

**Univerzita Karlova**

**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Geografie a kartografie



**Hodnocení říčního systému povodí Odlezelského (Mladotického)  
jezera jako potenciálního zdroje pro transport splavenin**

**Evaluation of the river system of the Odlezelské (Mladotické) Lake basin as a potential  
source for sediment transport**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Zdeněk Kliment, CSc.

Praha 2022

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 18. 07. 2022

Podpis studenta: .....

#### Poděkování:

Rád bych tímto způsobem chtěl poděkovat především svému vedoucímu práce doc. RNDr. Zdeňkovi Klimentovi, CSc. za jeho odborné vedení, cenné rady, věnovaný čas a vstřícný přístup během tvorby závěrečné práce.

V neposlední řadě také děkuji své rodině a přátelům za podporu a pomoc během celého studia.

# **Zadání bakalářské práce**

## **Název práce:**

Hodnocení říčního systému povodí Odlezelského (Mladotického) jezera jako potenciálního zdroje pro transport splavenin

## **Cíle práce:**

Cílem práce je provedení analýzy říční sítě povodí Odlezelského jezera terénním průzkumem, s bližším zaměřením na evidenci a charakteristiku erozních a akumulacních tvarů v říčních korytech a přilehlé údolní nivě.

## **Použité pracovní postupy, zájmové území, datové zdroje:**

Práce bude mít rešeršní a aplikační část. Aplikační část bude věnována analýze říčního systému v povodí Odlezelského (Mladotického) jezera a terénnímu průzkumu s využitím metodiky HEM a bližším zaměřením na evidenci a charakteristiku erozních a akumulacních tvarů, včetně návrhu detailnějšího monitoringu fluvialní dynamiky a transportu dnových splavenin. Rešerše bude obecně věnována problematice fluvialní dynamiky a říčnímu korytu ve vztahu k transportu splavenin. Její součástí bude seznámení se se současným stavu výzkumu v dané lokalitě.

Datum zadání: 30.11.2021

Jméno studenta: Petr Mužák

Podpis studenta: .....

Jméno vedoucího práce: doc. RNDr. Zdeněk Kliment, CSc.

Podpis vedoucího práce: .....

## **Abstrakt**

Stav říční sítě je důležitý pro pochopení fluválního systému povodí. Erozní a akumulární činnost říčního systému vede ke změnám koryta, které podmiňují zvýšený transport splavenin a přispívají k zanášení Odlezelského (Mladotického) jezera. Cílem práce bylo zhodnotit stav říčního systému povodí Odlezelského jezera a identifikovat a charakterizovat jeho erozně-akumulační tvary. K terénnímu průzkumu povodí Odlezelského jezera byla použita metoda monitoringu hydromorfologických charakteristik (HEM) s rozšířením o samostatný záznam erozních a akumulárních tvarů. Největší zastoupení i plošná koncentrace erozních tvarů byla zaznamenána na Mladotickém potoce. Nejvyšší hustota akumulárních tvarů byla na Potvorovském potoce. Zmapovaná část povodí vykazovala 47 % úseků upravených antropogenní činností, které vykazovaly menší míru erozních a akumulárních tvarů. Fluvální dynamiku říčního systému ovlivňovala také výrazně činnost bobří populace.

**Klíčová slova: říční koryto, fluvální dynamika, transport splavenin, Odlezelské (Mladotické) jezero**

## **Abstract**

The status of the river network is essential to understanding the fluvial system of the basin. Erosion and accumulation activities of the river system led to changes in the river channel which caused the increased sediment transport and contributed to the silting of the Odlezelské (Mladotické) Lake. This study aimed to evaluate the status of the river system of the Odlezelské Lake basin and to identify and characterize its erosion and accumulation of landforms. The field survey of the Odlezelské Lake basin applied the hydro morphological characteristics monitoring (HEM) method extended by the record of erosion and accumulative landforms. The Mladotický stream recorded the highest representation and area concentration of erosion landforms. The Potvorovský stream showed the highest density of accumulation of landforms. Anthropogenic activity changed the mapped part of the lake basin in 47 percent of sections which exhibited a lower degree of erosion and accumulation of landforms. Beaver population activities also significantly influence the fluvial dynamics of the river system.

**Keywords: river channel, fluvial dynamics, sediment transport, Odlezelské (Mladotické) Lake**

## Obsah

1	Úvod.....	8
2	Rešerše .....	9
2.1	Říční koryto a jeho tvary .....	9
2.1.1	Proudění vody v korytě .....	9
2.1.2	Tvary koryta .....	10
2.1.3	Vodní eroze .....	11
2.1.4	Klasifikace vodních toků.....	13
2.2	Fluviální sedimenty a jejich transport .....	15
3	Vybrané fyzicko-geografické charakteristiky zájmového území.....	17
3.1	Geologické poměry.....	17
3.2	Geomorfologické poměry .....	18
3.3	Klimatické poměry .....	19
3.4	Hydrologické poměry .....	20
3.5	Půdní poměry a krajinný pokryv .....	21
4	Současný stav výzkumu zájmového území.....	23
4.1	Historický kontext výzkumných aktivit .....	23
4.2	Aktuální výzkum .....	24
4.3	Měřicí stanice povodí Mladotického potoka a Odlezelského jezera .....	26
5	Metodika .....	28
5.1	HEM – Hydromorfologický monitoring toků .....	28
5.2	Fluviální tvary.....	30
6	Výsledky .....	31
6.1	Mapované úseky říční sítě povodí Odlezelského jezera.....	31
6.1.1	Mladotický potok .....	32
6.1.2	Odlezelský potok.....	33
6.1.3	Potvorovský potok.....	33
6.1.4	Bílovský potok .....	33
6.1.5	Žihelský potok.....	34
6.1.6	Bezejmenný potok.....	34
6.2	Mapování říční sítě povodí Odlezelského jezera metodou HEM.....	35
6.2.1	Tvar údolí, morfometrické charakteristiky a trasa toku .....	35
6.2.1.1	Mladotický potok .....	37
6.2.1.2	Odlezelský potok .....	39
6.2.1.3	Potvorovský potok .....	40

6.2.1.4	Bílovský potok .....	41
6.2.1.5	Žihelský potok .....	41
6.2.1.6	Bezejmenný potok .....	42
6.2.2	Vybrané charakteristiky koryta .....	43
6.2.2.1	Mladotický potok .....	43
6.2.2.2	Odlezelský potok .....	45
6.2.2.3	Potvorovský potok .....	46
6.2.2.4	Bílovský potok .....	47
6.2.2.5	Žihelský potok .....	47
6.2.2.6	Bezejmenný potok .....	47
6.2.3	Upravenost břehů a dna .....	48
6.2.3.1	Mladotický potok .....	49
6.2.3.2	Odlezelský potok .....	50
6.2.3.3	Potvorovský potok .....	50
6.2.3.4	Bílovský potok .....	50
6.2.3.5	Žihelský potok .....	51
6.2.3.6	Bezejmenný potok .....	51
6.3	Erozní a akumulční tvary korytech vodních toků a přilehlé údolní nivě .....	52
6.3.1	Erozní tvary .....	53
6.3.2	Akumulční tvary .....	56
7	Diskuse .....	58
7.1	Metodika HEM .....	58
7.2	Souvislost výskytu a rozsahu erozních a akumulčních tvarů vůči jiným měřeným parametrům .....	58
7.3	Vliv bobří populace .....	61
8	Závěr .....	63
9	Seznam literatury a zdrojů .....	65
	Seznam obrázků .....	70
	Seznam tabulek .....	72
	Seznam zkratk .....	73
	Seznam příloh .....	74
	Přílohy .....	75

# 1 Úvod

Hodnocení říčního systému je podstatnou kapitolou fluvialní geomorfologie, která zkoumá chování říční sítě a její reakci jak na antropogenní změny krajiny, způsobené člověkem, tak také na přírodní procesy jako např. povodně, svahové procesy (sesuvy) nebo klimatickou změnu (Galia 2017). Stav říční sítě je velmi důležitý pro pochopení fluvialní dynamiky zkoumané lokality a dovoluje nám odhadnout minulý i budoucí vývoj toku. Vývoj ve fluvialní dynamice vede k změně rozsahu erozně-akumulačních tvarů a může v extrémních případech vést i ke změně říčního vzoru. Samotný terénní průzkum lokality pomáhá sjednotit souvislosti s numerickými modely, které jsou stále častěji využívány pro hodnocení povodí.

Tato bakalářská práce se zabývá lokalitou povodí Odlezelského (též Mladotického) jezera, která je vyhlášena za národní přírodní památku. Jezero vzniklo sesuvem v roce 1872 a stalo se významnou lokalitou fyzicko-geografického výzkumu (Janský 1976). V minulosti se výzkum soustředil především na vznik jezera, jeho hydrologický režim a také na zanášení jezera sedimenty (např. Janský et al. 2010; Hartvich et al. 2020). Současný výzkum se zaměřuje více na celé povodí jezera. Byla provedena modelace stavu vodní eroze půdy (Pagáč 2019) a také hodnocena konektivita povodí (Kofroňová 2018). Říční systém, který je v povodí podstatným zdrojem fluvialních sedimentů, nebyl nikdy zmapován a analyzován. Zjištění hydromorfologických parametrů vodních toků je nezbytnou součástí k pochopení fluvialní dynamiky.

Cílem této bakalářské práce bylo provedení analýzy říční sítě povodí Odlezelského jezera terénním průzkumem pomocí metody monitoringu hydromorfologických charakteristik – HEM (Langhammer 2007) s bližším zaměřením na evidenci a charakteristiku erozních a akumulačních tvarů v říčních korytech a přilehlé údolní nivě. Byly identifikovány a popsány úseky s výraznou recentní fluvialní dynamikou.



## 2 Rešerše

Voda vždy hrála a stále hraje podstatnou úlohu při utváření celého zemského povrchu a fluviální systém doznával i během kvartéru řadu změn (Růžičková et al. 2003). Přírodní podloží je dynamicky erodováno, transportováno a akumulováno nejen v bezprostřední blízkosti vodního toku, ale celého jeho povodí (Gilbert 1877). Tento vztah je obecně popsán pojmem fluviální dynamika. Fluviální dynamika studuje erozi, akumulaci a transport sedimentů v říčních korytě a přilehlé nivě (He et al. 2019). Vodní toky mají tendenci svým vývojem dosáhnout tzv. rovnovážného stavu. Rovnovážený stav znamená, že průměrný průtok a splaveninový režim toku jsou v rovnováze s charakteristikami koryta (hloubka, výška, sklon) (Demek 1987). Změna jedné charakteristiky vede k úpravě druhé tak, aby nastal opět rovnovážný stav. Dynamická rovnováha je tedy oscilace výše zmíněných vnějších podmínek okolo rovnovážného stavu, avšak v důsledku změny vnějších podmínek může docházet i k mírné a pomalé transformaci (Galia 2017). Splaveninový režim ve stavu dynamické rovnováhy vykazuje stejné množství splavenin vstupujících a vystupujících z povodí (Šindlar et al. 2012). Splaveninový režim je podstatou tvorby erozních a akumulačních tvarů a závisí především na geologických a hydrologických podmínkách, ale i míře antropogenních zásahů do povodí (Šindlar et al. 2012).

### 2.1 Říční koryto a jeho tvary

#### 2.1.1 Proudění vody v korytě

Pohyb vodní masy je dán gravitační silou přeměněnou na kinetickou energii, ze které je až 95 % spotřebované na teplo při překonávání odporu proudění. Pouze zbylá část je využita na pohyb vodní masy a tvorbu geomorfologických tvarů (Morisawa 1968; Charlton 2007). Z fyzikálního pohledu tlak proudící vody na dno koryta nazýváme smykové napětí. Míra smykového napětí souvisí například s hloubkovou erozí u toků se skalnatým dnem (Howard, Kerby 1983). Rychlost primárního proudění je dále podmíněna úrovní sklonu povrchu a drsností dnového substrátu (Knighton 1984). Odlišným typem je proudění sekundární, které je způsobeno odstředivou silou především v zákrutech a meandrech vodních toků (Güneralp, Martson 2012). Vyšší hladina v erozní části břehu (dáno odstředivou silou) se následně vrací k druhému břehu a vniká spirálovitý pohyb, který pomáhá vzniku erozních a akumulačních tvarů v zónách depozice a eroze (Galia 2017). Morfologie koryta do velké míry určuje rychlost proudění vodního toku. Rychlost proudění je definována a ovlivňována řadou různých faktorů. Zásadní pro rychlost vody je sklon dna. Relativní drsnost dna a břehů je naopak hlavní

zpomalovací faktor, jako vedlejší vlivy řadíme vnitřní tření vody a vodou nesené suspendované sedimenty (Galia 2017). Vodní toky nevíce erodují, transportují a akumulují materiál během povodňových stavů, protože narůstá rychlost proudění i průtok. Z toho je patrné, že fluviální sedimenty mají v čase spíše epizodický charakter než kontinuální (Růžičková et al. 2003). Nejen rychlost, ale i průtok vody je důležitý pro pochopení všech souvislostí s tvary koryta a erozně-akumulačními tvary. Vysoké stavy vody (od jednoleté vody po povodňové průtoky) výrazně formují koryto toku. Díky vyšší energii vody se mohou výrazněji pohybovat dnové splaveniny, což způsobí vznik nebo přemodelování akumulačních tvarů, jako jsou například lavice. Tato skutečnost může být narušena například postavením vodní nádrže. Hráz na vodním toku způsobí, že v úseku pod hrází nebude transportováno větší množství dnových splavenin, protože vyšší stavy vody budou zadrženy nádrží Charlton (2007). Díky tomu může nastat efekt tzv. hladové vody, protože vodní tok bez většího množství sedimentů má více energie na erozní činnost, což vede k zahlubování toku pod hrází přehrady (Kondolf 1997).

### 2.1.2 Tvary koryta

Samotný příčný profil koryta je jedním z důležitých parametrů při hodnocení říčního toku. Masa vody tvaruje koryto toku, aby minimalizovala průtokový odpor. Koryto je výrazně modelováno erozí dna a břehů (Charlton 2007). Nejbližší geometrický tvar podobný reálnému výskytu v přírodě je lichoběžník, proto se lichoběžníkový tvar standardně používá k zobrazení příčného profilu (Sen 1993). Základním měřeným parametrem je šířka a hloubka koryta, ale geomorfologicky podstatnější je poměr šířky a hloubky. Toto číslo se obecně směrem po proudu v rámci toku zvyšuje, a může to být faktor ukazující například změnu tvaru údolí nebo množství fluviálních sedimentů (Das 2015). Tento poměr je vázaný na tzv. bankfull channel, který odpovídá úplnému zaplavení příčného profilu během korytového průtoku. Korytový průtok nastává v průměru 1x za 1,5 roku, odpovídá tedy přibližně 1,5 leté vodě. Jedná se o vybřežení z příčného profilu, jehož tvar se dá pro usnadnění analýz generalizovat jako poměr šířky a hloubky (Leopold et al. 1964).

Fluviální tvary na dně koryta byly popsány v mnoha publikacích, není však vymezena jednotná taxonomie pro fluviální geomorfologii (Wheaton et al. 2015). Podstatnou roli při vymezení tvaru hraje jejich velikost, zrnitost a stabilita (Wohl 2014). Nestabilními a písčité tvary dna jsou duny, čeřiny a antiduny, přičemž jejich vzájemná přeměna je dána změnou rychlosti proudění (Galia 2017). Při nárůstu proudění se duny přemění na hladké koryto, při dalším nárůstu proudění vznikají antiduny (podobné dunám, ale bývají symetričtější), které se

pohybují proti směru proudu (Knighton 1984). Stabilnější tvary jsou stěrkové a písčité lavice, které se dělí dle jejich umístění v korytě, jak je vymežil například Knighton (1984). Jednalo se o vrcholové lavice vznikající v jesešní části meandru. Střídavé lavice vznikají v přímých úsecích toku, kde se střídavě mění poloha lavic vůči oběma břehům. Dalším typem jsou soutokové lavice, které vznikají v místech soutoku dvou vodních toků. Posledními typy jsou příčné a středové lavice, které jsou navíc typické pro divočící říční vzor toku (Knighton 1984). Lavice obecně vznikají při větších průtocích v místech, kde došlo k poklesu transportní kapacity toku (Lexikon tvarů reliéfu ČR 2022). Podle Granta et al. (1990) má zásadní vliv na stabilitu nebo mobilitu lavic středový úhel, který je definován změnami ve směru proudění v korytě při kontaktu s břehem. Wheaton et al. (2015) vytvořili jednotnou taxonomii fluviálních tvarů, které nazvali geomorfologické jednotky. Geomorfologické jednotky jsou vymezené nejprve na základně místa uložení (koryto, záplavové území), následující úroveň vymezuje typ jednotky (konvexní, konkávní a přímé). Poslední úroveň určuje geomorfologické jednotky dle dalších charakteristik, například orientace, pozice, relativní průtok a další (Wheaton et al. (2015).



**Obr. 1:** Písčité vrcholové lavice (foto autor)



**Obr. 2:** Štěrková střídavá lavice (foto autor)

### 2.1.3 Vodní eroze

Vodní eroze se dá definovat ve třech úrovních dle teorie jednotného fluviálního erozně-akumulačního procesu, který poprvé popsal Makkavejev (1955). První je plošná eroze půdy doprovázená nesoustředěným odtokem. Plošná eroze půdy povodí může být například kvantifikována empirickým modelem rovnice USLE (Univerzální rovnice ztráty půdy). Rovnice se zaměřuje na erozi zemědělské půdy a je tvořena součinem řady faktorů: erozní účinnost deště; vlastnosti půdy; délka svahů; vegetační kryt a osevní postup; provedené

protierozní opatření (Wischmeier, Smith 1978). Druhá úroveň je liniová a stržová eroze, která je typická pro efemerní toky. Poslední úroveň je u stálých vodních toků s fluviální erozí dna, břehů a zpětnou erozí. Erozní (i akumulární) procesy v korytech jsou efektivně reprezentovány interakcí toků s horninou tvořící dno a břehy toků. Například koryta umístěná v snadno erodujících horninách vykazují nejen výskyt erozních tvarů, ale i nánosů do záplavového území při povodňových stavech (Alekseevskiy 2008). Obecně na horních a středních tocích převládá eroze nad akumulárními procesy a tvary (Schumm 1977). Tento jev je podmíněn nedostatkem sedimentů vůči transportní kapacitě toků na jejich horních úsecích (Alekseevskiy 2008). Výměna materiálu na horních a středních tocích ovšem funguje kontinuálně. Během povodňových stavů se jemný materiál v suspenzi ukládá v nivě. Následnou boční erozí břehů je uvolněn zpět do koryta toku (Alekseevskiy 2008).

Hloubková eroze je jeden z hlavních typů fluviální eroze. Hloubková eroze je podmíněna sklonem dna, tektonickými nebo klimatickými podmínkami, ale především odolností hornin, kterými je dno tvořeno (Turowski et al. 2008). V případě zkoumaných parametrů koryta souvisí hloubková eroze s mírou zahloubení, která následně může dokonce podmiňovat tvar údolí toku (Rosgen, 1994). Míra erozní činnosti je podmíněna mírou výskytu sedimentů ve skalních korytech, protože díky nárazům klastů do skalního podloží dochází k vyšší míře eroze (Rychardson, Carling 2005). Ve skalních korytech jsou tvořeny výrazně odlišné erozní tvary oproti korytům aluviálním. Většina tvarů ve skalních korytech je tvořena mnohem pomaleji a gravitační síly zde nemají zásadní vliv, proto zde absolutně dominuje hloubková eroze (Rychardson, Carling 2005). Ve skalních korytech bez přítomnosti klastů převládá abraze nebo rozpouštění podmíněné dynamikou proudění (Rychardson, Carling 2005). Typickým tvarem skalních koryt jsou obří hrnce, které vznikají evorzní činností vody a mohou dosahovat velikosti až několika metrů (Lexikon tvarů reliéfu ČR 2022).

U aluviálních koryt sedimenty v korytě fungují jako krycí vrstva před erozí dna a zabraňují zahlubování toku (Gilbert 1877). Jedním z dalších podstatných procesů je břehová eroze koryt, která se může dále dělit na hydraulickou a průsakovou erozi. Břehová eroze nejen že mění geometrii příčného profilu, ale zapřičiňuje propojování koryta a svahu toku nebo vznik meandrů (Turowski et al. 2008). Typickým tvarem vzniklým břehovou erozí v aluviálních korytech je břehová nátrž. Podle Šindlara et al. (2012, s. 140): „Břehová nátrž je podélné porušení břehu koryta vyvolané boční erozí“. Tvar spojený s břehovou erozí meandrů se nazývá výsep (Demek 1987). Proces břehové eroze je dále závislý na rozkolísanosti výšky vodní

hladiny během roku. Například Hartshorn et al. (2002) ve své případové studii zkoumali zvýšení břehové eroze během povodňových stavů a větší podíl hloubkové eroze při středních průtocích. Podrobněji lze tento výsledek popsat smykovým napětím, které je úměrné rychlosti proudění. Smykové napětí u širokých koryt je vyšší na dně než u břehů, zatímco u úzkých koryt je smykové napětí vyšší u břehů než na dně koryta (Turowski et al. 2008). Úzké koryto má větší podobnost díky poměru šířky a hloubky vodní hladiny s širokým korytem s vyššími průtoky. Při vysokých průtocích se větší míra smykového napětí přesouvá k břehu, a proto je při vyšších stavech vody větší míra boční eroze (Turowski et al. 2008). Značný vliv na míru břehové eroze má také kořenové zpevnění břehovou vegetací na hraně břehu. Tento vztah je ještě podstatnější u vegetace rostoucí u mělkých koryt tvořených slabě soudržnými sedimenty (van de Wiel, Darby 2007). Dle laboratorního měření mají dále na míru břehové eroze vliv samotné vlastnosti půdy (Wilson et al. 2007). Darby et al. (2007), který zjistili, že podstatnou úlohu ve fluvialní erozi sehrává strmost břehů. Zde mohou podemletím břehu vznikat převisy, ze kterých se následně může naráz uvolit významný podíl sedimentů do vodního toku.



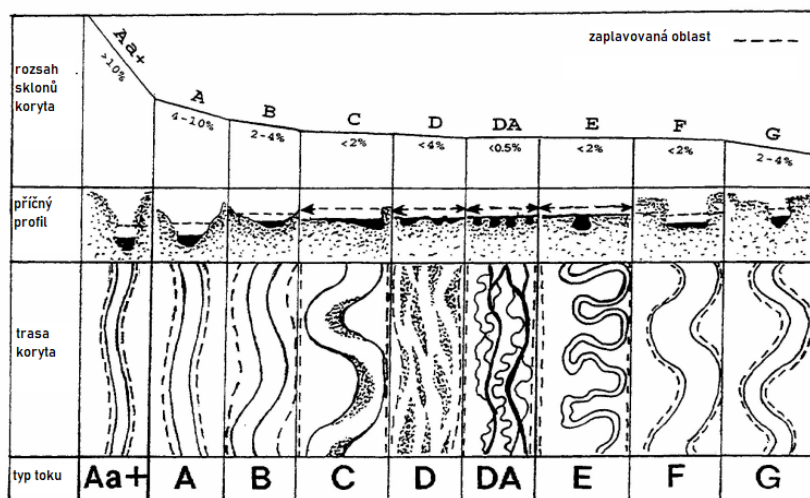
**Obr. 3:** Břehová nátrž na Mladotickém potoce (foto autor)

#### 2.1.4 Klasifikace vodních toků

Klasifikace vodních toků se dělí na popisné a procesní. Jedna z nejslavnějších klasifikací je popisná klasifikace dle řádu toku podle Strahlera (1957). Jedna z prvních klasifikací toků dle morfologie koryta vymezuje tři základní typy toků dle říčního vzoru: meandrující, divočící a přímé. Ty byly určeny vztahem sklonitosti a průtoku koryt (Wolman Leopold, 1957). Říční vzor anastomózy byl popsán s nízkou rychlostí proudění, s nízkou erozí břehů a střední až vysokou relativní zásobou sedimentů (Knighton, Nanson 1993). Jiný způsob byl zvolen při



zkoumání vztahu mezi typem fluviálních sedimentů v korytě a jejich transportovatelností. Tento vztah vymezil tři základní třídy koryt, a to stabilní, erozní a akumulární (Schumm, 1963). Další Schummova klasifikace (1977) vodních toků dle stability se vyznačovala poměrem mezi dnovými splaveninami a fluviálními sedimenty obecně, a tímto byla vymezena erozní, transportní a akumulární část vodního toku. Další klasifikace byla dle závislosti sklonu, zrnitosti a typu sedimentů vedoucí k instabilitě koryt. Čím větší je korelace vyššího sklonu a vyššího zastoupení dnových splavenin nad suspendovaným sedimentem, tím více je podmíněn vývoj změny meandrujících tvarů k divočicímu tvaru (Selby 1985). Komplexnější klasifikace vycházejí ze syntézy mnoha geomorfologických i morfometrických parametrů vodních toků. Rosgenova (1994) geomorfologická klasifikace měla tříúrovňový systém. Nejprve byl takto posouzen podélný profil, dále příčný profil s ohledem šířku na nivy a tvar údolí a půdorysný profil s ohledem na sinusoitu trasy toku. Tímto způsobem bylo vymezeno hlavních 9 kategorií toků. Následující úroveň podrobněji vymezila homogenní typ toku konkrétními intervaly zahloubení, poměru šířky a hloubky koryta, sinusoity (poměr údolnice k délce toku (Knighton 1984)), materiálu koryta a sklonu. Kombinace parametrů druhé úrovně dala vzniknout 42 unikátním typům toku. Třetí dimenzí je posuzován stav a vývoj na změny koryt (Rosgen, 1994). Na klasifikaci korytových úseků na horských tocích se zaměřili Montgomery a Buffington (1997). Rozdělili úseky koryt na koluviální, skalní a pět typů aluviálních koryt. V případě aluviálních koryt se jednalo o kaskádu, planární, stupeň-tůň, tůň-peřej a typ duna-čejřina. Hodnocení jednotlivých typů korytových úseků vychází z hypotézy vztahu transportní kapacity a velikosti fluviálních sedimentů.



