

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra lesnických technologií a staveb



**Vyhodnocení aktuální stability vybraných svahů
Rakovnických strží**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Markéta Kunkelová

Vedoucí práce: doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Markéta Kunkelová

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Vyhodnocení aktuální stability vybraných svahů Rakovnických strží

Název anglicky

Evaluation of the current stability of selected slopes of the Rakovník gully region

Cíle práce

Rakovnické strže byly pilotním projektem hrazení zemních strží v českých zemích a jsou dokladem úspěšné biotechnické sanace území. Zahrazovací práce byly navrženy a realizovány na konci XIX. století pod vedením Prof. Vojtěcha Kaislera. Cílem práce je identifikace tehdejších objektů, konstrukcí a opatření a vyhodnocení aktuální stability území podle současných technických požadavků a podle doporučení uváděných ve vědecké literatuře. Tyto údaje mohou být v budoucnu využity pro biotechnické nebo biologické sanace území postižených stržovou formou eroze – hrazení strží.

Metodika

- 1) Identifikujte území označované jako Rakovnické strže, zpracujte přehledné podkladové mapy.
- 2) Proveďte archivní průzkum informací o projektu Rakovnických strží.
- 3) Zpracujte rešerši informací o obdobných projektech publikovaných ve vědecké literatuře.
- 3) Proveďte terénní průzkum zaměřený na identifikaci dochovaných objektů, konstrukcí a opatření, na stabilitu svahů a na splaveninový režim.
- 4) Na vybraných plochách (nejméně 25) proveďte měření sklonu břehů strže a výsledky porovnejte s informacemi uvedenými v odborné literatuře.
- 5) Podle zjištěných informací navrhnete opravu, doplnění nebo rekonstrukci hrazenářských úprav a návrhy zdůvodněte.

Harmonogram:

Červen až srpen 2020 – identifikace území a zpracování podkladových map, archivní průzkumy

Září až prosinec 2020 – identifikace objektů, konstrukcí a opatření v terénu, terénní průzkumy, měření sklonu břehů

Leden 2021 – předložení literární rešerše, výsledky archivních průzkumů a zpracovaných dat ke kontrole



Doporučený rozsah práce

min. 50 stran + přílohy

Klíčová slova

hrazení strží, stabilita svahu, Vojtěch Kaisler

Doporučené zdroje informací

- ČESKÁ AGENTURA PRO STANDARDIZACI – ČSN 752106-2 : Hrazení bystřin a strží – Část 2: Navrhování konstrukcí a objektů hrazení bystřin a strží.. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- ČESKÝ ÚŘAD PRO NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ – ČSN 75 2106-1 Hrazení bystřin a strží – Část 1: Obecně : česká technická norma. Praha: Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- DVOŘÁK, J., NOVÁK, L. – Soil conservation and siliculture. Developments in Soil Science 23. ELSEVIER, Amsterdam – London – New York – Tokyo 1994, 399 s. ISBN 0-444-98792-4
- HUGHES, A. O., PROSSER, I. P. – Gully and riverbank erosion mapping for the Murray – Darling Basin. Technical Report 3/03. CSIRO Land and Water, Canberra, 2003. 20 s. ISSN 1446-6163
- IONITA, I. – Gully erosion as a natural and human-induced hazard. Nat Hazards 79, 1–5 (2015).
<https://doi.org/10.1007/s11069-015-1935-z>
- KAISLER, V. – O povaze bystřin a zásadách jejich zahrazování. Zvláštní otisk z „Technického obzoru“ 1917. Tiskem „UNIE“. Nákladem spolku posluchačů inženýrství. Praha, 1918, Dostupné na:
https://kramerius.uzei.cz/search/i.jsp?pid=uuid:221c2e60-fb23-11e9-b8a2-001999480be2#monograph-page_uuid:221c0730-fb23-11e9-b8a2-001999480be2
- LAMBERGER, J. – Činnost služby lesotechnických meliorací v Čechách se zaměřením na boj proti erozi a na stabilizaci strží na Rakovnicku. In: Herka, V. (odpovědný redaktor), 90 LET HRAZENÍ BYSTŘIN. Sborník materiálů ze semináře. Technické muzeum v Brně. Brno, 1975, 154 s.
- VALENTIN, C. – Gully erosion: Impacts, factors and control. Catena, 63 (2-3 Special Iss.), 132-153, 2005. ISSN 0341-8162 <https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.06.001>
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 26. 5. 2020

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 18. 12. 2021

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma " Vyhodnocení aktuální stability vybraných svahů Rakovnických strží " vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Karla Zlatušky, CSc. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V..... dne.....

Podpis autora

Poděkování

V první řadě bych touto cestou chtěla mnohokrát poděkovat panu doc. Ing. Karlu Zlatuškoví, CSc. za nesmírnou trpělivost, vstřícnost a cenné rady při vedení mé diplomové práce. Za poskytnutí přístupu do archivů a pomoc s orientací v archiváliích mé velké díky patří paní Lence Barčákové z úseku vodního hospodářství Oblastního ředitelství západní Čechy LČR, paní Bc. Janě Jakubské a paní Mgr. Michaela Zeinerové Brachtlové, Ph.D. z Národního zemědělského muzea a panu Luboši Smitkovi ze Státního okresního archivu Rakovník. V neposlední řadě bych ráda poděkovala panu Mgr. Ing. Ondřeji Kupovi za rady v oblasti stability svahů.

Vyhodnocení aktuální stability vybraných svahů Rakovnických strží

Abstrakt

Vodní eroze je obecně uznávána jako jeden z dominantních procesů degradace půdy. Typickým projevem vodní eroze půdy je tvorba strží, které vymíláním půdního horizontu způsobují negativní změny v hydrologických podmínkách krajiny i ekonomické ztráty v zemědělství. Extrémní stržovou erozí bylo v druhé polovině 19. století postiženo povodí Rakovnického potoka ve středních Čechách. Rakovnické strže byly pod vedením prof. Vojtěcha Kaislera stabilizovány řadou rozsáhlých biotechnických opatření, která se stala pilotním projektem hrazení strží na území Čech. V této diplomové práci byl posouzen aktuální stav Rakovnických strží na základě ověření stability svahů společně se stavem dřevinného krytu a dochovaných konstrukcí hrazení strží. Stabilita svahů byla ověřena výpočtem součinitele stability pro dvacet pět vybraných ploch. Výsledky výpočtů stabilní svah prokázaly u osmi ploch. Z terénního šetření je nicméně patrné, že svahy jsou až na pár výjimek ve všech lokalitách pevně armovány kořenovým systémem vegetace, která ve stabilitě svahů hraje zásadní roli. Na základě stavu vegetace a dochovaných konstrukcí byly pro všechna území zahrnutá v terénním šetření navrženy rámcové úpravy původních stabilizačních opatření.

Klíčová slova: hrazení strží, stabilita svahu, Vojtěch Kaisler

Evaluation of the current stability of selected slopes of the Rakovník gully region

Abstract

Gully erosion is generally recognized as one of the dominant processes of soil degradation. A typical manifestation of water erosion is the formation of gullies. By eroding soil layers, gullies cause negative changes in the hydrological conditions of landscapes and economic losses in agriculture. In the second half of the 19th century, the Rakovnický potok catchment area in central Bohemia was affected by extreme gully erosion. Under the supervision of Prof. Vojtěch Kaisler, the Rakovník gully area was stabilized by several extensive bioengineering measures, that became a pilot project for gully control in Bohemia. Here, the current state of the Rakovník gully area was assessed based on the verification of slope stability together with vegetation cover and preserved technical structures of gully control. Slope stability was verified by calculating the slope safety factor for twenty-five selected sites. Stable slopes were proved only on eight of those. However, the field research shows that, with a few exceptions, slopes on all sites are firmly anchored by the vegetation root system, which plays a crucial role in soil stabilization. Based on the current state of vegetation cover and preserved technical structures, modifications of the original stabilization measures were proposed.

Keywords: gully control, slope stability, Vojtěch Kaisler

Obsah

1 Úvod práce	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Obor hrazení bystrin a strží	10
3.2 Stržová eroze.....	11
3.2.1 Charakteristika a vznik strží	11
3.2.2 Ochrana před stržovou erozí	13
3.2.2.1 Prevence vzniku strží.....	13
3.2.2.2 Stabilizace zhlaví a dna strží	14
3.2.2.3 Stabilizace břehů strží.....	15
3.3 Strže v povodí Rakovnického potoka	16
3.4 Obdobné projekty hrazení strží.....	17
3.4.1 Jeseníky.....	17
3.4.2 Bzenec.....	18
3.4.3 Slovensko.....	18
3.5 Stabilita svahu	18
3.5.1 Klasifikace zemin	20
4 Metodika.....	22
4.1 Terénní průzkum a sběr dat.....	22
4.1.1 Výběr lokalit	22
4.1.2 Měření sklonu svahů	23
4.2 Posouzení stability svahů.....	23
5 Výsledky	25
5.1 Přehled lokalit.....	25
5.1.1 Lokalita č. 1	25
5.1.2 Lokalita č. 2	26
5.1.3 Lokalita č. 3	27
5.1.4 Lokalita č. 4	28
5.1.5 Lokalita č. 5	29
5.1.6 Lokalita č. 6	30
5.1.7 Lokalita č. 7	31
5.1.8 Lokalita č. 8	32
5.1.9 Lokalita č. 9	33
5.1.10 Lokalita č. 10	34

5.1.11	Lokalita č. 11	35
5.1.12	Lokalita č. 12	36
5.1.13	Lokalita č. 13	38
5.1.14	Lokalita č. 14	40
5.1.15	Lokalita č. 15	41
5.1.16	Lokalita č. 16	42
5.1.17	Lokalita č. 17	43
5.1.18	Lokalita č. 18	44
5.1.19	Lokalita č. 19	45
5.1.20	Lokalita č. 20	46
5.1.21	Lokalita č. 21	47
5.1.22	Lokalita č. 22	48
5.1.23	Lokalita č. 23	49
5.1.24	Lokalita č. 24	50
5.1.25	Lokalita č. 25	51
5.2	Součinitel stability	52
5.3	Návrh vhodných úprav původních stabilizačních opatření	53
5.3.1	Strže v k. ú. Krupá	53
5.3.2	Strže v k. ú. Lužná u Rakovníka	53
5.3.3	Strže v k. ú. Pustověty	53
5.3.4	Strže v k. ú. Lašovice	54
5.3.5	Strže v k. ú. Lubná u Rakovníka	54
5.3.6	Strže v k. ú. Kolečovice a Zderaz u Kolečovic	54
5.3.7	Strže v k. ú. Šanov	54
5.3.8	Strže v k. ú. Senomaty	55
5.3.9	Strže v k. ú. Přílepy	55
6	Diskuze	56
7	Závěr	59
8	Seznam literatury a použitých zdrojů	61
8.1	Literární zdroje	61
8.2	Technické normy	66
8.3	Právní předpisy	67
8.4	Archivní materiály	67
9	Seznam příloh	68
10	Přílohy	71

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Obrázek 1: Řešení stability svahu pro nesoudržné zeminy bez průsaku vody	19
Obrázek 2: Schéma měření sklonu svahu	23
Obrázek 3: Odvození zrnitosti zemin na stržích v k. ú. Krupá (aplikace Komplexní průzkum půd)	24
Obrázek 4: Lokalita Krupá 1	25
Obrázek 5: Lokalita Krupá 2-A	26
Obrázek 6: Lokalita Krupá 2-B	27
Obrázek 7: Lokalita Krupá 3	28
Obrázek 8: Lokalita Krupá 4-A	29
Obrázek 9: Lokalita Krupá 4-B	30
Obrázek 10: Lokalita Krupá 5	31
Obrázek 11: Lokalita Lužná 1-A	32
Obrázek 12: Lokalita Lužná 1-B	33
Obrázek 13: Lokalita Lužná 2	34
Obrázek 14: Lokalita Lužná 3	35
Obrázek 15: Lokalita Pustověty 1	37
Obrázek 16: Lokalita Pustověty 2	39
Obrázek 17: Lokalita Pustověty 3	40
Obrázek 18: Lokalita Pustověty 3	41
Obrázek 19: Lokalita Lubná 1-A	42
Obrázek 20: Lokalita Lubná 1-B	43
Obrázek 21: Lokalita Lubná 2	44
Obrázek 22: Lokalita Lubná 3	45
Obrázek 23: Lokalita Kolečovice 1	46
Obrázek 24: Lokalita Kolečovice 2	47

Obrázek 25: Lokalita Šanov	48
Obrázek 26: Lokalita Senomaty 1	49
Obrázek 27: Lokalita Senomaty 2	50
Obrázek 28: Lokalita Přílepy	51
Tabulka 1: Lokality s výsledkem $F > 1$	52
Tabulka 2: Lokality s výsledkem $F < 1$	52

Seznam použitých zkratk a symbolů

ČHP Číslo hydrologického pořadí

IDVT Identifikátor toku podle centrální evidence vodních toků

1 Úvod práce

Degradace půdy stržovou erozí je aktuální problém, který je popisován odborníky po celém světě (Valentin et al., 2005) a který je nejčastěji přisuzován nevhodnému využívání půdy ve svazích (Frankl et al., 2021). Škodlivost strží, jedné z nejdominantnějších a nejničivějších forem vodní eroze (Novák, 1994; Nosko et al., 2019), se projevuje nejen vymýváním zemědělské půdy a snižováním její kvality (Poesen et al., 1996; Ionita, 2006), ale také narušením povrchové i podpovrchové hydrologie území formou zrychleného odtoku vody z povodí (Skatula, 1960; Vanmaercke et al., 2021). V neposlední řadě může pohyb splavenin při prudkých lijácích představovat bezpečnostní hazard pro přilehlé obce a infrastrukturu (Guerra et al., 2007; Tichavský et al., 2018).

Lokalitou, která byla v minulosti zasažena extrémní stržovou erozí, je středočeský Rakovnický okres. Půda obnažená systematickým odlesňováním podlehla náporu dravých proudů přívalových srážek, které ve druhé polovině 19. století zasáhly povodí Rakovnického potoka a vyhloubily v něm desítky kilometrů větvících se strží. Rozsáhlé zahrazovací práce, které byly na přelomu 19. a 20. století na Rakovnických stržích realizovány, byly v českých zemích prvním projektem svého druhu a dodnes svědčí o úspěšné biotechnické sanaci rozlehlého území (Lemberger, 1975; Pražák, 2008; Zuna, 2008).

Neustálé zrychlování stržové eroze coby důsledku přírodních i antropogenních vlivů si v rizikových oblastech napříč světem žádá důkladný aplikovaný výzkum (Vanmaercke et al., 2016; Tichavský et al., 2018). Strže v povodí Rakovnického potoka jsou typickým příkladem toho, jak se mohou projevit necitlivé změny ve využívání půdy v kombinaci s náhlými extrémními klimatickými jevy. Ve světle aktuální klimatické situace mohou tedy údaje zjištěné v této diplomové práci sloužit jako zdroj informací pro prevenci vzniku strží, případně pro budoucí sanace obdobných území postižených stržovou formou eroze.

2 Cíl práce

Kromě připomenutí významné environmentální události, která stála na pozadí rozvoje lesnického oboru hrazení bystřin a strží, si tato diplomová práce klade za cíl zhodnotit aktuální stav Rakovnických strží, tzn. zda jsou tamní sanační opatření i po více než sto letech od svého vzniku stále funkční. Současný stav strží práce hodnotí na základě ověření stability vybraných svahů a na identifikaci a posouzení stavu biotechnických opatření, jakými jsou vegetační kryt a dochované konstrukce hrazení strží. Dílčím cílem práce je zároveň návrh rámcových úprav a rekonstrukcí výše uvedených opatření, čerpající z technických norem.

3 Literární rešerše

3.1 Obor hrazení bystřin a strží

Obor hrazení bystřin a strží je vodohospodářská disciplína, jejíž historie v českých zemích sahá více než sto třicet let do minulosti (Vokurka et Zlatuška, 2020). Hlavní poslání této disciplíny spočívá ve stabilizaci bystřinných koryt, vyznačujících se extrémními podélnými sklony, a ve zlepšení odtokových poměrů v jejich povodí. Hrazenářská činnost ve své podstatě zajišťuje prevenci škod vznikajících pohybem splavenin, produkty vodní eroze, a zabezpečuje správné plnění ochranných a ekologických funkcí lesa (Vokurka et Zlatuška, 2020; Zuna, 2008).

Kolébkou oboru hrazení bystřin a strží, dnes samostatného lesnického oboru, byly alpské země, ve kterých se již v sedmnáctém století vinou intenzivní holosečné těžby a neúměrného přetváření lesů na pole a pastviny, zejména v horských oblastech, otevřela brána rozsáhlé vodní erozi (Binder, 1969). Jsou to právě horská území, jež jsou v závislosti na častém výskytu atmosférických srážek erozi vystaveny ve zvýšené míře. Na strmých úbočích se srážky nestačí vsáknout do půdy, soustředěně stékají po povrchu a pustoší ho (Binder, 1969). Stejně tak horské potoky a bystřiny na přívalové deště reagují náhlým nárůstem průtoku a mohutným rozvodněním (Zuna, 2008). Koncem osmnáctého století již bylo zřejmé, že příčinou stále častějších povodní je nejen samotný stav bystřinných koryt, ale také změněná struktura vegetačního pokryvu, spojená s rozsáhlým kácením horských lesních porostů a nekorigovaným pasením dobytka (Kaisler, 1918; Zachar, 1984). Zejména ve Francii se v záležitosti odlesňování stále častěji ozývaly odborné hlasy dokládající ochrannou a klimatickou funkci lesů – na jejich výzvy a doporučení se ale příliš nedbalo (Landa, 1975). Byla to až série ničivých povodní v druhé polovině devatenáctého století, která dala podnět k systematickému zahrazování bystřinných toků. V návaznosti na katastrofální povodeň z roku 1856, jež zasáhla Savojské Alpy, byly urychleně vydány následující zákony: o znovuzalesnění horské půdy v roce 1860 a v roce 1864 pak zákon o zatravnění horské půdy (Kaisler, 1918; Binder, 1969; Landa, 1975). Tyto francouzské práce šly příkladem celé Evropě a výrazně ovlivnily zahrazování bystřin i na našem území (Zachar, 1984).

V Rakousku-Uhersku mohl obor hrazení bystřin naplno odstartovat po vydání dvou zákonů, které byly sestaveny po živelných pohromách v Tyrolsku a Korutanech roku 1882. Jednalo se o zákon č. 116/1884 ř. z., aby zemědělství zvelebeno bylo stavbami vodními, na

jehož základě byl zřízen meliorační fond, z něhož „vláda může povolití finanční podpory“¹ (Binder, 1969). Věcné naplnění tohoto zákona bylo obsaženo v zákoně č. 117/1884 ř. z., o neškodném svádění horských vod (Zuna, 2008). Zároveň s novou legislativou byla výnosem ministerstva zemědělství zřízena lesnicko-technická služba pro hrazení bystřin, zajišťující mimo jiné i sanaci strží (Binder, 1969). V rámci českých zemí byla pro tuto službu kvůli zvyšující se potřebě hrazenářských prací zřízena konečně i pražská sekce (Zuna, 2008).

Během první světové války zahrazovací práce na bystřinách stagnovaly. Po vzniku Československa byly bystřiny přičiněním Ing. Vojtěcha Kaislera, pozdějšího prvního profesora hrazení bystřin v českých zemích, začleněny pod správu nově budovaného ministerstva zemědělství (Pinc, 2009). Pod působnost státních lesů se služba hrazení bystřin dostala až v roce 1962 a tímto zařazením započalo postupné potlačování hrazenářských prací ve prospěch ostatních stavebních činností státních lesů. V devadesátých letech přešla správa vodních toků pod Lesy České republiky, s. p., kde je dodnes služba hrazení bystřin a strží realizována jednotlivými oblastními správami toků (Zuna, 2008).

Dnes jsou lesnicko-technické meliorace spolu s hrazením bystřin a strží zakotveny v lesním zákoně č. 289/1995 Sb. v §35 Meliorace a hrazení bystřin v lesích, ke kterému ale dosud nebyl vydán prováděcí předpis, zmiňovaný v §35 odst. 5 (Drobník, 2010). Technické požadavky na stavby hrazení bystřin a strží popisuje vyhláška č. 239/2017 Sb., o technických požadavcích pro stavby pro plnění funkcí lesa.

3.2 Stržová eroze

3.2.1 Charakteristika a vznik strží

Strží se rozumí lineární erozní rýha, která vznikla v důsledku soustředěného periodického odtoku povrchových vod při dešti či tání sněhu (Zachar, 1984) a která je jednou z nejintenzivnějších forem vodní eroze (Novák, 1994; Nosko, 2019). Nejčastějším podnětem pro vznik strží bylo a dodnes je nevhodné využívání půdy na svazích a jejich systematické odlesňování. Tyto činnosti výrazně mění hydrologické podmínky krajiny (Frankl et al., 2021) a představují důležitou environmentální hrozbu po celém světě (Ionita et al., 2015). Souběžně s postupným vývojem strží totiž dochází k úbytku zemědělské půdy odnosem zeminy, která se

¹ Zákon č. 166/1884 ř. z., v on-line verzi dostupný na: <https://is.muni.cz/do/1499/el/estud/praf/ps09/dlibrary/web/rs.html?>

ve formě splavenin a sedimentů akumuluje pod tratí strže, a tedy zanáší další pozemky a nemovitosti (Skatula, 1960; Poesen et al., 2003). Stržové rýhy navíc fungují jako odvodňovací kanály zbavující okolní krajinu půdní vláhy a zároveň zvyšují povrchový odtok vody (Skatula, 1960). Tím se kromě degradace půdy v dané oblasti zároveň zvyšuje i riziko povodní (Poesen et al., 2003). K takovému nebezpečnému rozvodnění strží může typicky dojít při přívalových deštích. Jedná-li se o plochy vyskytující se na málo odolných či nesoudržných horninách, jako jsou kupříkladu spraše, hlinité štěrky, flyše, opuky nebo měkké pískovce a vápence, a nechránili takové půdy vegetační kryt, soustředěná voda je zde schopna v poměrně krátkém čase vymlít hustou síť rýh a degradovat tak rozlehlá území (Binder, 1969).

