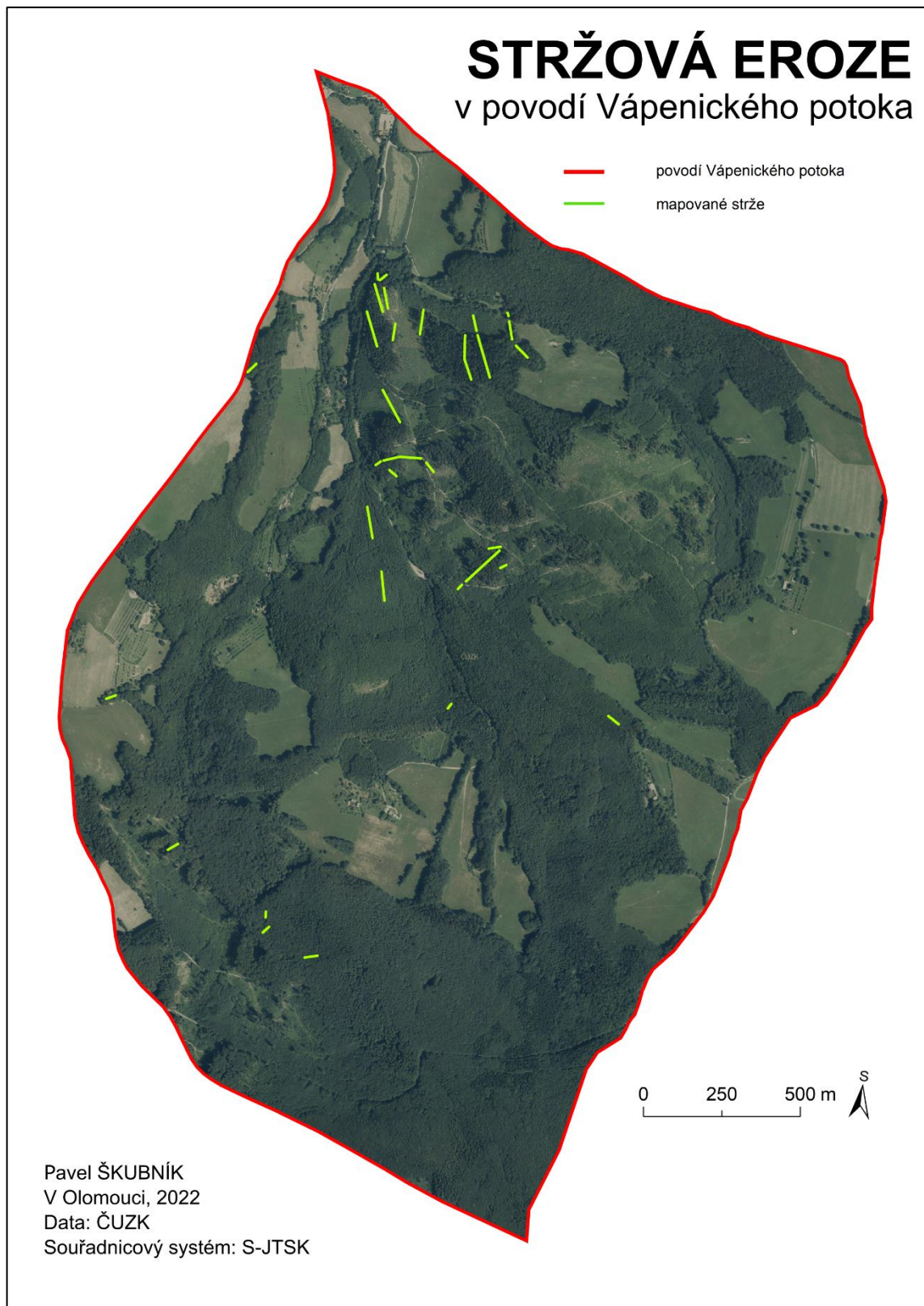
Příl. 2: Srovnání vybraných dokumentovaných tvarů dílčích zájmových toků