**Obr. 4:** Rosgenova klasifikace vodních toků (Rosgen 1994), vlastní úprava

## 2.2 Fluviální sedimenty a jejich transport

Fluviální sedimenty se dělí podle místa depozice na dvě základní skupiny: ukládané v říční nivě nebo ukládané v říčním korytě (Růžičková et al. 2003). Zde bude věnována pozornost převážně sedimentům koryt vodních toků. Sedimenty v korytech vodních toků, nazývají jako splaveniny, se dále dělí na dva základní typy. První se nazývají plaveniny, které jsou jemného charakteru a jsou obsaženy v celé vodní mase toku. Hrubší sedimenty se nazývají dnové splaveniny a jsou přemísťovány po dně vodního toku saltací (poskokem) nebo sunutím (Knighton 1984). Pro rozdílnost velikostí jednotlivých klastů popsal Wentwoth (1922) logaritmickou Wentworthovu škálu, která definuje jednotlivé velikostní třídy zrnitosti pomocí dvojkového logaritmu na jednotky  $\Phi$  ze standardních milimetrů. Korytový sediment se rozděluje dle zrnitostní klasifikace na šest velikostních typů: balvany (více jak 256 mm), valouny (64-256 mm), štěrk (2-64 mm), písek (0,064-2 mm), prach (0,004-0,064 mm) a jíl (menší než 0,004 mm) (Wentwoth 1922).

Již při pohledu na dno vodního toku se dá určit stav mezi donáškou sedimentů a unášecí kapacitou vodního toku. Unášecí (transportní) kapacita toku je definována jako největší množství materiálu, který je vodní tok schopen transportovat jako dnové splaveniny (Demek 1987). Je-li v úseku koryta vyvinuta horní vrstva sedimentů s největší zrnitostí a velikost částic se směrem k podloží koryta zmenšuje, tak je v korytě přínos sedimentů z horní části toku menší, než je unášecí kapacita toku. V opačném případě je přínos sedimentů větší a horní vrstva větších klastů je zakryta jemnějšími částicemi. Transport splavenin je tedy podmíněn vztahem rychlosti proudění a velikost jednotlivých klastů (Knighton 1984). Při stejné rychlosti proudění se jemné částice transportují oproti hrubším frakcím dříve (Knighton 1984). Například po odeznění vyšších průtoků se z úseku koryta transportují jemné frakce, ale valouny zůstanou nepremísťeny a začnou formovat krycí vrstvu dna. Pokud později nastane nová povodňová situace, energie vody zapříčiní erozi velkých frakcí a následný odnos jemnějších částic pod nimi. Pro určení zrnitosti dna toku jsou jednotlivé klasty měřeny samostatně ve třech osách a souhrnná zrnitost se popisuje skrze zrnitostní percentily jako například medián (Galia 2017).

Původ sedimentů v toku je primárně definovaný matečnou horninou, která formuje dno a břehy koryta. Množství sedimentů, které eroduje a je transportováno do vodních toků, je určeno úrovní zvětrávání matečné horniny. Čím více hornina zvětrává, tím se ve větší míře dostává do říčního systému. Intenzita zvětrávání je vázaná složením matečné horniny, tektonickým porušením matečné horniny a klimatickými faktory (Galia 2017). Mezi významné

klimatické faktory se řadí přechod teplot vzduchu přes hodnotu 0 °C, velikost intervalu teplot mezi dnem a nocí a množství srážek.

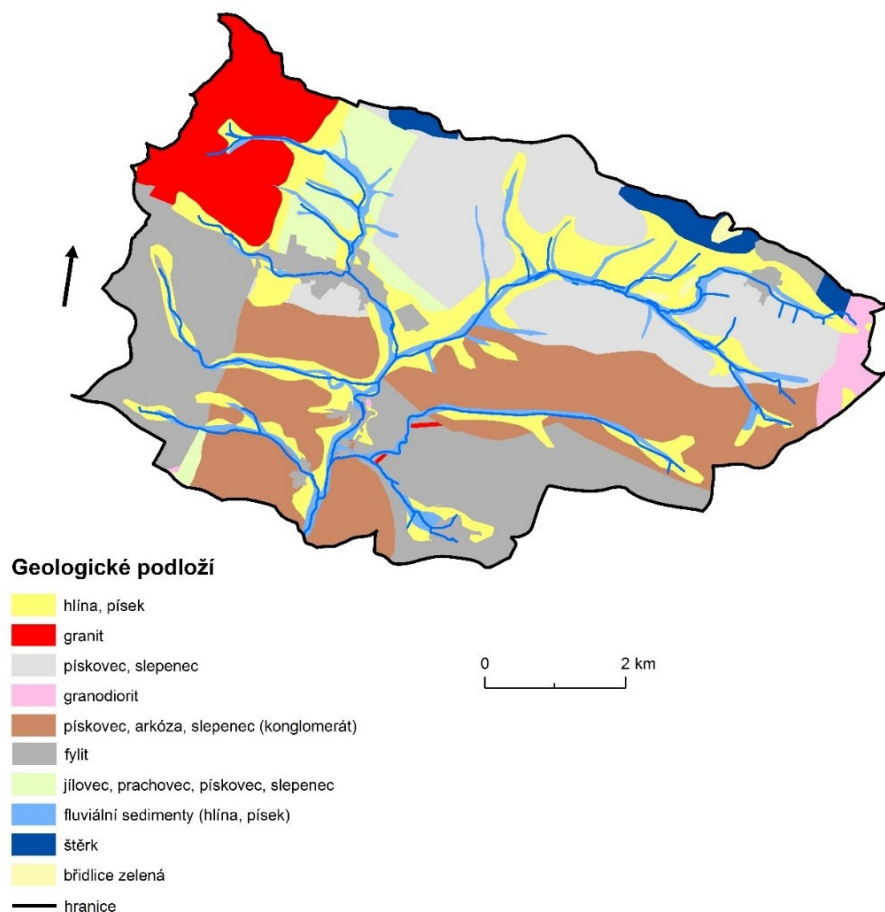
Donáška sedimentů do koryta vodního toku a jejich charakter bude výrazně ovlivněn charakteristikami svahu, zejména sklonem, geologickou stavbou a půdní složkou (Galia 2017). Jemné sedimenty budou převládat u vodních toků s nížinatým typem reliéfu, protože zde bude převažující plošná eroze vyvinutých půd (Schumm 1977). Vodní toky horských oblastí mohou být výrazně ovlivněny sesuvy půdy, neboť svahy, které mají sklon vyšší než 22°, jsou náchylné k sesuvům (Česká geologická služba 2022, dále jen ČGS). Tyto procesy mohou výrazně změnit morfologii koryta i celého údolí. Další okolnosti způsobující depozici sedimentů mohou být například překážky v korytě, zvětšení omočeného obvodu nebo snížení průtoku (Charlton 2007). Drastický zásah pro vodní tok může představovat jeho zahrazení sesuvem a případný vznik hrazeného jezera. Taková událost může zásadně proměnit charakter transportovaných sedimentů. Hrubší sediment z horního toku nad jezerem není transportován do dolního úseku toku, protože hrazené jezero sníží jeho unášecí kapacitu. V otázce plavenin v suspenzi tak malý vodní tok transportuje do vodní plochy (vyjma povodňových situací) zhruba 70-90 % objemu plavenin. (Turowski et al. 2010). Zbylá část opustí vodní nádrž odtokem.



### 3 Vybrané fyzicko-geografické charakteristiky zájmového území

#### 3.1 Geologické poměry

Povodí Odlezelského jezera, které se nachází v Žihelské pahorkatině, je tvořeno různorodým geologickým podložím. Střed povodí protáhlý v severojižním směru (konkrétně SSV-JJZ) je podmíněn geologickými zlomy, kde se vyskytují arkózy, slepenec a arkózovité pískovce karbonského stáří (Demek, Mackovčín 2006). Západní i východní okraje povodí jsou tvořeny chlorit-sericitickými fylity vniklými v proterozoiku (ČGS 2019 a). Na SZ okraji povodí Odlezelského jezera se nacházejí výstupy granitů Čistecko-jesenického masivu variského stáří. Sever povodí je ve znamení arkózovité pískovců, jílovců a prachovců svrchního karbonu. V povodí se nalézají také výstupy metamorfovaných zelených břidlic (ČGS 2019 a). Důležité je zmínit nivní sedimenty holocenního stáří v nivách vodních toků.

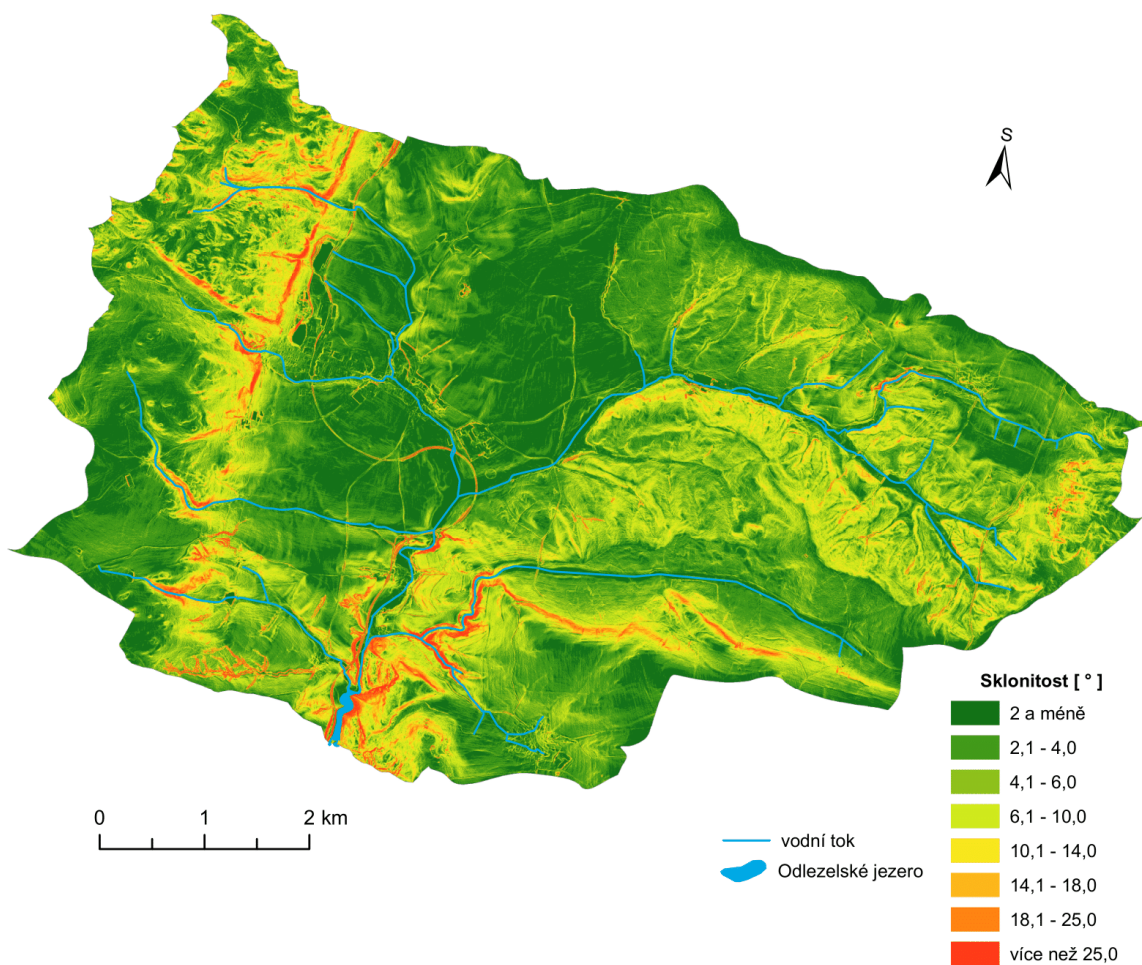


Obr. 5: Geologická mapa povodí Odlezelského jezera (Pagáč 2019)

### 3.2 Geomorfologické poměry

Z pohledu geomorfologického členění spadá povodí Odlezelského jezera do Hercynského systému, konkrétně do provincie Česká vysočina, Poberounská subprovincie a Plzeňská pahorkatina. Při podrobnějším členění geomorfologických celků, spadá povodí jezera do celku Rakovnické pahorkatiny, a dále do podcelku Žihelské pahorkatiny (Demek, Mackovčín 2006). Dominantním prvkem Žihelské pahorkatiny je Žihleská brázda, která prochází jejím středem v severojižním směru. Žihleská brázda je pro geomorfologii povodí jezera zásadně určující. Jedná se o tektonickou sníženinu, dlouhou přibližně 18 km, s výraznými zlomovými svahy v přibližném severojižním směru (ČGS 2019 a; Demek, Mackovčín 2006). Západní a východní okraje Žihelské pahorkatiny jsou tvořeny dvěma kernými pahorkatinami (Rabštejnská pahorkatina a Petrohradská pahorkatina) s převahou erozně denudačního povrchu (Demek, Mackovčín 2006).

Nejvyšší bod v povodí Odlezelského jezera se nachází ve výšce 622 m n. m., v blízkosti elevace Lidčina skála v severozápadním cípu povodí. Nejnižší místo v povodí je hladina Odlezelského jezera, jejíž střední hodnota je stanovena 413,869 m n. m. (Hulec 2017). Střední nadmořská výška povodí činí 505,65 m n. m. Průměrný sklon v povodí je 4,93°. Rovinné plochy (0-2°) zauímají výraznou část Žihelské brázdy, konkrétně od pravého břehu střední části Mladotického potoka k výraznému zlomovému svahu na západním okraji Žihelské brázdy. Zmíněný zlomový svah místy překonává hranici 35° sklonu, a tudíž se dá místy klasifikovat jako sráz (Demek 1987).



Obr. 6: Mapa sklonitosti povodí Odlezenského jezera (data: DIBAVOD 2020; DMR 5G 2018)

### 3.3 Klimatické poměry

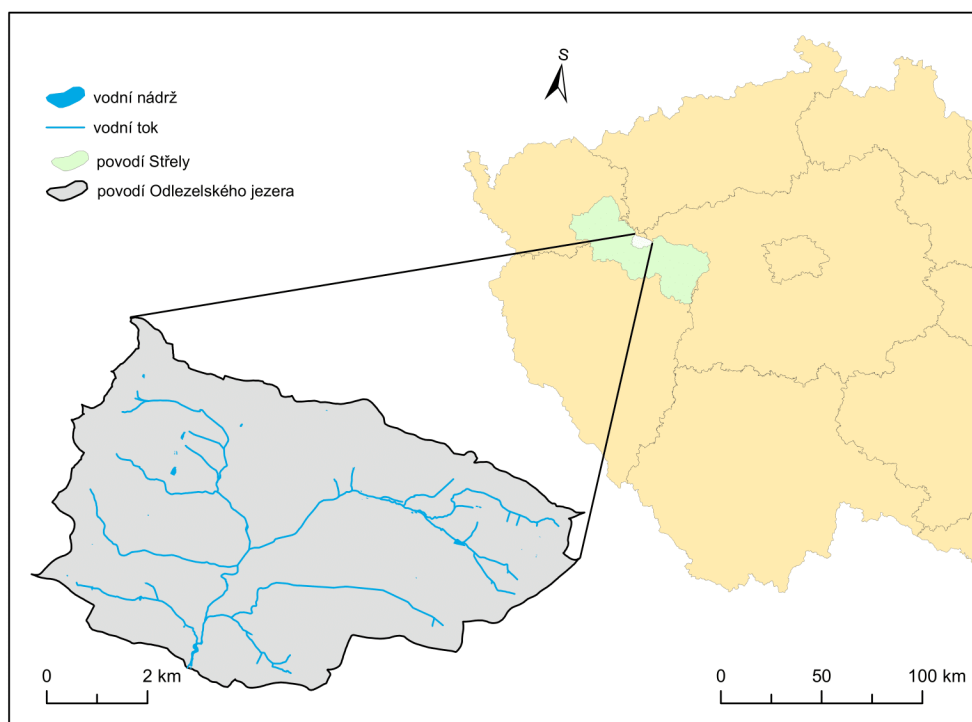
Povodí Odlezenského jezera spadá do mírně teplé klimatické oblasti, konkrétně jednotky MT4 a MT11 dle Quittovi klasifikace (1971). Jižní část povodí spadá do MT11, která se vyznačuje teplejším a sušším podnebím. Jednotka MT11 vykazovala průměrné červencové teploty 17-18 °C, zato jednotka MT04 pouze 16-17 °C. Průměrné lednové teploty byly pro obě klimatické jednotky stejné, a to -2 až -3 °C. Celkový úhrn srážek měl hodnotu 550–650 mm u jednotky MT11 a 600–700 mm u jednotky MT4 (Quitt 1971).

V celém povodí jezera se nenachází ani jedna meteorologická stanice provozovaná ČMHÚ (2022). Nejbližší meteorologická stanice je umístěna v obci Kralovice, která je vzdálená 9,4 km JV od Odlezenského jezera. V samotném povodí se nachází meteorologická stanice v Obci Žihle, která je spravována Katedrou fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Hodnocením závislosti průměrných úhrnů srážek

sítí meteorologických stanic ČMHÚ v širším okolí Odlezelského jezera byla stanovena hodnota průměrného ročního úhrnu srážek - 519 mm (Čuřík 2009).

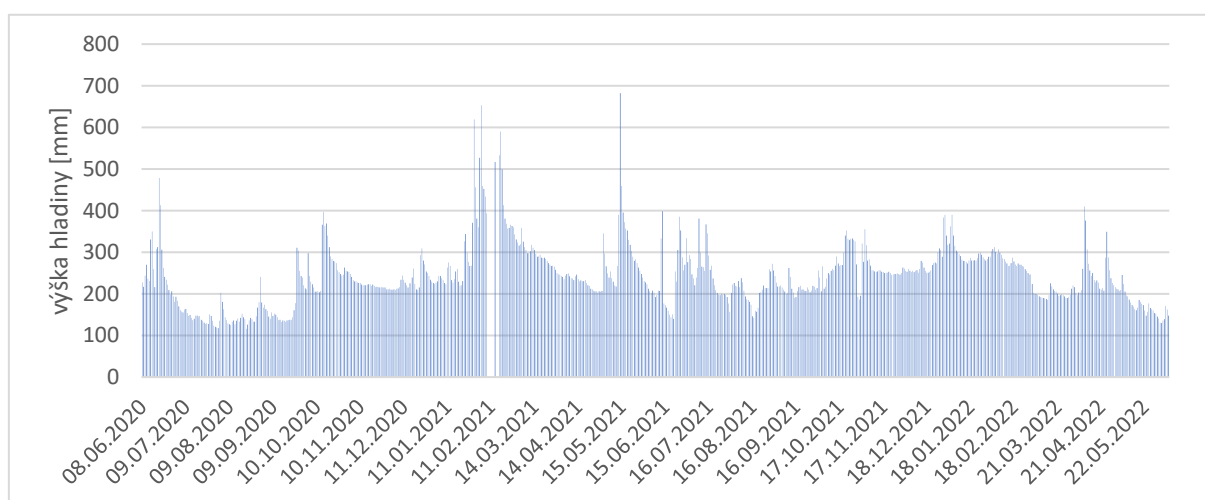
### 3.4 Hydrologické poměry

Rozloha povodí celého povodí Odlezelského jezera je 46,078 km<sup>2</sup>. Délka všech vodních toků v povodí činí 44 km. Tvar povodí je vějířovitý, charakterizovaný jako poměr plochy ku čtverci délky povodí. Hustota říční sítě má hodnotu 0,95 km / km<sup>2</sup>. Mladotický potok je páteřním tokem celého povodí, který při ústí do jezera měří 9,136 km. Mladotický potok se po opuštění Odlezelského jezera stává levostranným přítokem Střely, která se následně vlévá do Berounky. Dle absolutní řádovosti říční sítě je Mladotický potok V. řádu. Nejdelším přítokem Mladotického potoka je Žihelský potok pramenící v Rabštejnské pahorkatině. Většina vodních toků bude podrobně popsána v kapitole 6.1. Kromě samotného jezera se ve zkoumané oblasti vyskytuje řada dalších vodních nádrží. Značná část z nich je součástí říční sítě, které potenciálně ovlivňují průtok toků nebo transport dnových splavenin. Například Rybníčky u Podbořánek na Mladotickém potoce nebo rybník Bělídlo na Odlezelském potoce. Všechna hydrologická data byla použita ze struktury DIBAVOD (VÚV TGM 2020).



**Obr. 7:** Mapa říční sítě povodí Odlezelského jezera (data: DIBAVOD 2020; ArcČR 500, 2016)

Hydrologický režim jezera a jeho povodí byl podrobněji popsán v práci Hulec (2020). Zde bylo uvedeno, že největších průtoků bylo v období 2009-2019 vázáno na zimní měsíce, naopak nevíce vody odteklo z povodí v létě. Hydrologická stanice na Mladotické potoce v obci Přehořov zaznamenala průměrný denní průtok  $0,097 \text{ m}^3/\text{s}$  ve výše zmíněném období při průměrné výšce hladiny 253 mm (Hulec 2020). Vodní stav Mladotického potoka na stanici Přehořov od 8. června 2020 do 8. června 2022, což bylo období přecházející terénnímu průzkumu této práce, vykazovala průměrný denní vodní stav 241,8 mm.

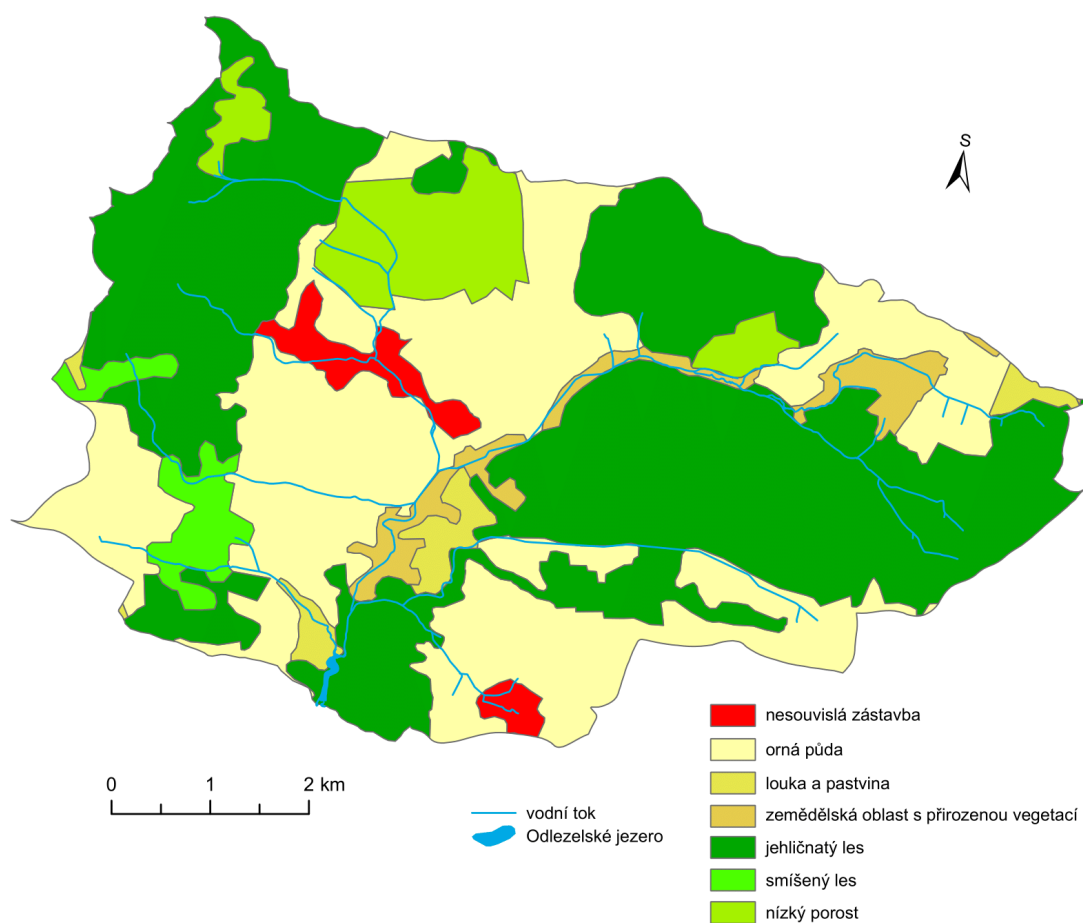


**Obr. 8:** Průměrná denní výška hladiny Mladotického potoka na hydrologické stanici v obci Přehořov za období červen 2020–červen 2022 (data: PřF KFGG)

### 3.5 Půdní poměry a krajinný pokryv

Výskyt půdních typů byl popsán pomocí Půdní mapy ČGS (2019 b). Povodí jezera se vyznačuje převahou kambizemí. Výskyt kambizemí mesobazického podtypu je častěji vázán na ornou půdu, naproti tu kambizem districká je doprovázena lesním porostem. Západní zlomový svah Žihelské brázdy je oblastmi rankerů. Nivy vodních toků nižších poloh jsou charakteristické přítomností půdním typem fluvizemí. Vodní toky s vyšší nadmořskou výškou jsou vázány výskytem půdního typu glejů. Ve středu Žihelské pánve, v okolí obce Žihle, je výskyt modálních hnědozemí a modálních luvizemí. Výskyt podzolů je typický pro levý břeh Odlezelského jezera. Ten je také charakteristický pro část povodí Mladotického potoka, umístěného ve vyšších polohách a lesním porostu. V povodí Odlezelského jezera obecně převládají půdy hlinité, ale na některých místech je dominantní výskyt lehkých půd (písčité a hlinitopísčité) (Čuřík 2009). Orné půdy v povodí mají převážně vyšší úroveň infiltrace, naopak nižší mají oblasti niv vodních toků dle hydrologických půdních skupin (Pagáč 2019).

