

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



**EROZE PŮD VLIVEM ZÁJMOVÝCH AKTIVIT ČLOVĚKA
V PŘÍRODNÍCH LOKALITÁCH**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Bakalant: Tomáš Brom

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Brom

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Eroze půd vlivem zájmových aktivit člověka v přírodních lokalitách

Název anglicky

Human activities in natural locations and its impact to soil erosion

Cíle práce

Cílem práce je zpracování podrobné literární rešerše k problematice eroze půdy, se specializací na místa zájmových aktivit člověka tj. turistické stezky, cyklostezky apod. Součástí bude i vlastní terénní šetření poškozených lokalit.

Metodika

Metodikou zpracování práce je přiblížit problematiku eroze půd – rozdělení dle činitelů, forem, intenzity. Dále se zmínit o rozšíření eroze v ČR i v zahraničí, následcích a příčinách eroze. Zájmové aktivity člověka, které ji způsobují – turismus a cyklistika. Zmapovat vybrané lokality v ČR – turistické chodníky a cyklostezky, bike parky, na kterých by se popsaly důsledky vzniku eroze a případná použitá protierozní opatření.

Doporučený rozsah práce

45 stran

Klíčová slova

eroze půdy, turistika, cyklostezky, protierozní opatření

Doporučené zdroje informací

- JANEČEK, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Základy erodologie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.
- JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 978-80-254-0973-2.
- JANEČEK, M. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: ISV, 2002. ISBN 80-85866-86-2.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl II./ Jan Vopravil a kol.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2011. ISBN 978-80-87361-08-5.
- VOPRAVIL, J. *Půda a její hodnocení v ČR. Díl. I.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4.
- VOPRAVIL, J. – VOPRAVIL, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Příspěvek ke stanovení erodovatelnosti půdy v podmínkách České republiky [rukopis]*. Disertační práce. Praha: 2006.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2019

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 11. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 03. 2020

PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Eroze půd vlivem zájmových aktivit člověka v přírodních lokalitách" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Čáslavi dne

.....

Tomáš Brom

PODĚKOVÁNÍ

Mé poděkování patří především panu Ing. Janu Vopravilovi, Ph.D. za možnost zpracovat bakalářskou práci na toto téma pod jeho odborným vedením. Poděkovat chci také všem, kteří mě během mého studia podporovali, nechali mě jít si svou cestou a napomáhali mi k dosažení cílů, zejména mé rodině.

ABSTRAKT

Eroze půd je v dnešní době velmi rozšířeným problémem na celém světě. Nejvíce se důsledky eroze projevují na zemědělských plochách, v horských oblastech, ale i v okolní krajině kolem nás. V současnosti je největším problémem vodní a větrná eroze.

Cílem práce je zpracování odborné literární rešerše k samotné problematice eroze půdy, se specializací na místa zájmových aktivit člověka tj. turistické stezky, cyklostezky apod. Součástí je i část s vlastním terénním šetřením poškozených lokalit, které autor navštívil.

V rámci bakalářské práce byla zpracována podrobná literární rešerše, která spočívá v přiblížení samotné problematiky eroze půd – rozdělení dle činitelů, forem, intenzity. Dále je v práci zmíněno rozšíření eroze v ČR i v zahraničí, její následky a příčiny. Jsou zde zmíněny i zájmové aktivity člověka, které se značně podílejí na tvorbě eroze – turistika a cyklistika.

Vlastní terénní šetření bylo zaměřeno na zmapování několika vybraných lokalit v ČR – turistické chodníky, cyklostezky a bike parky, na kterých bylo možné popsat viditelné důsledky vzniku eroze i případná použitá protierozní opatření při jejich výstavbě nebo rekonstrukci.

V závěru je shrnutý přínos práce včetně terénního šetření. Terénní šetření je v samotném závěru zhodnoceno autorem.

Klíčová slova: eroze půdy, turistika, cyklostezky, protierozní opatření

ABSTRAKT

Soil erosion is nowadays a widespread problem around the world. The consequences of erosion are most apparent in agriculture, in mountain areas, but also in the countryside around us. At present, water and wind erosion is our biggest problem.