Příl. 3: Mapa dokumentovaných strží v dolní části povodí Zelenského potoka



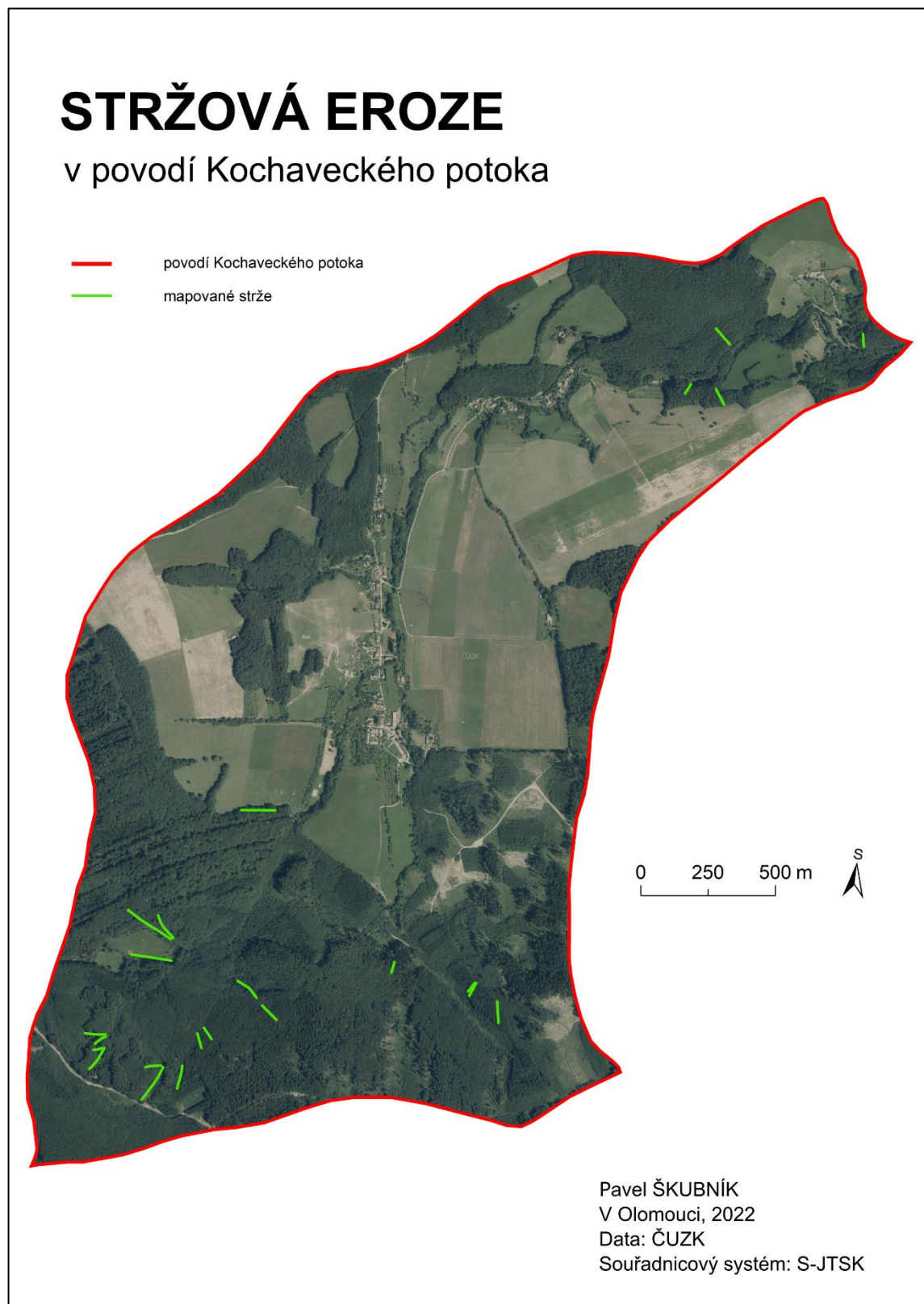
Příl. 4: Mapa dokumentovaných strží v povodí Vápenického potoka