Krajinný pokryv zájmového území byl hodnocen pomocí dat CORINE Land Cover programu Copernicus z roku 2018. Největší plošné zastoupení ve využití půdy vykazovaly lesní porosty s 23 km<sup>2</sup> (49,9 %). Následovala orná půda, která zaujímala 16,1 km<sup>2</sup> (34,9 %) plochy zájmového území. Pozoruhodné bylo využití půdy nízkým porostem v rozsahu 3,14 km<sup>2</sup>. Tato zmíněná plocha se dominantně rozkládá severně od obce Žihle. Tuto konkrétní plochu zaujímají rychle rostoucí dřeviny s komerčním využitím. Roztroušená zástavba zaujímá pouze území 1,08 km<sup>2</sup>, tedy nepatrnou část povodí.



**Obr. 9:** Mapa krajinného pokryvu povodí Odlezeleského jezera za rok 2018 (data: Corine Land Cover 2018)

## 4 Současný stav výzkumu zájmového území

### 4.1 Historický kontext výzkumných aktivit

Území okolo Odlezelského jezera se stalo častým předmětem zkoumání v důsledku srážkových událostí z 25. a 26. května roku 1872. Mimořádné srážky z těchto dnů zapříčinily sesuv arkóz z Potvorovského kopce a vznik 300 m dlouhé hráze tohoto jezera (Janský 1976).

Samotné Odlezelské jezero bylo ve své historii pětikrát systematicky batymetricky zmapováno (1972, 1990, 1999, 2003 a 2017). Díky délce časové řady měření se měnily i způsoby měření hloubky nebo břehové linie. Během zkoumaných let se plocha jezera i objem jezerní pánve značně změnily. Mezi lety 1972 a 2003 se plocha jezera zmenšila o 19 % a objem jezerní pánve až o 26,5 % (Janský et al. 2010).

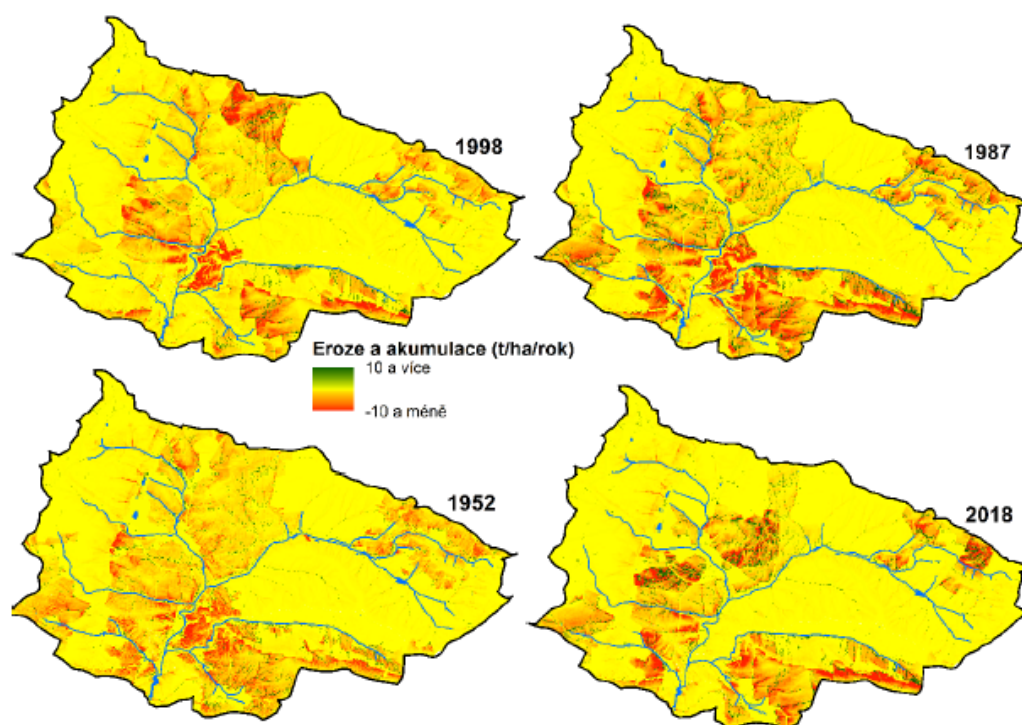
Výzkum byl zaměřen i na celé povodí Odlezelského jezera. Zkoumaly se zejména možnosti změny využití půd, změny podmínek pro vodní erozi s ohledem na případnou kolektivizaci, konkrétně zvětšování zemědělských ploch nebo odstraňování zemědělských teras (Janský, Urbanová 1994; Schulte et al. 2006). Změny ve velikosti zemědělských ploch byly zkoumány analýzou leteckých snímků SV od obce Žihle. Zde byl zaznamenán značný nárůst velikosti zemědělských ploch mezi lety 1952 až 1975 a následně i v roce 1987. Zmenšení ploch zemědělské půdy nastalo až po roce 1989 (Janský et al. 2010). Dle Janského a Urbanové (1994) došlo k nárůstu velikosti zemědělských ploch v 60. a 70. letech, které vedlo k zvětšení míry svahové eroze. Nárůst eroze souvisel i s odstraňováním zemědělských teras zvětšující sklon svahu (Janský, Urbanová 1994).

Důkladné analýze byl podroben i jezerní sediment. Byla provedena stratigrafie sedimentů ze dna jezera pomocí vrtů, které byly dlouhé až 4 m. Stratigrafie sedimentů odhalila značnou rozkolísanost průměrné velikosti sedimentu ve větší hloubce a poměrně stabilní velikost sedimentu ve vrchní vrstvě 180 cm (Janský et al. 2010). Rovněž byla provedena analýza izotopů pro určení absolutní chronologie sedimentů jezera, která odhalila mírný nárůst roční sedimentace po roce 1963 oproti roku 1920, a to i s ohledem na případné povodňové stavy potenciálně zvyšující přínos sedimentů do jezera. V sedimentech projevila pouze tříletá povodeň z roku 1978 (Janský et al. 2010).



## 4.2 Aktuální výzkum

Pagáč (2019) hodnotil stav vodní eroze půdy a její vývoj v letech 1952, 1987, 1998 a 2018 modelem WaTEM/SEDEM. Podle výše zmíněného autora nejvyšší erozní ohrožení v povodí Odlezelského jezera nastalo k měřenému roku 1987, kdy povodí přesáhlo hodnotu 2 t/ha/rok. V roce 1952 a 2018 byla celková eroze půdy obdobná, a to o 24 % nižší než v roce 1987 (Pagáč 2019). Obecně byly vymodelovány nejvyšší hodnoty eroze pro ornou půdu s vyšším sklonem svahu. Parcely byly v roce 1987 plochou největší (naopak v roce 1952 byly parcely nejmenší), což napomohlo zvýšení svahové eroze. Pokles eroze v roce 2018 byl zapříčiněn převážně zvýšením ochrany půdy vlivem vegetace (nárůst plochy trvalého travního porostu a rychle rostoucích dřevin). Například severně od obce Žihle se vyskytuje oblast s rychle rostoucími dřevinami na ploše 3 km<sup>2</sup>, které fungující jako protierozní opatření (Pagáč 2019).



**Obr. 10:** Mapy intenzity eroze a akumulace za roky 1952, 1987, 1998, 2018 (Pagáč 2019)

Podstatné je zmínit, že proběhlo hodnocení množství splavenin vstupující do vodních toků, které bylo rovněž nejvyšší pro rok 1987. Stejná situace nastala i pro modelované množství splavenin, které se dostalo přímo do Odlezelského jezera (Pagáč 2019). V rámci aktuálních výzkumů byla dále zkoumána korelace hydrologického a plaveninového režimu jezera. Podle Hulce (2020) nastává jasná závislost vysokých průtoků s vysokými hodnotami suspendovaných



sedimentů. Mimo vysoké průtoky byl transport plavenin minimální (Hulec 2020). Sezónnost plavenin a průtoků naopak byla zcela odlišná.

V povodí Odlezelského jezera byla také modelována konektivita povodí, která se zaměřuje na trasy pohybu sedimentů. Kofroňová (2018) třemi odlišnými modely konektivity sedimentů (každý měl jiné vstupní parametry) zjistila, že vliv sklonitosti svahů je hlavní, byť ne samonosný, z faktorů ovlivnění konektivity. Vliv krajinného pokryvu zde existuje, ale v menší míře (Kofroňová 2018). Koeficient erodovatelnosti a úhrny srážek se ukázaly jako faktory ovlivňující trasy pohybu sedimentů. Rovněž byl simulován model se změnou orné půdy v povodí na trvalé travní porosty (dále jen TTP). Ten prokázal snížení hydrologické konektivity v případě absolutního rozsahu TTP namísto orné půdy, ale v menší míře, než se předpokládalo (Kofroňová 2018).

Jednou z nejnovějších studií je práce Hartvicha et al. (2020), který byla zaměřena na odhad objemu sedimentů a jejich vývoj na dně Odlezelského jezera už od jeho přehrazení. Výzkumníci zvolili systém neinvazivních metod pro výpočet objemu sedimentů. Byl použit systém devíti profilů elektrické odporové tomografie (dále jen ERT) se stacionárními a plovoucími elektrodami na hladině jezera. ERT byla doplněna o další podpůrné metody jako SONAR, morfometrické výpočty a další. Metoda pevných elektrod oproti tažených plavidlem po profilu jezera má lepší rozlišení díky možnosti zapojení více elektrod za sebou nebo méně komplikací s vodní vegetací, která by se zamotávala do kabelů (Day-Lewis et al. 2006).

Jedním z hodnocených parametrů byly suspendované plaveniny měřené stanicí nad jezerem (Přehořov), které byly hodnoceny za období 2012 až 2016. Průměrná koncentrace suspendovaných sedimentů dosahovala hodnoty  $27 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Nejvyšší průměrné měsíční koncentrace vykazovaly měsíce červen a červenec, a to přes  $50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Mezi lety 2012-2016 byl průměrný roční transport suspendovaného sedimentu 165 t, což odpovídá  $4,8 \text{ t}\cdot\text{km}^{-2}$  za rok v povodí. Nejvíce materiálu bylo transportováno v měsíci červnu, a to až 25 %. (Hartvich et al. 2020).

Z výsledků batymetrického měření z roku 2017 a jeho porovnání s měřeními z let 1972 a 2003 vyplývá, že objem vody v jezeře o 29 % menší než v roce 1972. Plocha jezera se zmenšila mezi lety 1972 a 2017 o 19 %. Průměrná hloubka jezera se snížila mezi lety 1972 a 2017 o 0,3 m. Studie odhaduje, že díky zařezávání odtokového potoka klesla hladina jezera o 2 metry. Samotné jezerní sedimenty zaplnily dvě třetiny objemu jezera.

V Odlezelském jezeře byla také dvakrát měřena vodivost vody, a to v roce 2003 a 2020. Ze 72 měření byly získány výsledky, které ukázaly výrazný pokles vodivosti vody v roce 2020. V roce 2003 byla průměrná hodnota  $982\mu\cdot\text{Scm}^{-1}$ , která klesla za rok 2020 na hodnotu  $502\cdot\mu\text{Scm}^{-1}$ . To by mělo značit pokles koncentrace plavenin v jezerní vodě.

Při výzkumu sedimentů pomocí ERT je důležitý předpoklad, že vnikne odporový kontrast mezi sedimentem nasyceným vodou a horninovým podložím (Škarpich et al. 2011). Tento předpoklad byl při výzkumu Hatvicha et al. (2020) potvrzen. Jezerní sedimenty měly odpory 10-50  $\Omega\text{m}$ , ale horninové podloží dosahovalo naměřených hodnot mezi 600 a 2000  $\Omega\text{m}$ . Tento přechod od sedimentu na podložní horninu jezera byl velmi ostrý. Naopak jemnozrnné jezerní sedimenty byly prakticky neodlišitelné od samotné jezerní vody, a to na všech měřených profilech. Tento úkaz byl způsoben výrazně podobnými hodnotami odporu, jelikož jezerní voda měla vysokou koncentraci rozpuštěných látek. Podle Colombero et al. (2014) je odporová vodivost definována koncentrací jontů i teplotou vody. Tato skutečnost následně způsobuje rozdílné hodnoty vodivosti vody, a tím je znemožněna validní interpretace výsledků a jejich použití k určení dna. U Odlezelského jezera byla k odhalení rozhraní vody a sedimentů použita kombinace ERT a SONARu.

Významný posun v měření rychlosti sedimentace přinesl rok 2003. Před tímto rokem kvalifikovaný předpoklad odhadoval zanášení jezera sedimenty v hodnotě cca 2-3 cm ročně. Měření po roce 2003 přineslo výsledky rychlosti sedimentace pouze 0,3-0,4 cm za rok (Hartvich et al. 2020). To by znamenalo, že kdyby bylo jezero zanášeno stejnou rychlostí jako v zkoumaném období 1972 až 2003, tak by bylo zaneseno v roce 2089 (Janský et al. 2010). Výsledky měření v obdobích mezi lety 2003 a 2017 ukazují, že doba zanesení jezera by mohla být až 600 let. Tento výsledek je dokázán vysokou podobností hodnot z batymetrických měření 2003-2017 a měření objemu plavenin z období 2012-2016 (Hartvich et al. 2020).

### **4.3 Měřicí stanice povodí Mladotického potoka a Odlezelského jezera**

V povodí Odlezelského jezera jsou instalovány celkem čtyři stanice provozované Katedrou Fyzické geografie a geokologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Jedna z nich je meteorologická stanice v obci Žihle, kde je měřena řada meteorologických jevů: teplota a vlhkost vzduchu, globální radiace, rychlost a směr větru, úhrn srážek a teplota půdy. Další měřicí stanice je umístěna na Mladotickém potoce v obci Přeňov, která je vzdálená 660 metrů od ústí Mladotického potoka do jezera. Zde je výška hladiny kontinuálně měřena

ultrazvukovým i hydrostatickým hladinoměrem. Dále je zde měřena teplota, vodivost a kalnost vody. Také se zde zkoumá koncentrace suspendovaných plavenin ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) pomocí automatického vzorkovače při vyšších stavech vody, a to již od roku 2012. Určitou nevýhodou této stanice je její umístění, protože nepokrývá celé povodí Odlezelského jezera. Potvorovský a Odlezelský potok přitékají do povodí jezera až „pod“ stanicí v Přehorově. Třetí v pořadí je hydrologická stanice Odlezelského jezera, kde aktuálně hodnoceno napětí vody, a především výška hladiny jezera pomocí tlakové sondy. Tato stanice je zřízena v jihovýchodním zálivu Odlezelského jezera. Poslední hydrologická stanice se nachází na Mladotickém potoce pod Odlezelským jezerem, v důsledku své polohy už nemůže být použita k hodnocení povodí Odlezelského jezera jako takového. U této stanice je měřena hladina hydrostatickým hladinoměrem. Z pohledu fyzikálních charakteristik vody je zde zaznamenávána teplota a kalnost vody. V poslední řadě je zde hodnocena koncentrace suspendovaných plavenin pomocí automatického vzorkovače v době nejvyšších vodních stavů pro určení vztahu mezi zákalem a koncentrací nerozpuštěných látek. Měření koncentrace suspendovaných plavenin zde probíhá od roku 2012.



**Obr. 11:** Hydrologická stanice na Mladotickém potoce v obci Přehorov (foto autor)

## 5 Metodika

Aplikační část bakalářské práce se zaměřuje na mapování a následnou analýzu vodních toků a údolní nivy povodí Odlezelského jezera. K mapování jednotlivých toků byla použita metoda monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků (Langhammer 2007) (dále jen HEM) a speciálního formuláře věnované přímo akumulacím a erozním tvarům vodních toků.

Pro zaznamenávání GPS souřadnic začátků jednotlivých úseků vodních toků a jednotlivých fluviálních tvarů byla použita mobilní aplikace Mapy.cz, a to během celého období měření v dubnu až květnu 2022. Potřebné analýzy a mapové výstupy byly provedeny v softwaru ArcGIS Pro a Microsoft Excel. Kromě dat získaných během terénního šetření byl použit k analýze sklonitosti povrchu a toků digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) provozovaný ČÚZK. Dále byla použita data ČMHÚ, České geologické služby (Geologická mapa a Půdní mapa), ArcČR 500, DIBAVOD, Corine Land Cover a data měřících stanic povodí Odlezelského jezera provozovaných Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy Katedrou fyzické geografie a geoekologie.

### 5.1 HEM – Hydromorfologický monitoring toků

Použití metody HEM začíná vymezením hranic jednotlivých úseků vodního toku, aby každý úsek byl homogenní v zásadních ukazatelích, které se monitorují, a byl sám za sebe reprezentativní pro následnou analýzu. U všech mapovaných toků se postupovalo od ústí směrem k prameni, takže úsek toku s pořadovým číslem jedna je poslední úsek toku před zaústěním. V předem daných charakteristikách byly zaznamenávány morfometrické charakteristiky toku a nivy. Do nich spadají minimální a maximální šířka hladiny, šířka koryta, šířka údolní nivy pro levý i pravý břeh a tvar údolí, který je v kategoriích: soutěska, tvar V, tvar U, neckovitý, plochý a asymetrický. Dále by mapován převládající typ trasy toku v kategoriích divočící tok, rozvětvený tok, meandrující, zákruty a přímý úsek. Byly posuzovány i známky napřímení úseku a historický stav. Hodnocení průchodnosti koryta určoval výskyt a charakter překážek v korytě, které se dělily na stupně různých velikostí, propustky, hráze a další. Rozsah zahloubení koryta se hodnotilo v desítkách procent a v šesti intervalech hloubek (např. 50 cm – 1 m). Případně se určovalo umělé zvýšení nebo snížení hloubky koryta. Variabilita hloubek v příčném profilu se rovněž určovala rozsahem % v kategoriích vysoká, střední, přirozeně nízká a nízká z důvodů úpravy koryta. Struktury dna byly mapovány a posouzeny v rozsahu %

v kategoriích: žádné struktury, lavice, ostrovy, mělčiny, tůně, peřeje a skalní stupně. Dnový substrát byl roztríděn a následně určen rozsah v % do typů substrátu: skalní podloží, balvany (256 mm a více), kameny (64-256 mm), štěrk (2-64 mm), písek (0,06-2 mm), prach/jíl (<0,06) a rašelina. Upravenost dna, jeho charakter a rozsah v % byl posouzen mezi kategorie: dno bez známek úprav, zpevnění dna kamennou dlažbou, zpevnění dna betonem, zatrubnění/zakrytí toku, pravidelné prohrábky koryta a přidávání splavenin. Upravenost břehu lidskou činností byla mapována pro oba břehy zvlášť a jejich rozsah v % byl posouzen dle charakteru úprav mezi břeh bez známek úprav, vegetační opevnění břehu, gabiony, polovegetační tvárnice, kamenný pohoz, kamenná dlažba, úprava betonem a souvislá úprava profilu. Výskyt mrtvého dřeva v korytě toku byl rozdělen mezi mrtvé dřevo/vývraty v korytě a kompaktní shluky větví, a následně určen jejich výskyt a rozsah v %. Stabilita břehu se mapovala v rámci levého i pravého břehu zvlášť. Stabilita břehu byla zaznamenávána v procentuálním rozsahu v kategoriích: stabilní břehy, drobné břehové nátrže (do 5 metrů délky), rozsáhlé břehové nátrže (nad 5 m), drobné fluvialní akumulace (do 100 m<sup>2</sup>) a rozsáhlé fluvialní akumulace (nad 100 m<sup>2</sup>).

Převládající charakter břehové vegetace byl také rozdělen rozsahem výskytu v % mezi L a P břeh v kategoriích: přirozený les, hospodářský les, galeriová vegetace, přerušované pásy vegetace, jednotlivé stromy/keře, vysoké byliny a břehy bez vegetace. Dalším měřeným parametrem bylo využití přibřežní zóny, které se vymezovalo v procentech mezi les, louku, pastvinu, vodní plochy, zemědělskou plochu, roztroušenou zástavbu a intravilán. Charakter proudění byl posuzován v měřených kategoriích vodopád, stupněň, peřejnatý úsek, slapový proud, tůně a vzdutí. Jako poslední mapovaný parametr bylo znamenáváno umělé ovlivnění hydrologického režimu v jednotlivých úsecích, a to následovně: dynamika beze změn, trvalá regulace průtoku, trvalé vzdutí a nárazové vypouštění. Při mapování jednotlivých potoků se vyskytly úseky, které záměrně vyškrtly z mapovacího procesu. Jednalo se o úseky, kde nebylo možné adekvátně změřit výše zmíněné charakteristiky toků. Jednalo se například o úseky toků procházející soukromími pozemky, kde nešlo uskutečnit mapování. Dále se jednalo o úseky, kdy se vodní toky změnilly na vodní nádrže. Také zde postrádalo mapování význam. Výsledky byly pro jednodušší mapovací práci i jejich následnou analýzu hodnoceny na celé desítky procent.

## 5.2 Fluviální tvary

Pro druhou část mapování byl využit formulář pro mapování erozních a akumulčních tvarů v korytech fluviálního systému v říčních korytech a přilehlé údolní nivě. Jednotlivé tvary byly zaznamenány GPS souřadnicemi, bylo jim přiřazeno unikátní číslo a poznamenáno, v jakém úseku daného toku se vyskytují. Provedena byla rovněž fotodokumentace fluviálních tvarů, často s referenční latí dlouhou jeden metr pro lepší představu velikosti tvaru z fotografie. Erozním i akumulčním tvarům byla stanovena minimální mapovací velikost, aby bylo exaktně stanoveno, jaký tvar mapovat či nikoliv. Tvary menších velikostí už jsou obtížně rozpoznatelné a jsou výrazně ovlivněné aktuálním stavem vody v době mapování. Erozní tvary dostaly minimální mapovací výšku 0,5 m a délku 1 m. Akumulční tvary měly mapovací hranici 1 m šířky 1 m délky.

V případě erozních tvarů bylo posouzeno, zda se jedná o břehovou nátrž, sesuv nebo změnu koryta. Dále byla posuzována délka a výška tvaru v metrech. Následně se hodnotila stabilita tvaru neboli jeho relativní stáří podle vegetace v kategoriích: starý (několikaleté stromky), středně starý (křoviny, vysoká tráva), mladý (nízká tráva) a čerstvý (bez vegetace) a zaznamenávala se poloha objektu na levém nebo pravém břehu.

Akumulční tvary se také mapovaly dle typu: akumulace v korytě, akumulace v nivě, dejekční kužel a samostatný balvan. Akumulace v korytě se dále členily na podélné (rovné úseky), jesešní, ostrovy, soutokové, příčné, nadjezové a podjezové. Dále byla zaznamenávána poloha akumulace v korytě směrem po proudu (u levého břehu, spíše vlevo, střed, spíše vpravo, u pravého břehu). Rozměry akumulací byly měřeny ve dvou osách, konkrétně délka a šířka v metrech. Následně byla posuzována stabilita akumulace ve stejných kategoriích jako erozní tvary. Při mapování se také hodnotil materiál akumulace dle rozdílné zrnitosti, a to konkrétně na kameny + štěrk, štěrk, štěrk + písek, písek, písek + jíl a samotný jíl. Poslední parametr hodnotil vnitřní strukturu akumulace – její gradaci mezi pozitivní gradaci, bez gradace a s negativní gradaci. Pozitivní gradace značí akumulaci s dřívějším ukládáním hrubších klastů a dále po proudu jemnějších. Naproti tomu negativní gradace představuje akumulaci, kde se nejprve ukládá jemnější sediment a dále po proudu hrubší. Akumulace s nejasnou vnitřní strukturou jsou označeny bez gradace.

## 6 Výsledky

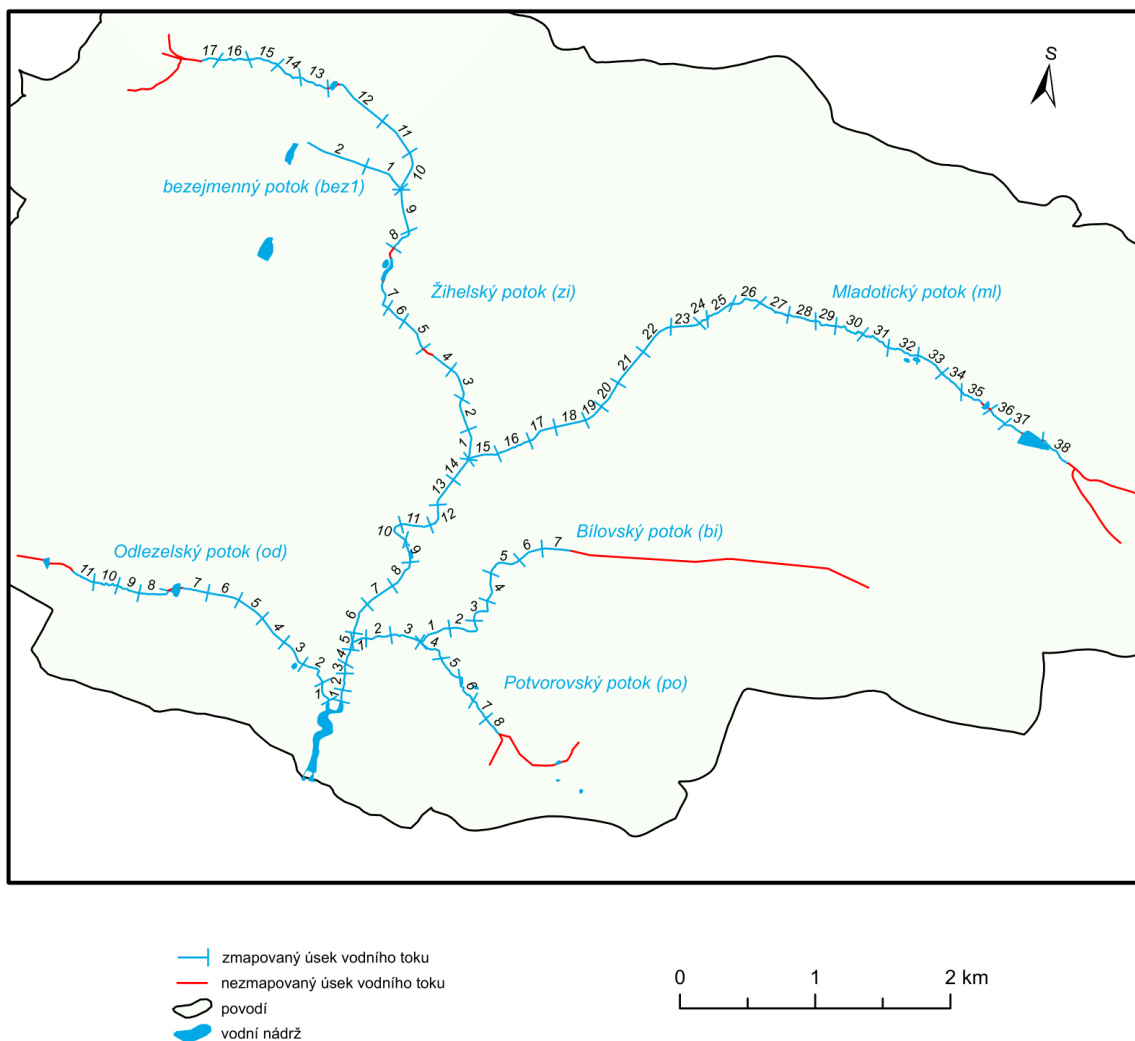
### 6.1 Mapované úseky říční sítě povodí Odlezelského jezera

V rámci mapování říční sítě povodí Odlezelského jezera bylo zmapováno šest separátních vodních toků (viz. Tab. 1) a celkově 83 samostatných mapovaných úseků.