Intenzita stržové eroze závisí na mnoha faktorech: na spádu a velikosti povodí, na odolnosti půdy, a tedy na stavu vegetačního krytu, a na expozici svahu. Jižní svahy jsou k stržové erozi náchylnější než svahy severní, které poskytují lepší podmínky pro růst vegetace (Skatula, 1960). Rozvoj a rozložení stržové sítě jsou zásadně ovlivněny půdními a litologickými vlastnostmi konkrétní oblasti (Bryan, 2004). Carey (2006) uvádí, že strže většinou dosahují maximální hloubky okolo dvou metrů, ale například v oblastech, kde se vyskytují lužní půdy, se strže mohou zařezávat až do hloubky patnácti metrů. Je-li erozi vystaven pouze povrch terénu, dochází k tvorbě zemních strží, mezi které se řadí strže v povodí Rakovnického potoka, případně suťových (jesenické strže). Dalším typem jsou strže sprašové, nacházející se například na Bzenecku. Výsledkem hlubinného zvětrávání podzemních hornin, nejčastěji vápencových a flyšových masivů, jsou pak skalní strže, vyskytující se kupříkladu v Haluzicích (Skatula, 1960).

Mimo svažité terény, na nichž jsou strže nejčtenější (Skatula, 1960; Zachar, 1970), vznikají strže také na drobných přítocích vodních toků, jež mají za zvýšeného průtoku vysokou energii vodního proudu, příznačně v údolích se značným podélným sklonem. V těchto případech typicky dochází k tomu, že se nezpevněné svahy břehů sesouvají do bystřinného koryta a jsou jako splaveniny spolu se strženými keři a stromy unášeny vodním proudem. Vznikají tak břehové nátrže, které jsou činností vody postupně prohlubovány (Skatula, 1960).

V povodí strže lze rozeznat několik charakteristických úseků. V horní části svahu stékající voda postupně nabírá unášecí sílu, jež v povrchu terénu vytváří 0,2 až 0,8 metru hluboké stružky, tvořící zhlaví strže. Jednotlivé rýhy se sbíhají ve vlastní výraznou hydrografickou část strže, transportní úsek, jenž pokračuje hluboce zaříznutým korytem se strmými svislými břehy, aby ve spodní části svahu při ústí do údolí vytvořil nánosový či též suťový kužel. V tomto místě se spolu s vodou vylévají splaveniny (Binder, 1969), jež se zde pro nedostatek hybné síly ukládají (Skatula, 1960).

3.2.2 Ochrana před stržovou erozí

3.2.2.1 Prevence vzniku strží

Strže typicky vznikají jako důsledek příliš vysokého odtokového poměru daného území. Zásadním faktorem ovlivňujícím tento poměr a zároveň stanovujícím, zda dojde ke vzniku zhlaví strže, je způsob využívání půdy (Valentin et. al., 2005; Tori et Poesen, 2014) – například přeměna lesního porostu na pastvinu nebo ornou půdu může mít za následek výrazné snížení odolnosti svahů vůči půdnímu vymývání (Frankl et al., 2021).

Primárním a dlouhodobým pomocníkem v prevenci vzniku stržové eroze je vegetace (Carey, 2015). Rostliny odtok srážkové vody ovlivňují zejména tím, že ji zachycují svými nadzemními částmi, čímž snižují rychlost proudění vody a předcházejí rozrušení svrchní vrstvy půdy (Carey, 2015; Zuna, 2008). Archibold et al. (2003) upozorňuje na to, že aby tato ochrana byla efektivní, poslední záchytná vegetační vrstva se musí nacházet blízko půdního povrchu. Kapky zachycené korunami stromů jsou totiž často větší a mají vyšší kinetickou energii než kapky, které na povrch půdy dopadnou bez předchozího zachycení – přítomnost podrostu je tedy k zabránění eroze nesmírně důležitá. Mnohé studie též poukazují na význam podzemních částí rostlin, jež mají tu vlastnost, že zvyšují soudržnost půdy a napomáhají infiltraci vody (Gyssels et al., 2005; Durán et al., 2008; Frankl et al., 2021). Poměr mezi odtokem a infiltrací srážkové vody je přitom jedním z hlavních parametrů, jež ovlivňují vodní režim půd a sekundárně i stabilitu půdy ve svahu (Rejšek et Vácha, 2018).

Půdoochranný účinek travních společenstev se projevuje do hloubky 0,2 až 0,3 metru. Vyšší a účinnější ochranu poskytuje rozvětvený kořenový systém keřů, který sahá do hloubky 0,5 až 0,8 metru – keře jsou proto vhodným řešením tam, kde je potřeba povrch půdy rychle a trvale pokrýt (Zuna, 2008). Kořenový systém stromů se liší hloubkou i tvarem dle druhu dřeviny, přičemž důležitá je nejen architektura kostry kořenového systému (kde rozeznáváme systém kulový, srdčitý a povrchový), ale i samotná hustota kosterních kořenů pod zapojenými korunami (Vokurka et Zlatuška, 2020) a kvantita a kvalita organické půdní hmoty (Rejšek et Vácha, 2018). Při výběru dřevin obecnou zásadou zůstává fakt, že nejúčinnější protierozní ochranu poskytuje ten porost, jehož nároky odpovídají danému stanovišti a který bude nejlépe plnit požadované funkce (Vokurka et Zlatuška, 2020; Zuna, 2008). Při zalesňování strží je také potřeba mít na paměti, že ač určitý typ výsadby může pomoci s rychlou stabilizací strže, po čase, až se dřeviny rozrostou, mohou svahy začít zatěžovat a zpětně tak zapříčinit svahové nátrhy a sesuvy, kterým měly původně zabránit (Vokurka et Zlatuška, 2020).

Doporučení vhodná k prevenci stržové aktivity se dají shrnout v několika bodech. Základním krokem, jak zvýšit odolnost (konkrétně zemědělsky obdělávané) půdy vůči rozrušování, je vyhnout se konvenčnímu způsobu orby (Frankl et al., 2021). Poesen a Valentin (2003) dospěli k závěru, že znalost tloušťky a vlastností půdy v oblastech, které jsou vystaveny častému soustředěnému odtoku povrchové vody, je zásadní a že jakékoliv mechanické zpracování půdy je zde nežádoucí. Další možností prevence jsou zatravněné vodní cesty, široké mělké kanály především na polích, jejichž účelem je bezpečný odvod povrchové vody, tzn. takový, jenž zamezí vzniku zemních struh (Evrard et al., 2008). Na podobném principu fungují i vegetační bariéry, úzké pruhy vysázených travin či keřů, které se stále častěji používají jako opatření ke snížení propojenosti vodního proudu. Většinou je lze najít na okrajích pozemků, kde nebrání zemědělské činnosti. Kromě toho, že inhibují vznik strží, omezují také export sedimentů, a zmírňují tak znečištění řek, případně zanášení zastavěných území splavenou půdou (Boardman et al., 2019). Bariéry vodního proudu lze vybudovat i z rostlinných zbytků, jako jsou dřevní štěpka či balíky slámy, případně z kokosových vláken. Mají tu výhodu, že jejich hustá struktura zajistí okamžitou účinnost při ochraně před erozí a že je lze rychle aplikovat v případech, kdy je povrch půdy dočasně exponovaný (Haan et al., 1994).

Tato preventivní opatření jsou nejúčinnější, jsou-li implementována v rámci integrovaného řízení povodí. Proto by měla být místní vodohospodářská správa po konzultaci se zemědělci odpovědná za rozhodnutí, kam taková opatření instalovat a jak zajistit jejich údržbu (Evrard et al., 2008).

V České republice se problematice eroze zemědělských půd věnuje pod záštitou Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. a Státního pozemkového úřadu webový portál Monitoring eroze zemědělské půdy², sloužící k nahlašování, evidenci a vyhodnocování erozních událostí.

3.2.2.2 Stabilizace zhlaví a dna strží

Největší pozornost v utlumení strží se věnuje stabilizaci nejaktivnějších vrcholových částí (Binder, 1969; Zachar, 1984), a to ideálně ve fázi jejich vzniku (Novák, 1994). Tato fáze je z hlediska zastavení stržové eroze nejzásadnější. Počáteční stadium vývoje zhlaví strže, kdy jsou jednotlivé rýhy stále mělké, většinou vyžaduje pouze zavedení adekvátních protierozních

² Dostupný on-line na: <https://me.vumop.cz/app/>

opatření formou snížení povrchového odtoku, například zasakovacími pásy či kanály (Novák, 1994).

V případě, že se strže plně vyvinou, je z hydrotechnického hlediska správným a výhodným způsobem jejich stabilizace utlumení energie proudící vody (Zuna, 2008). Nejčastěji se k tomu využívají příčné (spádové) objekty, jejichž hlavním úkolem je zabránit transportu splavenin. Podle pokročilosti stavu vymílání, hloubky strže a struktury půdy se nabízí mnohá technická řešení, ať už jsou jimi pasy, prahy, stupně či přehrážky. Tyto objekty zpevní a odstupňují dno strže, a tím snižují její podélný sklon, zdrsňují dno stržového koryta, a zpomalují tak odtok vody – celkově tedy snižují erozní činnost a zajišťují akumulaci uvolňovaného materiálu. Ve velkých aktivních stržích se ještě přistupuje k budování odvodňovacích kynet, a dokonce i dlážděných koryt, jež se umísťují mezi samotné příčné objekty. Taková opatření umožňují neškodné odvedení povrchové vody ze dna strže, aby nedocházelo k jeho dalšímu vymílání. Dno strže je také vhodné zatravnit (Skatula, 1960; Zachar, 1984).

3.2.2.3 Stabilizace břehů strží

Ke stabilizaci břehů se přistupuje zvláště u větších strží s vysokými břehy, kde dochází k intenzivním destrukčním procesům (Zachar, 1984). Stabilizačními konstrukcemi, sloužícími k zajištění svahů a pat břehů a funkční podpoře již existujících spádových objektů v úsecích s rozvinutou dnovou, případně břehovou erozí, jsou podélné stavby (Vokurka et Zlatuška, 2020). Nejčastěji jimi bývají zápletové plůtky z tyčoviny a kamenné záhozy a terasy, přičemž tyto se umísťují ve směru vrstevnic v souvislých nebo přerušovaných řadách. Zápletové plůtky a terasy se rozmísťují nad sebou v šachovnicovém vzoru (Zachar, 1984). K doplnění a podpoření stabilizační funkce zápletkových plůtků je vhodné přistoupení k osázení prostorů mezi nimi. Hodí se k tomu keřové dřeviny jako líska, hloh, dřín, pro rychlý efekt i šípek (Binder, 1969).

Pokud nehrozí, že břehy budou dále erodovat, může se přikročit k jejich zatravnění, ve většině případů je nicméně nejvýhodnější strmé břehy strží včetně jejich přilehlých okrajů zalesnit. Pro takové účely se nejlépe hodí dřeviny, jež v mládí rychle rostou a již v krátkém čase po vysazení dokážou půdu nejen zpevnit, ale i se podílet na tvorbě nové. Takovými dřevinami jsou například borovice černá a lesní, javory, lípy a přímo pro dno jsou vhodné olše, vrby a jasany (Zachar, 1984; Novák, 1994). V minulosti se k zalesňování strží velmi často využíval akát (Zachar, 1984). Pozornost by měla být věnována také bylinnému patru, které by mělo půdě

poskytnout dokonalé krytí a svými kořeny zpevňovat svrchní části půdního horizontu (Novák, 1994).

3.3 Strže v povodí Rakovnického potoka

Druhou polovinou devatenáctého století započala na Rakovnicku výrazná intenzifikace zemědělské výroby, spojená s odlesňováním a zakládáním četných chmelnic. Rozsáhlá orba vedla k rozvolnění povrchu půdy, vzniklé na snadno zvětrávajících permokarbonských pískovcích a jílech, a tedy lehce erodující i při mírných deštích (Lemberger, 1975; Zuna, 2008).

V květnu roku 1872 bylo povodí Rakovnického potoka zasaženo mimořádnými přívalovými srážkami, které v mnoha částech povodí způsobily úplnou devastaci nejen zemědělských pozemků, ale i lidských sídel. Dravé proudy vyryly do obnažené zemědělské krajiny hustou síť větvících se strží dlouhých až 3 kilometry (Pražák, 2008; Zuna, 2008) (Příloha 2). Mohutný plošný splach z polí zanesl níže ležící pozemky v údolí potoka splaveninami a poškodil nejen přilehlé silnice a železnice, nýbrž způsobil i škody na budovách tam, kde se strže dotýkaly zastavěných území, například v obci Šanov. Stržovou erozí byly nejvíce zasaženy oblasti jižně a západně od Rakovníka, konkrétně patřící obcím Kolečovice, Přílepy, Pšovky, Nouzov, Senomaty, Šanov, Petrovice, Hostokryje, Lubná a Příčina (Lemberger 1975). Kromě povodí Rakovnického potoka byla povodní zasažena také celá oblast Brd, povodí Střely a povodí Blšanky (Zuna, 2008).

V reakci na devastující záplavy z května 1872 byly Českou lesnickou jednotou započaty rozsáhlé zalesňovací akce, během kterých byly dna i svahy vzniklých strží stabilizovány zatravněním a oživenými pletivy, následně byla zahájena výsadba zpevňujících dřevin, především akátu (Lemberger, 1975). K samotným zahrazovacím pracím však zatím nebylo přistoupeno – k takové činnosti ještě neexistovaly právní podklady, a tedy ani možnost čerpání finančních prostředků. Teprve až po katastrofách způsobených vodními přívaly v Tyrolsku a Korutanech v roce 1882 byla vyhotovena příslušná legislativa a v činnost uvedena organizovaná veřejná služba hrazení bystřin (Zuna, 2008). Na základě zákonů č. 116/1884 ř. z. a 117/1884 ř. z. byl dodatečně vypracován zákon č. 46/1891, o zahrazování bystřin a strží v okrese rakovnickém a administrativním řízení mezi státní správou a správou Království českého, který se stal podkladem pro realizaci zahrazovacích prací. Podle §2 tohoto zákona neměly celkové finanční náklady překročit částku 343 660 zlatých, přičemž §3 zavazoval státní meliorační fond k úhradě padesáti procent, zemi třiceti procent a okres Rakovník k úhradě dvaceti procent celkové částky (Lemberger, 1975; Pražák, 2008). A tak mezi lety 1892 až 1903

pražské oddělení hrazení bystrin realizovalo řadu důkladných technických a biotechnických stavebních opatření, jimiž byly strže postupně stabilizovány (Zuna, 2008). Svahy strží byly sníženy do úhlu přirozené sklonitosti základové horniny a podchyceny oživenými zápletovými plůtky, které současně sloužily pro odstupňování dna strží (Příloha 1). Obzvláště hluboká a strmá koryta strží byla zahrazena kamennými objekty. Takto upravené svahy byly dále zastabilizovány vrbovými záplety, drnováním či osázením (Skatula, 1960).

Zahrazení strží v povodí Rakovnického potoka bylo první akcí svého druhu na území Čech. Její opravdový rozsah ale nelze kvůli neúplným archivním podkladům zcela přesně určit – celkový počet strží, které se v povodí Rakovnického potoka vytvořily, se pohybuje okolo tří set (cca 70 km – Skatula, 1960), v samotných zahrazovacích akcích byla ale zahrnuta pouze část z nich (Lemberger, 1975).

3.4 Obdobné projekty hrazení strží

3.4.1 Jeseníky

Na území Jeseníků lze již v dobách raného středověku zaznamenat počátky systematického odlesňování, souvisejícího zprvu s přeměnou lesních porostů na zemědělskou půdu, později s rozvíjejícím se železářským průmyslem. Na přelomu osmnáctého a devatenáctého století již v Jeseníkách existovala rozsáhlá bezlesí rozprostírající se jak na hřebenech, tak na svazích hor. Pro následnou rekonstrukci těchto porostů byl využit nevhodný sadební materiál (místo původního smrku byl vysázen smrk z jižních Čech), špatně snášející vysokohorské klima, a tudíž neschopný plnit požadované ochranné funkce. Kombinace nestabilních lesních porostů a extrémních klimatických i morfologických podmínek Jeseníků vyústila zejména v povodí Branné a Hučivé Desné v rozsáhlé svahové sesuvy a stržovou erozi (Bečka, 1975).

Zahrazovací práce, jejichž projektování započalo roku 1905 a které byly pozdrženy první světovou válkou, naplno propukly po mohutných katastrofálních sesuvech způsobených průtrží mračen v červnu roku 1921. Po vyklizení a zahrazení nejvíce poškozených částí koryt se přistoupilo k nezbytnému zajištění strží v povodí Hučivé Desné. Sesouvající se svahy byly zajištěny podélnými kamennými kynetami a při patě kamennými přehrážkami. K příčné stabilizaci byly též využity kamenné terasy, dřevěné prahy a oživené plůtky z tyčoviny obsahující trsy třtiny rákosovité (Bečka, 1975).

3.4.2 Bzenec

Ve vinohradech města Bzenec došlo roku 1953 k prudké průtrži mračen, která v tamních spraších vytvořila až deset metrů hluboké strže a podemletím úpatí svahů způsobila rozsáhlé sesuvy. Na místě byla ihned provedena stabilizace území zděnými příčnými objekty a oživenými haťovými konstrukcemi, utěsněnými jílem, aby protékající voda nenarušila jejich zdržnou funkci. Úplná vodotěsnost musela být zajištěna i u zděných objektů, jinak by hrozilo, že voda bude sprašové částice pod přehrážkami dále strhávat (Skatula, 1960).

3.4.3 Slovensko

Protože zákon o neškodném svádění horských vod č. 177/1884 na území bývalých Uher neplatil, služba hrazení bystřin byla na Slovensku zřízena až po první světové válce (Skatula, 1975; Valtýni, 2012). Opatření zaměřená na zlepšení odtokových poměrů, zejména formou zalesňování povodí bystřin, však byla na území Slovenska realizována ještě před vydáním zmíněného zákona (Valtýni, 2012). Jedním z projektů, které posléze sloužily jako vzor pro další hrazenářské práce na Slovensku, bylo zahrazení Haluzického potoka a jeho strže (Skatula, 1975).

V pahorkatinné oblasti západního Slovenska protéká Haluzický potok, v jehož horní trati se erozivní činností vytvořila rozsáhlá skalní strž, zařezávající se do měkkého dolomitu a břidlice a svými suťovými splaveninami ohrožující přilehlé obce. Během let 1912 až 1913 byla strž pouze částečně sanována výsadbou borovice Banksovy a zhotovením nízkých přehrážek, to ale k zastavení intenzivní eroze nestačilo. Hlavní projekt, jehož úkolem bylo omezení vzniku splavenin za současného bezpečného odvedení případného povodňového odtoku, byl schválen ministerstvem zemědělství až v roce 1925 (Skatula, 1975). V rámci této úpravy bylo v letech 1926 až 1927 koryto Haluzické strže zpevněno soustavou osmi zděných přehrážek a její svahy stabilizovány zápletovými plůtky z vrbového proutí a výsadbou trnovníku akátu, olše šedé, borovice lesní a černé (Valtýni, 2012). K zalesnění dna a svahů se následně přistoupilo i u strží, které se nově začaly tvořit na okolních stráních (Skatula, 1975).

3.5 Stabilita svahu

Otázka stability svahu je jednou z nejdůležitějších, se kterými se v geotechnice lze setkat (Koudelka, 2004), a je nutno brát ji v potaz jak u svahů vzniklých přirozenými přírodními procesy, tak i u svahů vytvořených uměle (Záruba et Mencl, 1987). Cílem zhodnocení stability

svahu je návrh optimálního sklonu za dodržení nejen bezpečnostních nároků, ale i nároků na zábor půdy a přesun materiálu (Weiglová, 2017). K porušení stability svahu typicky dochází posunem jeho těžiště dolů po sesuvném povrchu – vznikne tak smyková plocha, na níž se rozpočítávaná hmota oddělí od svého pevného podkladu, čímž dojde k sesuvu (Záruba et Mencl, 1987; Qian et al., 2021). Z pohledu mechaniky se dá sesunutí svahu zjednodušit na model tělesa na nakloněné rovině: svah je držen pohromadě pasivními silami zprostředkovanými pevností zeminy, na které ale působí zemská tíže, představující aktivní smykové síly. Poměr pasivních a aktivních sil se nazývá součinitel stability (bezpečnosti) a je zásadním kritériem stability svahu (Záruba et Mencl, 1987).