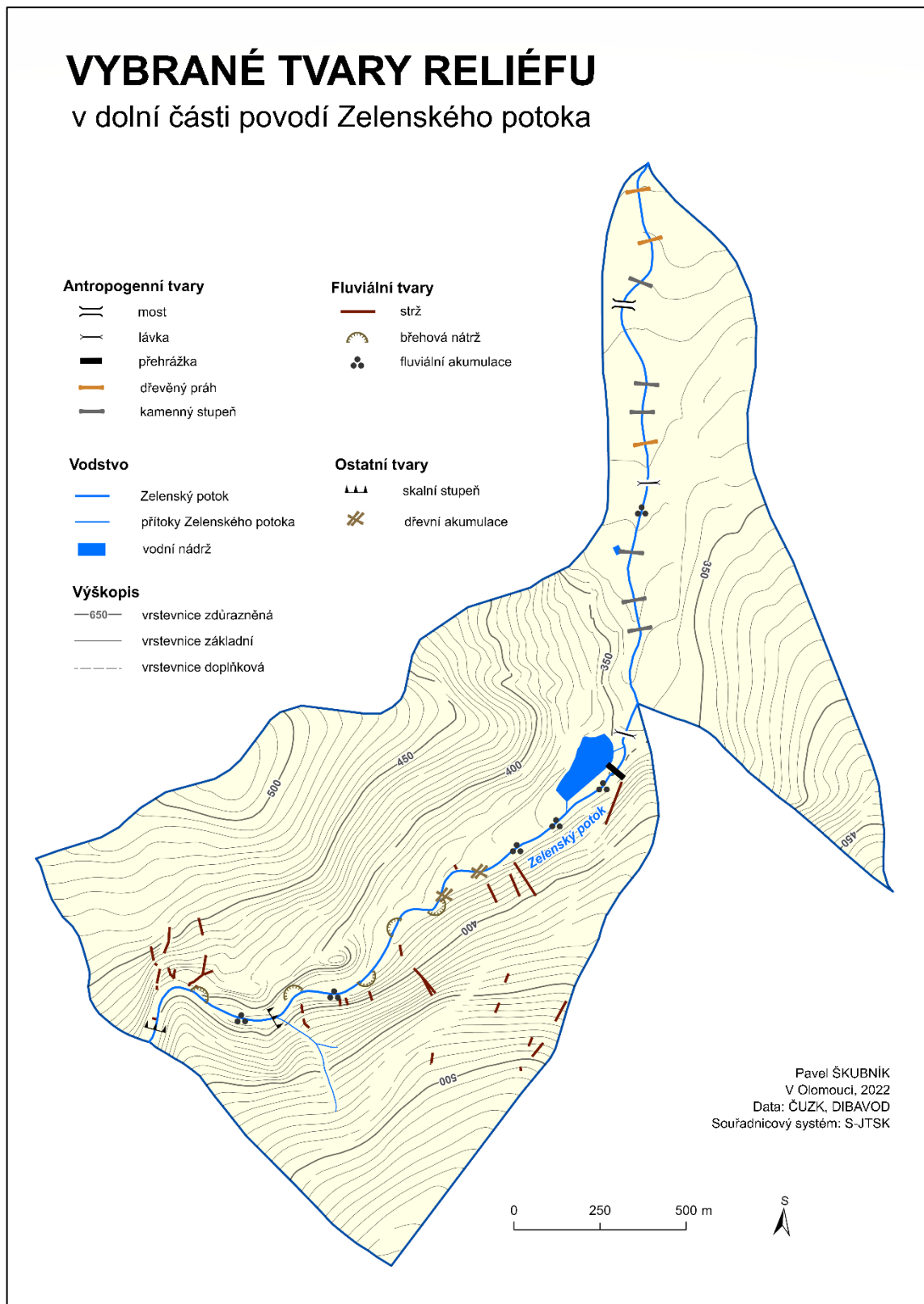
Příl. 5: Mapa dokumentovaných strží v horní části povodí Zelenského potoka