Tab. 1: Zmapované potoky povodí Odlezelského jezera

název toku	počet úseků	předpona kódu	délka zmapované části toku [m]
Mladotický potok	38	ml	7648
Odlezelský potok	11	od	2301
Potvorovský potok	8	po	1517
Bílovský potok	7	bi	1648
Žihelský potok	17	zi	4105
bezejmenný potok	2	bez1	788

data: DIBAVOD 2020



Obr. 12: Mapa zmapovaných vodních toků Odlezelského jezera (data: DIBAVOD 2020)



### 6.1.1 Mladotický potok

Mladotický potok je hlavním a zároveň nejdelším vodním tokem ve zkoumaném povodí. Potok byl rozdělen na 38 zmapovaných úseků a jejich souhrnná délka činila 7 648 metrů. Páteří tok zkoumaného povodí je napojen na dva zmapované přítoky, po jednom levostranném (Potvorovský potok) a pravostranném (Žihelský potok). Jednotlivé úseky na sebe navazují, ale v oblasti Přírodní rezervace Rybníčky u Podbořánek byla na dvou místech návaznost úseků narušena z důvodu výskytu rybníků, kterými protéká Mladotický potok. Hydromorfologie toku byla zde zásadně změněna, proto bylo nutné vytvořit dvě mezery v mapovací linii potoka. Konkrétně se jednalo o Dolní rybník mezi úseky ml-35 a ml-36. Horní rybník zase rozdělil potok mezi úseky ml-37 a ml-38. Mladotický potok ústí deltou do severovýchodní zátoky Odlezelského jezera a pramení v silně podmáčené nivě bažinatého charakteru v okolí silnice první třídy I/27. Nad úsekem ml-38 bažinatý terén neumožnil pokračovat v mapování, protože koryto potoka se zde změnilo na bažinatou vodní plochu.



**Obr. 13:** Delta Mladotického potoka před ústím do Odlezelského jezera (foto autor)

Důležité bylo zmínit ovlivnění délky a počtu jednotlivých úseků Mladotického potoka i dalších jeho charakteristik činností bobra evropského v dolní části toku. Činnost bobra byla zaznamenána pouze v korytě Mladotického potoka, a to konkrétně mezi deltou potoka do jezera a silnicí třetí třídy procházející centrem obce Přehořov (úseky ml-01 až ml-08). Úsek ml-04 měl ovlivněné vymezení hranice díky výstavbě dvou bobřích hrází, čímž se dramaticky změnil charakter značné části mapovaných veličin.





**Obr. 14:** Bobří hráz na Mladotickém potoce (úsek ml-04) (foto autor)



**Obr. 15:** Činnost bobří populace na Mladotickém potoce (foto autor)

### 6.1.2 Odlezelský potok

Dalším tokem vtékajícím do Odlezelského jezera je Odlezelský potok, který ústí do jezera v severozápadní zátocě. Během mapování byl tento potok rozdělen na 11 úseků s celkovou délkou úseků 2301 m. V jednom případě byla mapovací linie rozdělena rybníkem Bělídlo mezi úseky od-07 a od-08 z důvodů zásadních změn hydromorfologických charakteristik. Měření bylo zakončeno pod Robotným rybníkem, jelikož se zde potok změnil na silně podmáčenou půdu.

### 6.1.3 Potvorovský potok

V chatové oblasti obce Přehořov se vlévá do Mladotického potoka jeho levostranný a zároveň poslední přítok v jeho cestě do Odlezelského jezera – Potvorovský potok. Soutok výše zmíněných potoků je od břehu Odlezelského jezera vzdálený 588 metrů. Po více než půl kilometru od začátku mapování, na konci úseku po-03, přitéká z pravé strany Bílovský potok. Soubor úseků nebyl při měření přerušen. Délka zmapovaných úseků činila 1517 metrů a jejich počet dosáhl čísla osm. Konec mapování byl proveden u propustku pod polní cestou, přibližně 600 m severozápadně od středu obce Potvorov. Důvodem ukončení mapování na výše zmíněném místě byla skutečnost omezení vstupu do nivy potoka.

### 6.1.4 Bílovský potok

Bílovský potok je pravostranným přítokem Potvorovského potoka. Zmapovaná část potoka byla rozdělena na 7 úseků a nebyla na žádném místě přerušena. Celková délka měřené linie toku byla 1648 metrů. Mapování bylo ukončeno silnicí třetí třídy mezi obcemi Potvorov a Žihle. Následná část Bílovského potoka, s délkou přes dva kilometry, nebyla zmapována z

předpokladu přílišné homogenity hydromorfologických charakteristik (posouzené dle satelitních snímků serveru [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz) ke dni 6.4.2022).

### 6.1.5 Žihelský potok

Do Mladotického potoka se po necelých dvou a půl kilometrech od delty směrem proti proudu vtéká Žihelský potok. Jedná se o druhý nejdelší měřený tok sledovaného povodí s délkou 4105 metrů. Zmapovaná část obsahuje celkem 17 úseků, ale mapování muselo být z různých důvodů třikrát přerušeno. Potok po čtvrtém mapovaném úseku protéká intravilánem obce Žihle. Zde bylo měření potoka přerušeno z důvodu nepřístupnosti do bezprostřední blízkosti koryta. Tento nezaznamenaný úsek měřil pouze 84 m. Další přerušeni muselo nastat mezi úseky zi-07 a zi-08, kde se potok změnil na průtočný rybník. Na konci úseku zi-09 se připojuje zmapované koryto bezejmenného potoka z pravé strany. Poslední přerušeni linie toku nastalo mezi úseky zi-12 a zi-13. Zde potok překonával železniční trať a nad ní proti proudu vnikla přírodní vodní nádrž, z důvodu částečné neprůchodnosti zatrubněné části toku pod železnicí. Mapování bylo ukončeno u soutoku bystřiny s hlavním tokem z důvodů zanedbatelných rozměrů hladiny potoka nad soutokem.



**Obr. 16:** Přírodní vodní nádrž na Žihelské potoce mezi úseky zi-12 a zi-13 (foto autor)

### 6.1.6 Bezejmenný potok

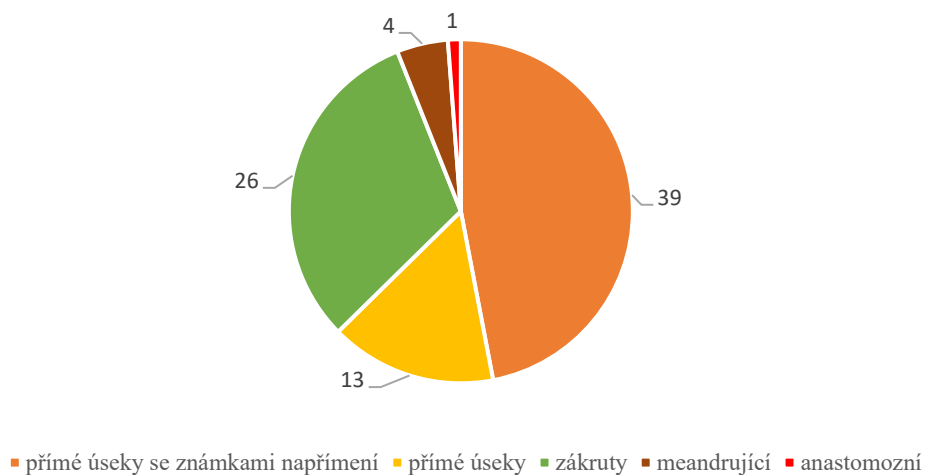
Jediný nepojmenovaný vodní tok ve zmapované říční síti je pravostranný přítok Žihelského potoka. Měřený tok měřil pouze 788 metrů a byly u něj vymezeny dva úseky. Konec koryta toku se nacházel pod železniční tratí vedoucí také přes obec Žihle. Východně od trati se nachází vodní nádrž, se kterou není potok propojen. V době mapování sahala voda v korytě pouze do konce úseku bez1-01. Druhý úsek by vyschlý, tudíž u něj nebyla zaznamenána část

hydromorfologických charakteristik (minimální a maximální šířka hladiny, charakter proudění a umělé ovlivnění průtoku). Rozsah vody v korytě pravděpodobně souvisí s výškou hladiny podzemní vody.

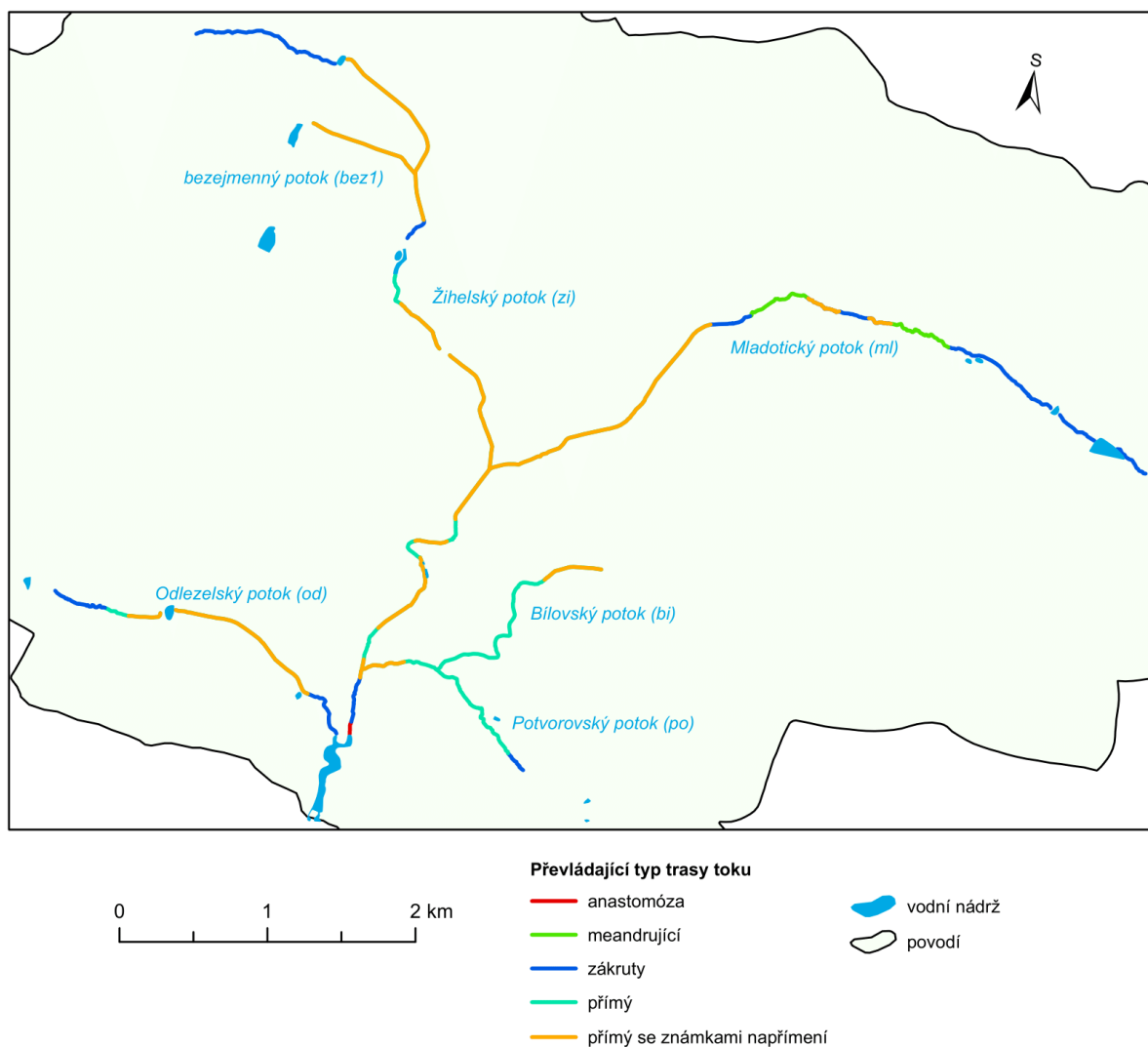
## 6.2 Mapování říční sítě povodí Odlezelského jezera metodou HEM

### 6.2.1 Tvar údolí, morfometrické charakteristiky a trasa toku

Z geomorfologických vzorů vodních toků byly v povodí Odlezelského jezera zastoupené přímé úseky, meandrující úseky a zákrutové úseky. Divočící ani rozvětvený vzor toků se ve zkoumané lokalitě nevyskytoval. Byl vymezen jeden úsek, který nespadá ani do jedné z vybraných kategorií. Úplně první naměřený úsek Mladotického potoka (s kódem ml-01) byl zhodnocen jako anastomózní, jelikož se jedná o deltu do Odlezelského jezera. Nejvíce úseků bylo určeno jako přímý úsek, konkrétně 52. Byly také posouzeny známky napřímenosti jednotlivých úseků lidskou činností. Znamky napřímení byly hodnoceny buďto přímo upraveností dna a břehů, nebo nepřírozeností půdorysného profilu koryta.



**Obr. 17:** Přebíhající typ trasy toku jednotlivých úseků povodí Odlezelského jezera



**Obr. 18:** Mapa převládající trasy vodních toků (data: DIBAVOD 2020)

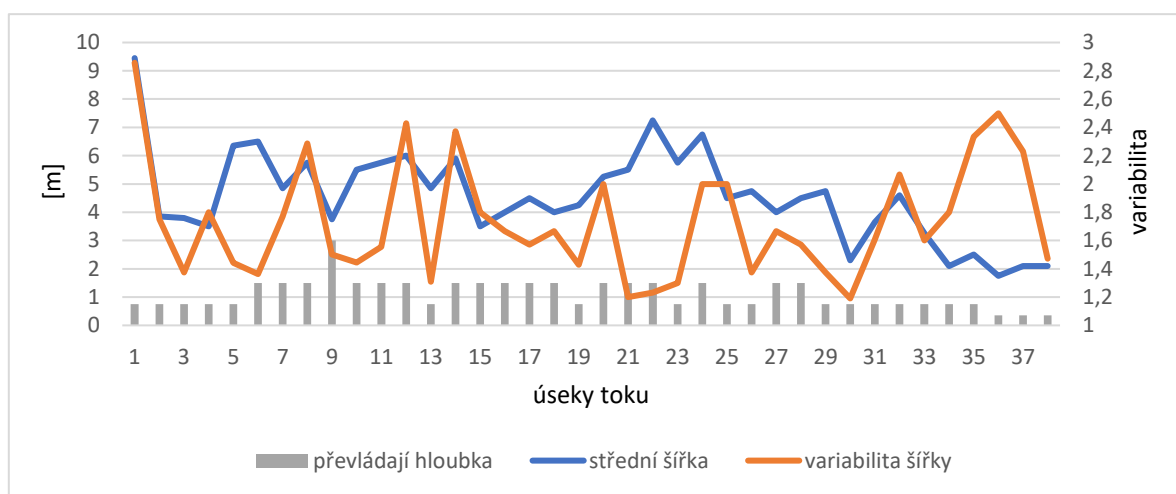
Takto bylo vyhodnoceno 47 % úseků v celém povodí, což svědčí o výrazném a nezanedbatelném vlivu člověka na říční systém. Namapovány byly také přímé úseky vodních toků, které měly přímý charakter bez vlivu člověka. Jednalo se o úseky zaříznuté hluboko do údolí typu V s minimálně širokým údolním dnem (zde nebyl prostor pro břehovou erozi koryta) a převážně hrubozrnným materiálem v korytě a nivě toku. Meandrující vzor byl zachycen pouze na hlavním toku, a to na čtyřech úsecích.

Tvar údolí je modelován vodním tokem a jeho reliéf je podmíněn geologickým podložím. Z mapovaných tvarů údolí nebyla v celém povodí zaznamenána soutěska. Údolí tvaru V byla výhradně vázána na přítomnost odolnějších hornin – granitů a fylitů (ČGS 2019 a). Naproti tomu v oblastech, kde se vyskytují usazené horniny (například arkózy) (ČGS 2019 a), byla údolí tvaru U, neckovitého a plochého. V případě výskytu výrazných rozdílů

v morfologii jednotlivých stran údolí byla údolí klasifikována jako asymetrická. Tento specifický druh údolí nebyl dále analyzován s dalšími měřeními parametry pro předpokládanou nejednoznačnost interpretace možných výsledků.

#### 6.2.1.1 Mladotický potok

Ovlivnění trasy toku činností člověka na Mladotickém potoce bylo rozpoznáno na 45 % úseků, které vykazovaly známky napřímení. Variabilita šířky koryta, vyjma úseku delty Mladotického potoka, byla vždy pod úrovní 2,5, což byla v kontextu celého povodí nízká hodnota variability. Mladotický potok při svém dolním toku (přibližně 400 metrů od ústí směrem proti proudu) měl charakter údolí tvaru U se zákruty a vyvinutou nivou (s maximální šířkou 47 m). Zároveň dolní část toku (ml-01 až ml-04) měla výrazně strmé svahy u okraje nivy, proto je možné se domnívat, že hloubková i boční eroze zde mají svůj podíl. Z pohledu převládající hloubky koryta byly výše zmíněné úseky v intervalu 0,5-1 m. Výjimkou byl úsek ml-01, kde byla převládající trasa toku ohodnocena jako anastomóza s vysokou úrovní variability šířky koryta a zároveň velkou střední šířkou koryta. Následné úseky (ml-05 až ml-08) měly charakter neckovitého tvaru nebo asymetrického tvaru údolí a koryto zde mělo přímý průběh.



**Obr. 19:** Morfometrické charakteristiky Mladotického potoka

Celý střední tok, konkrétně úseky ml-09 – ml-22, Mladotického potoka měly pouze přímý typ trasy toku a dominoval zde plochý tvar údolí. Celých 14 úseků středního toku vykazovalo známky napřímení. Tato skutečnost měla vliv na celou řadu zkoumaných faktorů, například na šířku nivy, variabilitu šířky hladiny, rychlost proudění a další. Zajímavá situace nastala v úsecích ml-11 a ml-12. Zde údolí získalo výrazně asymetrický charakter, jelikož vodní



tok svým levým břehem narazil na patu svahu. Tento svah v některých místech navazoval přímo na koryto toku.



**Obr. 20:** Napřimený úsek Mladotického potoka (foto autor)

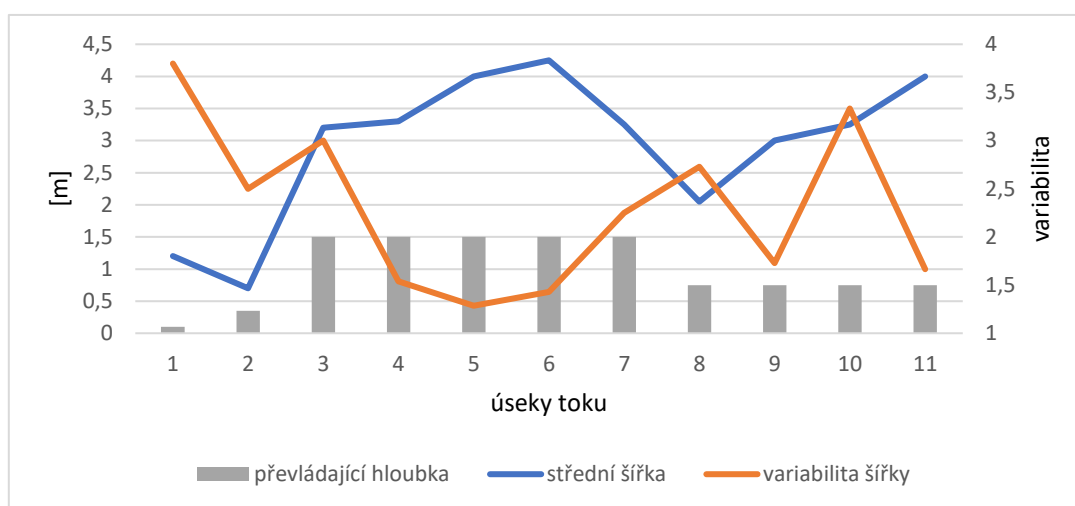
Známky napřimení v horní části toku (ml-23 až ml-38) se projevily pouze ve dvou úsecích. Oba byly ovlivněny napřimením toku u Chvojkovského mlýna. Úpravou břehů přímo v zástavbě mlýna a 400 metrů proti proudu od zmíněného mlýna bylo koryto zásadně ovlivněno. Zde bylo koryto potoka upraveno na umělý kanál, který se poté vléval do rybníků spojených s mlýnem. Na horním toku převládal typ zákrutů a čtyři úseky byly zmapovány jako meandrující vzor s dynamickým vývojem (byla zde pozorována například vysychající mrtvá ramena). Tvary údolí horního toku se postupně směrem proti proudu zužovaly, nejdříve s plochým údolním tvarem, dále přecházely úseky do neckovitého tvaru. Nevýše položené úseky na Mladotickém potoce měly tvar písmene U. Úseky ml-35 až ml-37 vykazovaly poměrně vyšší variabilitu šířky koryta a nižší střední šířku koryta.



**Obr. 21:** Meandrující úsek Mladotického potoka (foto autor)

### 6.2.1.2 Odlezelský potok

Spodní a střední tok (od-01 až od-07) byl dominantně určen jako neckovitý tvar až k okraji Žihelské pánve. Na spodním toku od ústí do obce Odlezly (od-01 a od-02) převládal zákrutový typ trasy toku bez známek napřímení. Naopak střední tok, sahající k rybníku Bělidlo, se skládal pouze z přímých úseků s jednoznačným napřímením v celém svém rozsahu. V případě morfometrických charakteristik koryta se dolní tok (od-01 a od-02) vyznačoval nízkou hodnotou střední šířky koryta, vysokou variabilitou šířky koryta a nízkou převládající hloubkou koryta. Jednalo se o úseky s trasou zákrutů bez známek napřímení. Střední tok naopak měl větší střední šířku koryta a převládající zahloubení (1-2 m). Variabilita šířek byla nižších hodnot, zvláště u úseků od-04 a od-05.

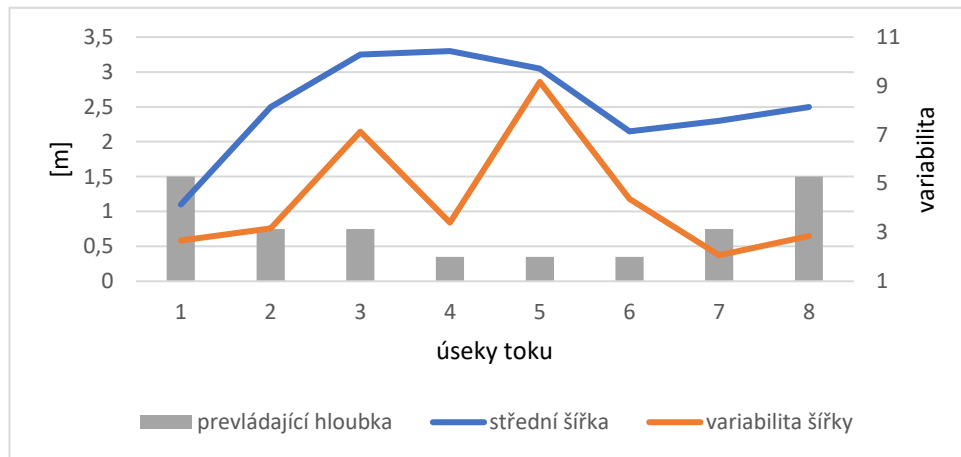


**Obr. 22:** Morfometrické charakteristiky Odlezelského potoka

Úseky horního toku jsou ovlivněny rozdílnou litologií. První dva úseky horního toku procházely usazenými horninami, naproti tomu třetí a čtvrtý úsek toku byl vázán na výskyt fylitů (ČGS 2019 a). Tyto skutečnosti odpovídají tvaru údolí i typu trasy toku. Dva přímé úseky (od-08 a od-09) tekly údolím tvaru U, dále následovaly dva zákrutové úseky zařizlé v podloží, které formovaly údolí tvaru V. Horní tok vykazoval nevyrovnanou variabilitu šířky koryta, ale převládající hloubka byla po celém horním toku v rozmezí 0,5 až 1 m.

### 6.2.1.3 Potvorovský potok

Úseky po-01 a po-02 Potvorovského potoka v místech roztroušené zástavby měly asymetrický tvar údolí, jelikož levý břeh potoka se dotýkal svahu bezejmenného kopce s výškou 464 m n. m. Pokud se jedná o trasu toku, tak jeho dolní část vykazovala přímé úseky se známkami napřímení, a to díky přítomnosti budov a zahrad přímo u břehů koryta. Výše zmíněné skutečnosti mohly zapříčinit spíše menší variabilitu šířky koryta.