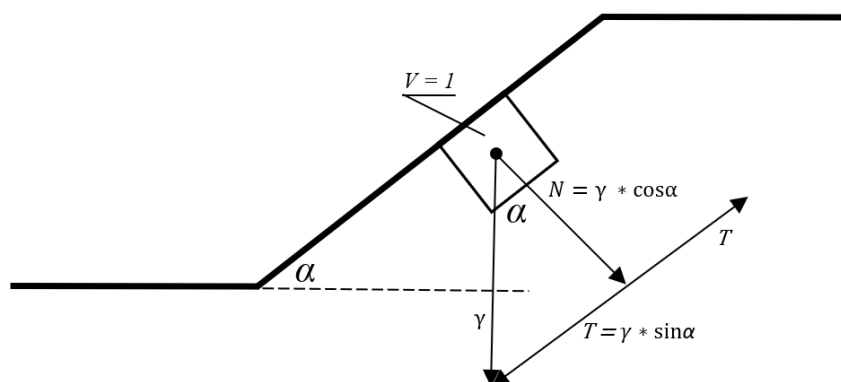
Jako složka zabraňující sesuvu funguje tzv. smyková pevnost, stanovující se podél smykové plochy, jež by eventuálním sesuvem vznikla. Pro řešení dlouhodobé stability svahů jsou zásadní dva parametry smykové pevnosti: φ_{ef} (efektivní úhel vnitřního tření) a c_{ef} (koheze), které spolu s normálovým napětím σ_f vstupují do vzorce Coulombovy teorie porušení, vyjadřující tangenciální napětí na smykové ploše τ_f :

$$\tau_f = \sigma * tg\varphi + c$$

Protože nesoudržné zeminy kohezi nevykazují, rovnice se zjednoduší následovně:

$$\tau_f = \sigma * tg\varphi$$

V praxi se stabilita svahu nejčastěji řeší metodou mezní rovnováhy, která popisuje rovnováhu sil podél již zmíněné smykové plochy. Stabilita zemního tělesa je vyjádřena stupněm (součinitelem) stability F . Nesoudržné zeminy o objemové tíze γ a úhlu vnitřního tření φ vytvářejí rovinné smykové plochy, tzn. že pro každou jednotku objemu platí podmínky rovnováhy stejně.



Obrázek 1: Řešení stability svahu pro nesoudržné zeminy bez průsaku vody (Lamboj et Štěpánek, 2005)

Maximální velikost smykové pevnosti je $\gamma * \cos\alpha * \operatorname{tg}\varphi_{ef}$:

$$\gamma * \sin\alpha = \gamma * \cos\alpha * \operatorname{tg}\varphi_{ef}.$$

Po úpravě rovnice dostaneme:

$$\operatorname{tg}\alpha \leq \operatorname{tg}\varphi_{ef},$$

$$\alpha \leq \varphi_{ef},$$

tedy že svah je v nesoudržných zeminách stabilní za předpokladu, že úhel sklonu α je menší než efektivní úhel vnitřního tření zeminy φ_{ef} . Pokud tento vztah platí, pak lze stupeň stability F vyjádřit jako poměr pasivních a aktivních složek. V případě, že je $F > 1$, svah je stabilní. Je-li $F < 1$, svah stabilní není a dojde k sesuvu (Lamboj et Štěpánek, 2005; Weiglová, 2007). Koudelka (2004) uvádí, že předtím, než se zavedla teorie mezní rovnováhy, byl v praxi běžně užíván součinitel stability $F = 1,5$.

Svahové pohyby jsou obvykle podmíněny řadou faktorů a jejich spolupůsobení (Sidle et Bogaard, 2016). Mezi tyto faktory lze mimo jiné zařadit změnu sklonu či výšky svahu (například vlivem erozivní činnosti povrchové i podzemní vody), působení mrazu, zvětrávání hornin a v neposlední řadě též změny ve vegetačním pokryvu svahových území, konkrétně formou odlesnění (Záruba et Mencl, 1987). Vliv vegetace na stabilitu svahu lze popsat také z mechanického hlediska. Účinky kořenů rostlin na pevnost půdy popisují Gyssels et al. (2007), kteří uvádějí, že kořenové systémy přispívají k pevnosti půdy zprostředkováním umělé koheze (tedy zvyšují účinnou soudržnost půdy), ale nijak neovlivňují efektivní úhel vnitřního tření.

3.5.1 Klasifikace zemin

Klasifikací zemin se rozumí zatřídění zemin do jednotlivých skupin, které zastupují zeminy s blízkými vlastnostmi, zjištěnými laboratorními zkouškami a poznatky z praxe. Mezinárodně jednotnou a nejrozšířenější klasifikací zemin je USCS (Unified Soil Classification System), z něhož vychází i ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy, která v rámci klasifikačního systému rozlišuje tři základní skupiny zemin dle jejich zrnitosti: jemnozrnné (skupina F), písčité (skupina S) a šterkovité (skupina G). Tyto skupiny se dále dělí na jednotlivé třídy blíže upřesňující vlastnosti zemin (Weiglová, 2007). ČSN 73 1001 obsahuje tzv. směrné normové charakteristiky, v nichž je uveden i efektivní úhel vnitřního tření φ_{ef} , vstupující do vzorce součinitele stability.

Od června 2003 jsou platné evropské normy EN ISO 14688-1 Pojmenování a popis zemin a 14688-2 Zásady zařídování a kvantifikace popisných vlastností. Pro pojmenování zemin je v nich základním parametrem velikost zrn, na jejichž základě rozlišují zeminy velmi hrubozrnné, hrubozrnné a jemnozrnné (Weiglová, 2007).

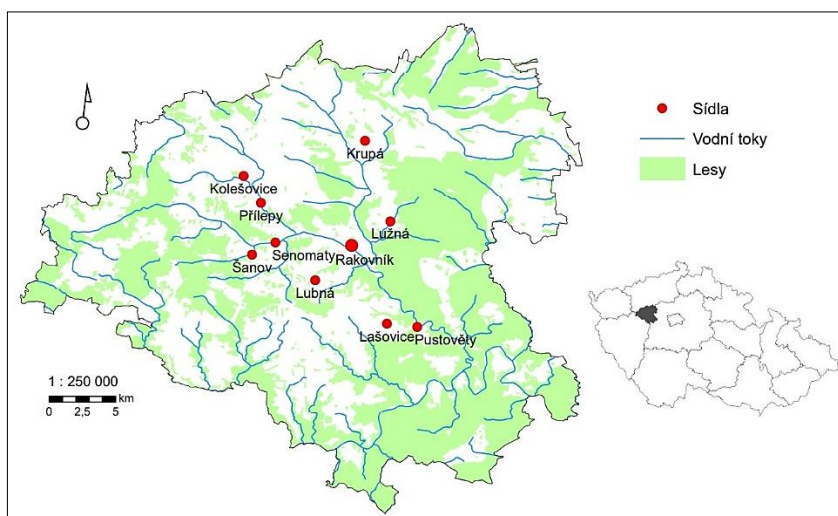
4 Metodika

4.1 Terénní průzkum a sběr dat

Terénní průzkum probíhal od září 2020 do února 2021 a byl zaměřen na posouzení aktuálního stavu Rakovnických strží, tzn. na zhodnocení stability svahů na základě jejich sklonu a stavu dřevinného krytu, dále na identifikaci a popis hrazenářských konstrukcí tam, kde se dochovaly.

4.1.1 Výběr lokalit

Jednotlivé strže byly vybírány s ohledem na to, zda jsou jasně identifikovatelné z dostupných mapových podkladů, přičemž zvoleny byly konkrétně ty lokality, na nichž se v bližším sousedství nacházelo seskupení více strží, případně ty, o nichž je z dostupné literatury či archivních materiálů známo, že k jejich stabilizaci bylo využito kamenných konstrukcí. Velká část těchto strží se nachází v oblasti Rakovnické plošiny, konkrétně jihozápadně od města Rakovník. Plochy k naměření sklonů byly vybrány přímo na jednotlivých lokalitách. Tyto plochy byly zvoleny v místech, která byla snadno a bezpečně dostupná a zároveň nejlépe reprezentovala celkový stav strží v daném úseku – tzn. svahy, jejichž sklon viditelně nevybočoval z celkového trendu úseku, svahy nenarušené vývraty či proláklami apod. V případě, že se strž větvila do více ramen, byla značně rozměrná nebo se v ní jednotlivé úseky charakterově výrazně lišily, sklony v ní byly naměřeny na více plochách. Přehled obcí, v jejichž katastru se nachází vybrané strže, je zobrazen na Obrázku 2.

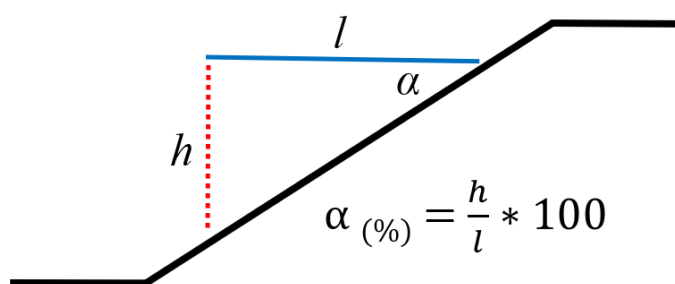


Obrázek 2: Obce, v jejichž katastrálním úřadu se nachází navštívené stržové lokality, zobrazené vzhledem k Rakovníku (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

Identifikační údaje a poznatky z terénního průzkumu byly pro každou lokalitu zpracovány do jednotlivých karet (viz podkapitola Přehled lokalit). Pro identifikaci jednotlivých lokalit byly použity následující údaje: název lokality, katastrální území, IDVT a ČHP hlavního toku dílčího povodí³ a název typu zeminy včetně příslušné zkratky. Do každé karty byl též vložen stručný popis dřevinného krytu, stavu stržového koryta a případně popis konstrukcí hrazení strží.

4.1.2 Měření sklonu svahů

Sklon svahu byl spočítán jako poměr výškového rozdílu h a vodorovné délky l vynásobený stem (Obrázek 3). Z výsledného sklonu v procentech byl později pro účely ČSN 73 1001 pomocí převodníku odvozen sklon ve stupních. K vytvoření vodorovné osy byla použita vodováha s vyznačenou délkou 1 m, následně bylo svinovacím metrem změřeno převýšení (Příloha 3).



Obrázek 3: Schéma měření a výpočtu sklonu svahu

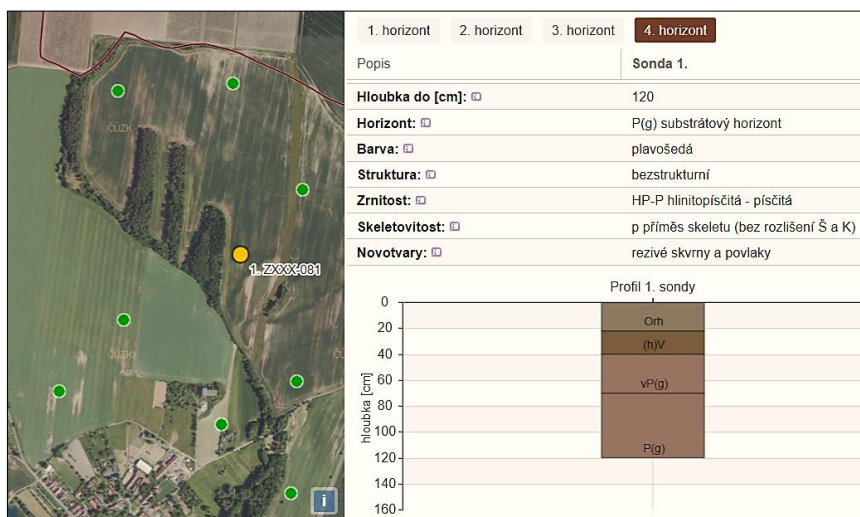
4.2 Posouzení stability svahů

K posouzení stability svahů (bez vlivu dřevinného krytu) byl použit vzorec pro součinitel stability $F = \frac{tg\varphi}{tg\alpha}$, který vyjadřuje rovnováhu sil podél smykové plochy svahu, jímž neprosakuje voda⁴. $Tg \alpha$ představuje naměřený sklon ve stupních a $tg \varphi$ efektivní úhel vnitřního tření φ_{ef} ,

³ Zjištěno z [Hydroekologického informačního systému VÚV TGM](#)

⁴ Vzorec byl převzat z výukového materiálu Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, studijního oboru Geotechnika. Materiál je volně dostupný na: <https://www.geotechnici.cz/wp-content/uploads/2012/08/MHZ-cviko-05.pdf>

který odpovídá jednotlivým typům zemin – ty se identifikují na základě zrnitosti zemin, již lze nejpřesněji určit laboratorním šetřením z odebraného vzorku. Pro účely této diplomové práce byla zrnitost zemin na jednotlivých lokalitách odvozena z aplikace Komplexní průzkum půd Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i⁵, a to vždy z údajů o nejhlubším dostupném horizontu (Obrázek 4). Efektivní úhel vnitřního tření byl převzat z tabulek směrných normových charakteristik obsažených v ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy.



Obrázek 4: Odvození zrnitosti zemin na stržích v k. ú. Krupá (aplikace Komplexní průzkum půd)

⁵ Volně dostupná na <https://kpp.vumop.cz/?core=account>

5 Výsledky

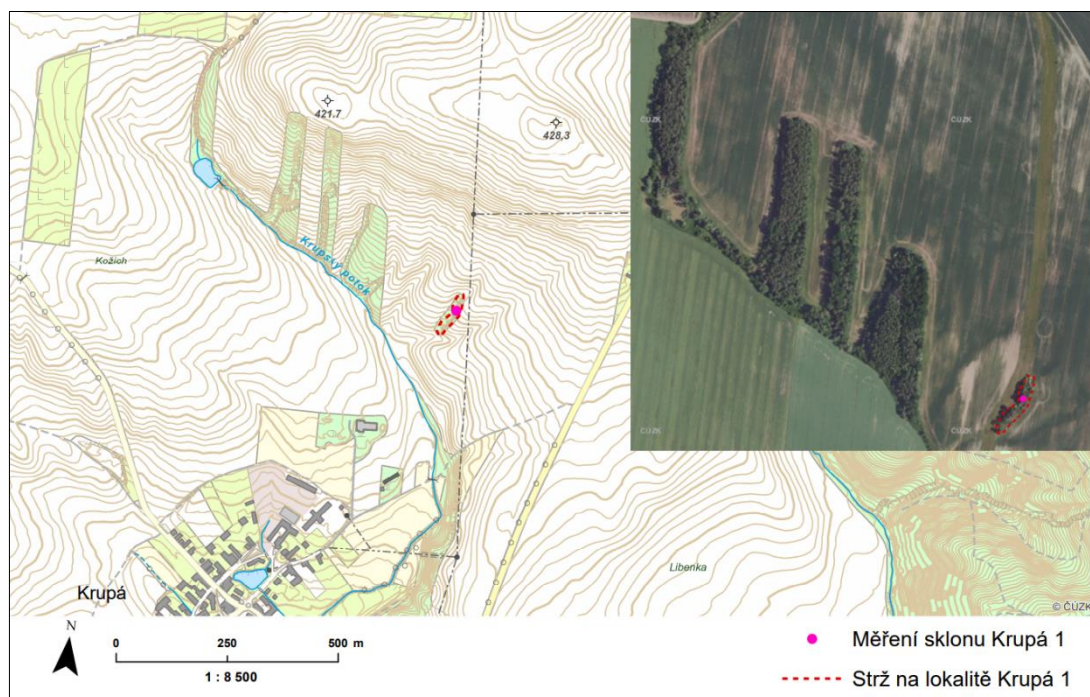
5.1 Přehled lokalit

5.1.1 Lokalita č. 1

Název lokality:	Krupá 1
Katastrální území:	Krupá [675253]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°44'22,104"E 50°10'59,093"N
ČHP toku:	1-11-03-0220 (Lišanský potok)
IDVT:	10251419
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	24°
Datum měření:	5. 9. 2020

Slovní popis:

Dnes již pozůstatek původní strže s mělkým suchým stabilním dnem. Dno strže zalesněno borovicí lesní a modřínem opadavým, zjištěno jednotlivé vmíšení břízy bělokoré a třešně ptačí. Svahy a horní hrany svahů jsou porostlé bezem černým a růží šípkovou. (Přílohy 4 a 5)



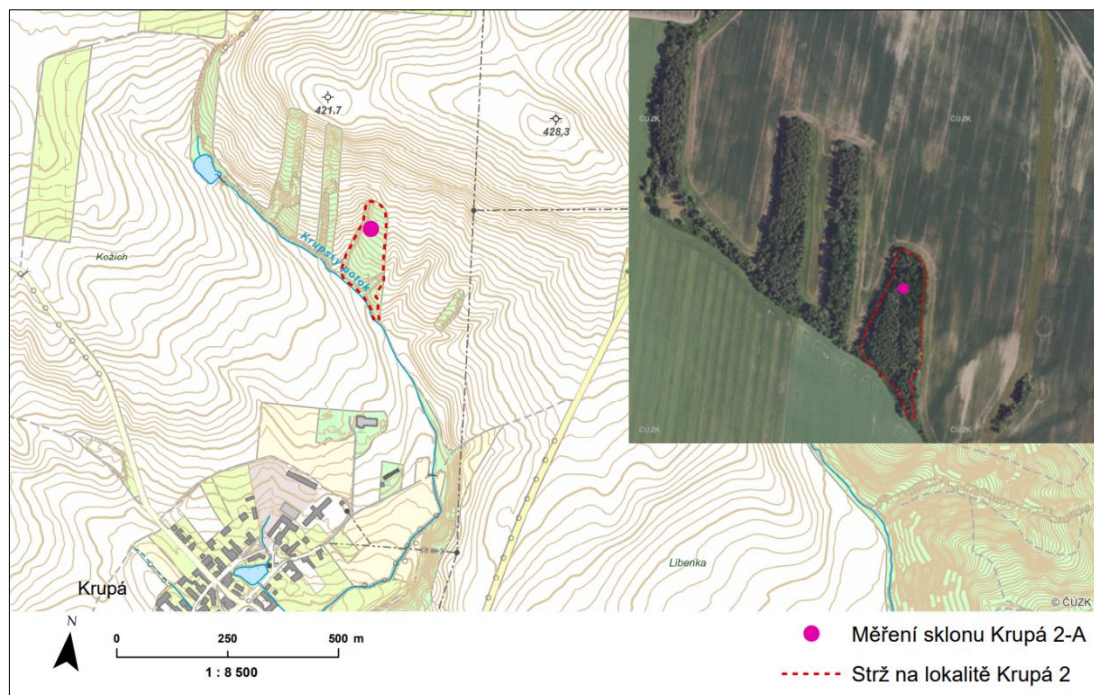
Obrázek 5: Lokalita Krupá 1 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.2 Lokalita č. 2

Název lokality:	Krupá 2-A
Katastrální území:	Krupá [675253]
Souřadnice strže (S-JTSK):	13°44'11,105"E 50°11'3,856"N
ČHP toku:	1-11-03-0220 (Lišanský potok)
IDVT:	10251419
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	35°
Datum měření:	5. 9. 2020

Slovní popis:

Mělká suchá stabilní strž – horní část. V porostu převažuje borovice lesní doplněná modřínem opadavým, vtroušeně topol osika a bříza bělokorá. Ve dně strže se osiky již rozpadají a dno se zanáší mrtvým dřevem. Pozemky lemující svahy strže porostlé dubovou kmenovinou. Strž ústí do Krupského potoka. (Přílohy 6 a 7)



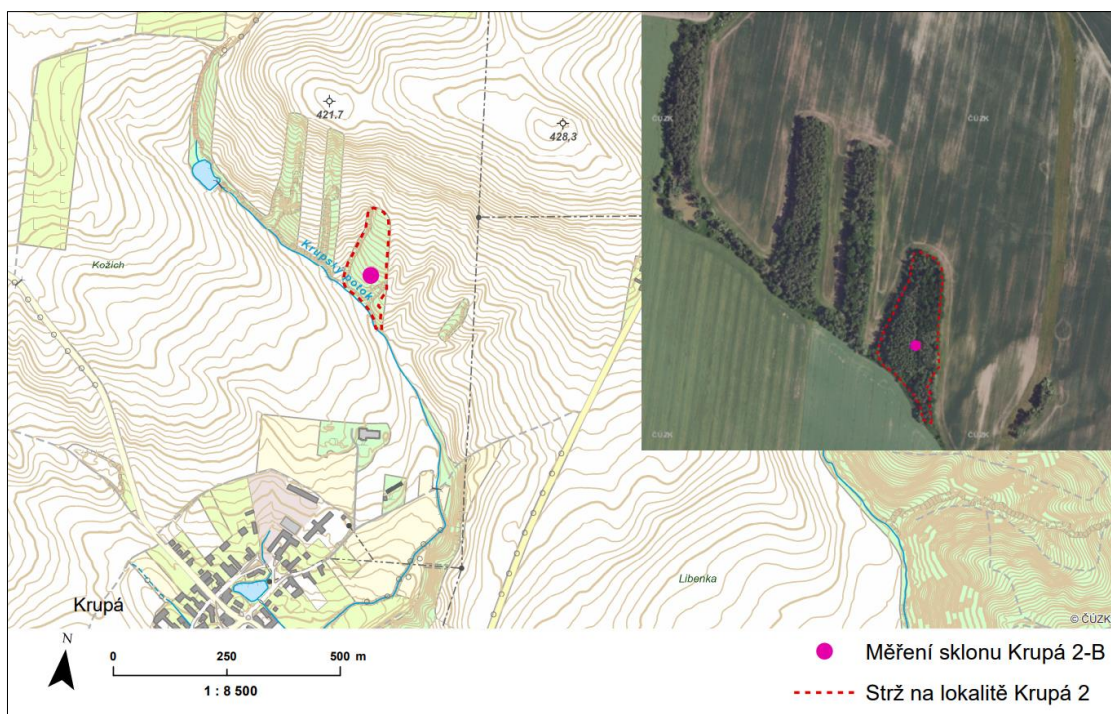
Obrázek 6: Lokalita Krupá 2-A (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.3 Lokalita č. 3