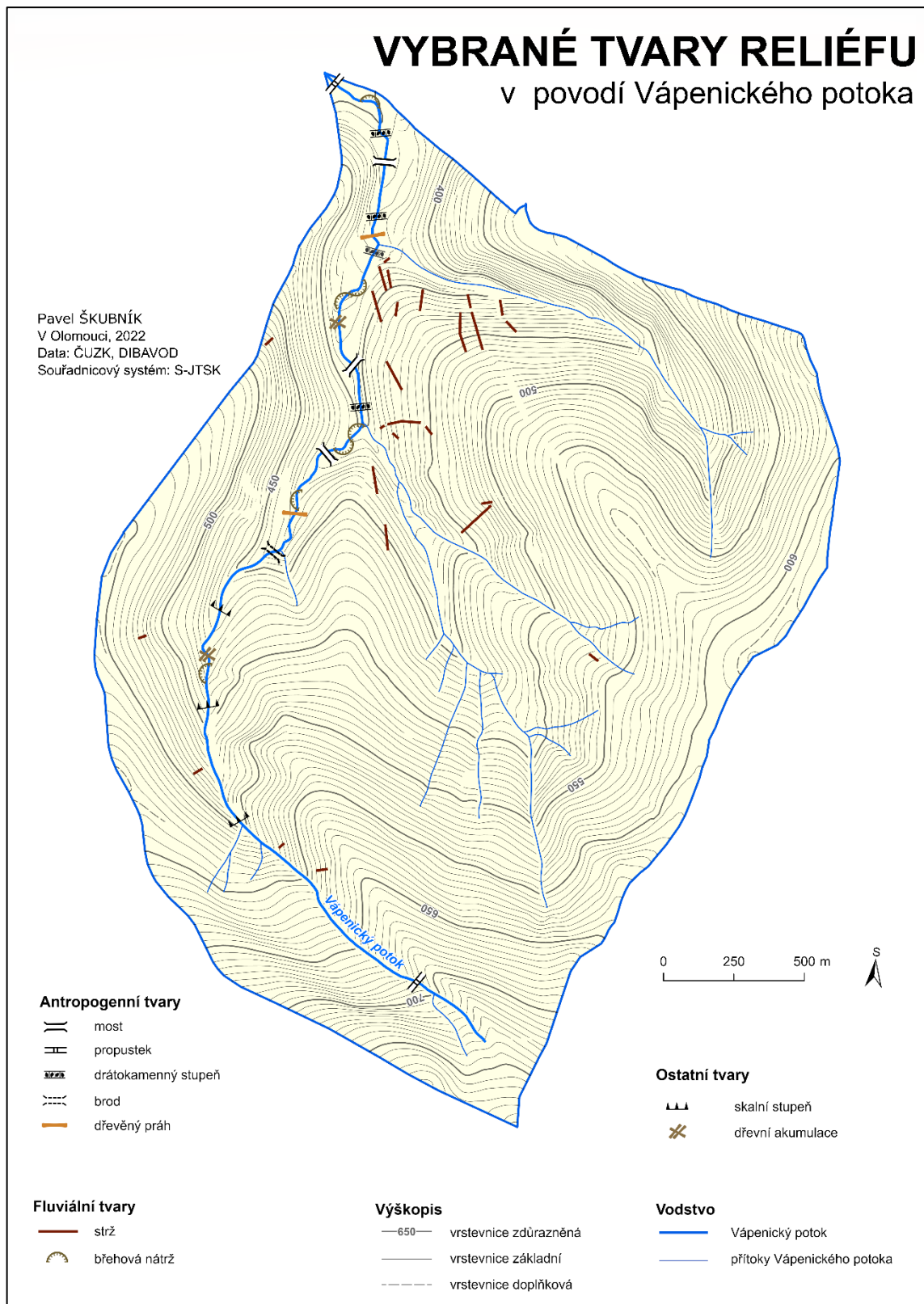
Příl. 6: Mapa dokumentovaných strží v povodí Kochaveckého potoka