**Obr. 23:** Morfo-metrické charakteristiky Potvorovského potoka



**Obr. 24:** Sekvence stupňů a tůň na Potvorovském potoce

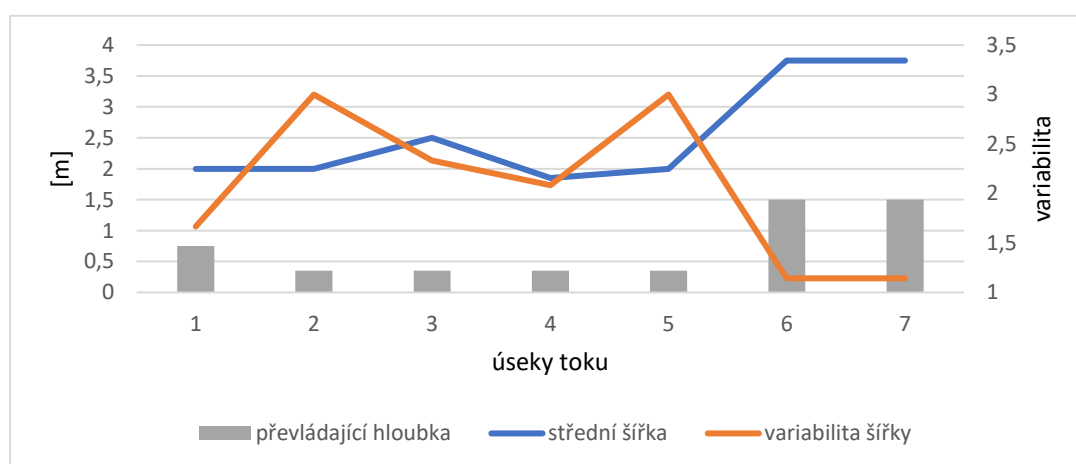
Zbývajících šest úseků utvořilo relativně hluboké údolí tvaru V procházející fylity, kde naprosto dominuje hloubková eroze nad boční. Prevládající trasa toku zde byla přímá, jelikož délky úseků se výrazně nelišily od délky údolnice. Střední tok (od-03 až od-06) zaznamenán typ stupeň-tůňovitě koryta podle Montgomeryho A Buffingtona (1997) ve třech úsecích. Tato



skutečnost částečně zapříčinila velmi vysoké hodnoty střední šířky i variability šířky koryta. Poslední mapovaný úsek tohoto potoka byl klasifikován jako zákrutový. Geologické podloží by mohlo dokazovat tuto změnu převládající trasy toku, protože ve zmiňovaném úseku se nacházejí jemnozrnné usazeniny, kde se rozvinul zákrutový typ toku (ČGS 2019 a). Změnu litologie by mohla dokládat zvýšené zahloubení koryta v rozmezí 1-2 m.

#### 6.2.1.4 Bílovský potok

Bílovský potok vykazoval přímý typ toku prvních 5 úseků, to úzce souviselo s hlubokým údolím tvaru V, které neumožňovalo vznik zákrutů ve větším rozsahu. Samotné koryto zde mělo naměřeno nízkou převládající hloubku (převaha zahloubení 0,5-1 m) a nižší střední šířku koryta okolo dvou metrů. Umělé napřímení rovných úseků bylo zjištěno pro zbylé dva úseky Bílovského potoka. Přestože se tok dostal do oblasti s neckovitým údolím, tok zůstal trvale napřímený lidskou aktivitou. Znamky napřímení by mohla nepřímou dokazovat morfometrie koryt v posledních dvou úsecích. Zde byla rozkolísanost šířky koryta minimální, naopak převládající hloubka byla koryta byla výrazně vyšší oproti zbytku měřené části toku.

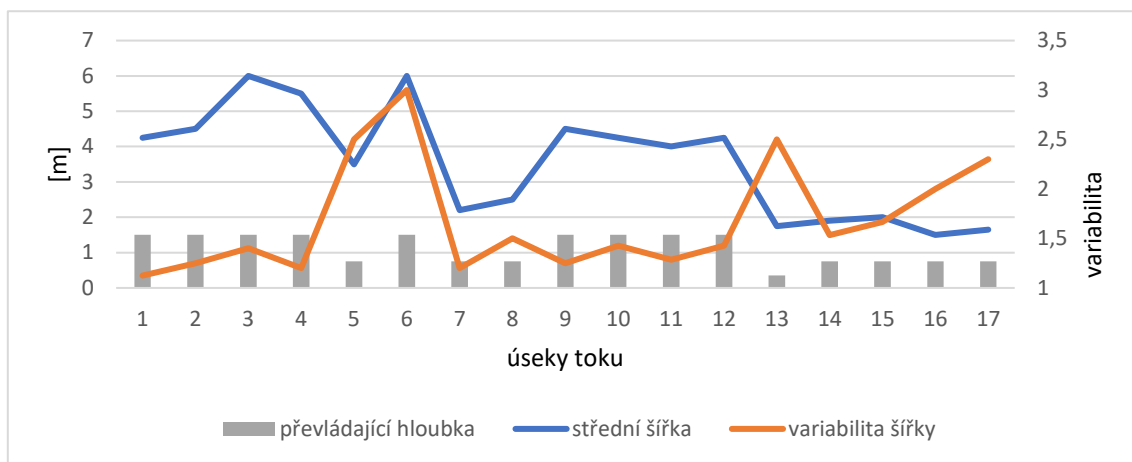


**Obr. 25:** Morfo-metrické charakteristiky Bílovského potoka

#### 6.2.1.5 Žihelský potok

Od místa soutoku s Mladotickým potokem po centrum obce Žihle (zi-01 až zi-06) procházel potok plochým údolím Žihelské pánve. Všechny 6 úseků vykazovaly známky napřímení a vždy se jednalo o přímé úseky. Úseky zi-01 až zi-04 lokalizovaných před obcí Žihle vykazovaly nepřímou úměru nízké variability šířky a vysoké střední šířky koryta. Vysoká variabilita šířky koryta s vysokou střední šířkou v úsecích zi-05 a zi-06 byla zapříčiněna výraznou úpravou toku a vzduťím na jezem.

Situace se změnila v úseku následném úseku zi-07, kde mělo údolí toku charakteristický tvar U. Jednalo se ovšem o jednotlivý úsek, jelikož tento úsek končil hrází umělé vodní nádrže protáhlého tvaru. Proto je možné předpokládat, že tento údolní tvar by mohl pokračovat i v potenciálním následném úseku bez přítomnosti nádrže. Mohl se zde také projevit aspekt hladové vody pod hrází koryta a zahloubit více dno údolí. Nad vodní nádrží v úseku ml-08 byly okolní svahy nesymetricky příkré, a proto bylo údolí posouzeno jako asymetrické. Trasa toku zde byla klasifikována jako zákruty a bez známek napřimení. Následné úseky zi-09 až zi-12 měly přímý charakter s prvky napřimení člověkem s neckovitým nebo asymetrickým údolím. Přímá trasa toku a projevy napřimení zde nepřímo dokazují nižší variabilitu šířky koryta s vyrovnanou úrovní střední šířky koryta i jeho převládající zahloubení.



**Obr. 26:** Morfo-metrické charakteristiky Žihelského potoka

Dále proti proudu nastala změna tvaru údolí. Svahy úseku zi-13 tvořily tvar písmene U a zbytek nemapovaných úseků toku měly zřetelný tvar údolí V. Žihelský potok zde tekl v oblasti granitů, což byla zřejmě příčina výrazné změny údolí. Trasa toku byla spíše charakteru zákrutů menších rozměrů. Horní tok vykazoval pravidelný chod převládajících hloubek koryta (0,5-1 m) a rostoucí variabilitou šířky koryta směrem k prameni. Výrazným atypem byl úsek zi-13, kde byla morfometrie koryta ovlivněna přítokem potoka do vodní nádrže.

#### 6.2.1.6 Bezejmenný potok

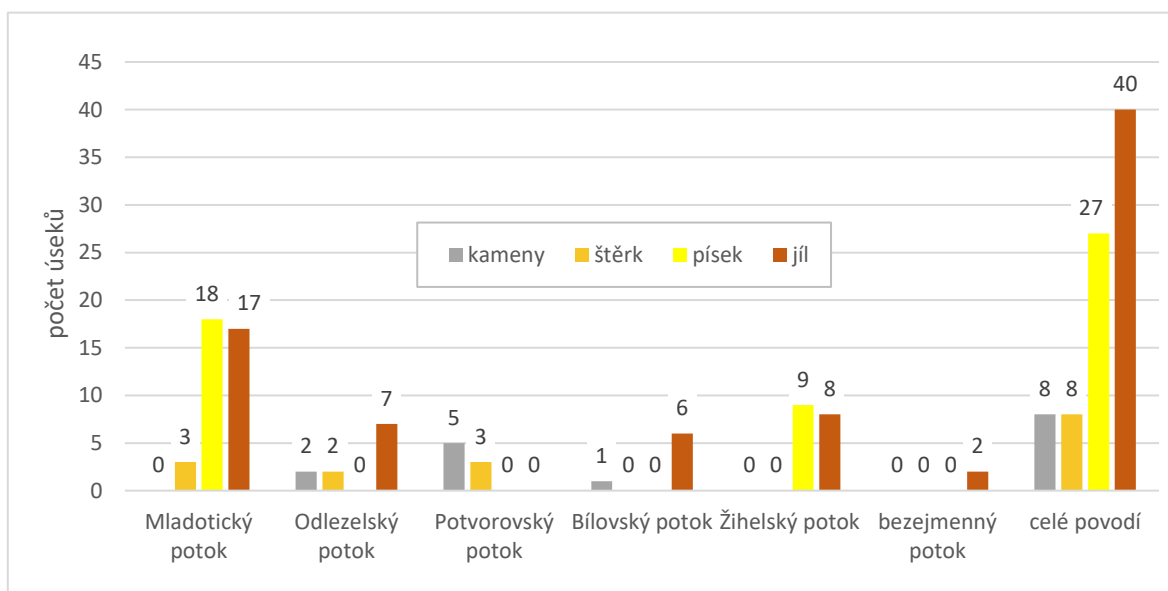
Nejkratší tok povodí byl homogenní v celé své zmapované délce – dle analyzovaných parametrů v této kapitole. Jednalo se o úseky s plochým tvarem údolí a přímou trasou toku se známkami napřimení. Střední šířka úseků byla 4,25 m a úseky měly nízkou hodnotu variability šířky koryta – 1,25. Koryto mělo převládající hloubku 1-2 m.

## 6.2.2 Vybrané charakteristiky koryta

V této kapitole byl analyzován charakter koryt s ohledem na podélnou průchodnost koryta ovlivněnou překážkami. Dále pak byl hodnocen převládající dnový substrát, sklon úseků a převládající charakter proudění v korytě. Celkově bylo v korytech zaznamenáno 38 překážek vniklých lidskou nebo živočišnou činností. V celém povodí převládal dnový substrát jílového charakteru, a to na 40 úsecích (48 %). Druhým nejzastoupenějším typem byl písčité substrát s 27 úsecy (33 %). Stejně zastoupení bylo u kamenného i štěrkového substrátu – po 8 úsecích (po 10 %) (viz obr. 27).

### 6.2.2.1 Mladotický potok

V rámci celého toku se nachází 17 úseků (45 %) s převládajícím jílovým substrátem. Nejvíce úseků bylo zmapováno s převládajícím písčitém charakterem dnového substrátu, a to konkrétně 18 úseků (47 %). Nepatrný podíl tvořily tři (8 %) úseky s převládajícím štěrkovým dnem. Převládající charakter proudění vody v korytě byl charakterizován jako klouzavý proud – na 25 úsecích (66 %). Zbytek toku měl převládající slapové proudění (34 %). Medián sklonu všech úseků Mladotického potoka činil 0,97 %. Celkově bylo zaznamenáno 24 překážek v korytě vniklých lidskou nebo živočišnou činností.



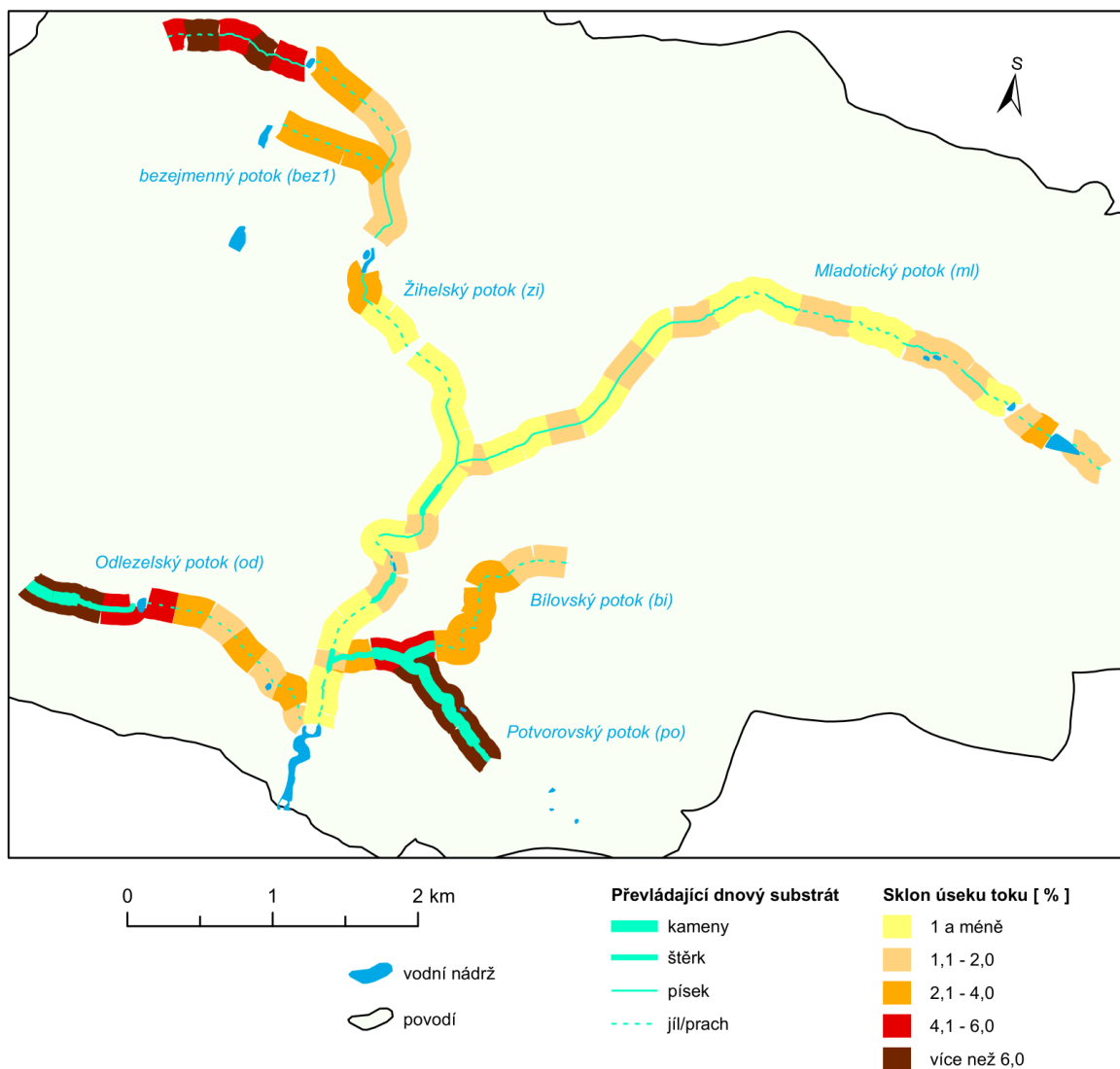
**Obr. 27:** Převládající substrát vodních toků povodí Odlezelského jezera

Dolní část Mladotického potoka (ml-01 až ml-04) se projevovovala minimálním sklonem méně než 1 %, čemuž odpovídal i charakter proudění. Ten byl pokaždé namapován jako klouzavý proud. V těchto úsecích došlo ke změně substrátu dna. Úseky ml-01 a ml-02 dominovaly substrátem jílového charakteru, zato substrát třetího úseku převažoval písčivým

charakterem. Úsek ml-04 měl omezenou průchodnost koryta, a to díky dvěma bobřím hrázím přes celou šíři koryta. To pravděpodobně zapříčinilo opětovnou změnu substrátu na převládající jílu, toto tvrzení dokazuje přítomnost převládajícího štěrku v úseku ml-05, kde už byl sklon přes 1 % a převládající charakter slapového proudění (v tomto úseku přitéká Potvorovský potok). Následné úseky ml-06 a ml-07 měly opět minimální sklon pod 1 %. Klouzavý proud zmiňovaných dvou úseků s dominujícím jílovým substrátem byl navíc ovlivněn propustkem. Rovněž poslední bobří hrázi na úseku ml-07, ovlivňující průchodnost toku. Následný vývoj toku (úseky ml-08 a ml-09) opět ukazoval zvýšenou změnu sklonu toku (1-2 %) související se změnou substrátu (na převažující štěrk a písek) a změnou proudění (s výraznějším podílem slapového proudění). Na výše popsanou změnu měl podstatný vliv stupeň vyšší než jeden metr na konci úseku ml-09. Úseky nacházející se nad výrazným stupněm ml-10 a ml-11 vykazují minimální sklon pod 1 %, převahu jílových minerálů (80 %) a klouzavé proudění.

Úseky ml-12 až ml-24 obsahovaly převažující pískovou nebo štěrkovou frakci. V této části toku byl medián sklonu pod jedním procentem. Charakter proudění byl ovlivněn výskytem celkem 11 nízkých stupňů nižších než 0,5 m, které sloužily ke zpevnění vegetačního opevnění (viz kap. 6.2.3). Na konci 24. úseku se vyskytoval stupeň přírodního charakteru – přibližně metrové výšky, který zvýšil podíl jílového substrátu a zapříčinil klouzavé proudění v následujících úsecích ml-25 a ml-26. Mezi roztroušenou zástavbou Chvojkovského mlýna měl úsek ml-27 výrazně upravenou průchodnost dvěma stupni omezujícími pohyb dnových splavenin. Následující dva úseky měly na poměry Mladotického potoka vyšší sklon 1-2 %, ale i rozdílný charakter substrátů. Rozkolísanost parametrů mohla být zapříčiněna tím, že v úseku ml-29 k výrazné změně koryta. Peřejnatým prouděním se potok napojil na umělý kanál směřující do rybníku Chvojkovského mlýna. Zde tok opět získal minimální sklon pod 1 %, dominanci jílového substrátu a převahu klouzavého proudění (úseky ml-30 a ml-31). Zbylá část (ml-32 až ml-38) toku byla nejprůkřejší (medián sklonu 1,37 %), ale proudění bylo spíše klouzavého charakteru. V případě dnového substrátu byla ve zbytku toku zmapována převaha jílu.

První výjimkou byl úsek ml-32 s převahou pískového a štěrkového substrátu. Tato změna byla zapříčiněna výtokem nedalekého rybníka (změna průtokového režimu) do koryta Mladotického potoka. Jako vysvětlení pro výskyt převahy písku v úseku ml-34 by mohl částečně posloužit jeden z nejvyšších sklonů v rámci Mladotického potoka – 1,75 %. Výrazný podíl na rozkolísanosti výsledků horní části toku měly Rybníčky u Podbořánek, kde muselo být měření dokonce na dvou místech přerušeno.



**Obr. 28:** Mapa dnového substrátu a sklonu toků povodí Odlezenského jezera (data: DIBAVOD 2020)

### 6.2.2.2 Odlezenský potok

Během měření převažoval klouzavý charakter proudění na sedmi úsecích (64 %) – ve spodní části toku, ve které dominoval jílový substrát. Medián sklonu Odlezenského potoka byl 3,03 %. Podélná průchodnost koryta byla ovlivněna celkem čtyřmi propustky.

Dolní a střední část toku (od-01 až od-07) měla převládající dnový substrát jílového charakteru, a to vždy v rozsahu 90 % a více. Sklonitostní poměry této části toku byly charakterizovány mediánem sklonu 2,33 %. Klouzavý proud byl posouzen na celém dolním a středním toku.

Horní část toku (od-08 až od-11) měnila svůj charakter, a to především výrazně vyšším sklonem (medián sklonu 7,6 %). Nárůst sklonu toku byl doprovázen změnou na převládající štěrkový substrát u úseků od-08 a od-09. U posledních dvou úseků toku překonala sklonitost

hodnotu 8 %. Hrubost substrátu se ještě zvýšila na předávající kameny. To bylo pravděpodobně způsobeno změnou litologie v úsecích od-08 až od-11 výskytem odolnějších fylitů. V důsledku této skutečnosti byl zaznamenán hrubší erodovaný materiál. Na neoddiskutovatelnou změnu substrátu mezi úseky od-07 a od-08 měly vliv nejen sklonitostní poměry, ale i ovlivnění rybníkem Bělídlo, kde jsou pravděpodobně ukládány hrubé frakce z horní části toku.

### 6.2.2.3 Potvorovský potok

Medián sklonu úseků byl Potvorovského potoka 6,4 %. Pokud šlo o typy dnového substrátu, převládaly úseky kamenů a šterků. Podélná průchodnost koryta byla ovlivněna dvěma stupni menšími než 0,5 m, jedním stupněm 0,5-1 m a jedním propustkem.

První dva úseky toku, procházející chatovou osadou, měly nejmenší sklon na Potvorovském potoce, a to pod hranicí tří procent. Zde převládal šterkový substrát a klouzavé proudění. Značný vliv na výše zmíněné dva úseky mohly mít dva stupně, především ten větší z nich. Ten pravděpodobně ovlivnil charakter proudění i průchodnost dnových splavenin. U zbylých úseků (po-03 až po-08) došlo k nárůstu sklonu (medián 7 %), což mohlo zapříčinit převahu kamenného substrátu v úsecích po-03 až po-07. Není bez zajímavosti, že na třech nejprudších úsecích (po-04 až po-06) byl zaznamenán typ stupeň-tůňovité koryto podle Montgomeryho a Buffingtona (1997). Řada po sobě jdoucích tůní a skalních stupňů měla vliv na masivní rozkolísanost charakteru proudění a rozkolísanost šířky hladiny. Poslední úsek potoka měl převládající charakter dnového substrátu šterk. Příčinou by mohl být vývoj litologie Potvorovského potoka. Část toku v úsecích po-03 až po-07 tekla přes odolné fylity. Úsek po-08 už ale vykazoval převahu jemnozrnějších usazenin nad fylity.



**Obr. 29:** Stupeň omezující průchodnost Potvorovského potoka v Obci Přehořov (foto autor)

#### 6.2.2.4 Bílovský potok

Medián sklonu u úseků měřené části Bílovského potoka dosahoval 3,5 %. Ohledně dnového substrátu převládaly úseky s typem kameny + jíl (71 % toku) a také dominující jílové úseky (29 %). Průchodnost koryta nebyla omezena žádnou překážkou lidského původu.

První měřený úsek vykazoval největší sklon (konkrétně 4,37 %), a právě tento úsek vykazoval i největší zastoupení kamenného substrátu v celém potoce. Střední část (bi-02 až bi-05) měla úroveň sklonu mezi 2-4 %. Kameny s jílem vždy tvořily dnový substrát z minimálně 80 %. Poslední dvě části zaznamenaly dominující podíl jílové frakce a pokles sklonu dané části toku na přibližně 1,5 %.

#### 6.2.2.5 Žihelský potok

Žihelský potok zaznamenal největší variabilitu sklonů v rámci celého povodí s mediánem sklonu 1,4 %. Průchodnost koryta byla celkově ovlivněna třemi propustky a jedním jezem větším než jeden metr. Na 76 % toku byla zjištěna převaha klouzavého proudění. Zbytek toku měl charakter slapového proudění. V jednom případě se jednalo o úsek s převahou vzdutí. Substrát v Žihelském potoce měl převládající podobu písku (9 úseků) nebo jílu (8 úseků).

Dolní tok (zi-01 až zi-06) potoka vykazoval minimální převýšení pod 1 %. První dva úseky měly převažující obsah písčitého materiálu, ale následující čtyři vykazovaly převahu jílu na dně koryta. Charakter proudění dolního toku byl klouzavý a na úseku zi-06 bylo zaznamenáno převažující vzdutí zapříčiněné výrazným stupněm. Tento jez mohl zapříčinit i růst podílu jílové frakce v úsecích od jezu směrem po proudu.