Název lokality:	Krupá 2-B
Katastrální území:	Krupá [675253]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°44'11,501"E 50°11'0,949"N
ČHP toku:	1-11-03-0220 (Lišanský potok)
IDVT:	10251419
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	40°
Datum měření:	5. 9. 2020

Slovní popis:

Mělká suchá stabilní strž – spodní část. V porostu převažuje borovice lesní doplněná modřínem opadavým, vtroušeně topol osika a bříza bělokorá. Pozemky lemující svahy strže porostlé dubovou kmenovinou. Strž ústí do Krupského potoka. (Příloha 8)



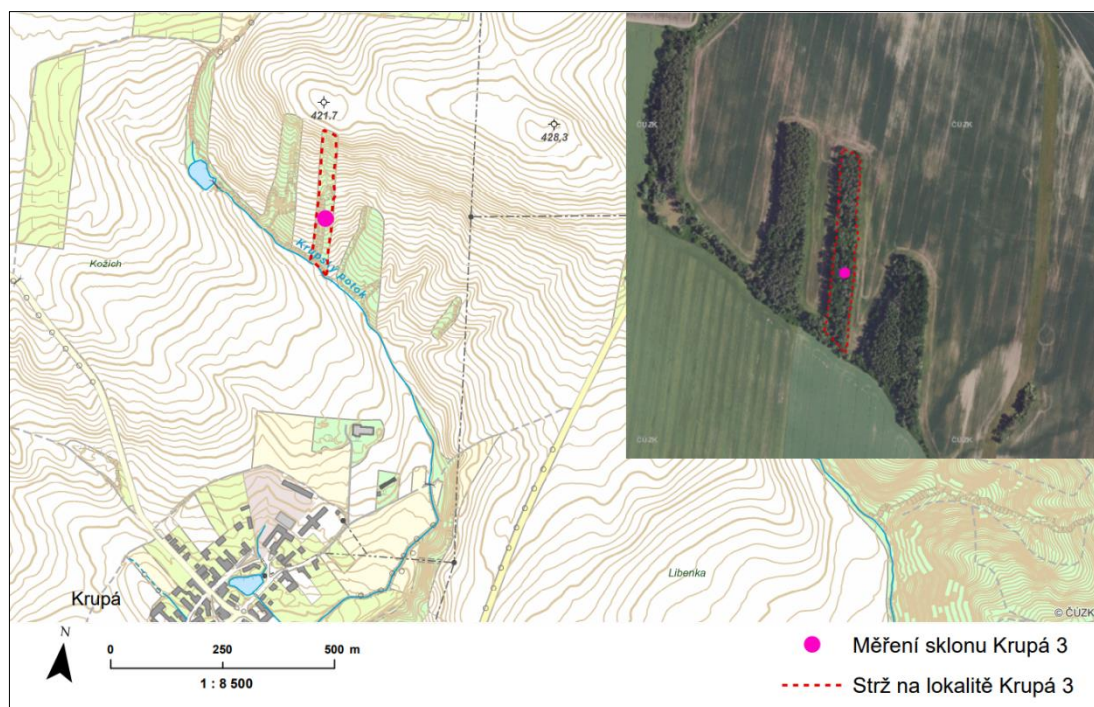
Obrázek 7: Lokalita Krupá 2-B (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.4 Lokalita č. 4

Název lokality:	Krupá 3
Katastrální území:	Krupá [675253]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°44'6,432"E 50°11'4,54"N
ČHP toku:	1-11-03-0220 (Lišanský potok)
IDVT:	10251419
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	33°
Datum měření:	5. 9. 2020

Slovní popis:

Suchá mělká strž s porostem borovice lesní a buku lesního, vtroušeně bříza bělokorá a dub letní. Dno strže místy zcela zaneseno mrtvým dřevem, jinak čisté s travnatým pokryvem. Strž ústí do Krupského potoka. (Přílohy 9 a 10)



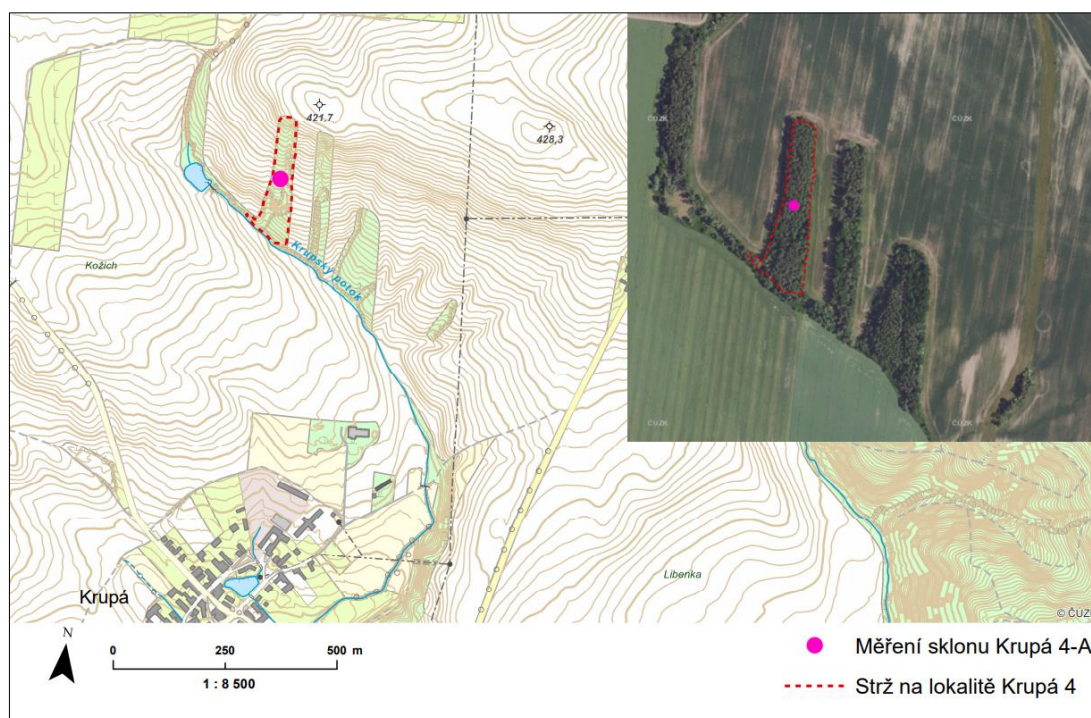
Obrázek 8: Lokalita Krupá 3 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.5 Lokalita č. 5

Název lokality:	Krupá 4-A
Katastrální území:	Krupá [675253]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°44'1,068"E 50°11'7,064"N
ČHP toku:	1-11-03-0220 (Lišanský potok)
IDVT:	10251419
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	36°
Datum měření:	5. 9. 2020

Slovní popis:

Suchá strž s vyššími svahy (měřený svah 8 m), která se ve své spodní části rozvětňuje na více ramen. Porost tvořen zejména borovicí lesní a bukem lesní, vtroušeně topol osika, bříza bělokorá, jeřáb ptačí a třešeň ptačí. Strž je stabilní, bez náznaku eroze. Dno místy zaneseno spadlými větvemi. Strž ústí do Krupského potoka. (Přílohy 11 a 12)



Obrázek 9: Lokalita Krupá 4-A (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.6 Lokalita č. 6

Název lokality:	Krupá 4-B
Katastrální území:	Krupá [675253]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°44'0,221"E 50°11'5,166"N
ČHP toku:	1-11-03-0220 (Lišanský potok)
IDVT:	10251419
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	35°
Datum měření:	5. 9. 2020

Slovní popis:

Suchá strž s vyššími svahy (měřený svah 12 m), která se ve své spodní části rozvětňuje na více ramen. Porost tvořen zejména borovicí lesní a bukem lesní, vtroušeně topol osika, bříza bělokorá, jeřáb ptačí a třešeň ptačí. Strž nevykazuje známky eroze. Ústí do Krupského potoka. (Přílohy 13 a 14)



Obrázek 10: Lokalita Krupá 4-B (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.7 Lokalita č. 7

Název lokality:	Krupá 5
Katastrální území:	Krupá [675253]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°43'49,845"E 50°11'12,801"N
ČHP toku:	1-11-03-0220 (Lišanský potok)
IDVT:	10251419
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	42°
Datum měření:	5. 9. 2020

Slovní popis:

Mělká strž porostlá borovicí lesní s vmíšenou břízou bělokorou, jeřábem ptačím a dubem letním. Svahy strmé, ale při patě hustě zarostlé a zpevněné keři bezu černého. Strž ústí do malého rybníka na Krupském potoce. (Příloha 15)



Obrázek 11: Lokalita Krupá 5 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.8 Lokalita č. 8

Název lokality:	Lužná 1-A
Katastrální území:	Lužná u Rakovníka [689378]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°45'27,413"E 50°7'41,514"N
ČHP toku:	1-11-03-0310 (Čistý potok)
IDVT:	10244935
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	31°
Datum měření:	12. 9. 2020

Slovní popis:

Jedná se o horní úsek strže ústící do obce Lužná u Rakovníka. Nejsvrchnější část úseku je dnes částečně přeměněna v nezpevněnou cestu a zanesena odpadem. Dno i svahy strže jsou porostlé zejména trnovníkem akátem, přičemž v některých místech se staré stromy již začínají vyvracet a natrhávat svahy. Podél linie strže až po hranici intravilánu obce roste hustý porost smrku ztepilého, trnovníku akátu a vtroušeně břízy bělokoré. (Přílohy 16 a 17)



Obrázek 12: Lokalita Lužná 1-A (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.9 Lokalita č. 9

Název lokality:	Lužná 1-B
Katastrální území:	Lužná u Rakovníka [689378]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°45'36,981"E 50°7'38,844"N
ČHP toku:	1-11-03-0310 (Čistý potok)
IDVT:	10244935
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	40°
Datum měření:	12. 9. 2020

Slovní popis:

Jedná se o spodní úsek strže s občasným průtokem – při vstupu do intravilánu obce Lužná u Rakovníka je zřízen trubní propustek a svahy strže jsou zpevněny betonovými panely. V intravilánu jsou dno i svahy strže plně zatravněny, podél koryta je vysázena lípa srdčitá, bříza bělokorá a trnovník akát. (Přílohy 18, 19 a 20)



Obrázek 13: Lokalita Lužná 1-B (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.10 Lokalita č. 10

Název lokality:	Lužná 2
Katastrální území:	Lužná u Rakovníka [689378]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°45'15,537"E 50°7'16,666"N
ČHP toku:	1-11-03-0310 (Čistý potok)
IDVT:	10244935
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	22°
Datum měření:	12. 9. 2020

Slovní popis:

Torzo původní strže mezi zorněnými pozemky. Porost smrk ztepilý, modřín opadavý a borovice lesní s vmíšenou břízou bělokorou a topolem osikou. V horním úseku strže se nachází myslivecká zařízení a trať strže je přeměněna v nezpevněnou cestu. (Přílohy 21 a 22)



Obrázek 14: Lokalita Lužná 2 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.11 Lokalita č. 11

Název lokality:	Lužná 3
Katastrální území:	Lužná u Rakovníka [689378]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°45'26,752"E 50°7'2,557"N
ČHP toku:	1-11-03-0310 (Čistý potok)
IDVT:	10244935
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčitá (MS)
Naměřený sklon α :	35°
Datum měření:	12. 9. 2020

Slovní popis:

Údolí strže směřující k obci Lužná u Rakovníka je hustě porostlé směsí smrku ztepilého, borovice lesní a modřínu opadavého s vmíšenou břízou bělokorou, topolem osikou a dubem letním. (Přílohy 23 a 24)



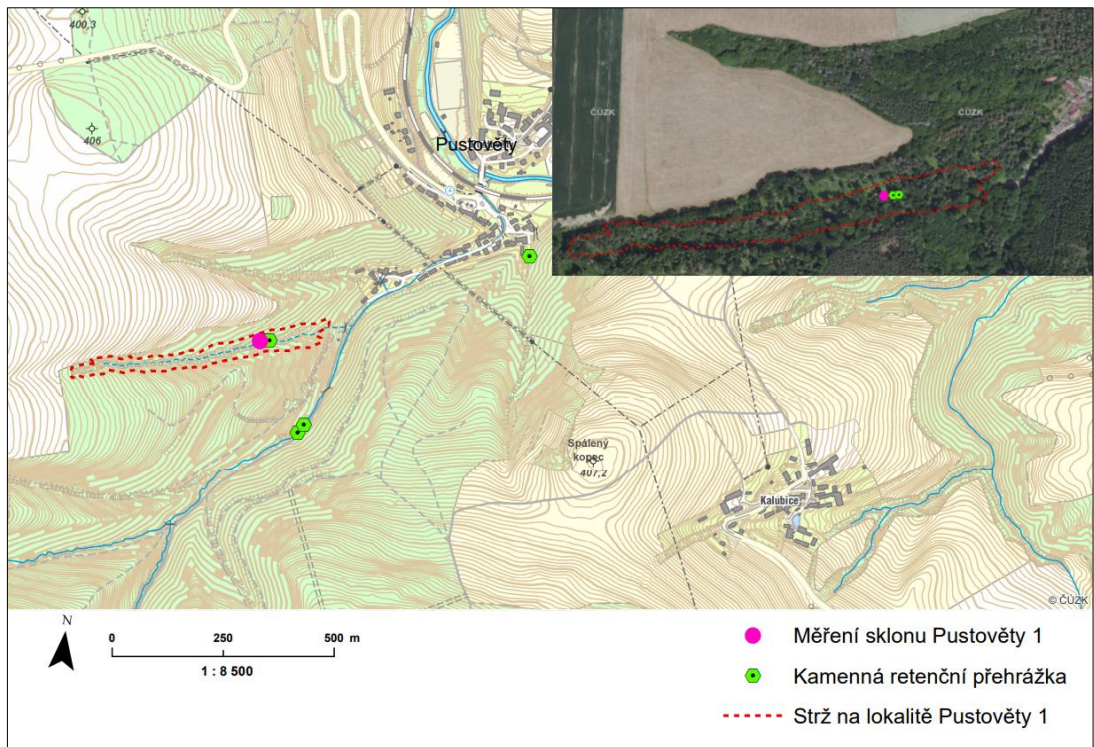
Obrázek 15: Lokalita Lužná 3 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.12 Lokalita č. 12

Název lokality:	Pustověty 1
Katastrální území:	Pustověty [736961]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°48'31,538"E 50°3'6,332"N
ČHP toku:	1-11-03-0390 (Rakovnický potok)
IDVT:	10257054
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	střednězrnný štěrk (GP)
Naměřený sklon α :	42°
Datum měření:	3. 10. 2020

Slovní popis:

Lesní levostranný přítok Rakovnického potoka se stržovým charakterem nad intravilánem obce Pustověty. Strž je ve spodní části zahrazena dvěma retenčními kamennými přehrážkami – na spadiště horní přehrážky navazuje po 16 m menší spodní přehrážka. Koryto pod přehrážkami je stabilizováno kamennou rovnaninou a před vyústěním na lesní cestu je zakončeno kamenným stupněm. Retenční prostor horní přehrážky je k roku 2022 vyčištěný. Koryto strže nad přehrážkami je zanesené popadanými stromy. Porost ve strži tvořen habrem obecným s příměsí smrku ztepilého, borovice lesní a buku lesního. (Přílohy 25, 26 a 27)



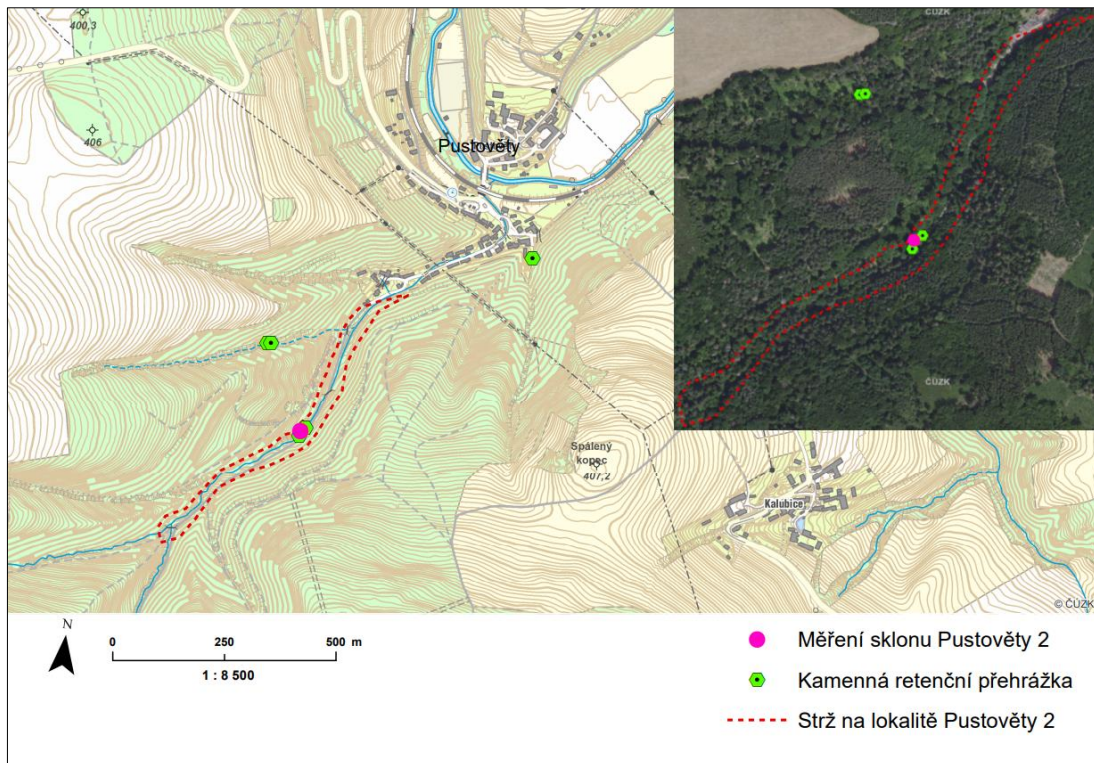
Obrázek 16: Lokalita Pustověty 1 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.13 Lokalita č. 13

Název lokality:	Pustověty 2
Katastrální území:	Pustověty [736961]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°48'37,182"E 50°3'0,111"N
ČHP toku:	1-11-03-0390 (Rakovnický potok)
IDVT:	10257054
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	střednězrnný štěrk (GP)
Naměřený sklon α :	29°
Datum měření:	3. 10. 2020

Slovní popis:

Koryto Čepinského potoka, jehož horní lesní část má stržový charakter. Potok protéká obcí Pustověty a je souvisle upraven kamenným obkladem a kamennými stupni, v lese nad obcí je úprava koryta zakončena dvěma retenčními kamennými přehrážkami. Retenční prostor horní přehrážky je zaplněn cca půl metru pod přepadovou hranu, kamenná dlažba ve spadišti je vymletá. Spodní přehrážka má retenční prostor zcela zaplněný, spadiště není tolik poškozené, ale kamenné opevnění břehů podél spadiště je místy vymleté. Porost ve strži tvořen smrkem ztepilým s příměsí buku lesního, borovice lesní a habru obecného. (Přílohy 28, 29 a 30)



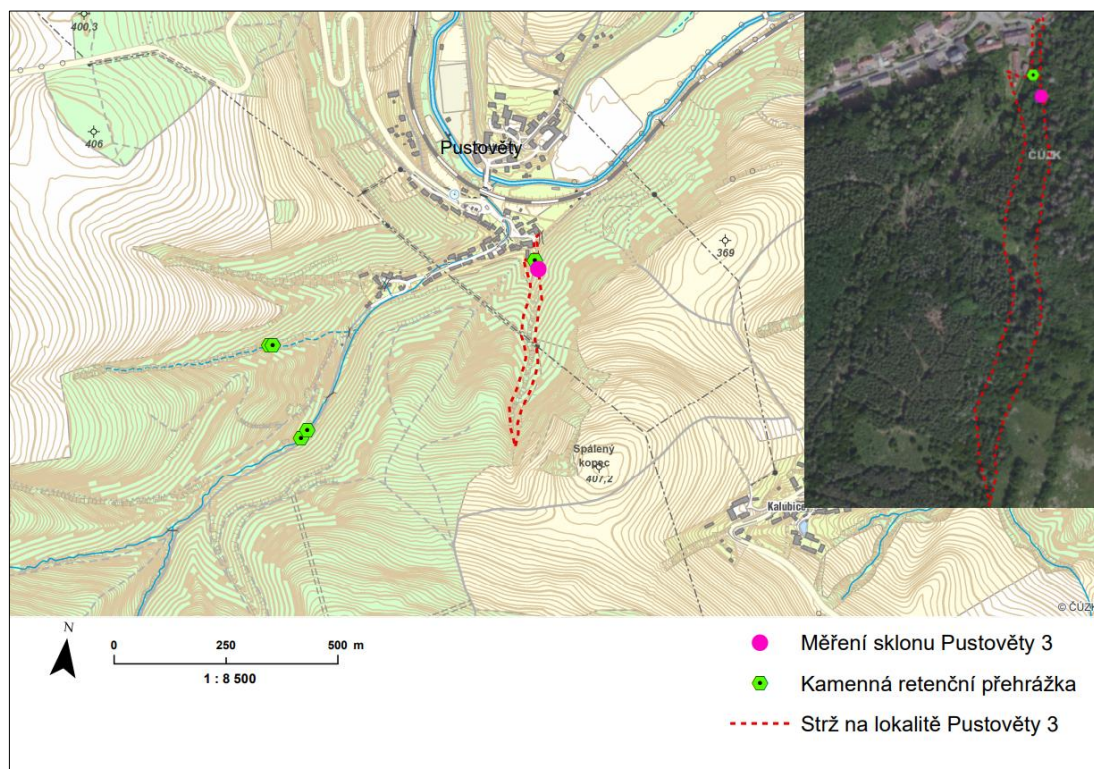
Obrázek 17: Lokalita Pustověty 2 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.14 Lokalita č. 14