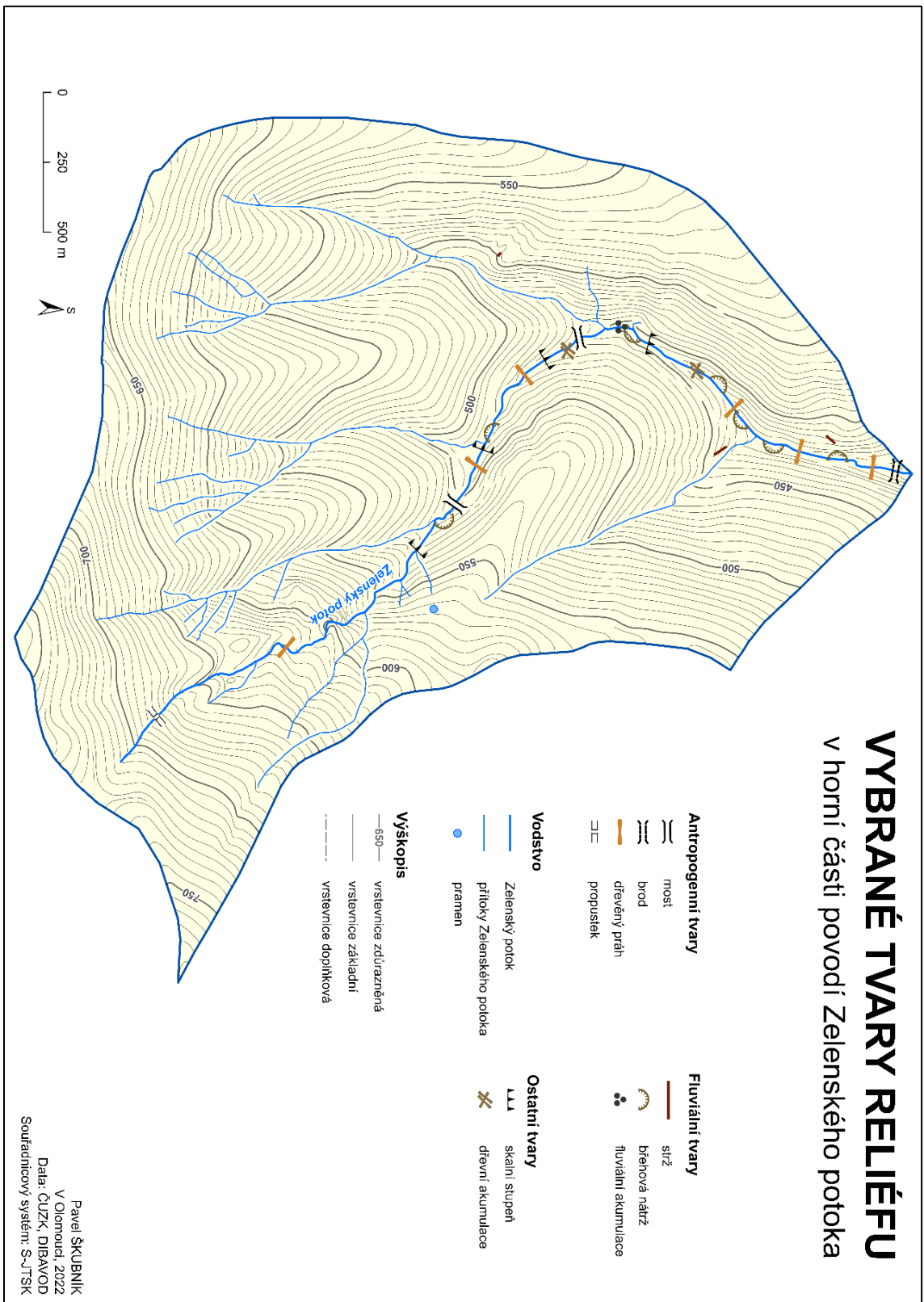
Příl. 7: Mapa vybraných tvarů reliéfu v dolní části povodí Zelenského potoka



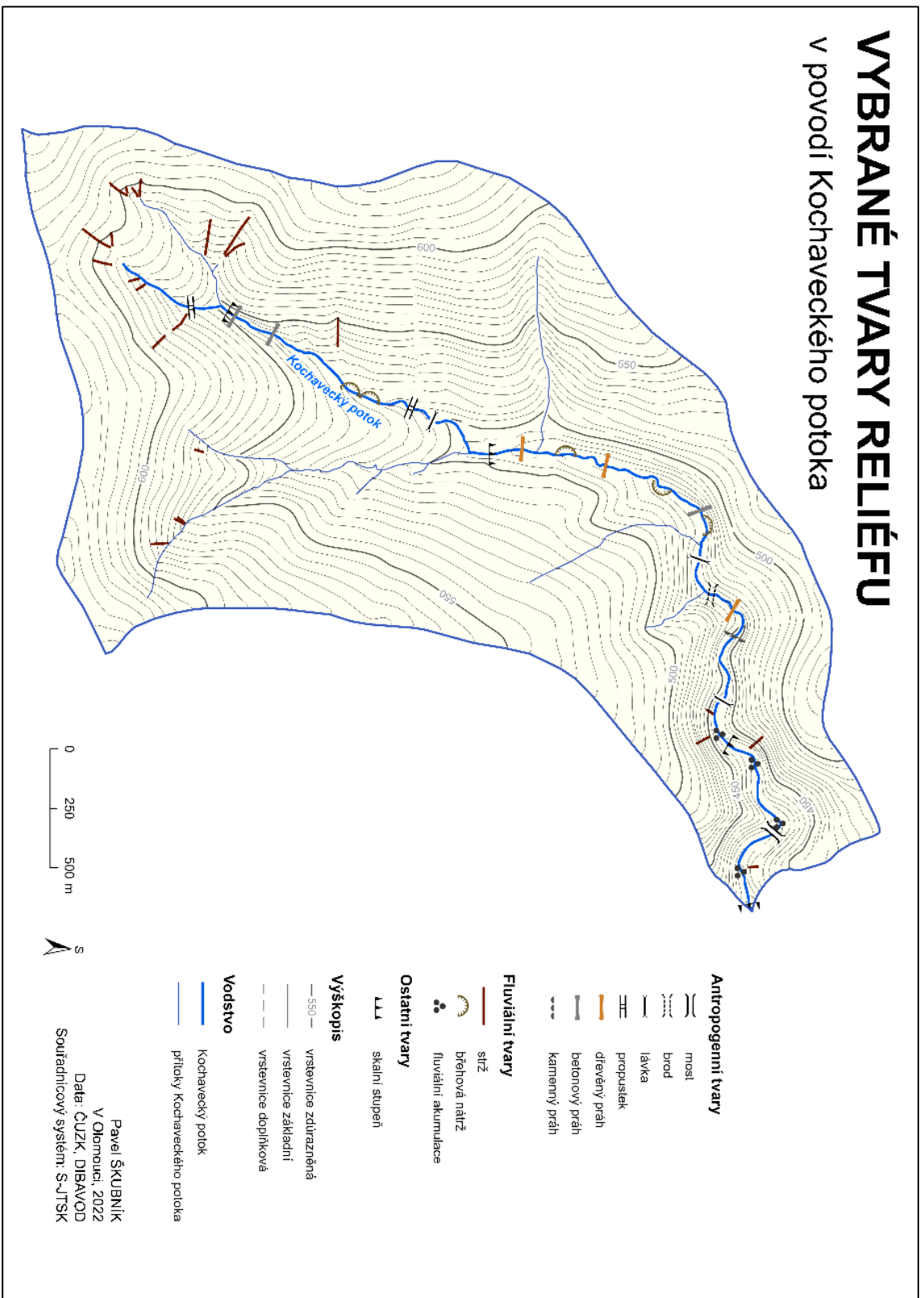
Příl. 8: Mapa vybraných tvarů reliéfu v povodí Vápenického potoka