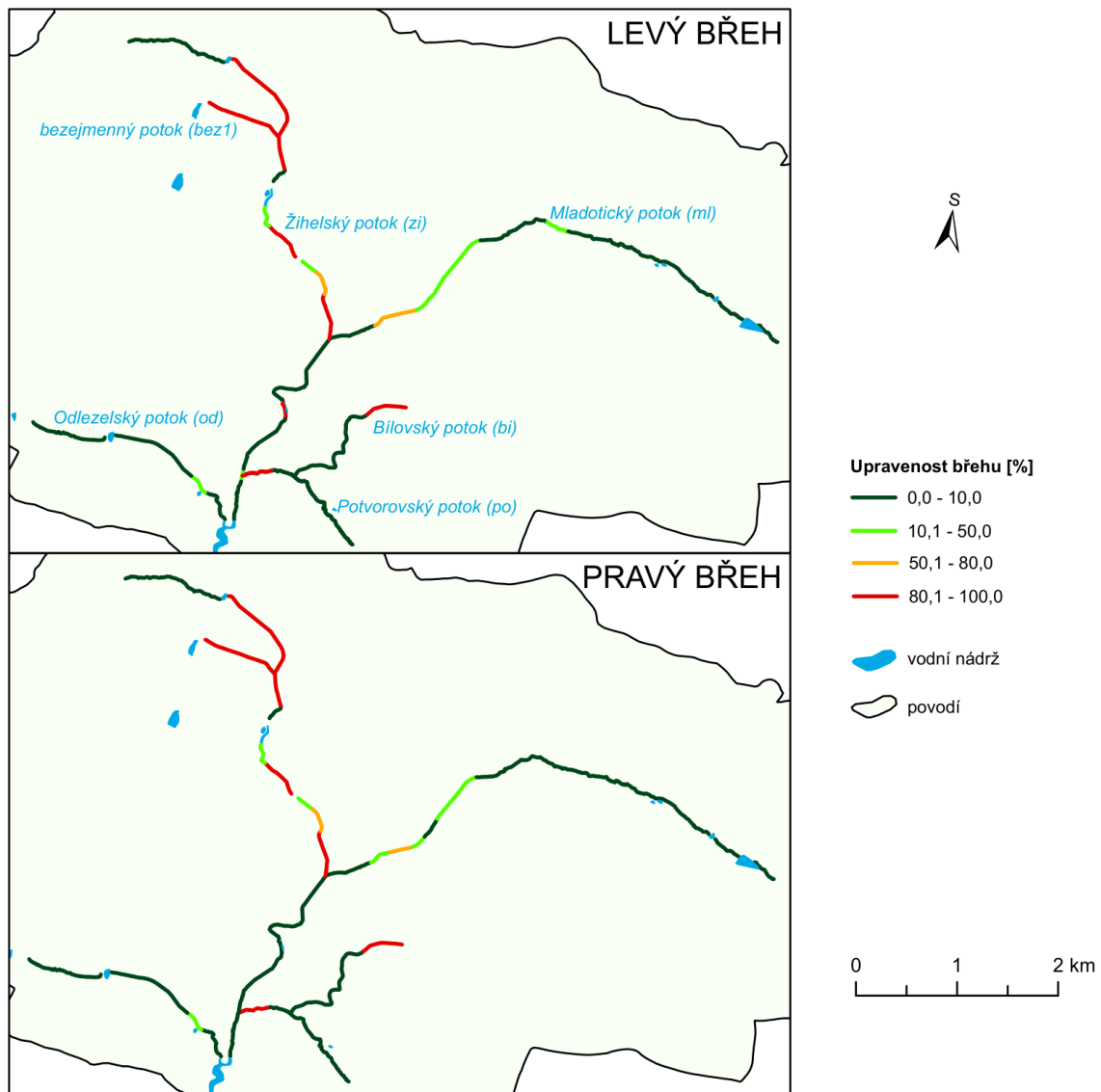
Střední část toku (zi-07 až zi-12) vykazovala medián sklonu úseků 1,5 procenta. První čtyři úseky středního toku měly převahu písčitého substrátu a úseky zi-11 až zi-12 zase jílového. Tato situace by mohla být zapříčiněna prokazatelně omezenou průchodností propustky nad úsekem zi-12. Horní tok Žihelského potoka (zi-13 až zi-17) se vyznačoval větším sklonem – o průměru 5,3 %. V této části toku substrát zmenšoval svou velikost směrem proti proudu. Úseky zi-13 a zi-14 měly značný podíl stěrku a písku na dně koryta, naopak poslední dva zmapované úseky obsahovaly dominující jílovou frakci. Proudění horního toku ukazovalo slapovo-klouzavý charakter.

#### 6.2.2.6 Bezejmenný potok

Bezejmenný potok byl díky své krátké délce homogenní ve všech blíže zkoumaných parametrech. Průměrný sklon toku byl 2,3 % a na úseku bez1-01 upravoval průchodnost koryta propustek. V případě substrátu, byla zaznamenána dominance jílového substrátu na dně koryta.

### 6.2.3 Upravenost břehů a dna

Dalšími podrobněji zkoumanými parametry povodí Odlezelského jezera byl charakter úprav koryta a břehů. Samotná upravenost břehu nebo dna ve větším rozsahu byla důkazem umělého napřímení koryta. Zmíněné parametry měly přímý vliv na převládající typ trasy toku nebo na tvorbu erozních a akumulčních tvarů.



**Obr. 30:** Mapa upravenosti břehů říční sítě povodí Odlezelského jezera (data: DIBAVOD 2020)

Hodnocení upravenosti břehů a dna v měřítku celého povodí vykazovalo značné rozdíly a asymetrii upravenosti v porovnání jednotlivých toků mezi sebou. Upravenost dna byla nejvíce zmapována na Žihelském potoce a bezejmenném potoce, kde byla dokonce ve 100 % rozsahu. Ostatní toky vykazovaly na svých jednotlivých úsecích maximálně upravenost dna v rozsahu 10 %. Tento parametr mohl být zkreslen případnou mocnější vrstvou dnového substrátu.



Charakter úprav břehů dosahoval variabilnějších výsledků. Například zpevnění břehů gabiony se nevyskytovalo v celém povodí jezera. Pouze dva úseky měly charakter úprav břehu kamenným pohozením v rozsahu větším než 20 % alespoň na jedné straně břehu. Kamennou dlažbou v rozsahu větším než 20 % byl ovlivněn dokonce jen jeden úsek v celém povodí. Naproti tomu nezpochybnitelnou roli v celé říční síti hrálo vegetační opevnění břehu. Celkem bylo s více než 20 % zpevněno vegetací 13 úseků z alespoň jedné strany břehu a 11 úseků s vegetačním zpevněním z obou stran. Nejčastěji se jednalo kulatiny, které přímo zvyšovaly stabilitu břehů. Další charakter úprav bylo zpevnění betonem, které bylo namapováno pouze na třech úsecích. Polovegetační tvárnice se vyskytovaly pouze na břehu koryt Žihelského a bezejmenného potoka v oblasti jejich soutoku, a to konkrétně na 6 úsecích. Souhrnně jde říci, že nejvíce upravované břehy zaznamenal Žihelský potok, naopak nejméně upravené břehy měl Odlezenský potok. Pokud bychom srovnaly všechny toky a jejich jednotlivé levé a pravé břehy, tak jejich upravenost byla téměř totožná. Jednou, ale významnou, výjimkou byl hlavní tok povodí – Mladotický potok. Ten vykazoval o 50 % větší upravenost levých břehů koryt.

#### 6.2.3.1 Mladotický potok

Břehy Mladotického potoka byly nezanedbatelně upravené ve čtyřech oblastech toku. První upravenost břehu byla zaznamenána, kde potok obtékal chatovou osadu v Přehořově (ml-05). Úpravy byly omezeny pouze na levý břeh, a to z důvodu výskytu staveb výhradně na levém břehu. Druhou oblastí byl úsek ml-09 okolo vodní nádrže v centru Obce Přehořov, a to opět na levém břehu. Mladotický potok měl v těchto místech z 90 % upravený břeh. Tato razantní úprava byla podle místního obyvatele (v době mapování byla mapovateli sdělena tato interpretace od obyvatele obce Přehořov dne 6. 4. 2022) způsobena výraznou erozí levého břehu potoka a obavou o protržení břehu rybníka. Třetí a nejdelší byla část v úsecích ml-17 až ml-22. U těchto šesti úseků došlo k úpravě vegetačním opevněním s minimálním rozsahem úprav 20 % u alespoň jednoho břehu. Konkrétně se zde jednalo o linie kulatin ve spodní části břehů, které mohly ovlivnit břehovou erozi (viz obr. 31). Výše zmiňované úseky neměly jednotné využití břehové zóny, ale převládala zemědělská půda. V pomyslném středu těchto úseků ležel bývalý Vocáskův mlýn. Posledním místem nezanedbatelné úpravy břehu byl úsek ml-27, který procházel skrze roztroušenou zástavbou bývalého Chvojkovského mlýna. Zde bylo zjištěno zpevnění kamennou dlažbou v rozsahu 20 % úseku. Zbylá část Mladotického potoka (ml-28 až ml-38) nevykazovala žádnou přímou úpravu břehů. Využití břehové zóny bylo přes 90 %

lesního charakteru. Upravenost dna Mladotického potoka nebyla v žádném úseku zaznamenána ve větším rozsahu než 10 %, tudíž nebyla podrobněji popsána a analyzována.



**Obr. 31:** Vegetační opevnění střední části Mladotického potoka (foto autor)

#### 6.2.3.2 Odlezelský potok

Odlezelský potok nevykazoval žádnou úpravu dna, která by přesahovala 10 % za jednotlivý úsek. Rovněž upravenost břehů byla zaznamenána v menším rozsahu, konkrétně na dvou úsecích, a to přesto, že bylo 6 úseků Odlezelského potoka ohodnoceno se známkami napřímení v rámci převládajícího typu trasy toku. První úsek (od-03) s upraveností břehu procházel v blízkosti obce Odlezly, kde byl zaznamenán výskyt úprav vegetačním opevněním v rozsahu 30 %. Druhý úsek (od-08) se nacházel nad rybníkem Bělídlo – jednalo se o zpevnění betonem, ale pouze v rozsahu 10 %. Zbýlé tři úseky horní části toku vykazovaly čistě přírodní charakter bez známek úprav.

#### 6.2.3.3 Potvorovský potok

Upravenosti dna Potvorovského potoka byla čistě přírodní rázu. U jednotlivých břehů potoka byla situace téměř totožná. Odchytkou byl pouze první naměřený úsek (po-01). Tento úsek procházel chatovou osadou, kde upravenost břehů byla na obou stranách 70 % a více. Zmíněné břehy byly zpevněné kombinací kamenného pohozy s vegetačním opevněním, to jistě výrazně ovlivnilo stabilitu břehů.

#### 6.2.3.4 Bílovský potok

Pravostranný přítok Potvorovského potoka byl, z hlediska upravenosti břehů, rozdělen na dvě zcela rozdílné části. Dolní část, která procházela téměř výhradně lesním porostem, nevykazovala známky upravenosti dna a břehů. Odlišné byly dva horní úseky, kde se charakter využití příbřežní zóny změnil na zemědělskou plochu. Oba úseky měly charakter úpravy betonem, a to ze 100 % na obou březích. Úprava dna zde nebyla klasifikována.

#### 6.2.3.5 Žihelský potok

Žihelský potok byl nejvíce upraveným tokem z hlediska upravenosti břehů a dna koryta. 9 ze 17 zmapovaných úseků mělo upravenost břehů z více než z 20 %. Úpravy dna byly zaznamenány s rozsahem větším než 20 % u čtyř úseků potoka. Dolní část toku mezi ústím do Mladotického potoka a přerušením v intravilánu obce Žihle byla výrazně upravená. Všechny úseky dolního toku (zi-01 až zi-04) měly úpravu břehů vegetačním opevněním nebo úpravou betonem. Potok zde měl dva upravené úseky z hlediska upravenosti dna charakteru zpevnění dna kamennou dlažbou a betonem.

Dva úseky (zi-05 a zi-06) v obci Žihle měly zásadně upravené koryto (dno i břehy). Rozsah úprav vegetačním opevněním břehu úseku zi-05 byl stoprocentní. Následující břehy úseku zi-06 byly z 90 % upraveny kamennou dlažbou, která zde pokrývala i 20 % dna koryta.

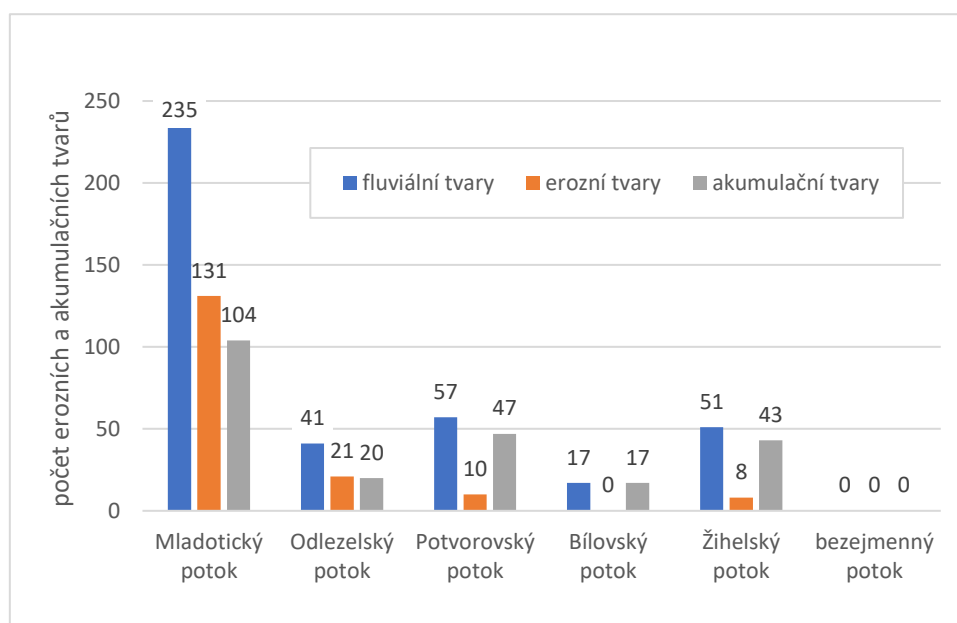
Poslední výraznou úpravu zaznamenaly úseky zi-09 až zi-12, které měly rozsah úprav břehů 90 % a více polovegetačními tvárnicemi. Průměrná úprava dna koryta v této části toku byla 90 %. Není bez zajímavosti, že charakter využití břehové zóny byl v celém rozsahu čtyř zmiňovaných úseků zemědělské povahy. Poslední část toku (zi-13 až zi-17) směrem proti proudu nevykazovala žádný druh zmíněných úprav a protékala výhradně lesním porostem.

#### 6.2.3.6 Bezejmenný potok

Nejkratší tok v povodí měl čistě homogenní a absolutní charakter upravenosti. Ze 100 % rozsahu bylo upraveno dno a navazující břehy. Na dno byl použit beton a na břehy úprava polovegetačními tvárnicemi. Tento přítok Žihelského potoka vykazoval čistě antropogenní povahu koryta.

### 6.3 Erozní a akumulční tvary korytech vodních toků a přilehlé údolní nivě

V mapované části všech výše zmíněných toků Odlezelského jezera bylo zaznamenáno celkem 401 fluviálních tvarů, přesahujících minimální mapovací rozměry. Při základním dělení na tvary erozní a akumulční bylo zaznamenáno vyšší zastoupení akumulčních tvarů, konkrétně jich bylo 231 (57,6 %). Erozní tvary byly, co do počtu mapovaných objektů, v menšině s 170 (42,4 %). Pokud by byly porovnány průměry ploch erozních a akumulčních tvarů, tak medián plochy erozních tvarů čítal 4 m<sup>2</sup> a medián plochy akumulčních tvarů byl 4,2 m<sup>2</sup>.

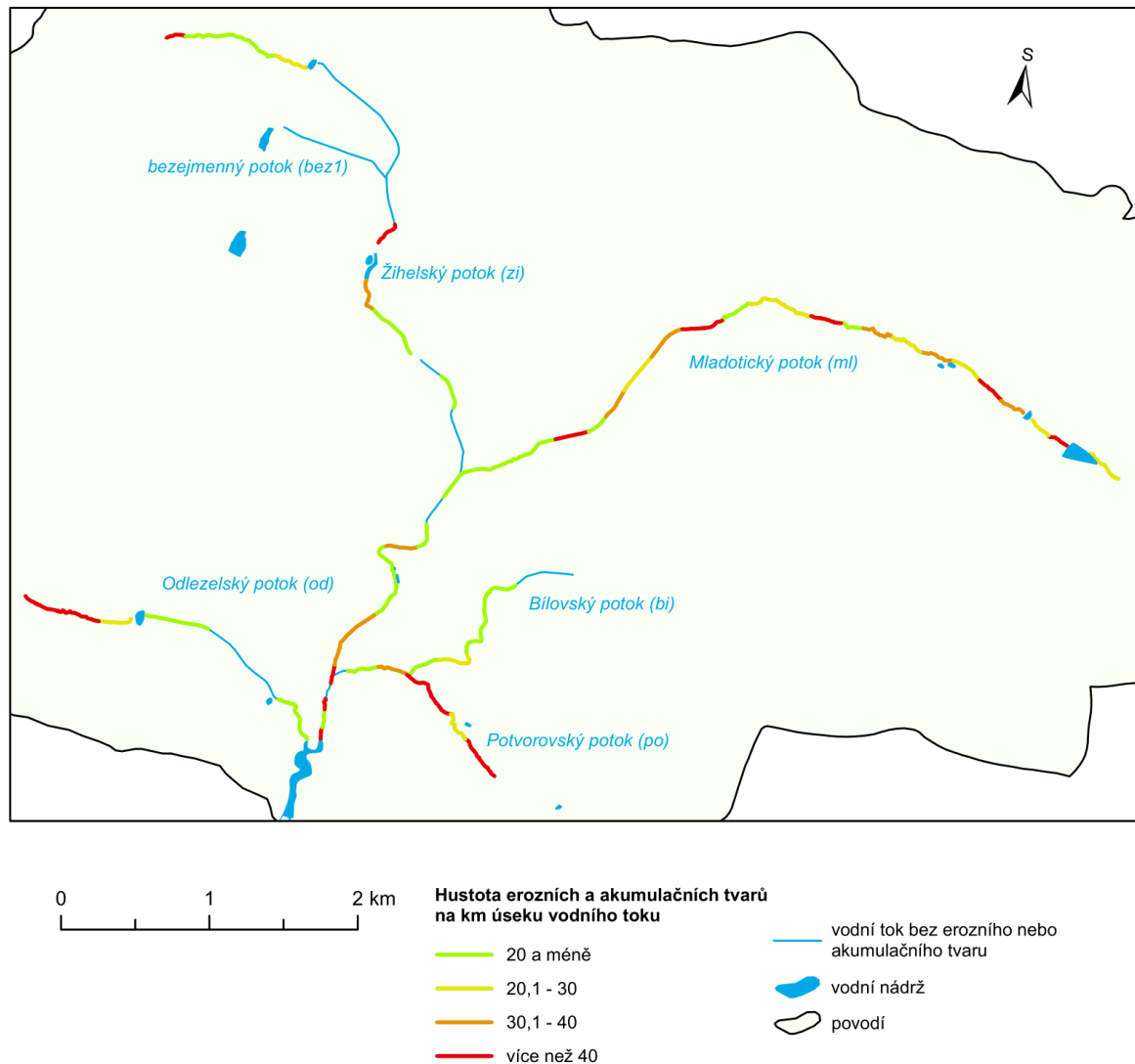


**Obr. 32:** Erozní a akumulční tvary toků povodí Odlezelského jezera

Dále byla zkoumána prostorová heterogenita fluviálních tvarů celého povodí, konkrétně vzájemný poměr erozních a akumulčních tvarů. V měřítku celých toků převažoval poměr erozních tvarů nad akumulčními jen u Mladotického potoka, a to pouze mírně (viz obr. 32). Výraznou převahu akumulčních tvarů vykazoval Potvorovský, Bílovský a Žihelský potok. Rovnovážné zastoupení erozních a akumulčních tvarů bylo zjištěno pouze na Odlezelském potoce.

Je podstatné zmínit případnou souvislost společného výskytu erozních a akumulčních tvarů. Z naměřených úseků bylo 17 % úseků bez výskytu akumulčního nebo erozního tvaru. Naopak ze zbylých 83 % úseků s výskytem fluviálních tvarů byla těsná nadpoloviční většina úseků (52 %) s výskytem erozního i akumulčního tvaru.

Recentní stav fluviální dynamiky vyjádřený hustotou erozní a akumulačních tvarů se nevíce projevoval na horních částech toků Odlezeleského a Potvorovského potoka. Naopak Žihelský potok, vyjma úseků přilehajícím k vodní ploše nad obcí Žihle, měl výrazně menší hustotu erozních a akumulačních tvarů. Bílovský potok rovněž vykazoval menší míru hustoty erozně-akumulačních tvarů. Na Mladotickém potoce převažovala vysoká hustota erozních a akumulačních tvarů na dolní a horní části toku.



**Obr. 33:** Mapa hustoty erozních a akumulačních tvarů říční sítě povodí Odlezeleského jezera (data: DIBAVOD 2020)

### 6.3.1 Erozní tvary

V zaměření na erozní tvary břehů koryt byla zjištěna absolutní dominance břehových nátrží, a to 99 %. V celém povodí bylo zaznamenáno pouze po jednom sesuvu a jedné změně koryta. V celkové povodí ploše bylo zaznamenáno na 971 m<sup>2</sup> plochy erozních tvarů. Pokud by

byl obecně porovnán výskyt erozních tvarů na levé či pravé straně břehu toku, tak by byla zjištěna mírná převaha pravostranných erozních tvarů nad levostrannými, a to v poměru 54,7 % / 45,3 %. Nepříliš velký rozdíl v podílu zastoupení erozních tvarů po obou stranách koryt by mohl být způsoben značnou heterogenitou zkoumaných parametrů toků v rámci měřeného území. Stabilita erozních tvarů, která byla posuzována podle stáří vegetace, byla při mapování stanovena pouze ve dvou stavech stability, a to mladý (nízká tráva) a čerstvý (bez vegetace). Vysvětlení bylo, že tvary staršího vzniku nešlo relevantně určit díky nejednoznačnosti typu nebo velikosti tvaru. V říčním systému převládaly čerstvé erozní tvary se 77 %, což ukazuje na výraznou fluvialní dynamiku. Tvary s pokryvem nízkou trávou zaujímaly 23 % z celku. Jak už bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, medián erozních tvarů činil 4 m<sup>2</sup>. Největší nátrž dosahovala velikosti přes 43 m<sup>2</sup>, která se vyskytovala na levé straně Mladotického potoka v úseku ml-12. Při podrobnějším pohledu na výšky erozních tvarů byl naměřen medián výšek 0,85 m, ale například nejvyšší nátrž měla tři metry na výšku.

**Tab. 2:** Charakteristiky erozních tvarů říční sítě povodí Odlezelského jezera

název toku	počet erozních tvarů	hustota erozních tvarů na km toku	velikost ploch erozních tvarů [m <sup>2</sup> ] na km toku	celkové plošné zastoupení erozních tvarů v rámci povodí [%]	délka zmapované části toku [km]
Mladotický potok	131	17,1	98,9	77,8	7,648
Odlezelský potok	21	9,1	48,5	7,8	2,301
Potvorovský potok	10	6,6	50,1	11,5	1,517
Bílovský potok	0	0,0	0,0	0,0	1,648
Žihelský potok	8	1,9	6,7	2,9	4,105
bezejmenný potok	0	0,0	0,0	0,0	0,788
<b>celé povodí</b>	<b>170</b>	<b>9,4</b>	<b>53,9</b>	<b>100</b>	<b>18,007</b>

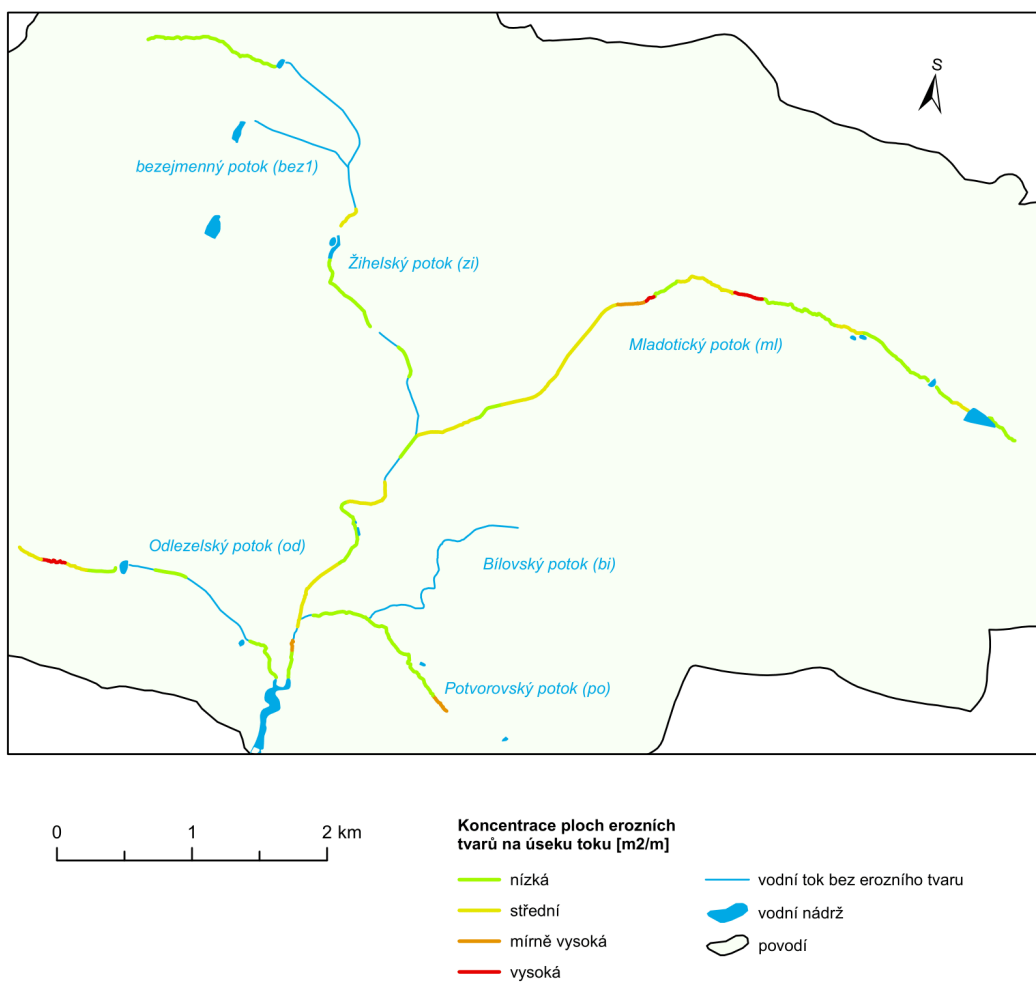
Data: DIBAVOD 2020

Při zaměření na jednotlivé vodní toky byly zjištěny velké rozdíly v celkovém počtu erozních tvarů, hustotě erozních tvarů i celkové velikosti ploch erozních tvarů na kilometr daného toku. Značné rozdíly vykazovaly také součty ploch erozních tvarů napříč povodími. Například nejdelší Mladotický potok zaujímal 77,8 % součtu ploch všech erozních tvarů v rámci povodí. Tento potok měl také nejvíce erozních tvarů, pokud jde o absolutní číslo i hustotu erozních tvarů na 1 km toku. Parametr velikosti ploch erozních tvarů na km toku u Mladotického potoka vykazoval přibližně dvojnásobnou hodnotu (98,9 m<sup>2</sup>) oproti Potvorovskému a Odlezelskému potoku. Naopak Bílovský a bezejmenný potok neměly žádný erozní tvar (viz tab. 2). Vysoká míra koncentrace ploch erozních tvarů (vyjádřená v m<sup>2</sup> na metr úseku) na konkrétní úsek byla zaznamenána na horních úsecích Potvorovského potoka (po-08)

a Odlezelského potoka (od-10). Další úseky byly na Mladotickém potoce (ml-24, ml-25 a ml-28).