Název lokality:	Pustověty 3
Katastrální území:	Pustověty [736961]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°49'0,904"E 50°3'14,673"N
ČHP toku:	1-11-03-0390 (Rakovnický potok)
IDVT:	10257054
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	střednězrnný štěrtek (GP)
Naměřený sklon α :	28°
Datum měření:	3. 10. 2020

Slovní popis:

Strž ústící dvěma rameny do intravilánu obce Pustověty, zakončená retenční kamennou přehrázkou. Porost nad strží je polámaný a koryto silně zaneseno popadanými stromy. Retenční prostor přehrážky je zcela zaplněn. Část ústí strže vpravo nad přehrázkou je přetvořeno v zahradu rodinného domku. Pod přehrázkou je koryto zpevněno kamennou rovnatinou, pokračuje kolem rodinných zástaveb a je zakončeno kamenným stupněm. Porost ve strži tvořen zejména směsí smrku ztepilého, dubu letního a javoru klenu. (Přílohy 31, 21 a 33)



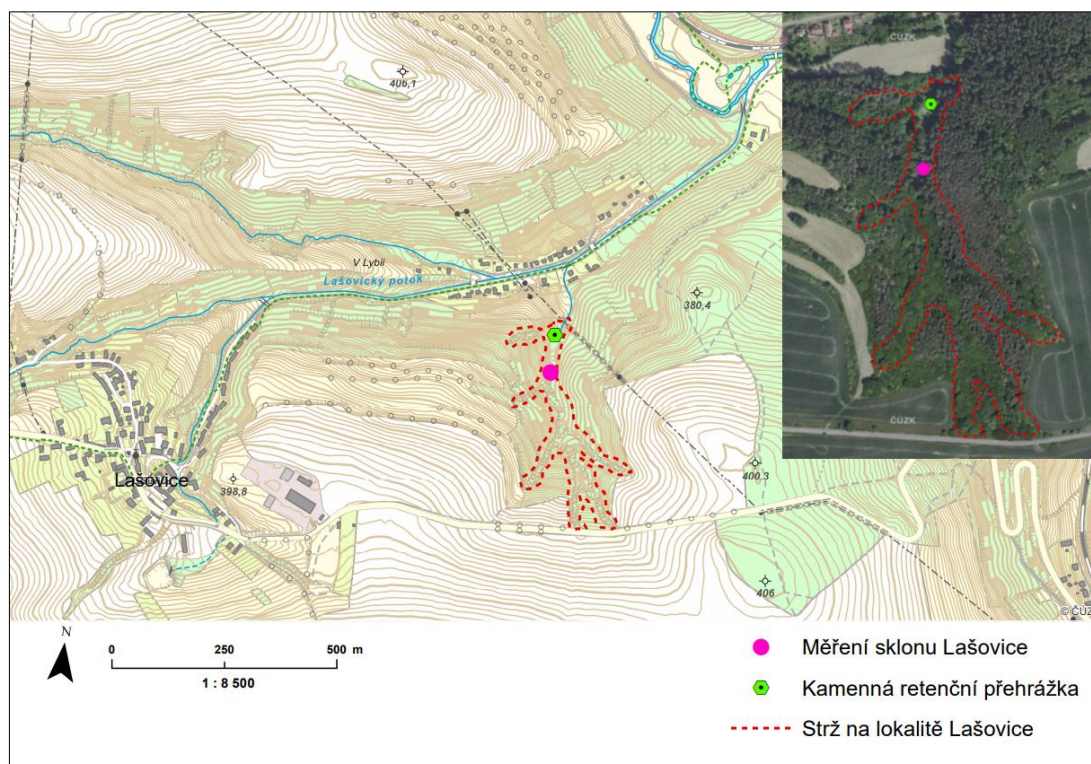
Obrázek 18: Lokalita Pustověty 3 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.15 Lokalita č. 15

Název lokality:	Lašovice
Katastrální území:	Lašovice [679216]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°47'41,769"E 50°3'32,815"N
ČHP toku:	1-11-03-0380 (Lašovický potok)
IDVT:	10282750
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína se střední plasticitou (MI)
Naměřený sklon α :	43°
Datum měření:	3. 10. 2020

Slovní popis:

Jedná se o rozsáhlou lesní strž s občasným průtokem zakončenou v ústí rozměrnou zrekonstruovanou kamennou přehrázkou na cementovou maltu. Koryto strže je zařízlé do místy obnaženého podloží, které zde tvoří přirozené stupně, a obsahuje popadané stromy. Porost ve strži je tvořen především borovicí lesní a habrem obecným. Retenční prostor přehrázky je zcela vyčištěný. (Přílohy 34, 35 a 36)



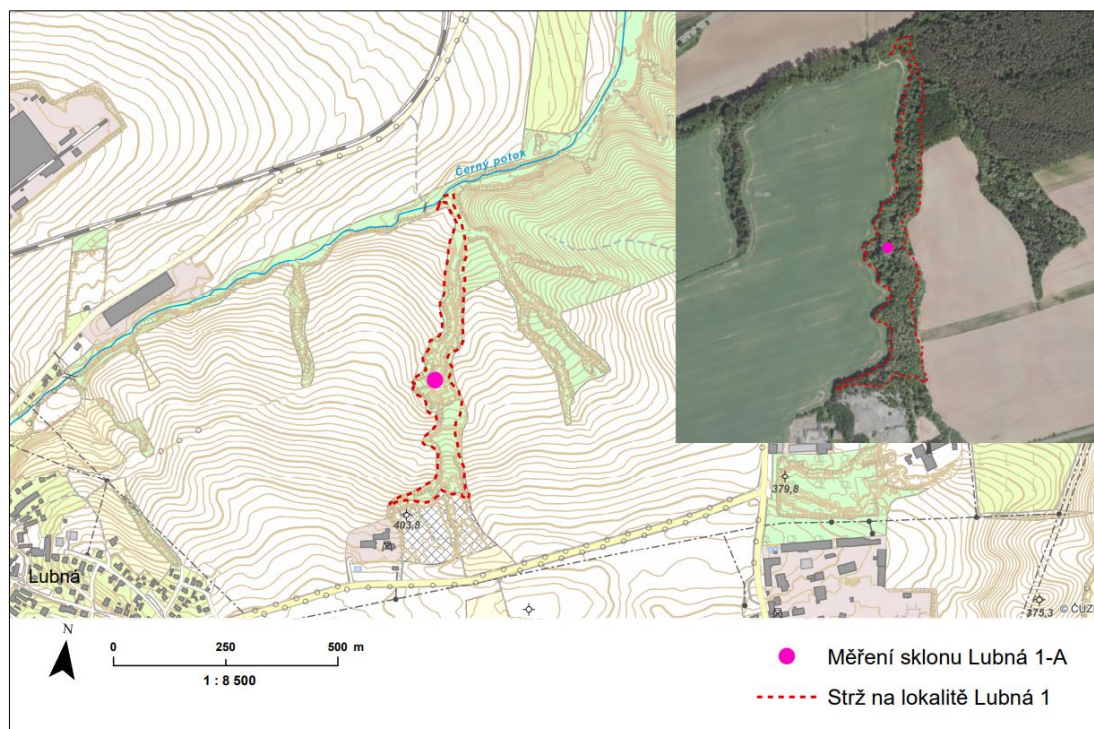
Obrázek 19: Lokalita Pustověty 3 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.16 Lokalita č. 16

Název lokality:	Lubná 1-A
Katastrální území:	Lubná u Rakovníka [688002]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°42'52,973"E 50°5'1,899"N
ČHP toku:	1-11-03-0143 (Černý potok)
IDVT:	10282555
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	písek hlinitý (SM)
Naměřený sklon α :	33°
Datum měření:	5. 12. 2020

Slovní popis:

Dlouhá strž s občasným průtokem a dnem zaneseným splaveninami z okolních polí a popadanými stromy. Porost se skládá z trnovníku akátu doplněného borovicí lesní a vmíšenou břízou bělokorou. V místech, kde se stromy ve svazích začínají naklánět, hrozí utržení svahů, které v horní části strže, kde byl měřen sklon, dosahují délky až 15 m. (Přílohy 37 a 38)



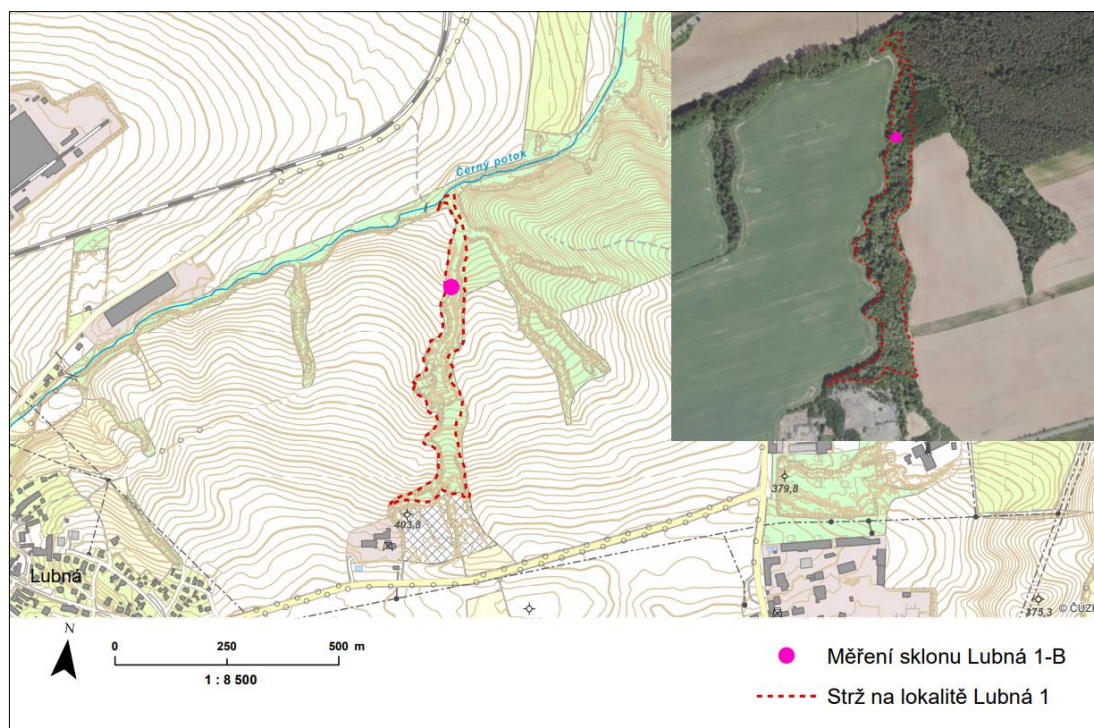
Obrázek 20: Lokalita Lubná 1-A (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.17 Lokalita č. 17

Název lokality:	Lubná 1-B
Katastrální území:	Lubná u Rakovníka [688002]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°42'53,642"E 50°5'8,676"N
ČHP toku:	1-11-03-0143 (Černý potok)
IDVT:	10282555
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	písek hlinitý (SM)
Naměřený sklon α :	28°
Datum měření:	5. 12. 2020

Slovní popis:

Ve spodní části strže Lubná 1 svahy nedosahují takové délky, jako v části horní, dno je zde zatravněné, ale v místech též zanesené popadanými stromy. Porost se skládá téměř výhradně z trnovníku akátu. (Příloha 39)



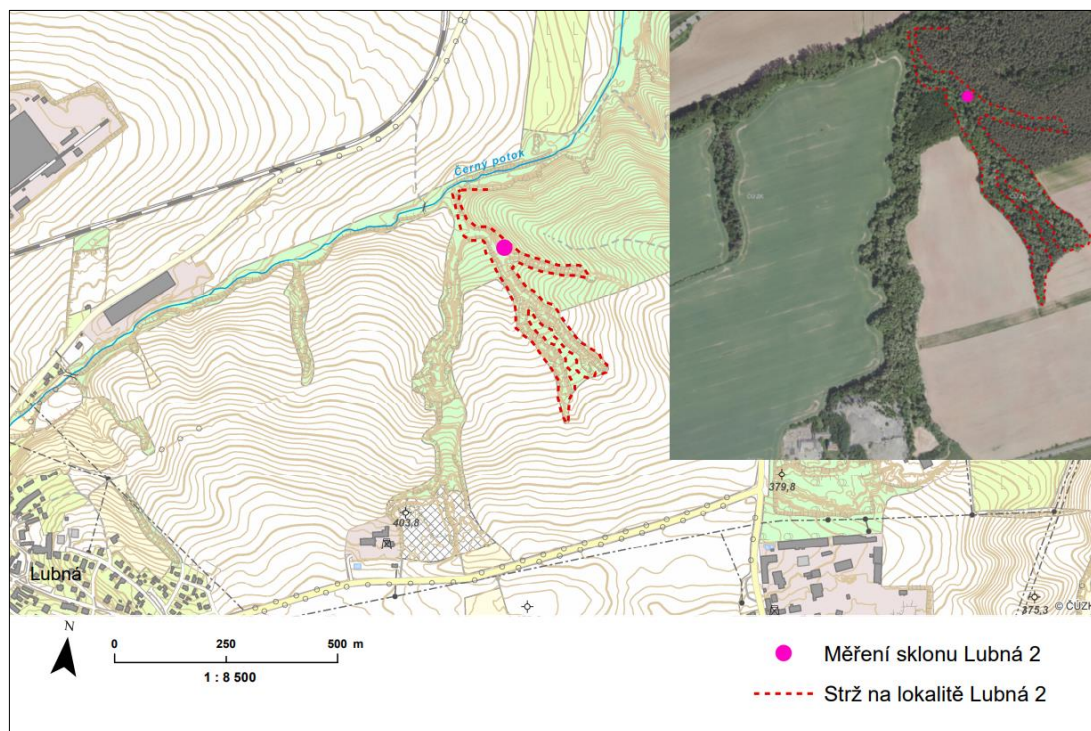
Obrázek 21: Lokalita Lubná 1-B (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.18 Lokalita č. 18

Název lokality:	Lubná 2
Katastrální území:	Lubná u Rakovníka [688002]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°42'58,62"E 50°5'12,148"N
ČHP toku:	1-11-03-0143 (Černý potok)
IDVT:	10282555
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	písek hlinitý (SM)
Naměřený sklon α :	29°
Datum měření:	5. 12. 2020

Slovní popis:

Strž se nachází v borovém lesíku mezi Lubnou a Rakovníkem, je suchá, stabilní. Dno i svahy silně porostlé ostružiníkem, porost ve strži tvořen trnovníkem akátem doplněným borovicí lesní, jeřábem ptačím a dubem letním. (Přílohy 40 a 41)



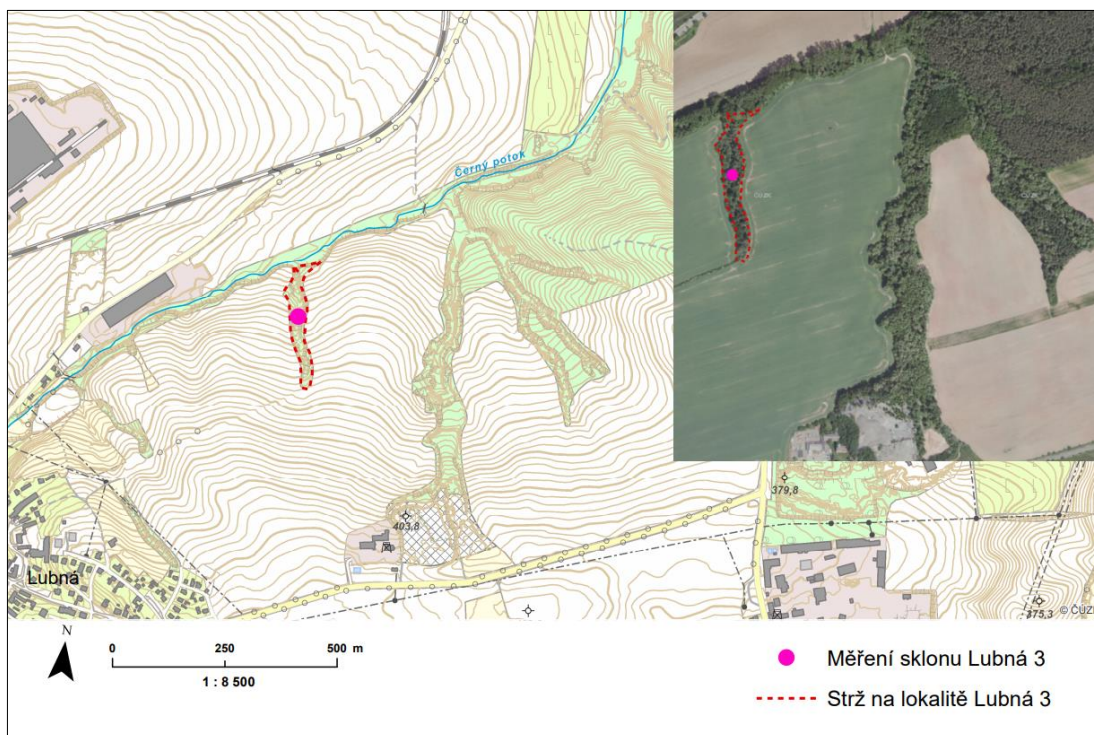
Obrázek 22: Lokalita Lubná 2 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.19 Lokalita č. 19

Název lokality:	Lubná 3
Katastrální území:	Lubná u Rakovníka [688002]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°42'36,239"E 50°5'5,17"N
ČHP toku:	1-11-03-0143 (Černý potok)
IDVT:	10282555
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	písek hlinitý (SM)
Naměřený sklon α :	28°
Datum měření:	5. 12. 2020

Slovní popis:

Kratší mělká strž s porostem trnovníku akátu ve dně a na svazích a borovice lesní na horní hraně svahů. Spodní patro tvořeno zmlazením dubu letního a růží šípkovou. (Příloha 42)



Obrázek 23: Lokalita Lubná 3 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.20 Lokalita č. 20

Název lokality:	Kolešovice 1
Katastrální území:	Zderaz u Kolešovic [668133]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°35'12,55"E 50°7'53,006"N
ČHP toku:	1-11-03-0100 (Kolešovický potok)
IDVT:	10245676
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína se střední plasticitou (MI)
Naměřený sklon α :	45°
Datum měření:	27. 2. 2021

Slovní popis:

Dlouhá strž s porostem dubu letního na strmých svazích. Na čtených místech lze pozorovat počínající sesouvání svahů a obnažování kořenového systému dřevinného krytu. V horní části strže při hranici se zemědělskými pozemky se nachází porost borovice lesní. Strž vyúsťuje betonovým propustkem pod chmelnicí. (Přílohy 43 a 44)



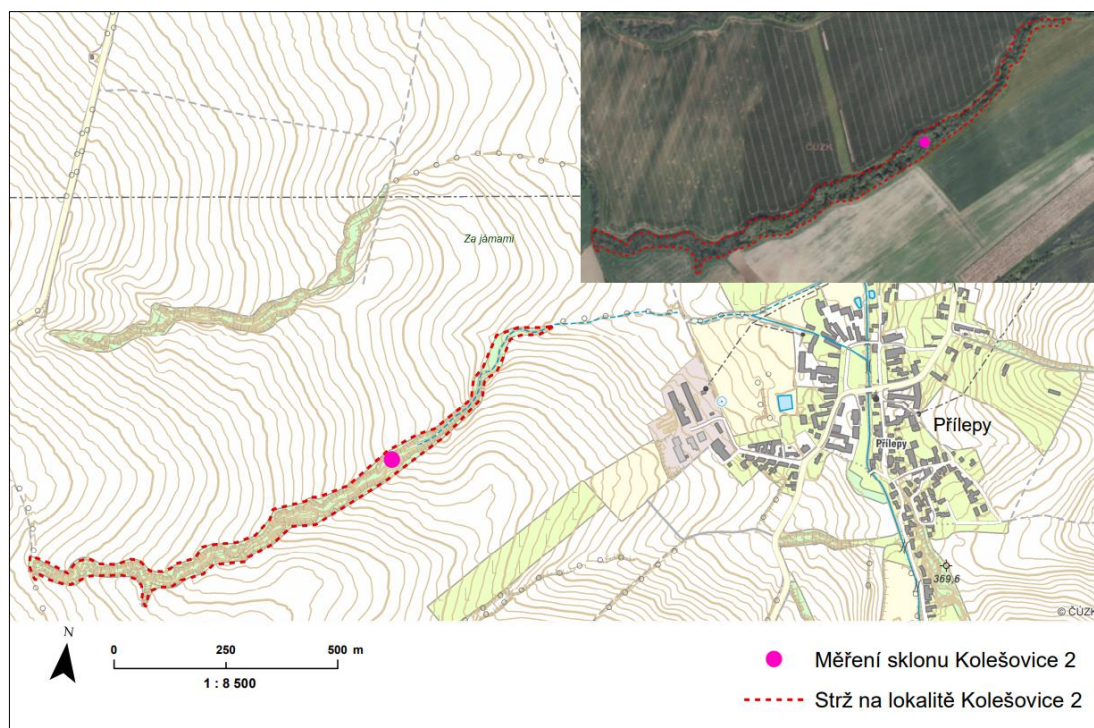
Obrázek 24: Lokalita Kolečovice 1 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.21 Lokalita č. 21

Název lokality:	Kolešovice 2
Katastrální území:	Kolešovice [668125]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°37'5,861"E 50°7'19,72"N
ČHP toku:	1-11-03-0100 (Kolešovický potok)
IDVT:	10245676
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína se střední plasticitou (MI)
Naměřený sklon α :	27°
Datum měření:	27. 2. 2021