Příl. 9: Mapa vybraných tvarů reliéfu v horní části povodí Zelenského potoka



Příl. 10: Mapa vybraných tvarů reliéfu v povodí Kochaveckého potoka



Příl. 11: Fotodokumentace vybraných tvarů dílčích zájmových území



Obr. 34: Pohled do údolí dolního úseku Zelenského potoka (foto: P. Škubník, únor 2022)



Obr. 35: Pohled do údolí horního úseku Vápenického potoka (foto: P. Škubník, únor 2022)



Obr. 36: Strž typu ovrag v dolním povodí Zelenského potoka (foto: P. Škubník, únor 2022)



Obr. 37: Strž typu ovrag v povodí Vápenického potoka (foto: P. Škubník, únor 2022)



Obr. 38: Strž typu ovrag v povodí Kochaveckého potoka (foto: P. Škubník, listopad 2019)



Obr. 39: Strž typu balka v dolním povodí Zelenského potoka (foto: P. Škubník, únor 2022)



Obr. 40: Břehová nátrž ve středním úseku Zelenského potoka (foto: P. Škubník, říjen 2021)



Obr. 41: Břehová nátrž ve středním úseku Vápenického potoka (foto: P. Škubník, říjen 2021)



Obr. 42: Břehová nátrž v údolní nivě před obcí Kochavec (foto: P. Škubník, listopad 2021)



Obr. 43: Odkryv javorinského souvrství na 3,2. ř. km Zelelenského potoka (foto: P. Škubník, říjen 2021)



Obr. 44: Štěrková lavice na 2,6. ř. km Zelenského potoka (foto: P. Škubník, září 2021)



Obr. 45: Štěrková lavice na 5. ř. km Zelenského potoka (foto: P. Škubník, září 2021)



Obr. 46: Kamenný stupeň na 1,6. ř. km Zelenského potoka (foto: P. Škubník, září 2021)



Obr. 47: Dřevěný stupeň na 2,2. ř. km Zelenského potoka (foto: P. Škubník, září 2021)



Obr. 48: Vodní nádrž na 6,7. ř. km Zelenského potoka (foto: P. Škubník, říjen 2021)



Obr. 49: Vodní nádrž na 6,8. ř. km Zelenského potoka (foto: P. Škubník, říjen 2021)



Obr. 50: Jímací objekt na 0,6. ř. km Vápenického potoka (foto: P. Škubník, říjen 2021)



Obr. 51: Jímací objekt na 2,4. ř. km Zelenského potoka (foto: P. Škubník, září 2021)