**Obr. 34:** Rozsáhlá břehová nátrž úseku ml-25 (foto autor)



**Obr. 35:** Mapa koncentrace ploch erozních tvarů úseků říční sítě povodí Odlezelského jezera (data: DIBAVOD 2020)



### 6.3.2 Akumulační tvary

Převažovaly podélné korytové akumulace (dále jen K1) se zastoupením 73 %. Jesešní akumulace zaujímaly 14 % akumulací a ostrovy měly 10% zastoupení. Přes dvě procenta bylo zmapováno příčných akumulací a po jedné soutokové a podjezové akumulaci. Celková plocha akumulčních tvarů (velikost byla vypočítána násobením šířky a délky, takže plochy byly spíše přibližné) byla vypočítána na 2 315,6 m<sup>2</sup>. Pokud šlo o polohy akumulací v rámci strany koryta, akumulční tvary měly téměř dokonalou souměrnost (levá strana 98 tvarů; spíše vlevo 10 tvarů; střed 16 tvarů; spíše vpravo 7 tvarů; pravá strana 100 tvarů). V otázce stability tvarů byly nejčastěji zaznamenány čerstvé akumulace s rozsahem 71,4 %. Značný podíl vykazovaly i mladé (nízká tráva) akumulace s 26,8 procenty. Výrazné zastoupení čerstvých akumulací by mohlo znamenat aktivní transport splavenin říční sítí. Výsledky stability akumulčních tvarů ukázaly marginální zastoupení starých (několikaleté stromky) a středně starých (křoviny, vysoká tráva.) tvarů. Obě kategorie měly po dvou záznamech. Největší zaznamenaná ostrovní akumulace měla 490 m<sup>2</sup> se nacházela v deltě Mladotického potoka. Následný parametr řešil problematiku typu zrnitosti materiálu akumulací, který v dané akumulaci převládal svým zastoupením. Tvary se vyznačovaly značnou heterogenitou, s převahou k jemnozrné části spektra. Nejčastěji byl zastoupen písek s jílem (30,7 %), samotný jíl (28,1 %) a kameny se štěrkem v rozsahu 19,9 %.

**Tab. 3:** Charakteristiky akumulčních tvarů říční sítě povodí Odlezelského jezera

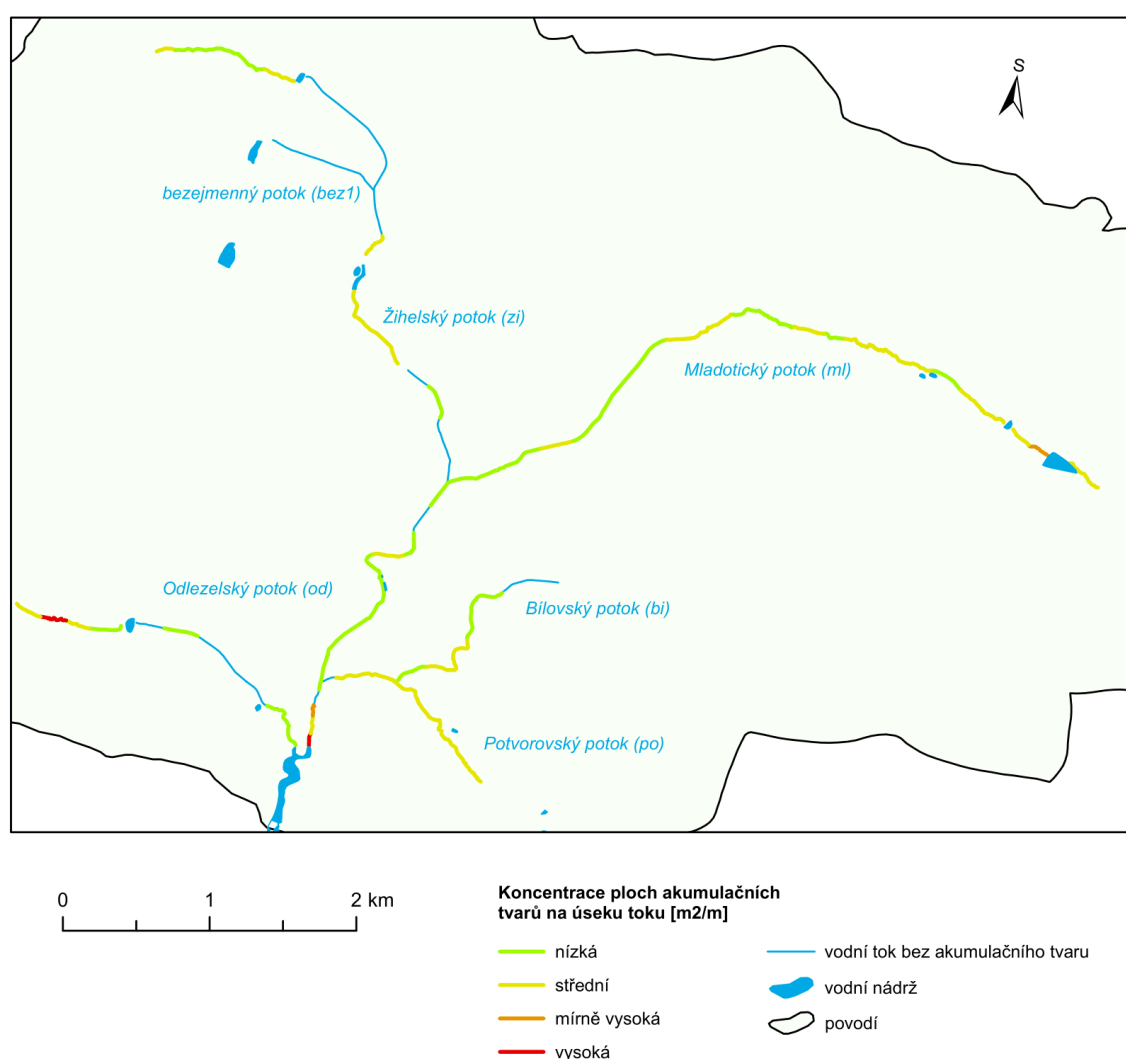
název toku	počet akumulčních tvarů	hustota akumulčních tvarů na km toku	velikost ploch akumulčních tvarů [m <sup>2</sup> ] na km toku	celkové plošné zastoupení akumulčních tvarů v rámci povodí [%]	délka zmapované části toku [km]
Mladotický potok	104	13,6	215,5	71,2	7,648
Odlezelský potok	20	8,7	85,0	8,5	2,301
Potvorovský potok	47	31,0	144,0	9,4	1,517
Bílovský potok	17	10,3	45,0	3,2	1,648
Žihelský potok	43	10,5	43,6	7,7	4,105
bezejmenný potok	0	0,0	0,0	0,0	0,788
<b>celé povodí</b>	<b>231</b>	<b>12,8</b>	<b>128,6</b>	<b>100</b>	<b>18,007</b>

Data: DIBAVOD 2020

Absolutní počty akumulčních tvarů byly jednoznačně ve prospěch Mladotického potoka, ale v hustotě tvarů na jeden kilometr toku už vykazoval významně nejvyšší hodnoty Potvorovský potok s 31 akumulacemi na km toku. Ostatní toky, až na atypický bezejmenný potok, měly relativně podobné hodnoty hustoty akumulčních tvarů mezi 13,6 a 8,7. Z hlediska akumulčních tvarů pohledem velikosti jejich ploch na km daného toku měl Mladotický potok



215,5 m<sup>2</sup> akumulací na jeden km. Největší součty ploch akumulací byly naměřeny na rovněž Mladotickém potoce v rozsahu 71,2 % celého povodí. V tomto ohledu zajímaly podobné plošné zastoupení potok Žihelský, Odlezelský a Potvorovský (od 7,7 % do 9,4 %). Obecně se je možné tvrdit, že variabilita rozmístění byla v různých ohledech vyrovnanější než v případě erozních tvarů. Koncentrace ploch akumuláčnických tvarů v jednotlivých úsecích byla nejvyšší na prvním úseku Mladotického potoka (ml-01). Druhý úsek s vysokou koncentrací ploch akumuláčnických tvarů byl na horním toku Odlezelského potoka (od-10). Tento úsek vykazoval vysokou koncentraci erozních a také akumuláčnických tvarů, a proto se jednalo o fluvialně nejdynamičtější úsek v celém povodí.



**Obr. 36:** Mapa koncentrace ploch akumuláčnických tvarů úseků říční sítě povodí Odlezelského jezera (data: DIBAVOD 2020)

## 7 Diskuse

### 7.1 Metodika HEM

Zájmové území bylo zkoumáno pomocí metodiky HEM (Langhammer 2007). Tato metodika byla vytvořena k popsání hydromorfologických charakteristik vodních toků a následnému určení jejich ekologického stavu. V této bakalářské práci nebyl ekologický stav vodních toků určen, což lze považovat za určité úskalí. Cílem práce však bylo analyzovat stav říční sítě k vztahu k erozní a akumulární činnosti pro potenciální transport splavenin, nikoliv konkrétní hodnoty ekologického stavu úseků i celých toků. Metodika HEM sloužila pouze jako nástroj pro zaznamenávání hydromorfologických charakteristik. Stanovení výsledného stupně ekologického stavu by vedlo k porovnatelnosti mezi ostatních povodí zkoumaných touto metodou.

### 7.2 Souvislost výskytu a rozsahu erozních a akumulárních tvarů vůči jiným měřeným parametrům

#### Mladotický potok

Erozní tvary Mladotického potoka výrazně dominovaly v rámci povodí jezera. Jejich prostorová distribuce v rámci celého toku byla výrazně pravidelnější než ve zbytku měřených toků, ale i zde se vyskytly patrné rozdíly. Pokud se jednalo o *polohu* erozních tvarů v Mladotickém potoce, tak převládala erozní činnost na pravém břehu s 58 %, což by mohlo mít například souvislost s větší rozsahem upraveností levých břehů potoka. Další sledovaný parametr byla závislost *známek napřímenosti* s erozními tvary. V napřímených úsecích se vyskytovalo 15,35 erozního tvaru na kilometr napřímené části toku. Koncentrace v nenapřímených úsecích byla 18,85 erozního tvaru na kilometr nenapřímené části. Co se týče *upravenosti břehů*, tak úseky s více než 20 % rozsahu z obou stran se vyskytovaly pouze v oblasti ml-17 až ml-22, ve kterých bylo naměřeno 21 (16 %) břehových nátrží. V této oblasti byla koncentrace 17,6 nátrží na jeden km zmíněných úseků, což je velmi podobná hodnota jako na celém toku (viz tab. 3). Bylo to patrně způsobeno tím, že naměřené vegetační opevnění nebylo použito v celé výšce břehu koryta. Vždy se jednalo o linii na sebe navazujících jednotlivých kulatin, které chránily břehy v nedostatečné míře při vyšším stavu vody (viz obr. 31). Zvýšení břehové eroze na nedostatečně opevněných místech koryta potvrzují Kiss et al. (2019). Císařské povinné otisky stabilního katastru z let 1826-1843 naznačovaly napřímení středního toku Mladotického potoka (ml-10 až ml-19) už v této době, což by mohlo souviset se specifickou ochranou břehů pouze linií kulatin. Další porovnání s erozními tvary zaznamenal

parametr *sklon* jednotlivých úseků toku. Téměř celý tok (97 % úseků) měl sklon pod hranicí dvou procent. Horní tok sice vykazoval vyšší hodnoty sklonu, ale výskyt nátrží se naopak snížil (na rozdíl od zbylých toků v povodí). Horní tok (ml-32 až ml-38) měl značně ovlivněn hydrologický režim Horním a Dolním rybníkem, a tím omezenou rozkolísanost průtoků, která je u vzniku erozních tvarů pravděpodobně podstatná. Vliv vodních nádrží na transport plavenin byl v povodí modelován a potvrzen (Pagáč 2019). Větší pozornost si zasluhují tři místa na Mladotickém potoce, která obsahují 42,5 % plochy erozních tvarů celého potoka. Prvním takovým místem je prudký svah mezi úseky ml-11 a ml-12. Přímé úseky se známkami napřímení navazují na místo s přirozeným tvarem koryta bez známek napřímení. Důležitou roli hrál tvar reliéfu, jelikož zde vodní tok doléhal ke svahu, a vznikly tak dvě rozsáhlé nátrže s celkovou plochou 67 m<sup>2</sup>. Druhé blíže prokoumané místo bylo s celkovou plochou nátrží 122 m<sup>2</sup> (ml-24 a ml-25). Všechny takto vytvořené břehové nátrže se nacházejí pod stupněm přírodního charakteru, který zpomaluje proudění. Vysvětlení by mohl být tzv. efekt hladové vody, jelikož je zde významný vliv eroze. Poslední místo se nachází nad Chvojkovým mlýnem (ml-27 a ml-28). V tomto místě Mladotický potok překonává cca 30 m dlouhou přejezatou pasáž a pod ní nastává soutok s bezejmenným potokem 2. Pravděpodobně spojená energie vody měla za následek pasáž břehových nátrží. Vznik erozní činnosti v úsecích nad Chvojkovým mlýnem byl pravděpodobně také zapříčiněn změnami polohy koryta toku. Císařské povinné otisky stabilního katastru z let 1826-1843 ukázaly soustavu umělých kanálů zhruba 1 km dlouhou od Chvojkovského mlýna směrem proti proudu. V současné chvíli je na konci úseku ml-28 koryto napojeno na starý kanál, který je uměle vytvořeným stupněm a následnou přejezatou pasáží spojen s původním korytem.

Mladotický potok měl poměrně vyrovnané rozmístění akumulčních tvarů v rámci celého toku. Výjimkou však byly akumulace delty Mladotického potoka a nejvrchnější části horního toku (ml-33 až ml-38), které obsahovaly 39 % akumulací celého potoka. Poloha akumulací v korytě byla téměř dokonale symetrická, i přes větší rozsah upravenosti levého břehu. Proto je možné tvrdit, že na akumulace měla upravenost břehů menší vliv než na výskyt nátrží. Parametr úpravy břehů s větším rozsahem než 20 % z obou stran byl u úseků ml-17 až ml-22, kdy bylo zjištěno 14 % akumulací. Jako v případě erozních tvarů, nebyla úprava linií kulatin dostatečná k omezení výskytu akumulací. Úseky potoka bez známek napřímení v rozsahu 21 úseků (55 %) měly koncentraci 19,1 akumulace na km nenapřímené části toku. Výrazně nižší hodnoty vykazovala napřímená část toku s 7,8 akumulacemi na jeden km napřímené části. Z toho je zřejmé, že výskyt akumulací je značně závislý na půdorysném profilu koryta. V neposlední řadě

je důležité zmínit vztah mezi sklonitostí úseků potoka a typem materiálu akumulací. Obecně na Mladotickém potoce dominovaly písčito-jílové a jílové akumulace s 76 %. Převahu jemnozrnných sedimentů také odhalila stratigrafie sedimentů jezera (Janský et al. 2010). To by mohlo souviset se skutečností, že 97 % úseků Mladotického potoka (který je dominantním tokem povodí) je pod 2% úrovní sklonu.

### **Ostatní měřené toky**

Erozní tvary zbylých toků povodí Odlezenského jezera se vyskytovaly z 87 % na úsecích bez jakýkoliv známek napřímení. Ještě zajímavější byla informace, že na ostatních tocích povodí bylo 21 úseků (95 %), které obsahovaly pouze jeden nebo žádný erozní tvar. Proto je možné tvrdit, že počet erozních tvarů velmi pravděpodobně souvisí s úpravou trasy úseků toku lidskou činností. Další blíže zkoumaný parametr byla upravenost břehů. V úsecích, kde byla naměřena viditelná upravenost břehů více jak 20 % u obou břehů, nebyl zaznamenán výskyt žádného erozního tvaru. Pouze v jednom úseku byly naměřeny nátrže, a to i přes výskyt úpravy břehů (a to pouze z 20-30 %). Jednalo se o úsek zi-07 Žihelského potoka nad kterým se nacházel propustek rybníka. Ten velmi pravděpodobně vytvořil dvě plochou významné nátrže tzv. efektem hladové vody, popsáním například Škarpichem et al. (2016). V případě závislosti sklonu na výskytu erozních tvarů je možné tvrdit, že 69 % erozních tvarů bylo vázáno na sklon větší než 4 %, kde by mělo být rychlejší proudění podporující vznik břehových nátrží. Výše zmíněné procento by bylo patrně ještě vyšší, ale 20,5 % erozních tvarů zbylých toků bylo vázáno na specifickou kombinaci více parametrů, které by, s určitou mírou pravděpodobnosti, mohly zapříčinit jejich vznik. Jednalo o dva konkrétní úseky, od-02 a zi-08, které oba měly povahu zákrutových úseků bez známek napřímení. Dále bylo podstatné, že nad oběma zmíněnými úseky se vykytovalo minimálně po čtyřech přímých úsecích s prokazatelnými známkami napřímení. V případě Žihelského potoka měly úseky nad úsekem zi-08 navíc výrazně upravené břehy. Tyto všechny faktory by mohly zapříčít vznik nátrží v zákrutech úseků od-02 a zi-08 při vyšších stavech vody. Energie vody by v napřímených úsecích nebyla dostatečně redukována a projevila se právě vznikem nátrží v neupravených místech toku. Úseky koryt s úpravou břehů mají omezený vývoj boční eroze, ale zvýšenou míru hloubkové eroze. Rovněž je boční eroze zvýšena v místech porušení břehového opevnění (Kiss et al. 2019). K této situaci docházelo spíše u Mladotického potoka, než u zbylých toků v povodí.

Prvním zkoumaným parametrem u zbylých toků a výskytu akumulací byla známka napřímení. Z celkového počtu 127 akumulací bylo přes 91 % vázáno na úseky bez známek napřímení, což byl ještě mírný nárůst oproti erozním tvarům. Dalším parametrem byla

upravenost břehů v souvislost s akumulacemi. Přes 95 % (6 akumulací) akumulčních tvarů bylo vázáno na úseky menší než 30 % upravenosti břehů na obou stranách koryta, a to ještě polovina z nich se vyskytovala pod mosty. Proto je opět možno tvrdit, že výskyt erozních a akumulčních tvarů byl podmíněn na méně upravené úseky vodních toků v otázkách upravenosti břehů a známek napřimění. Dle Druhého vojenského mapování z let 1806 až 1869 měly úseky Bílovskeho a Žihelskeho potoka protékající zemědělskou půdou zákrutový charakter. Dnes ovšem úseky protékající zemědělskou půdou mají přímý charakter s betonovou úpravou břehů a jsou téměř bez erozně-akumulčních tvarů. Zde byla pravděpodobně změněna fluvialní dynamika oproti stavu v minulosti. Zkoumáním vztahu sklonu na výskyt akumulací bylo zjištěno, že 68 % akumulčních tvarů je vázáno na sklon větší než 4 %. Značná část Bílovskeho potoka byla pod úrovní 4 % sklonu, a přesto zde bylo zjištěno přes 10 % akumulací. Tento fakt by mohl souviset s transportem splavenin z dlouhé napřiměné části Bílovskeho potoka nad zmiňovanou částí toku a jeho následnou akumulací. Zajímavá byla analýza substrátu se sklonitostí. Dva nejhrubší typy materiálu akumulací se nacházely dominantně na úsecích s větším sklonem než 4 % (kameny + šterk a šterk). Konkrétně se převážně jednalo o horní části toků Odlezelskeho a Potvorovskeho potoka. Obecně Potvorovský potok vykazoval nejvyšší hustotu erozně-akumulčních tvarů, což by mohlo souviset například s tvrzením Pagáče (2019), který označil nejvyšší vodní erozi půdy právě v povodí Potvorovskeho potoka. Pro výzkum transportu splavenin by byla vhodná instalace monitoringu dnových splavenin až pod soutok Potvorovskeho potoka s Mladotickým. Dále je nezbytné zmínit dva vybrané úseky Žihelskeho potoka, které měly opět hodnotu sklonitosti pod 4 %, ale zaujímaly přes 13 % podílu akumulací. Nejprve na úseku zi-07 byly zaznamenány akumulace společně s erozními tvary díky propustku z rybníka. Vznik těchto velkých nátrží spojených s uvolněným objemem materiálu mohly zapříčít tvorbu akumulací na tomto úseku. Ve druhém případě se jednalo o zi-08, který má přírodní charakter zákrutů a nacházel se pod čtyřmi úseky s přímou trasou toku, známkami napřimění a významnou úpravou břehů. V antropogenně upravených úsecích byly splaveniny pouze transportovány a následně se ukládaly v úseku zi-08, kde se navíc uvolnil materiál ze zde vzniklých nátrží.

### **7.3 Vliv bobří populace**

Výskyt činnosti bobra evropskeho byl patrný pouze na Mladotickém potoce. Konkrétně mezi ústím Odlezelskeho jezera a místní komunikací třetí třídy v obci Přehořov. Při samotném terénním průzkumu byly rozpoznány vyšší desítky stromů nebo pařezů vykazující činnost bobra. Tato skutečnost měla neoddiskutovatelný vliv na hydromorfologické parametry výše

zmíněných úseků. Průchodnost koryta byla omezena třemi hrázemi. V těchto místech nastal také například úbytek břehové vegetace. Delší trvání tohoto stavu by mohlo přispět zvýšení míry břehové eroze, jak tvrdí například Van de Wiel, Darby (2007). Pro tuto práci bylo podstatné téma transportu splavenin. Bobří činnost velmi pravděpodobně ovlivňovala transport splavenin do jezerní pánve. Kritický byl úsek ml-04, kde dvě bobří hráze vytvořily vzduť v celé délce úseku. Tímto došlo ke snížení transportní kapacity toku a pravděpodobné akumulaci splavenin. Úseky toku, ovlivněné překážkou v korytě, bývají charakteristické akumulací splavenin např. podle Charltona (2007). Důležité je to také v kontextu okolních úseků. Úseky ml-03 i ml-05 vykazovaly vysokou hustotu erozních a akumulačních tvarů (více než 40 tvarů na km úseku toku), které se dříve mohly nacházet i v úseku ml-04. Změna v rychlosti proudění změnila vývoj erozních a akumulačních tvarů na úseku-ml-04 i pod ním.

Potvorovský potok, (ústící do Mladotického potoka v bezprostřední blízkosti „bobřího“ úseku ml-04), vykazoval absolutně nejhrubší převládající dnový substrát v celé zkoumané části povodí, a to bez výskytu jílovitého úseku. Průměrný sklon byl v rámci měřené části toků rovněž nejvyšší, což má podstatný vliv na konektivitu sedimentů (Kofroňová 2018). Výše zmíněné faktory mohly způsobit, že právě Potvorovský by mohl mít v problematice transportu dnových splavenin podstatnou úlohu. Podle Levine a Meyera (2014) dochází přítomností bobří hráze k vytrídění sedimentů, jelikož při vyšších stavech vody pronikne jemný sediment skrz hráz. Tato skutečnost mohla vést k vyššímu omezení dnových splavenin v úseku ml-04 oproti sedimentu v suspenzi.

Lze konstatovat, že potenciál transportu splavenin z Potvorovského i Mladotického potoka do Odlezelského jezera byl celkově omezen bobří činností. Situace se ovšem může dynamicky vyvíjet, a proto by bylo vhodné sledovat její další vývoj se zřetelem na transport splavenin.

## 8 Závěr

Cílem práce bylo zhodnotit stav říčního systému povodí Odlezelského jezera a identifikovat jeho recentní fluviální dynamiku. Výsledky byly zpracovány na základě terénního průzkumu s použitím metody HEM a identifikace erozních a akumulčních tvarů, které byly podrobeny následnému hodnocení.

V povodí Odlezelského jezera bylo v rozmezí dubna až května 2022 zmapováno 6 vodních toků s 83 samostatnými úseky, u kterých převládaly přímé úseky (63 %). Následovaly úseky se zákrutovým průběhem. Minimální zastoupení měly meandrující a anastomózní úseky toků. V celém povodí jezera byl shledán převládající dnový substrát jílového charakteru na 48 % úseků, následoval písčité s 33 %. Převládající kamenný dnový substrát byl zjištěn pouze u úseků Potvorovského a Odlezelského potoka, a to se sklonem větším než 6 %.

Fluviální dynamika byla zásadně ovlivněna antropogenní činností. 47 % úseků vykazovalo známky napřimení trasy toku. Upravenost břehů byla výrazná především u Žihelského potoka, bezejmenného potoka a středního toku Mladotického potoka, spojená především se zemědělsky využívanými oblastmi. Průchodnost koryta, měnicí potenciální transport splavenin, byla ovlivněna 38 překážkami v korytě. Překážky vznikly lidským zásahem nebo činností bobří populace. V pěti případech byl výrazně ovlivněn potenciální transport splavenin vodními nádržemi. Transport splavenin na Mladotickém potoce byl před ústím do Odlezelského jezera značně ovlivněn bobří činností.