Slovní popis:

Dlouhá úzká strž s porostem téměř výlučně trnovníku akátu, pouze malé vmíšení borovice lesní a břízy bělokoré. Porost je již nestabilní, přestárlé akáty se vyvracejí a natrhávají svahy strže, koryto je zanesené popadanými stromy. (Přílohy 45 a 46)



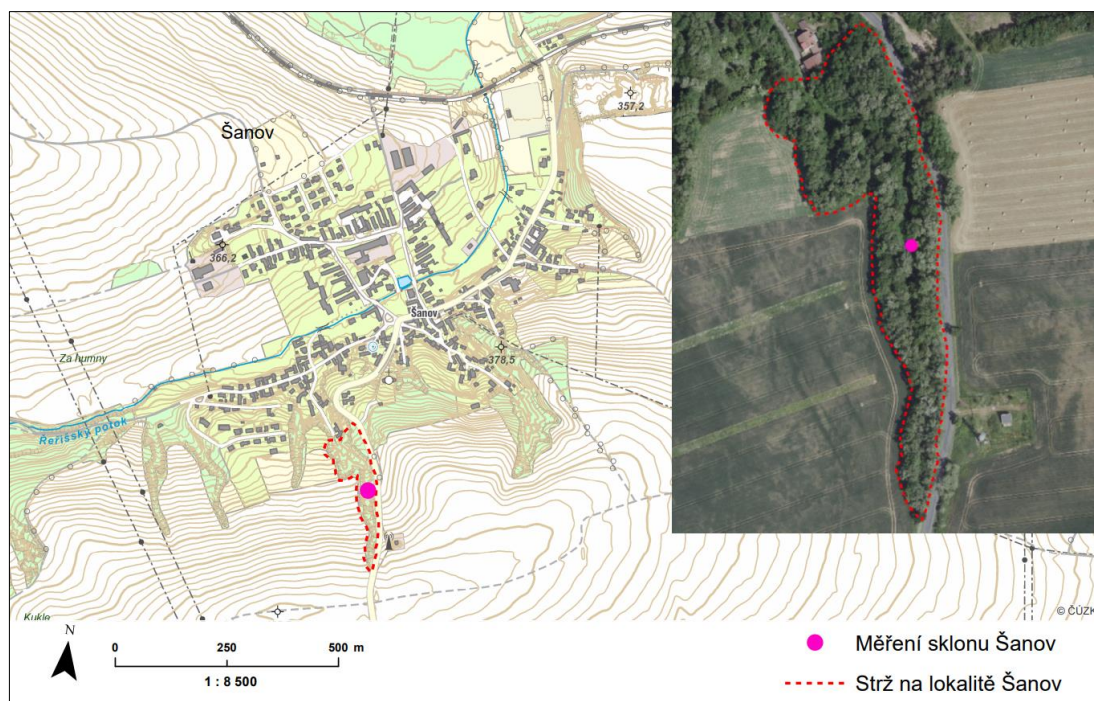
Obrázek 25: Lokalita Kolečovice 2 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.22 Lokalita č. 22

Název lokality:	Šanov
Katastrální území:	Šanov [542474]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°37'53,038"E 50°5'4,755"N
ČHP toku:	1-11-03-0040 (Řeřišský potok)
IDVT:	10251189
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	písek dobře zrněný (SW)
Naměřený sklon α :	35°
Datum měření:	27. 2. 2021

Slovní popis:

Hluboká suchá strž vedoucí podél pozemní komunikace a zasahující do intravilánu obce Šanov. Strž byla při stabilizaci zpevněna vrbovými zápletovými stupni. Porost je tvořen téměř výhradně trnovníkem akátem s vmíšenou lískou obecnou a bezem černým. (Přílohy 47 a 48)



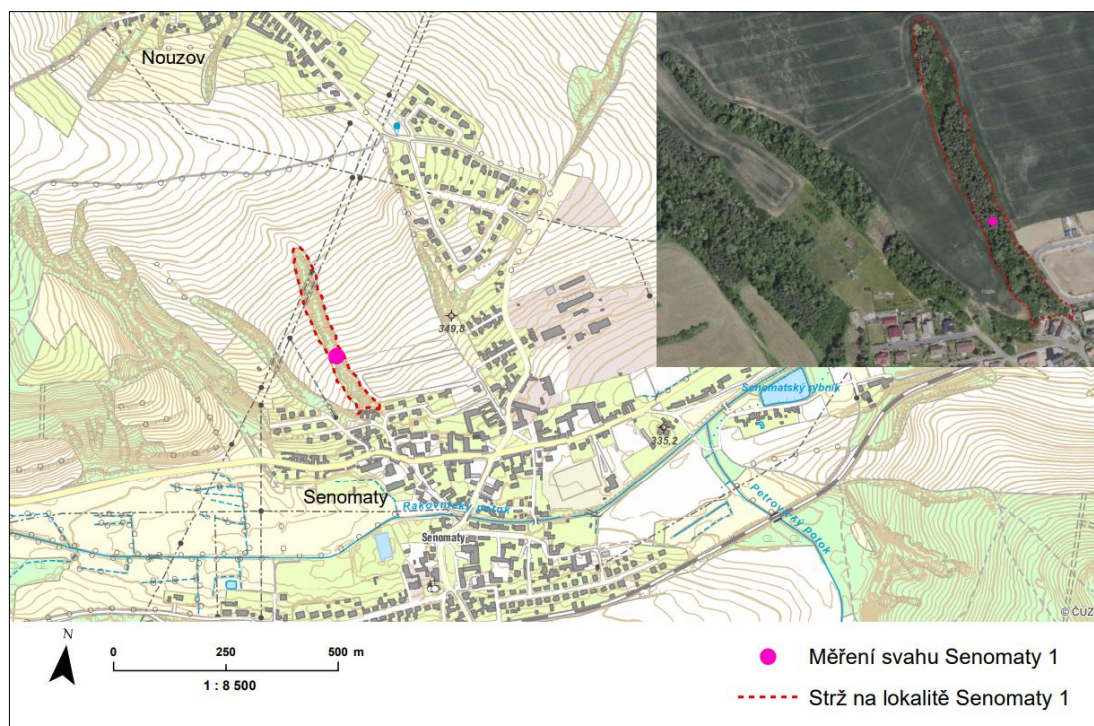
Obrázek 26: Lokalita Šanov (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.23 Lokalita č. 23

Název lokality:	Senomaty 1
Katastrální území:	Senomaty [747521]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°39'2,141"E 50°6'8,068"N
ČHP toku:	1-11-03-0390 (Rakovnický potok)
IDVT:	10257054
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčité (MS)
Naměřený sklon α :	37°
Datum měření:	27. 2. 2021

Slovní popis:

Strž se nachází přímo nad obcí Senomaty a zasahuje do jejího intravilánu – ústí strže je zastavěno rodinnými domy. Strž je suchá a stabilní. Porost je tvořen směsí borovice lesní a trnovníku akátu. (Přílohy 49 a 50)

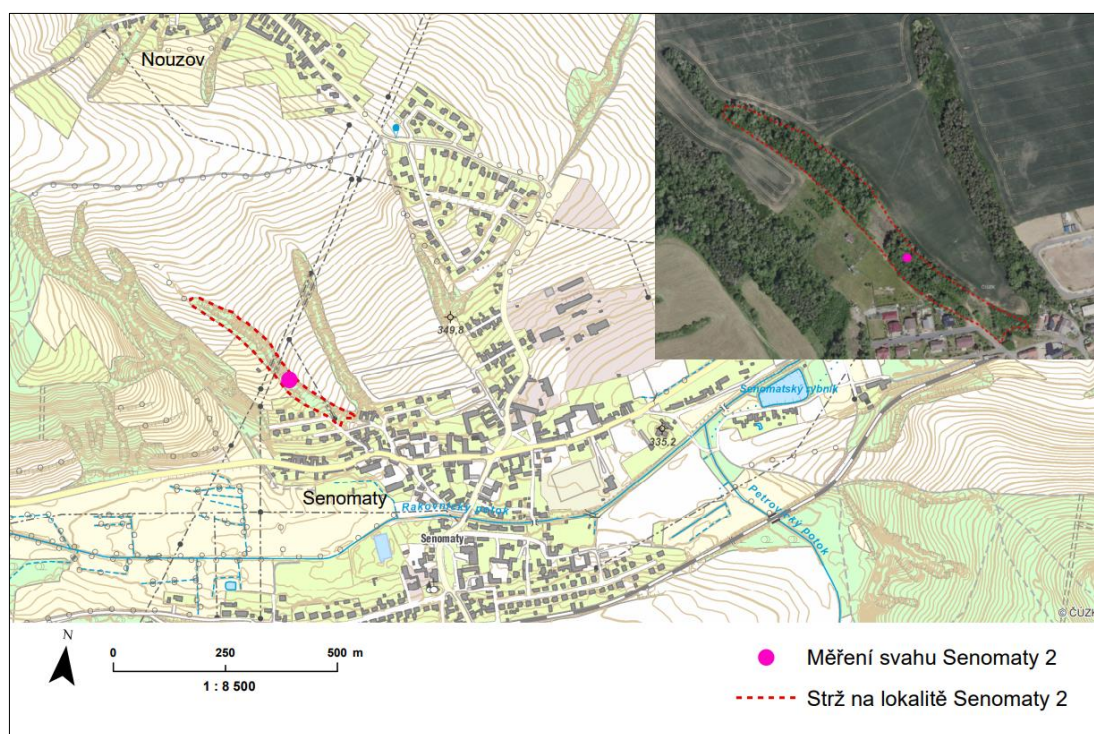


Obrázek 27: Lokalita Senomaty 1 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.24 Lokalita č. 24

Název lokality:	Senomaty 2
Katastrální území:	Senomaty [747521]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°38'57,325"E 50°6'6,061"N
ČHP toku:	1-11-03-0390 (Rakovnický potok)
IDVT:	10257054
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína písčítá (MS)
Naměřený sklon α :	32°
Datum měření:	27. 2. 2021
Slovní popis:	

Druhé rameno strže ústící do intravilánu obce Senomaty. Strž je suchá a stabilní. V porostu dominuje trnovník akát. (Přílohy 51 a 52)



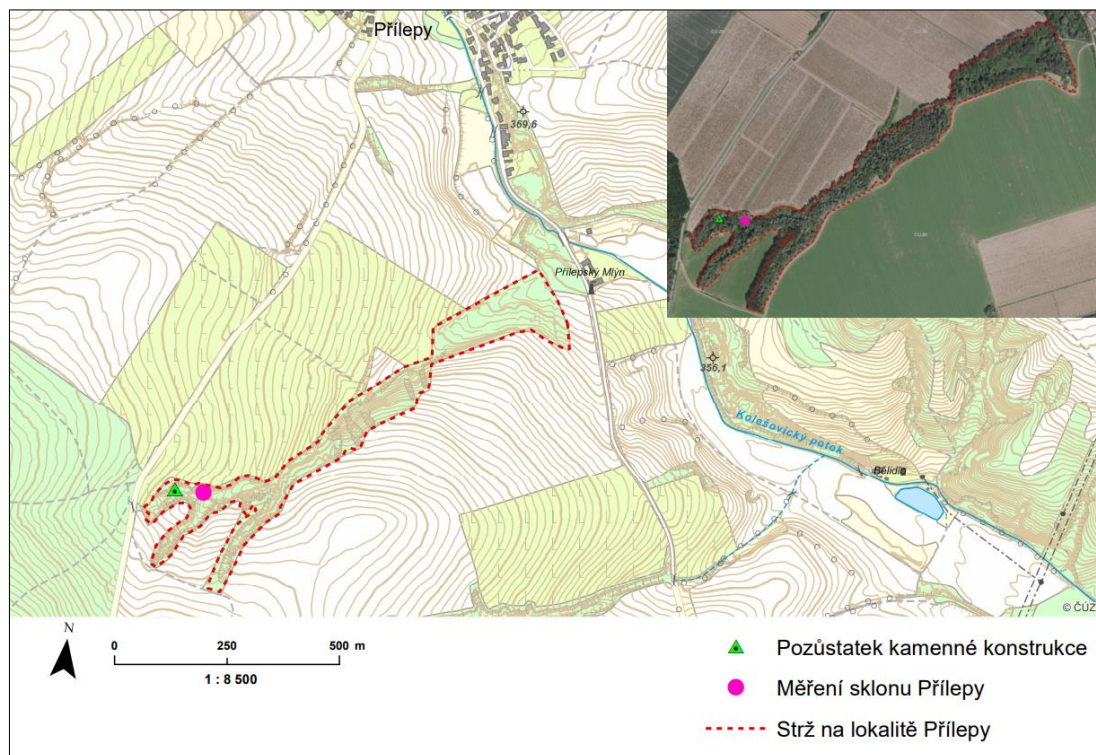
Obrázek 28: Lokalita Senomaty 2 (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.1.25 Lokalita č. 25

Název lokality:	Přílepy
Katastrální území:	Přílepy [736040]
Souřadnice lokality (S-JTSK):	13°37'39,934"E 50°6'47,704"N
ČHP toku:	1-11-03-0100 (Kolešovický potok)
IDVT:	10245676
Název typu zeminy (ČSN 73 1001):	hlína se střední plasticitou (MI)
Naměřený sklon α :	32°
Datum měření:	27. 2. 2021

Slovní popis:

Rozlehlá strž s rozvětveným zhlavím, ústící do Přílepského potoka. Porost ve strži je v horní trati tvořen předně trnovníkem akátem se silným zmlazením, přiměsí smrku ztepilého, dubu letního a břízy bělokoré, ve spodní části v blízkosti potoka v porostu převažuje topol osika s přiměsí vrby bílé a olše lepkavé. Koryto je místy silně zaneseno popadanými stromy. Ve střední trati strže se nachází pozůstatky po kamenné konstrukci. (Přílohy 53, 54 a 55)



Obrázek 29: Lokalita Přílepy (ARCDATA PRAHA, ČÚZK; online, 2022)

5.2 Součinitel stability

Z celkového počtu 25 měřených ploch byl výpočtem součinitele stability stabilní svah ($F > 1$) zjištěn na 8 lokalitách, uvedených v Tabulce 1.

Tabulka 1: Lokality s výsledkem $F > 1$

Číslo lokality	Název lokality	Název typu zeminy ČSN 73 1001	Naměřený sklon α (°)	Úhel vnitřního tření φ_{ef} ČSN 73 1001		Součinitel stability F ($F = \frac{tg\varphi}{tg\alpha}$)	
				od (°)	do (°)	od	do
1	Krupá 1	hlína písčitá (MS)	24	24	29	1,0	1,2
10	Lužná 2	hlína písčitá (MS)	22	24	29	1,1	1,4
13	Pustověty 2	šterk špatně zrněný (GP)	29	33	38	1,2	1,4
14	Pustověty 3		28			1,2	1,5
17	Lubná 1-B	písek hlinitý (SM)	28	28	30	1,0	1,1
18	Lubná 2		29			1,0	1,0
19	Lubná 3		28			1,0	1,1
22	Šanov	písek dobře zrněný	35	34	39	1,0	1,2

Na zbylých 17 lokalitách uvedených v Tabulce 2 stabilní svah výpočtem součinitele stability prokázán nebyl ($F < 1$).

Tabulka 2: Lokality s výsledkem $F < 1$

Číslo lokality	Název lokality	Název typu zeminy ČSN 73 1001	Naměřený sklon α (°)	Úhel vnitřního tření φ_{ef} ČSN 73 1001		Součinitel stability F ($F = \frac{tg\varphi}{tg\alpha}$)	
				od (°)	do (°)	od	do
2	Krupá 2-A	hlína písčitá (MS)	35	24	29	0,6	0,8
3	Krupá 2-B		40			0,5	0,7
4	Krupá 3		33			0,7	0,9
5	Krupá 4-A		36			0,6	0,8
6	Krupá 4-B		35			0,6	0,8
7	Krupá 5		42			0,5	0,6
8	Lužná 1-A		31			0,7	0,9
9	Lužná 1-B	hlína písčitá (MS)	40	24	29	0,5	0,7
11	Lužná 3		35			0,6	0,8
12	Pustověty 1	šterk špatně zrněný (GP)	42	33	38	0,7	0,9
15	Lašovice	hlína se střední plasticitou (MI)	43	19	23	0,4	0,5
16	Lubná 1-A	písek hlinitý (SM)	33	28	30	0,8	0,9
20	Kolešovice 1	hlína se střední plasticitou (MI)	45	19	23	0,3	0,4
21	Kolešovice 2		27			0,7	0,8
23	Senomaty 1	hlína písčitá (MS)	37	24	29	0,6	0,7
24	Senomaty 2		32			0,7	0,9
25	Přílepy	hlína se střední plasticitou (MI)	32	19	23	0,6	0,7

5.3 Návrh vhodných úprav původních stabilizačních opatření

Úpravy vycházejí z českých technických norem pro hrazení bystřin a strží (ČSN 75 2106-1 a ČSN 752106-2)

5.3.1 Strže v k. ú. Krupá

Všechny strže v k. ú. Krupá jsou suché a bez známek eroze. Porost je tvořen zejména směsí borovice lesní a modřínu opadavého, případně buku lesního, s vmíšením břízy bělokoré, topolu osiky, dubu letního a jeřábu ptačího. Porost je v dobrém stavu a plní svou funkci, což se projevuje tím, že se svahy strží nikde netrhají a že stržová eroze se nerozšiřuje do okolních zorněných pozemků. V místech, kde se dno strží silně zaneslo mrtvým dřevem, by bylo vhodné jej vyčistit.

5.3.2 Strže v k. ú. Lužná u Rakovníka

Strže v k. ú. Lužná u Rakovníka jsou suché a až na výjimky bez známek eroze. Na lokalitě Lužná 1-A bylo ve zhlaví strže zaznamenáno lehké natrhávání svahů v místech, kde svahy již nedokážou unést tíhu vzrostlých akátů. Bylo by proto vhodné staré akáty pokácet a ponechat na místě pouze jeho zmlazení. Zhlaví strže na lokalitě Lužná 1-A je též přeměněno v nezpevněnou cestu a místy silně zaneseno odpadem. Strž ústí přímo do obce Lužná u Rakovníka, vyčištění strže od odpadu a přestárlých vyvracejících se stromů by tudíž omezilo vznik splavenin, které by se vytvořily při větším epizodním průtoku vody. Ostatní strže v k. ú. Lužná u Rakovníka se také nacházejí mezi zorněnými pozemky a v porostu mají vyšší zastoupení smrku ztepilého. Protože smrk vytváří spíše mělký kořenový systém, bylo by příhodné ho v porostu nahradit vhodnější dřevinou, například hluboko kořenícími listnáči.

5.3.3 Strže v k. ú. Pustověty

U všech přehrázek by měla být provedena základní údržba, tzn. vyčištění spár a průcezných otvorů od nánosů jemných splavenin a nárostu mechu. Další úpravou stabilizačních opatření strží v k. ú. Pustověty by měla být rekonstrukce vymletého kamenného opevnění spadišť a vyčištění retenčního prostoru přehrázek na lokalitě Pustověty 2, včetně opravy místy poškozené kamenné rovnaniny a stupňů v korytě pod přehrážkami. Na lokalitě Pustověty 1 je třeba nadále udržovat volný retenční prostor první přehrážky, bylo by vhodné odtěžit kmeny popadaných stromů v korytu nad přehrážkou. Na lokalitě Pustověty 3 by bylo příhodné odtěžit

popadané stromy silně zanášející obě ramena strže nad přehrážkou a ohrožující přilehlé rodinné zástavby. K přehrážce a jejímu retenčnímu prostoru, který je potřeba vyčistit, ale momentálně v podstatě neexistuje vhodná přístupová cesta pro techniku.

5.3.4 Strže v k. ú. Lašovice

Ústí rozměrné lesní strže je zahrazeno kamennou přehrážkou, u níž by se mělo pokračovat se základní údržbou a jejíž retenční prostor by měl být i nadále udržován volný. V porostu je doporučeno pokračovat v dosavadním způsobu hospodaření.

5.3.5 Strže v k. ú. Lubná u Rakovníka

Zvýšená pozornost by měla být věnována rozměrné strži na lokalitě 1-A a 1-B (horní a spodní úsek strže). Akátový porost zde již neplní svou funkci, přestálé stromy namáhají vysoké svahy strže a zanášejí koryto mrtvým dřevem. Porost ve strži by měl být pravidelně seřezáván, aby byla zajištěna jeho ochranná funkce. Dno strže by bylo záhodno znovu zastabilizovat sérií oživených zápletů.

5.3.6 Strže v k. ú. Kolečovice a Zderaz u Kolečovic

Ze svahů strže na lokalitě Kolečovice 1 je záhodno odstranit ty jedince dubu, kteří svou tíhou začínají svahy natrhávat, případně lze přistoupit i k opětovné stabilizaci svahů zápleťovými plůtky doplněnými vhodným keřovým osázením, které by zastavilo svahovou erozi. Výsadba keřů by byla vhodná i při horní linii svahů podél zorněných pozemků, nebo alespoň podél hrany svahů ponechat zásakový travní pás. Na lokalitě Kolečovice 2 je nutné odstranit přestálé a popadané akáty, které silně namáhají svahy strže a zanáší její koryto, následně svahy znovu zastabilizovat vhodnými vegetačními opatřeními. V případě ponechání akátového zmlazení je nutné průběžnou výchovou udržovat jeho zpevňující funkci.

5.3.7 Strže v k. ú. Šanov

Koryto strže nacházející se na lokalitě Šanov probíhá bezprostředně podél pozemní komunikace. Svahy ani dno strže nevykazují známky eroze, je tedy doporučeno pokračovat v dosavadním způsobu hospodaření v porostu. Zvýšená pozornost by měla být věnována celé délce svahu, který kopíruje zmíněnou pozemní komunikaci a který by mohl být vystaven nebezpečí případného sesuvu.

5.3.8 Strže v k. ú. Senomaty

Strže v k. ú. Senomaty nenesou známky eroze, protože ale zasahují do intravilánu obce, důraz by měl být kladen na udržování porostu tak, aby byl zachován jeho stabilizační účinek; je záhodno pokračovat ve výmladkové obnově akátu a zdravotní probírce porostu.

5.3.9 Strže v k. ú. Přílepy

Na lokalitě Přílepy by bylo vhodné pročistit starý akátový porost a ponechat pouze zmlazení, kterého se ve strži nachází dostatek, dále pročistit zanesená místa. Smrk v porostu případně nahradit vhodnější dřevinou.

6 Diskuze

Rakovnické strže jsou v oboru hrazení strží velkým pojmem a představují typický příklad hrazení zemních strží. Společný pojem „Rakovnické strže“ zahrnuje soustavu asi tří set jednotlivých strží, které byly v letech 1892 až 1903 zahrazeny. Posouzení všech strží v povodí Rakovnického potoka bylo nad možností této práce. Proto byly vybrány ty, o kterých je jednak známo, že byly zahrnuty v zahrazovacích pracích, a jednak byly snadno identifikovatelné z mapových podkladů. Na vybraných lokalitách dešťové srážky v minulosti vytvořily síť mnohdy větvičích se strží, které nezděravka zasahují do intravilánu přilehlých obcí. Tyto oblasti jsou tedy k erozi půdy značně náchylné a měla by jim být věnována zvýšená pozornost. Rovněž Pražák (2008) považuje tyto lokality za problematické – ačkoliv je oblast Rakovnické plošiny spíše rovinného charakteru, stržová eroze ji zasáhla z celého okresu nejsilněji.

Výpočet součinitele stability u většiny vybraných svahů jejich stabilitu neprokázal, ba naopak – z dvaceti pěti ploch byla stabilita prokázána pouze u osmi. Je nicméně třeba brát v potaz, že vstupní hodnoty výpočtu nemohly být zcela přesné. Druh zeminy, který je nutný pro zjištění efektivního úhlu vnitřního tření, vstupujícího do vzorce součinitele stability, byl odvozen z volně dostupných zdrojů, nebyl zjištěn laboratorně. Přesné popsání vlastností zemin napříč okresem je poměrně nejistou záležitostí a bez laboratorních zkoušek se dá předpokládat, že přinese pouze orientační výsledky. Je také důležité zmínit, že ačkoliv je významnost vlastností zemin ve formování a rozšiřování strží obecně přijímána, stále se v této oblasti nachází prostor k hlubšímu pochopení konkrétního mechanismu (Torri et Poesen, 2014). Jedním z důvodů může být fakt, že vlastnosti půdy ovlivňují vodní propustnost, ale zároveň i jejich erozní odolnost vůči vodnímu průtoku, a tyto efekty mohou působit proti sobě a dále se vzájemně ovlivňovat způsoby, které nelze jednoduše vyčíslit (Vanmaercke et al., 2021). Protože i samotné terénní měření sklonů na jednotlivých lokalitách pravděpodobně přineslo pouze orientační hodnoty, výsledky mohou být silně zkreslené. Jakkoliv nestabilní se každopádně Rakovnické strže zdají být na papíře, realita je odlišná. O tom, že svahy Rakovnických strží jsou až na výjimky stabilní, svědčí například i fakt, že unesou nejen člověka, ale zejména zvěř, po níž jsou ve stržích patrné vyšlapané stezky. Na co totiž nelze zapomenout, je skutečnost, že stabilizace strží není a nemůže být postavena pouze na technických opatřeních čerpajících z fyzikálních vlastností svahů, nýbrž musí být chápána jako soubor opatření lesotechnických. Je to právě přítomnost vegetace, která patří mezi nejdůležitější faktory ovlivňující stabilitu strží a na její pozitivní účinky se lze spolehnout v delším časovém měřítku. Strže jsou vystaveny neustálému působení ekosystémových procesů, které mohou

jejich stabilitu zvyšovat, ale i snižovat, a jejich případné negativní projevy mohou být lesním porostem zmírněny (Sidle et Bogaard, 2016).

Pro zalesnění Rakovnických strží byl využit především trnovník akát, který je zde hojně zastoupen dodnes. Vybrán byl nejspíše pro jeho schopnost rychlého růstu, která je patrná především u mladých stromů, a to na všech typech stanovišť (Kolbek et al., 2004). Rédei et al. (2017) z předností akátu dále vyzdvihují jeho tvárný kořenový systém. Tyto vlastnosti dělají z akátu dřevinu vhodnou na zalesnění strží vzniklých na zorných pozemcích – podle Kuneše et al. (2019) je vhodnost pěstování akátu na těchto stanovištích dosvědčena i tím, že intenzivní obdělávání okolních zemědělských pozemků nedovoluje akátu coby invazivní dřevině, aby se spontánně šířil jinam. Aktuální stav akátin v Rakovnických stržích ale není z hlediska půdoochranné funkce ideální. Na stržích v k. ú. Lubná, Přílepy a Kolečovice bylo zjištěno, že staré akáty se na mnoha místech vyvracejí a narušují soudržnost svahů. Protože je likvidace akátových porostů vzhledem k jejich intenzivní výmladnosti časově i finančně obtížná (Kolbek et al., 2004), nejspíš není reálné, aby byly v těchto a dalších lokalitách nahrazeny jinými dřevinami. Proto aby akáty půdní povrch stabilizovaly a nikoliv zatěžovaly, pěstební opatření by na těchto lokalitách měla směřovat k udržování nízkého, popřípadě středního lesa.

Vysoké zastoupení mají v Rakovnických stržích jehličnany, především borovice lesní, smrk ztepilý a modřín opadavý. Zejména smrk, který nevytváří ve stržích požadovaný kulový kořenový systém, ba dokonce ho má ve směsi s ostatními dřevinami nejkudší (Konopka, 2001), by měl být postupně nahrazen vhodnějšími, přirozeně se zde obnovujícími listnáči. Vzhledem k probíhajícím klimatickým změnám se jeho pěstování v nižších vegetačních stupních jeví vyloženě rizikovým (Kacálek et al., 2017). Borovice lesní je pro svůj adaptabilní kořenový systém a schopnost přizpůsobit se rozmanitým stanovištním podmínkám vhodná jako součást exponovaných stanovišť, kde společně s modřínem opadavým může dobře sloužit jako přípravná či zpevňující dřevina (Kacálek et al., 2017). K zalesnění bývalých zemědělských ploch jsou obecně vhodné slunné či polostinné pionýrské dřeviny, které umožní odrůstání vegetace v podúrovni a které tvoří bohatý kořenový systém – kromě borovice a modřínu to mj. mohou být osiky, jeřáby, duby, lípy a břízy (Vacek et al., 2005) – až na lípu jsou všechny uvedené aktuálně součástí stromového pokryvu Rakovnických strží, kde jako příměs doplňují zmíněné jehličnany. Kromě toho, že uvedené listnaté dřeviny dobře armují svahy strží, jsou doloženy i jejich meliorační schopnosti ve formě tvorby opadu, který na stanovišti zlepšuje koloběh živin (Kacálek et al., 2017).

V podstatě na všech lokalitách se bohatě vyskytuje i keřové patro (s nižším zastoupením v akátinách), nejčastěji zastoupeno růží šípkovou a bezem černým, rostoucími ve svazích strží nebo při jejich patě. Tosi (2007) ve svém výzkumu potvrdil, že kořeny růže šípkové mohou mít pevnost v tahu srovnatelnou s dřevinami jako například borovice nebo dub, takže mohou výrazně přispět k utužení půdy ve svahu bez doprovodu negativních účinků, které jsou připisovány tíze plně vzrostlých stromů.

Řada autorů (mj. Novák, 1994; Archibold et al., 2003; Gyssels et al., 2005; Durán et al., 2008; Frankl et al., 2021) vyzdvihuje důležitost bylinného patra coby pomocníka ve stabilizování půd náchylných k erozi, přičemž důležitou roli hrají jak nadzemní, tak podzemní části rostlin. Ačkoliv byl terénní průzkum strží započat ke konci vegetačního období, na všech lokalitách bylo možné v menším či větším množství nalézt pozůstatky po bylinném podrostu, ve stržích v Lubné nebo Šanově bylo i v zimních měsících viditelné zatravnění dna. Pro získání lepšího přehledu o množství bylin a konkrétních druzích by musel být proveden dodatečný výzkum.

Stojí za zmínku, že ačkoliv bezprostřední dopady stržové eroze na okolní krajinu bývají zpravidla negativní, strže mohou přinést zajímavé příležitosti v oblasti krajinných prvků. Pokud jsou strže správně sanovány, mohou se proměnit v biologicky bohatá stanoviště a hrát klíčovou roli jako ekologické koridory (Romero-Díaz et al., 2019). Kromě toho strže mohou poskytnout zajímavý náhled na změny v historickém využívání půdy a jejich dopad na přírodní procesy (Dotterweich, 2005; Schmitt et al., 2006; Dotterweich et al., 2012). Pro svou mnohdy znamenitou estetickou hodnotu se stržová území stávají vyhledávaným geoturistickým cílem, čímž napomáhají zvyšování povědomí o problémech půdní eroze (Zgłobicki, 2015). Z některých stržových lokalit byla dokonce pro jejich geomorfologickou a biologickou rozmanitost zřízena chráněná území – příkladem budiž přírodní památka Haluzická tiesňava na Slovensku⁶. Ve vztahu k Rakovnickým stržím je nicméně na místě zmínit, že některé z nich se postupem času staly skladišti odpadu a jejich zhlaví jsou přetvářena v nezpevněné cesty typicky sloužící jako přístup k mysliveckým zařízením. Pražák (2008) též upozorňuje na trend nevhodného zavážení strží a naorávání okolních zemědělských pozemků až k samotné hraně stržových svahů – to vše narušuje jejich stabilitu a umožňuje, aby se strže dále rozšiřovaly.

⁶ <http://chkobielekarpaty.soprs.sk/priroda/maloplosne-chranene-uzemia/>

7 Závěr

Stržová eroze je jednou z nejrozšířenějších a nejzhoubnějších forem vodní eroze a pokud není korigována, často vede k negativním alteracím v hydrologických podmínkách povodí daného území. V druhé polovině devatenáctého století se povodím středočeského Rakovnického potoka prohnaly mimořádné přívalové deště, které tamní zemědělskou půdu rozryly hlubokými stržovými koryty o celkové délce téměř sedmdesát kilometrů. Jejich následné zahrazení se stalo pilotním projektem hrazení strží na území Čech.

Tato diplomová práce si kladla za cíl ověřit aktuální stav Rakovnických strží, a tedy zhodnotit, zda se dají zdejší biotechnické sanační práce provedené před více než stoletím považovat za úspěšné. Zhodnocení stavu strží bylo postaveno na terénním průzkumu, během něhož byly na dvaceti pěti lokalitách změřeny sklony svahů strží, zhodnocen zdejší vegetační pokryv a identifikovány dochované hrazenářské objekty.

Sklony svahů byly použity ve výpočtu součinitele stability. Že jsou svahy Rakovnických strží stabilní, výpočet prokázal na pouze osmi lokalitách, to ale neodpovídá reálnému stavu. V sanaci stržových území totiž hraje důležitou roli vegetace, která ve stabilitě Rakovnických strží představuje rozhodující faktor. Při terénním průzkumu bylo pouze na několika lokalitách zjištěno, že místní porost (konkrétně akátový) již neplní svou půdoochrannou funkci a tíha přestárých stromů již začíná svahy strží narušovat. V tomto případě by vhodná pěstební opatření měla pomoci opětovné stabilizaci území.

Identifikována byla též řada kamenných retenčních přehrážek a stupňů, jimiž byla ustálena koryta obzvláště strmých a hlubokých strží nad intravilány obcí. Tyto dochované objekty jsou vesměs ve velmi dobrém a stále funkčním stavu. Jejich nejčastějším nedostatkem jsou zaplněné retenční prostory a vymletá spadiště přehrážek, dále místně poškozené kamenné obložení koryt.

Pouze podle výsledků součinitele stability se Rakovnické strže za stabilní považovat zcela jistě nedají. S ohledem na reálný stav strží lze ale usuzovat, že výsledky ovlivnila nepřesná vstupní data skládající se z odvozeného druhu zeminy a hodnoty naměřených sklonů v kombinaci se zvoleným designem výpočtu, který nijak nezahrnoval vliv vegetace na svahovou stabilitu. Ač se dají Rakovnické strže jako celek považovat za stabilní, terénní šetření také prokázalo, že na některých lokalitách se vyrovnaný stav půdy a porostu pomalu začíná bortit. S ohledem na aktuální častý výskyt extrémních klimatických jevů silně namáhajících vegetaci i půdu je tedy třeba mít na paměti, co vzniku strží v povodí Rakovnického potoka

předcházelo, a vyvarovat se necitlivým zásahům do krajiny, které by dalšímu rozšiřování erozních procesů napomohly.

8 Seznam literatury a použitých zdrojů

8.1 Literární zdroje

ARCHIBOLD, O.W., LÉVESQUE, L.M.J., DE BOER, D., AITKEN, A. a DELANOY, L., 2003. Gully retreat in a semi-urban catchment in Saskatoon, Saskatchewan. *Applied Geography* [online]. 23(4), 261-279 [cit. 2022-03-16]. ISSN 01436228. Dostupné z: doi:10.1016/j.apgeog.2003.08.005

BEČKA, K., 1975. Vývoj a činnost LTM do současné doby na úseku hrazení strží. In: Sborník materiálů ze semináře 90 let hrazení bystrín. Brno, Technické muzeum: 109-117.

BINDER, R., 1969. Zahrádzanie bystrín a lavín. Bratislava: Príroda. Knižnica lesného hospodára.

BOARDMAN, J., VANDAELE, K., EVANS, R. a FOSTER, I., 2019. Off-site impacts of soil erosion and runoff: Why connectivity is more important than erosion rates. *Soil Use and Management* [online]. 35(2), 245-256 [cit. 2021-02-06]. ISSN 14752743. Dostupné z: doi:10.1111/sum.12496

BRYAN, 2004. Gully-scale implications of rill network and confluence processes. In: Li, Y., Poesen, J., Valentin, C. (Eds.), *Gully Erosion Under Global Change*. Sichuan Science and Technology Press, Chengdu, China, pp: 3-10.

CAREY, B., 2006. Gully erosion. *Natural Resource Sciences* [online]. Queensland, 1-4 [cit. 2021-02-05]. Dostupné z: <https://www.hort360.com.au/wordpress/wpcontent/uploads/2015/03/Gully-erosion.pdf>

DOTTERWEICH, M., 2005. High-resolution reconstruction of a 1300 year old gully system in northern Bavaria, Germany: a basis for modelling long-term human-induced landscape evolution. *Holocene* [online]. 15(7), 994-1005 [cit. 2022-03-19]. ISSN 09596836. Dostupné z: doi:10.1191/0959683605hl873ra

DOTTERWEICH, M., RODZIK, J., ZGŁOBICKI, W., SCHMITT, A., SCHMIDTCHEN, G., BORK, H., 2012. High resolution gully erosion and sedimentation processes, and land use changes since the Bronze Age and future trajectories in the Kazimierz Dolny area (Nałęczów Plateau, SE-Poland). *CATENA* [online]. 95, 50-62 [cit. 2022-03-19]. ISSN 03418162. Dostupné z: doi:10.1016/j.catena.2012.03.001

- DROBNÍK, J., 2010. Lesní zákon: komentář. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. Komentáře (Wolters Kluwer ČR). ISBN 9788073574253.20
- DURÁN ZUAZO, V. H. a RODRÍGUEZ PLEGUEZUELO, C. R., 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agronomy for Sustainable Development* [online]. 28(1), 65-86 [cit. 2022-03-17]. ISSN 1774-0746. Dostupné z: doi:10.1051/agro:2007062
- EVRARD, O., VANDAELE, K., VAN WESEMAEL B. a BIELDERS Ch., catchment of the Belgian loess belt. *Geomorphology* [online]. 100(3), 419-428 [cit. 2021-02-06]. ISSN 0169555X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.geomorph.2008.01.010
- FRANKL, A., J. NYSSSEN, M. VANMAERCKE a J. POESEN, 2021. Gully prevention and control: Techniques, failures and effectiveness. *Earth Surface Processes and Landforms* [online]. 46(1), 220-238 [cit. 2021-02-05]. ISSN 0197-9337. Dostupné z: doi:10.1002/esp.5033
- GUERRA, A. J., BEZERRA, J.F., FULLEN, M.A., MENDONÇA, J. K. S., SATHLER, R., LIMA, F.S., GUERRA, T.T., 2007. Urban gullies in Sao Luis city, Maranhao state, Brazil. In: Casalí, Javier, Giménez, Rafael (Eds.), *Progress in Gully Erosion Research. IV International Symposium on Gully Erosion. September 17–19, 2007. Pamplona, Spain. Universidad Pública de Navarra/Nafarroako Unibertsitate Publikoa, Pamplona, 2007.*
- GYSSSELS, G., POESEN, J., BOCHET, E. a LI, Y., 2005. Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* [online]. 29(2), 189-217 [cit. 2022-03-17]. ISSN 0309-1333. Dostupné z: doi:10.1191/0309133305pp443ra
- HAAN, C., BARFIELD, B., HAYES, J., 1994. Design hydrology and sedimentology for small catchments [online]. [cit. 2021-02-06]. ISSN edsagr.
- IONITA, I., 2006. Gully development in the Moldavian Plateau of Romania. *CATENA* [online]. 68(2-3), 133-140 [cit. 2022-03-18]. ISSN 03418162. Dostupné z: doi:10.1016/j.catena.2006.04.008
- IONITA, I., FULLEN, M., ZGŁOBICKI, W. a POESEN, J., 2015. Gully erosion as a natural and human-induced hazard. *Natural Hazards* [online]. 79(S1), 1-5 [cit. 2021-02-05]. ISSN 0921-030X. Dostupné z: doi:10.1007/s11069-015-1935-z

KACÁLEK, D., MAUER, O., PODRÁZSKÝ, V. et al. Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin: Soil improving and stabilising functions of forest trees. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2017. ISBN 9788074581021.

KAISLER, V. O povaze bystřin a zásadách jejich zahrazování. Zvláštní otisk z „Technického obzoru“ 1917. Tiskem „UNIE“. Nákladem spolku posluchačů inženýrství. Praha, 1918, Dostupné na: https://kramerius.uzei.cz/search/i.jsp?pid=uuid:221c2e60-fb23-11e9-b8a2-001999480be2#monograph-page_uuid:221c0730-fb23-11e9-b8a2-001999480be2

KOLBEK, J., VÍTKOVÁ, M. a VĚTVIČKA, V., 2004. Z historie střeoevropských akátin a jejich společenstev: From history of Central European Robinia growths and its communities. In: Zprávy České botanické společnosti. 39. s. 287–298. Dostupné z: <https://botanospol.cz/index.php/cs/node/2065>

KONOPKA, B., 2001. Analysis of interspecific differences in tree root system cardinality (bulkness). Journal of Forest Science – UZPI (Czech Republic) [online]. 47(8), 366-372 [cit. 2022-03-17]. ISSN 12124834.

KOUDELKA, P., 2004. Peculiarities of the limit state design theory in geotechnics. In: ENGINEERING MECHANICS 2004: NATIONAL CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION May 10–13, Svatka, Czech Republic. Prague: Institute of Thermomechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic, 145 + 7 p. ISBN 80-85918-88-9. ISSN 1805-8256.

KUNEŠ, I., BALÁŠ M., GALLO, J., ŠULITKA, M. a CHANNA, S., 2019 (4). Trnovník akát (Robinia pseudoacacia) a jeho role ve střeoevropském a českém prostoru: review. In: Zprávy lesnického výzkumu. 64. s. 181-190. Dostupný z: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2020/01/574.pdf>

LAMBOJ, L. a ŠTĚPÁNEK, Z. Mechanika zemin a zakládání staveb. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03094-6.

LANDA, J., 1975. Činnost služby lesnickotechnických meliorací v Čechách se zaměřením na boj proti erozi a na stabilizaci strží na Rakovnicku. In: Sborník materiálů ze semináře 90 let hrazení bystřin. Brno, Technické muzeum: 7-11.

LEMBERGER, M., 1975. Činnost služby lesnickotechnických meliorací v Čechách se zaměřením na boj proti erozi a na stabilizaci strží na Rakovnicku. In: Sborník materiálů ze semináře 90 let hrazení bystřin. Brno, Technické muzeum: 59-70.