V celém povodí bylo zaznamenáno 401 erozních a akumulčních tvarů s převahou tvarů akumulčních. Největší zatížení erozní činnosti nesl Mladotický potok, a to jak počtem, tak i hustotou na kilometr toku. Nejvyšší hustotu akumulčních tvarů vykazoval Potvorovský potok, který byl významným potenciálním zdrojem pro transport splavenin. Nejmenší hustota erozních a akumulčních tvarů byla zaznamenána na Žihelském, Bílovském a bezejmenném potoce. V případě erozních tvarů naprosto dominovaly břehové nátrže. Akumulační tvary měly převahu charakteru podélných akumulací v korytě.

Absolutní plochou bylo nejvíce akumulčních tvarů zaznamenáno v deltě Mladotického potoka. Úseky toků s výraznými projevy erozní činnosti byly v několika případech vázány na předcházející napřimené úseky s úpravou břehů, kde z důvodů úprav docházelo pouze k transportní funkci toku.

Předložená bakalářská práce tvořila základní vstup do poznání fluviální dynamiky zájmového území z hlediska samotných vodních toků. Průběžné sledování stavu vybraných úseků těchto toků, zejména po povodňových epizodách, by mohlo poskytnout další vhled do poznání fluviální dynamiky dané oblasti. Nové poodhalení souvislostí by mohla přinést například i analýza historické říční sítě a její porovnání se současným stavem. Další možným směrováním výzkumné činnosti by mohl být monitoring dnových splavenin a jejich porovnání se suspendovanými plaveninami během povodňových stavů i mimo ně. Například monitorování dnových splavenin u hydrologické stanice v obci Přehořov. Stálo by rovněž za úvahu zvážit monitorování dnových splavenin až pod soutokem Mladotického a Potvorovského potoka, což by umožnilo získat informace z větší části celého povodí.



## 9 Seznam literatury a zdrojů

- ARCDATA PRAHA (2016): ArcČR 500, verze 3.3, digitální geografická databáze, <https://www.arcdata.cz/> (cit. 8. 3. 2020).
- ALEKSEEVSKIY, N. I., BERKOVICH, K. M., CHALOV, R. S. (2008): Erosion, sediment transport and accumulation in rivers. *International Journal of Sediment Research*, 23, 93-105.
- CHARLTON, R. (2007): *Fundamentals of fluvial geomorphology*. Routledge, Londýn.
- COLOMBERO, C., COMINA, C., GIANOTTI, F., SAMBUELLI, L. (2014): Waterborne and on-land electrical surveys to suggest the geological evolution of a glacial lake in NW Italy. *Journal of applied Geophysics*, 105, 191-202.
- COPERNICUS (2018): CORINE Land Cover, CLC 2018, [https://land-copernicus-eu.translate.google.com/pan-european/corine-land-cover/clc2018?x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=cs&x\\_tr\\_hl=cs&x\\_tr\\_pto=sc](https://land-copernicus-eu.translate.google.com/pan-european/corine-land-cover/clc2018?x_tr_sl=en&x_tr_tl=cs&x_tr_hl=cs&x_tr_pto=sc) (cit. 1. 5. 2022).
- ČGS (2017 a): Geovědní mapy 1 : 50 000. Česká geologická služba, <https://mapy.geology.cz/geocr50/> (cit. 23. 3. 2022).
- ČGS (2017 b): Půdní mapa 1 : 50 000. Česká geologická služba, <http://mapy.geology.cz/pudy/> (cit. 27. 3. 2022).
- ČGS (2022): Sesuv. Katalog geohazardů, Česká geologická služba, <http://www.geology.cz/aplikace/geohazardy/katalog/geohazard-22/> (cit. 20. 3. 2022).
- ČHMÚ (2020): Meteorologické stanice, ČHMÚ, [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations_CZ.html) (cit. 19. 2. 2022)
- ČUŘÍK, J. (2009): Hydrologický režim Mladotického jezera. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha.
- ČÚZK (2018): Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G), <https://zememericke.yurad.maps.arcgis.com/home/item.html?id=17af14283de6478796d29ec0c00bc827> (cit. 12. 5. 2022).
- ČÚZK (2022): Císařské povinné otisky stabilního katastru, <https://ags.cuzk.cz/archiv/> (6. 6. 2022)
- DARBY, S. E., RINALDI, M., DAPPORTO, S. (2007): Coupled simulations of fluvial erosion and mass wasting for cohesive river banks. *Journal of geophysical research-Earth surface*, 112.
- DAS, B. C. (2015): Modeling of most efficient channel form: a quantitative approach. *Modeling Earth Systems and Environment*, 1, 15.
- DAY-LEWIS, F. D., WHITE, E. A., JOHNSON, C. D., LANE, J. W. J. R., BELAVAL, M. (2006): Continuous resistivity profiling to delineate submarine groundwater discharge-examples and limitations. *The leading edge*, 25, 6, 724-728.
- DEMEK, J. (1987): *Obecná geomorfologie*. Academia, Praha.

- DEMEK, J., MACKOVČIN, P., BALATKA, B., BUČEK, A., CIBULKOVÁ P., CULEK, M., ČERMÁK, P., DOBIÁŠ, D., HAVLÍČEK, M., HRÁDEK, M., KIRCHNER, K., LACINA, J., PÁNEK, T., SPLAVÍK, P., VAŠÁTKO, J., OCHMAN, J. (2006): Zeměpisný lexikon ČR, Hory a nížiny. AOPK, Brno.
- GALIA, T. (2017): Fluviální geomorfologie. Katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF Ostravská univerzita, Ostrava.
- GILBERT, G. K. (1877): Report on the geology of the Henry Mountains (Utah). Department of the interior U.S. Geography and Geological Survey of the Rocky Mountains Region. Washington, D. C.
- GRANT, G. E., SWANSON, F. J., WOLMAN, M. G. (1990): Pattern and origin of stepped bed morphology in high gradient streams, western Cascades. Geological Society of America Bulletin, 102, 340-342.
- GÜNERALP, I., MARTSON R. A. (2012): Process-form linkages in meander morphodynamics Bridging theoretical modeling and real word complexity. Progress in Physical geography, 36, 718-746.
- HARTSHORN, K., HOVIOUS, N., DADE, W. B., SILINGERLAND, R. L. (2002): Climate-driven bedrock insicion in an actice mountain belt. Science, 297, 2036-2038.
- HARTVICH, F., TÁBORNÍK, P., ŠOBR, M., JANSKÝ, B., KLIMENT, Z., LANGHAMMER, J. (2020): Landslide-dammed lake sediment volume calculation using waterborne ERT and SONAR profiling. Earth surface processes and landforms. 45, 14, 3463-3474.
- HOWARD, A. D., KERBY, G. (1993): Channel changes in badlands. Geological society of America bulletin, 94, 6, 739-752.
- HE, G., FANG, H., WANG, J., ZHANG, T., (2019): From fluvial dynamics to eco-fluvial dynamics. International Journal of Sediment Research, 34, 6, 531-536.
- HULEC, F. (2017): Nová batymetrická mapa Odlezelského jezera. Bakalářská práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha.
- HULEC, F. (2020): Hydrologický a plaveninový režim Odlezelského jezera. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha.
- JANSKÝ, B. (1976): Mladotické jezero – Geomorfologie sesuvných území. Acta Universitatis Caroline – Geographica, 11, 1, 3-18.
- JANSKÝ, B., URBANOVÁ, H. (1994): Mladotice Lake (Czech replublic) – Siltation dnyemics in the lake basin. Acta Universitatis Caroline – Geographica, 29, 2, 95-109.
- JANSKÝ, B., SCHULTE, A., ČESÁK, J., RIOS ESCOBAR, V. (2010): Mladotice lake, Western Czechia: The unigue genesis evolution of the lake basin. Geografie, 115, 3, 247-265.
- KISS, T., FIALA, K., SIPOS, G., SZATMÁRI, G. (2019): Long-term hydrological changes after various river regulation measures: Are we responsible for flow extremes? Hydrology Research, 2, 50, 417-430.

- KNIGHTON, D. (1984): *Fluvial Forms and Processes*. Edward Arnold, Londýn.
- KNIGHTON, A. D., NANSON, G. C. (1993): Anastomosis and continuum of channel pattern. *Earth Surface Processes and Landforms*, 18, 7, 613-625.
- KOFROŇOVÁ, J. (2017): Vliv změn landcover na konektivitu fluviálních procesů v povodí. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha.
- KONDOLF, G. M. (1997): Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, 21, 533-551.
- LANGHAMMER, J. (2007): HEM, Metodika hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. PřF UK, Praha.
- LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G., MILLER, J. P. (1964): *Fluvial Processes in Geomorphology*. W. H. Freeman, San Francisco.
- LEVINE, R., MEYER, G. A. (2014): Beaver dams and channel sediment dynamics on Odell Creek, Centennial Valley, Montana, USA. *Geomorphology*, 205, 51-64.
- LEXIKON TVARŮ RELIÉFU ČR (2022): Šterkové lavice. Lexikon tvarů reliéfu České republiky, Univerzita Palackého v Olomouci, [https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/lexikon/fluvialni/sterkova\\_lavice.html](https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/lexikon/fluvialni/sterkova_lavice.html) (cit. 14. 4. 2022).
- MAKKA VEYEV, N. I. (1955): *River Channel and Erosion in Its Basin*. USSR Academy of Sciences Publ., Moscow.
- MONTGOMERY, D. R., BUFFINGTON, J. M. (1997): Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *Geological Society of America Bulletin*, 109, 596-611.
- MORISAWA, M. E. (1968): *Streams, their dynamics and morphology*. Mcgrae-Hill, New York.
- PAGÁČ, P. (2019): Změny erozního ohrožení a intenzita vodní eroze půdy v povodí Odlezenského jezera. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha.
- QUITT, E. (1971): *Klimatické oblasti Československa*. GU ČSAV, Brno.
- RICHARDSON, K., CARLING, P. A. (2005): A typology of sculpted forms in open bedrock channels. *Geological Society of America Special Papers*, 392, 1-108.
- ROSGEN, D. L. (1994): A classification of natural rivers. *Catena*, 22, 169-199.
- RŮŽIČKOVÁ, E., RŮŽIČKA, M., ZEMAN, A., KADLEC, J. (2003): Kvarterní klastické sedimenty České republiky, Struktury a textury hlavních genetických typů. Česká geologická služba, Praha.
- SCHULTE, A., ALBRECHT, M., DAUT, G., WALLNER, J., JANSKÝ, B., VAN GELDERN, R. (2006): Analyses and assessment of the sedimentary record of Lake Mladotice (western Czech Republic) in relation to flood events and pre – to postcommunist change in land use. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 142, 229-243.

- SCHUMM, S. A. (1963): A Tentative Classification of Alluvial River Channels. United States Department of the Interior.
- SCHUMM, S. A. (1977): The Fluvial System. Wiley, New York.
- SELBY, M. J., JOHN, M. (1985): Earth's changing surface an introduction to geomorphology. Oxford University Press, Nex York.
- SEN, P. K. (1993): Geomorphological analysis of drainage basins. The University of Burdwan, Brurdwan.
- STRAHLER, A. N. (1957): Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union, 38, 6, 913-920.
- ŠINDLAR, M., ZAPLETAL, J., PELÍŠEK, I. (2012): Geomorfologické procesy vývoje vodních toků. Část 1. Typologie korytotvorných procesů. Šindlar group, Hradec králové.
- ŠKARPICH, V., KAŠPÁREK, Z., GALIA, T., HRADECKÝ, J. (2016): Antropogenní impakt a jeho odezva v morfologii koryt beskydských štěrkonosných toků: případová studie řeky Ostravice, Česko. Geografie, 121, 99-120.
- ŠKARPICH, V., HRADECKÝ, J., TÁBOŘÍK, P. (2011): Structure and genesis of the quaternary filling of the Slavič river valley (Moravskoslezské Beskydy Mts., Czech Republic) Moravian Geografic Reports, 19, 2, 30-38.
- TUROWSKI, J., HOVIOUS, N., MENG-LONG, H., LAGUE, D., MEN-CHIANG, CH. (2008): Distribution of erosion across bedrock channels. Earth Surface Processes and Landforms, 33, 353-363.
- TUROWSKI, J., RICKENMANN, D., DADSON, S. (2010): The partitioning of the total sediment load of a river into suspended load and bedload. Sedimentology, 57, 1126-1146.
- VAN DE WIEL, M. J., DARBY, S. E. (2007): A new model to analyse the impact of woody riparian vegetation on the geotechnical stability of riverbanks. Earth Surface Processes and Landforms, 32, 14, 2185-2198.
- VÚV TGM (2020): Struktura DIBAVOD. Oddělení geografický informačních systémů a kartografie, <https://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html> (cit 23. 2. 2020).
- WENTWORTH, C. K. (1922): A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30,377-392.
- WHEATON, J. M., FRYIRS, K. A., BRIERLEY, G., BANGEN, S. G., BOUWES, N., O'BRIEN, G. (2015): Geomorphic mapping and taxonomy of fluvial landforms. Geomorphology, 248, 173-295.
- WILSON, G. V., PERKETI, R. K., FOX, G. A., DABNEY, S. M., SHIELDS, F. D., CULLUM, R. F. (2007): Soil properties controlling seepage erosion contributions to streambank failure. Earth Surface Processes and Landforms, 32, 3, 447-459.
- WISHMEIER, W. H., SMITH, D. D. (1978): Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculte Handbook, 537. Science and Edication Asministration, Washington, DC.

WOHL, E. E., (2014): Rivers in the landscape: Science and management. Wiley-Blackwell.

WOLMAN, M. G., LEOPOLD, L. B. (1957): River flood plains; some observations on their formation. U. S. Geological Survey Professional Paper 282-C.

## Seznam obrázků

**Obr. 1:** Písečná vrcholová lavice

**Obr. 2:** Šterková střídavá lavice

**Obr. 3:** Břehová nátrž na Mladotickém potoce

**Obr. 4:** Rosgenova klasifikace vodních toků

**Obr. 5:** Geologická mapa povodí Odlezelského jezera

**Obr. 6:** Mapa sklonitosti povodí Odlezelského jezera

**Obr. 7:** Mapa říční sítě povodí Odlezelského jezera

**Obr. 8:** Průměrná denní výška hladiny Mladotického potoka na hydrologické stanici v obci Přehořov za období červen 2020–červen 2022

**Obr. 9:** Mapa krajinného pokryvu povodí Odlezelského jezera za rok 2018

**Obr. 10:** Mapy intenzity eroze a akumulace za roky 1952, 1987, 1998, 2018

**Obr. 11:** Hydrologická stanice na Mladotickém potoce v obci Přehořov

**Obr. 12:** Mapa zmapovaných vodních toků Odlezelského jezera

**Obr. 13:** Delta Mladotického potoka před ústím do Odlezelského jezera

**Obr. 14:** Bobří hráz na Mladotickém potoce (úsek ml-04)

**Obr. 15:** Činnost bobří populace na Mladotickém potoce

**Obr. 16:** Přírodní vodní nádrž na Žihelské potoce mezi úseky zi-12 a zi-13

**Obr. 17:** Převládající typ trasy toku jednotlivých úseků povodí Odlezelského jezera

**Obr. 18:** Mapa převládající trasy vodních toků

**Obr. 19:** Morfometrické charakteristiky Mladotického potoka

**Obr. 20:** Napřímený úsek Mladotického potoka

**Obr. 21:** Meandrující úsek Mladotického potoka

**Obr. 22:** Morfometrické charakteristiky Odlezelského potoka

**Obr. 23:** Morfometrické charakteristiky Potvorovského potoka

**Obr. 24:** Sekvence stupňů a tůní na Potvorovském potoce

**Obr. 25:** Morfometrické charakteristiky Bílovského potoka

**Obr. 26:** Morfometrické charakteristiky Žihelského potoka

**Obr. 27:** Převládající substrát vodních toků povodí Odlezelského jezera

**Obr. 28:** Mapa dnového substrátu a sklonu toků povodí Odlezelského jezera

**Obr. 29:** Stupeň omezující průchodnost Potvorovského potoka v Obci Přehořov

**Obr. 30:** Mapa upravenosti břehů říční sítě povodí Odlezelského jezera

**Obr. 31:** Vegetační opevnění střední části Mladotického potoka

**Obr. 32:** Erozní a akumulární tvary toků povodí Odlezelského jezera

**Obr. 33:** Mapa hustoty erozních a akumulárních tvarů říční sítě povodí Odlezelského jezera

**Obr. 34:** Rozsáhlá břehová nátrž úseku ml-25

**Obr. 35:** Mapa koncentrace ploch erozních tvarů úseků říční sítě povodí Odlezelského jezera

**Obr. 36:** Mapa koncentrace ploch akumulárních tvarů úseků říční sítě povodí Odlezelského jezera



## Seznam tabulek

**Tab. 1:** Zmapované potoky povodí Odlezelského jezera

**Tab. 2:** Charakteristiky erozních tvarů říční sítě povodí Odlezelského jezera

**Tab. 3:** Charakteristiky akumulčních tvarů říční sítě povodí Odlezelského jezera

## **Seznam zkratk**

ČGS – Česká geologická služba

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

ČR – Česká republika

ČÚZK – Český úřad zeměměřičský a katastrální

DIBAVOD – Digitální báze vodohospodářských dat

DMR – Digitální model reliéfu

ERT – Elektrická odporová tomografie

HEM – Hydroekologický monitoring

PřF UK – Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

TTP – Trvalý travní porost

USLE – Univerzální rovnice ztráty půdy

WaTEM/SEDEM – Water and Tillage Erosion Model/Sediment Delivery Model

## **Seznam příloh**

**Příloha 1:** Mapovací formulář HEM

**Příloha 2:** Formulář pro zaznamenávání erozních a akumulčních tvarů

# Přílohy

## HEM – HYDROMORFOLOGICKÝ MONITORING TOKŮ: MAPOVACÍ FORMULÁŘ

1/2

Kód úseku	PO-03
Délka úseku (m)	
Tok	POTVOROVSKÝ P.
Vodní útvar	POTOK
Mapovatel	PM
Datum, čas	10-5-2022

### Morfometrické charakteristiky toku a nivy

Souřadnice hranic úseku z GPS	Souřadnice X (m)	Souřadnice Y (m)
Dolní hranice úseku		
Horní hranice úseku		

Morfometrie toku	Minimum	Maximum				
Šířka hladiny (m)	0,3	4,2				
Šířka koryta (m)	0,8	5,7				
Šířka údolní nivy – L břeh (m)	5	12				
Šířka údolní nivy – P břeh (m)	5	9				
Tvar údolí (zaškrtnout)	Soutěska	Tvar V	Tvar U	Neckovitý	Plochý	Asymetrický
		X				

### Trasa toku

Trasa toku	Převládající typ	Známky napřimění	Historický stav
Divočící tok			
Rozvětvený tok			
Meandrující			
Zákruty			
Přímý úsek	X		

### Podélná průchodnost koryta

Charakter překážek v korytě	Počet výskytů
Úsek bez překážek	X
Nízké stupně s výškou nižší než 0,5 m	
Stupeň nebo jez s výškou 0,5 - 1 m	
Stupeň nebo jez vyšší než 1 m	
Skluž	
Jez s rybím přechodem	
Propustek	
Hráz	

### Zahloubení koryta

Zahloubení koryta	Rozsah %	Uměle zvýšené	Uměle snížené
0-20 cm			
20-50 cm	10		
50 cm – 1 m	80		
1-2 m	10		
2-4 m			
Více než 4 m			

### Variabilita hloubek

Charakter variability	Rozsah %
Vysoká	80
Střední	20
Přirozeně nízká	
Nízká z důvodu úpravy koryta	

### Struktury dna

Typy struktur dna	Rozsah %
Žádné pozorované struktury dna	70
Lavice	
Ostrovy	
Měčiny	20
Tůně	10
Peřeje	
Skalní stupně	

### Dnový substrát

Typ dnového substrátu	Rozsah %
Skalní podloží	
Balvany (256 mm a více)	
Kameny (64-256 mm)	50
Štěrky (2-64 mm)	20
Písek (0,06-2 mm)	10
Prach / jíla (<0.006 mm)	20
Rašelina	
Umělý substrát	

### Upravenost dna

Charakter úprav dna	Rozsah %
Dno bez známek úprav	100
Zpevnění dna kamennou dlažbou	
Zpevnění dna betonem	
Zatrubnění, zakrytí toku	
Pravidelné prohrábky koryta / zvýšené zahloubení	
Přidávání splavenin a umělého substrátu	

### Mrtvé dřevo v korytě

Výskyt mrtvého dřeva	Počet výskytů	Rozsah %
Mrtvé dřevo a vývraty v korytě	11	100
Kompaktní shluky větví		

### Upravenost břehu

Charakter úprav břehů	Rozsah výskytu %	
	L břeh	P břeh
Břeh bez známek úprav	100	100
Vegetační opevnění břehu		
Gabiony		
Polovegetační tvárnice		
Kamenný pohoz		
Zpevnění břehu kamennou dlažbou		
Zpevnění břehu betonem		
Souvislá úprava profilu		

### Stabilita břehu

Stabilita břehu	Rozsah výskytu %	
	L břeh	P břeh
Stabilní břeh bez nátrží a akumulací	90	90
Drobné břehové nátrže (do 5 m)		
Rozsáhlé břehové nátrže (nad 5 m)		
Drobné fluvialní akumulace (do 100 m <sup>2</sup> )	10	10
Rozsáhlé fluv. akumulace (nad 100 m <sup>2</sup> )		

**Břehová vegetace**

Převládající charakter břehové vegetace	Rozsah výskytu v %	
	L břeh	P břeh
Přirozený les	90	130
Hospodářský les		60
Galeriová vegetace		
Přerušované pásy vegetace		
Jednotlivé stromy, keře		
Vysoké byliny	10	10
Břehy bez vegetace		

**Průchodnost inundačního území**

Typ objektu v nivě	Výskyt	
	L břeh	P břeh
Úsek bez objektů ovlivňujících průchodnost inundačního území		
Stavby vedené napříč nivou - násypy komunikací aj. (počet)		
Protipovodňové a ochranné hráze podél koryta (rozsah %)		
Stavby vedené paralelně s korytem - násypy komunikací aj. (rozsah %)		
Odsazení hrází / valů od koryta (m)		

**Využití příbřežní zóny**

Charakter využití příbřežní zóny	Rozsah výskytu %	
	L břeh	P břeh
Les	90	90
Louka	10	10
Pastvina		
Vodní plochy		
Zemědělská plocha		
Roztroušená zástavba		
Intravilán, průmysl		

**Charakter proudění**

Charakter proudění	Rozsah %
Vodopád	
Stupně, kaskáda	
Peřejnatý úsek	10
Slapový proud	40
Klouzavý proud	40
Tůně	10
Vzdutí	

**Využití údolní nivy**

Charakter využití údolní nivy	Rozsah výskytu %	
	L břeh	P břeh
Les	90	90
Louka	10	10
Pastvina		
Vodní plochy		
Zemědělská plocha		
Roztroušená zástavba		
Intravilán, průmysl		

**Ovlivnění hydrologického režimu**

Umělé ovlivnění průtoku	Rozsah %
Dynamika beze změn	100
Trvalá regulace průtoku (hráz aj.)	
Trvalé vzdutí	
Periodické vzdutí	
Nárazové vypouštění	
Odběry vody	
Asanační průtok	

**Poznámky:**

*s les  
až end pools  
homene' podliva'*

**Fotodokumentace – čísla fotografií:**  
 Koryto  
 Struktury dna  
 Proudění  
 Břeh  
 Příbřežní zóna  
 Údolní niva

Spolehlivost stanovení ukazatelů (zaškrtnout)	A - Stanovení s jistotou v korytě toku	B - Stanovení s jistotou z břehu	C - Stanovení odhadem z břehu	Parametry, které nebylo možno stanovit s jistotou:
			X	

Příloha 1: Mapovací formulář HEM (Langhammer 2007)

ID	úsek	typ akumulace (K = koryto, N = Niva, D = dejekční kužel, B = samostatný balvan). dále: K1 - podélné (rovné úseky), K2 - jesešní, K3 - ostrovy, K4 - soutokové, K5 - příčné (ripples), K6 - nadjezové, K7 - nodiežové	poloha akumulace v korytě (1 = u LB, 2 = spíše L, 3 = střed, 4 = spíše P, 5 = u PB).	poloha akumulace v nivě (1 = LB u toku, 2 = LB střed nivy, 3 = LB okraj nivy, 4 = PB u toku, 5 = PB střed nivy, 6 = PB okraj nivy)	délka akumulace (m)	šířka akumulace (m)	stabilita akumulace (1 = stará (několikaleté stromky), 2 = středně stará (křoviny, vysoká tráva), 3 = mladá (nízká tráva), 4 = čerstvá (bez vegetace))	materiál akumulace (1 = balvany, štěrk, 2 = štěrk, 3 = štěrk, písek, 4 = písek, 5 = písek, jíl, 6 = jíl)	vnitřní struktura akumulace (1 = pozitivní gradace, 2 = bez gradace, 3 = negativní gradace)	typ erozního tvaru (N = břehová nátrž, S = sesuv, E = erozní rýha, Z = změna koryta, P = přehloubení koryta)	délka (m)	šířka (m)	hloubka (m) / objem (m <sup>3</sup> )	stabilita tvaru (1 = starý (několikaleté stromky), 2 = středně starý (křoviny, vysoká tráva), 3 = mladý (nízká tráva), 4 = čerstvý (bez vegetace))	poloha (1 = LB, 2 = PB)	šířka koryta (m)	šířka nivy (m)	poloha vůči zákrutám (+/- m)	poznámka / č. fotografie / waypoint	
121	ML-23																			
122	ML-23																			
123	ML-23																			
124	ML-23																			
125	ML-24																			
126	ML-24																			
127	ML-24																			
128	ML-24																			
129	ML-24																			
130	ML-24																			
131	ML-24																			
132	ML-24																			
133	ML-24																			
134	ML-25																			
135	ML-25																			
136	ML-25																			
137	ML-26																			
138	ML-26																			
139	ML-26																			
140	ML-26																			

Příloha 2: Formulář pro zaznamenávání erozních a akumulačních tvarů