- NOSKO, R., MALIARIKOVÁ, M., BRZIAK, A. a KUBÁŇ, M. Formation of Gully Erosion in the Myjava Region. *Slovak Journal of Civil Engineering* [online]. 2019, 27(3), 63-72 [cit. 2022-03-04]. ISSN 1338-3973. Dostupné z: doi:10.2478/sjce-2019-0023
- NOVÁK, L., 1994. Gully Control. In: DVOŘÁK, J. a NOVÁK, L., ed. *Soil conservation and silviculture*. Amsterdam: Elsevier. *Development in soil science*, s. 290-298. ISBN 0444987924.
- PINC, J., 2009. Ing. Dr. techn. h.c. Vojtěch Kaisler a počátek výuky lesních inženýrů v Praze. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů ve spolupráci s ČLS. ISBN 978-80-02-02165-0.
- POESEN, J., VANDAELE, K., VAN WESEMAEL, B., 1996. Contribution of gully erosion to sediment production. In: *Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives: Proceedings of an International Symposium Held at Exeter, UK, from 15 to 19 July 1996*, 236. IAHS, p. 251.
- POESEN, J., NACHTERGAELE, J., VERSTRAETEN, G. a VALENTIN, C., 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *CATENA* [online]. 50(2-4), 91-133 [cit. 2021-02-05]. ISSN 03418162. Dostupné z: doi:10.1016/S0341-8162(02)00143-1
- QIAN, J., SUN, D., LI, G., a WU, Y., 2021. Study on the Influence of Various Rainfall Types on the Stability of High and Steep Slopes. *Geofluids* [online]. 1-15 [cit. 2022-03-09]. ISSN 14688115. Dostupné z: doi:10.1155/2021/7906573
- PRAŽÁK, J., 2008. Strže v povodí Rakovnického potoka. *Studie. Lesy České republiky*, s. p., Oblastní ředitelství severní Čechy.
- RÉDEI, K., KESERŮ, ZS., CSIHA, I., RÁSÓ, J., HONFY, V., 2017. Plantation Silviculture of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Cultivars in Hungary – A Review. *South-east Eur for* 8 (2): 151-156. DOI: <https://doi.org/10.15177/seefor.17-11>
- REJŠEK, K. a VÁCHA, R., 2018. *Nauka o půdě*. Olomouc: Agriprint. ISBN 9788087091821.
- ROMERO-DÍAZ, A. a DÍAZ-PEREIRA, E., 2019. Ecosystem services provision by gully control. A review. *Cuadernos de Investigación Geográfica* [online]. 45(1), 333-366 [cit. 2022-03-19]. ISSN 02116820. Dostupné z: doi:10.18172/cig.3552
- SCHMITT, A., RODZIK, J., ZGŁOBICKI, W., RUSSOK, Ch., DOTTERWEICH, M. a BORK, H., 2006. Time and scale of gully erosion in the Jedliczny Dol gully system, south-east

Poland. CATENA [online]. 68(2-3), 124-132 [cit. 2022-03-31]. ISSN 03418162. Dostupné z: doi:10.1016/j.catena.2006.04.001

SIDLE, R. a BOGAARD, T., 2016. Dynamic earth system and ecological controls of rainfall-initiated landslides. Earth-Science Reviews [online]. 159, 275-291 [cit. 2022-03-09]. ISSN 00128252. Dostupné z: doi: 10.1016/j.earscirev.2016.05.013

SKATULA, L. Hrazení bystřin a strží: Vysokošk. učebnice pro studium les. inženýrství. 1. vyd. Praha: SZN, 1960. 422, [9] s. Lesnická knihovna. Velká řada, Sv. 31.

SKATULA, L., 1975. Činnost služby lesnickotechnických meliorací v Čechách se zaměřením na boj proti erozi a na stabilizaci strží na Rakovnicku. In: Sborník materiálů ze semináře 90 let hrazení bystřin. Brno, Technické muzeum: 43-58.

TICHAVSKÝ, R., KLUZOVÁ, O., BŘEŽNÝ, M., ONDRÁČKOVÁ, L., KRPEC, P., TOLASZ, R. a ŠILHÁN, K., 2018. Increased gully activity induced by short-term human interventions – Dendrogeomorphic research based on exposed tree roots. Applied Geography [online]. 98, 66-77 [cit. 2022-03-19]. ISSN 01436228. Dostupné z: doi:10.1016/j.apgeog.2018.07.008

TORRI, D. a POESEN, J., 2014. A review of topographic threshold conditions for gully head development in different environments. EARTH-SCIENCE REVIEWS [online]. 130 [cit. 2021-02-06]. ISSN 00128252. Dostupné z: doi: 10.1016/j.earscirev.2013.12.006

VACEK, S., SIMON, J. a KACÁLEK, D., 2005. Strategie zalesňování nelesných půd. In: Lesnická práce. 84 (1/05). Kostelec nad Černými lesy: Čs. matice lesnická, 1922. ISSN 0322-9254.

VALENTIN, C., POESEN J. a LI, Y., 2005. Gully erosion: Impacts, factors and control. CATENA [online]. 63(2-3), 132-153 [cit. 2022-02-28]. ISSN 03418162. Dostupné z: doi: 10.1016/j.catena.2005.06.001

VALTÝNI, J., 2012. Príspevok k histórii zahrádzania bystrín. Lesnícky časopis – Forestry Journal [online]. Bratislava, 2012(58)4), 266-273 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: http://fj.nlcsk.org/images/pdf/Rocnik_58/Cislo_4_2012/06.pdf

VANMAERCKE, M., POESEN, J., VAN MELE, B., et al., 2016. How fast do gully headcuts retreat? Earth-Science Reviews [online]. 154, 336-355 [cit. 2022-03-19]. ISSN 00128252. Dostupné z: doi:10.1016/j.earscirev.2016.01.009

VANMAERCKE, M., PANAGOS, P., VANWALLEGHEM, T., et al., 2021. Measuring, modelling and managing gully erosion at large scales: A state of the art. *Earth-Science Reviews* [online]. 218 [cit. 2022-03-18]. ISSN 00128252. Dostupné z: doi:10.1016/j.earscirev.2021.103637

VOKURKA, A. a ZLATUŠKA, K., 2020. Technická doporučení pro hrazení bystřin a strží. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 9788074345579.

WAINWRIGHT, J., MATHYS N. a ESTEVES, M., 2006. Gully erosion in mountain areas: processes, measurement, modelling and regionalization. *Earth Surface Processes and Landforms* [online]. 31(2), 133-134 [cit. 2021-02-05]. ISSN 0197-9337. Dostupné z: doi:10.1002/esp.131

WEIGLOVÁ, K., 2007. Mechanika zemin. Brno: Akademické nakladatelství CERM. Učební texty vysokých škol. ISBN 978-80-7204-507-5.

ZACHAR, D., 1970. Erózia pôdy. 2. vyd. Bratislava: Slovenská akadémia vied.

ZACHAR, D., 1984. Lesnícke meliorácie: vysokoškolská učebnica pre lesnícke fakulty vysokých škôl. Bratislava: Príroda. Lesnícka veda a výskum (Príroda).

ZÁRUBA, Q. a MENCL, V. Sesuvy a zabezpečování svahů. 2. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Academia, 1987.

ZGŁOBICKI, W., KOŁODYŃSKA-GAWRYSIK, R. GAWRYSIK, L., 2015. Gully erosion as a natural hazard: the educational role of geotourism. *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards* [online]. 79(1), 159-181 [cit. 2022-03-19]. ISSN 0921030X. Dostupné z: doi:10.1007/s11069-014-1505-9

ZUNA, J., 2008. Hrazení bystřin. České vysoké učení technické v Praze. ISBN 9788001040102.

8.2 Technické normy

ČSN 75 2106-1 Hrazení bystřin a strží – Část 1: Obecně: česká technická norma. Praha: Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.

ČSN 752106-2: Hrazení bystřin a strží – Část 2: Navrhování konstrukcí a objektů hrazení bystřin a strží. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.

ČSN 73 1001 (731001) Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1988.

8.3 Právní předpisy

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění dalších zákonů (lesní zákon). In: Sběrka zákonů. 15.12.1995. ISSN 1211-1244.

Vyhláška č. 239/2017 Sb., o technických požadavcích pro stavby pro plnění funkcí lesa. In: Sběrka zákonů. 9.8.2017. ISSN 1211-1244.

8.4 Archivní materiály

Národní zemědělské muzeum, s. p. o., fond Archiválie, osobní fond Vojtěch Kaisler, inv. č. 108/I, karton č. 2, fotoalbum Hrazení bystřin v RČS, konvolut pozitivů terénní dokumentace.

9 Seznam příloh

Příloha 1: Zpevňování strží v permokarbonských pískovcích povodí Rakovnického potoka vrbovými záplety.	71
Příloha 2: Strž v povodí Rakovnického potoka	71
Příloha 3: Způsob měření skonu svahu	72
Příloha 4: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 1	72
Příloha 5: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 1	73
Příloha 6: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 2-A.....	73
Příloha 7: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 2-A.....	74
Příloha 8: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 2-B.....	74
Příloha 9: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 3	75
Příloha 10: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 3	75
Příloha 11: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 4-A.....	76
Příloha 12: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 4-A.....	76
Příloha 13: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 4-B.....	77
Příloha 14: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 4-B.....	77
Příloha 15: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 5	78
Příloha 16: Horní úsek strže na lokalitě Lužná 1-A.....	78
Příloha 17: Koryto strže na lokalitě Lužná 1-A přeměněné na nezpevněnou cestu	79
Příloha 18: Trubní propustek při ústí strže do intravilánu obce Lužná u Rakovníka – lokalita Lužná 1-B	79
Příloha 19: Úsek nad propustkem na lokalitě Lužná 1-B	80
Příloha 20: Spodní úsek strže v intravilánu obce Lužná u Rakovníka – lokalita Lužná 1-B ...	80
Příloha 21: Pohled na měřený svah na lokalitě Lužná 2.....	81
Příloha 22: Pohled dovnitř strže na lokalitě Lužná 2	81
Příloha 23: Pohled na měřený svah na lokalitě Lužná 3	82

Příloha 24: Pohled dovnitř strže na lokalitě Lužná 3	82
Příloha 25: Pohled na měřený svah na lokalitě Pustověty 1	83
Příloha 26: Horní retenční kamenná přehrážka na lokalitě Pustověty 1	83
Příloha 27: Pohled na obě kamenné přehrážky na lokalitě Pustověty 1	84
Příloha 28: Horní kamenná přehrážka na lokalitě Pustověty 2.....	84
Příloha 29: Koryto Čepinského potoka mezi přehrážkami na lokalitě Pustověty 2	85
Příloha 30: Spodní kamenná přehrážka na lokalitě Pustověty 2.....	85
Příloha 31: Kamenná přehrážka na lokalitě Pustověty 3.	86
Příloha 32: Pohled na rameno strže nad přehrážkou na lokalitě Pustověty 3.	86
Příloha 33: Pohled dovnitř levostranného ramena strže na lokalitě Pustověty 3.....	87
Příloha 34: Pohled dovnitř strže na lokalitě Lašovice	87
Příloha 35: Kamenná přehrážka na cementovou maltu při ústí strže na lokalitě Lašovice	88
Příloha 36: Retenční prostor přehrážky na lokalitě Lašovice	88
Příloha 37: Pohled dovnitř strže na lokalitě Lubná 1-A	89
Příloha 38: Svahy v horní části strže na lokalitě Lubná 1-A	89
Příloha 39: Pohled dovnitř spodní části strže na lokalitě Lubná 1-B.....	90
Příloha 40: Pohled do ústí strže na lokalitě Lubná 2	90
Příloha 41: Pohled na strž na lokalitě Lubná 2	91
Příloha 42: Pohled do spodní části strže na lokalitě Lubná 3	91
Příloha 43: Pohled na měřený svah na lokalitě Kolečovice 1	92
Příloha 44: Pohled dovnitř strže na lokalitě Kolečovice 1	92
Příloha 45: Pohled na měřený svah na lokalitě Kolečovice 2.....	93
Příloha 46: Pohled dovnitř strže na lokalitě Kolečovice 2.....	93
Příloha 47: Pohled na měřený svah na lokalitě Šanov	94
Příloha 48: Pohled dovnitř strže od silnice – lokalita Šanov	94
Příloha 49: Pohled na měřený svah na lokalitě Senomaty 1	95

Příloha 50: Pohled dovnitř strže na lokalitě Senomaty 1	95
Příloha 51: Pohled na měřený svah na lokalitě Senomaty 2.....	96
Příloha 52: Pohled dovnitř strže na lokalitě Senomaty 2.....	96
Příloha 53: Pohled na měřený svah na lokalitě Přílepy	97
Příloha 54: Jedno z horních ramen strže na lokalitě Přílepy.....	97
Příloha 55: Pozůstatek kamenné přehrážky na lokalitě Přílepy.....	98

10 Přílohy



Příloha 1: Zpevňování strží v permokarbonských pískovcích povodí Rakovnického potoka vrbovými záplety. V pozdější fázi se strže stabilizovaly zalesněním.

(Zdroj: Národní zemědělské muzeum 108/I)



Příloha 2: Strž v povodí Rakovnického potoka

(Zdroj: Národní zemědělské muzeum 108/I)



Příloha 3: Způsob měření skonu svahu

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 4: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 1

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 5: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 1

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 6: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 2-A

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 7: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 2-A

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 8: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 2-B

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 9: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 3

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 10: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 3

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 11: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 4-A

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 12: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 4-A

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 13: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 4-B

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 14: Pohled dovnitř strže na lokalitě Krupá 4-B

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 15: Pohled na měřený svah na lokalitě Krupá 5
(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 16: Horní úsek strže na lokalitě Lužná 1-A
(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 17: Koryto strže na lokalitě Lužná 1-A přeměněné na nezpevněnou cestu
(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 18: Trubní propustek při ústí strže do intravilánu obce Lužná u Rakovníka – lokalita Lužná 1-B

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 19: Úsek nad propustkem na lokalitě Lužná 1-B

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 20: Spodní úsek strže v intravilánu obce Lužná u Rakovníka – lokalita Lužná 1-B

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 21: Pohled na měřený svah na lokalitě Lužná 2

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 22: Pohled dovnitř strže na lokalitě Lužná 2

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 23: Pohled na měřený svah na lokalitě Lužná 3

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 24: Pohled dovnitř strže na lokalitě Lužná 3

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 25: Pohled na měřený svah na lokalitě Pustověty 1

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



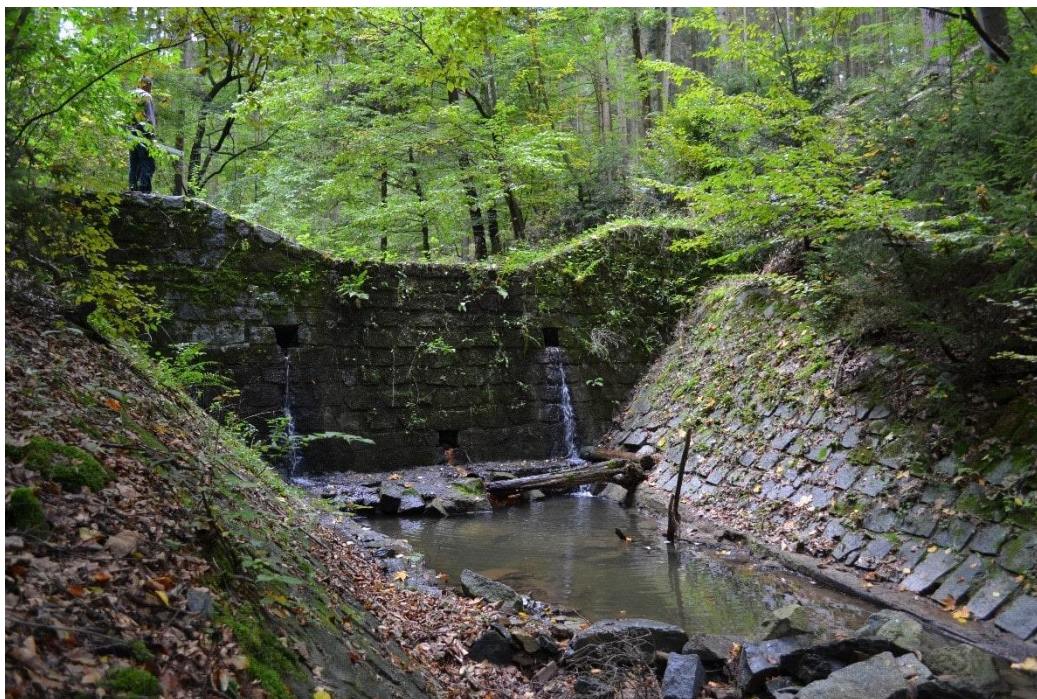
Příloha 26: Horní retenční kamenná přehrážka na lokalitě Pustověty 1. Výška v přepadové hraně 4, 2 m; šířka v přepadové hraně 2, 3 m; celková šířka 15 m.

(Foto: Markéta Kunkelová, 2022)



Příloha 27: Pohled na obě kamenné přehrážky na lokalitě Pustověty 1. Rozměry spodní přehrážky jsou: výška v přepadové hraně 2,6 m; šířka v přepadové hraně 2,4 m; celková šířka 9 m.

(Foto: Markéta Kunkelová, 2022)



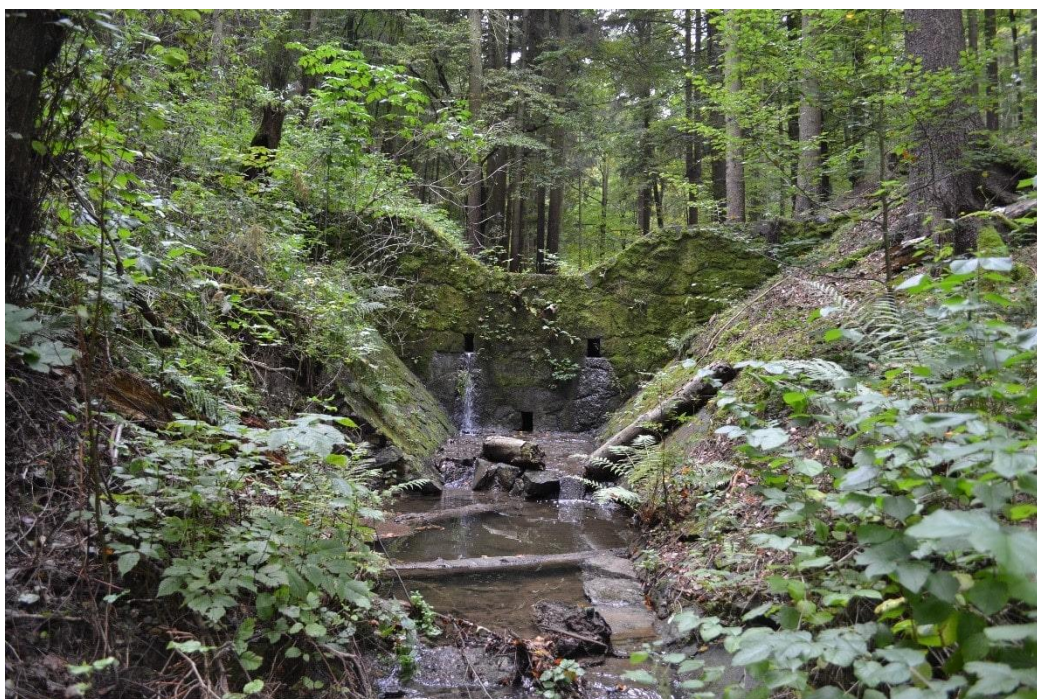
Příloha 28: Horní kamenná přehrážka na lokalitě Pustověty 2. Výška v přepadové hraně 2,8 m; šířka v přepadové hraně 2,8 m; celková šířka 15 m.

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 29: Koryto Čepinského potoka mezi přehrázkami na lokalitě Pustověty 2

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 30: Spodní kamenná přehrážka na lokalitě Pustověty 2. Výška v přepadové hraně 2,6 m; šířka v přepadové hraně 1,4 m; celková šířka 8,5 m.

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 31: Kamenná přehrážka na lokalitě Pustověty 3. Výška v přepadové hraně 2,5 m; šířka v přepadové hraně 4,1 m; celková šířka 12 m.

(Foto: Markéta Kunkelová, 2022)



Příloha 32: Pohled na rameno strže nad přehrážkou na lokalitě Pustověty 3.

(Foto: Markéta Kunkelová, 2022)



Příloha 33: Pohled dovnitř levostranného ramena strže na lokalitě Pustověty 3

(Foto: Markéta Kunkelová, 2022)



Příloha 34: Pohled dovnitř strže na lokalitě Lašovice

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 35: Kamenná přehrážka na cementovou maltu při ústí strže na lokalitě Lašovice. Výška v přepadové hraně 4,2 m; šířka v přepadové hraně 6 m, celková šířka 28 m.

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 36: Retenční prostor přehrážky na lokalitě Lašovice

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 37: Pohled dovnitř strže na lokalitě Lubná 1-A

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 38: Svahy v horní části strže na lokalitě Lubná 1-A

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 39: Pohled dovnitř spodní části strže na lokalitě Lubná 1-B
(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 40: Pohled do ústí strže na lokalitě Lubná 2
(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 41: Pohled na strž na lokalitě Lubná 2

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 42: Pohled do spodní části strže na lokalitě Lubná 3

(Foto: Markéta Kunkelová, 2020)



Příloha 43: Pohled na měřený svah na lokalitě Kolečovice 1

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 44: Pohled dovnitř strže na lokalitě Kolečovice 1

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 45: Pohled na měřený svah na lokalitě Kolečovice 2

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 46: Pohled dovnitř strže na lokalitě Kolečovice 2

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 47: Pohled na měřený svah na lokalitě Šanov

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 48: Pohled dovnitř strže od silnice – lokalita Šanov

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 49: Pohled na měřený svah na lokalitě Senomaty 1

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 50: Pohled dovnitř strže na lokalitě Senomaty 1

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 51: Pohled na měřený svah na lokalitě Senomaty 2

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 52: Pohled dovnitř strže na lokalitě Senomaty 2

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 53: Pohled na měřený svah na lokalitě Přílepy

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 54: Jedno z horních ramen strže na lokalitě Přílepy

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)



Příloha 55: Pozůstatek kamenného příčného objektu na lokalitě Přílepy

(Foto: Markéta Kunkelová, 2021)