This work aims to process a professional literal searches about the problems connected with the soil erosion, specializing in places of human interests and activities, i.e. hiking trails, cycle paths, etc. It also includes a section with field investigation of damaged sites visited by the author.

In the framework of this thesis, detailed literal searches was composed and it includes a close look at the problem of soil erosion - sorted by factors and intensity. In this thesis there is also described how soil erosion expands in the Czech Republic and abroad as well, its consequences and causes. There are also mentioned human interests and activities, which are significantly involved in the creation of the erosion – hiking and cycling.

The actual field of the survey was focused on mapping visits to selected places in the Czech Republic - hiking paths, cycling paths and bike parks, where you can see the visible consequences of the erosion development and potential anti-erosion measures applied during the construction or reconstruction of these paths.

The conclusion summarizes the evaluation of the work including the field survey. The field survey is evaluated by the author himself at the very end of this thesis.

Keywords: soil erosion, tourism, cycle paths, erosion control

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD..... | 1 |
| CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE | 2 |
| 1 EROZE PŮD OBECNĚ | 3 |
| 1.1 Přiblížení pojmů | 3 |
| 1.2 Druhy eroze dle činitelů | 4 |
| 1.2.1 Vodní eroze..... | 4 |
| 1.2.2 Větrná eroze..... | 4 |
| 1.2.3 Ledovcová eroze..... | 5 |
| 1.2.4 Sněhová eroze | 6 |
| 2 EROZE PŮD | 7 |
| 2.1 Vodní eroze | 8 |
| 2.1.1 Plošná eroze | 9 |
| 2.1.2 Výmolová eroze..... | 10 |
| 2.1.3 Proudová eroze | 11 |
| 2.1.4 Podzemní (tunelová) eroze | 12 |
| 2.2 Větrná eroze | 13 |
| 2.2.1 Suspenze | 16 |
| 2.2.2 Saltace..... | 16 |
| 2.2.3 Sunutí..... | 16 |
| 2.2.4 Ochrana půdy před větrnou erozí..... | 16 |
| 2.3 Sněhová eroze..... | 18 |
| 3 ROZŠÍŘENÍ EROZE..... | 19 |
| 4 PŘÍČINY A NÁSLEDKY EROZE | 20 |
| 4.1 Příčiny | 20 |
| 4.1.1 Klimatické a hydrologické..... | 21 |
| 4.1.2 Morfologické | 21 |
| 4.1.3 Geologické a půdní | 21 |
| 4.1.4 Vegetační | 21 |
| 4.1.5 Způsob využívání a obhospodařování půdy | 21 |
| 4.2 Následky..... | 22 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | ZÁJMOVÉ AKTIVITY ČLOVĚKA PODÍLEJÍCÍ SE NA TVORBĚ | |
| | EROZE | 24 |
| 5.1 | Cyklistika..... | 25 |
| 5.1.1 | Historie..... | 26 |
| 5.1.2 | Rozšíření v České republice | 27 |
| 5.2 | Turistika..... | 28 |
| 5.2.1 | Historie..... | 29 |
| 6 | URČENÍ OHROŽENOSTI POZEMKU EROZÍ | 30 |
| 6.1 | Určení ohroženosti pozemku vodní erozí..... | 30 |
| 6.1.1 | Erozní účinnost dešťových srážek (R)..... | 31 |
| 6.1.2 | Erodovatelnost půdy (K)..... | 32 |
| 6.1.3 | Topografický faktor (L,S)..... | 32 |
| 6.1.4 | Faktor délky svahu (L)..... | 32 |
| 6.1.5 | Faktor sklonu svahu (S) | 33 |
| 6.1.6 | Faktor ochranného vlivu vegetace (C)..... | 33 |
| 6.1.7 | Faktor účinnosti protierozních opatření (P) | 33 |
| 6.1.8 | RUSLE – Revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy erozí..... | 33 |
| 7 | PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ | 34 |
| 7.1 | Organizačního charakteru..... | 35 |
| 7.1.1 | Tvar a velikost pozemku..... | 35 |
| 7.1.2 | Protierozní rozmístování plodin..... | 35 |
| 7.1.3 | Pásové střídání plodin..... | 36 |
| 7.2 | Agrotechnického charakteru..... | 37 |
| 7.2.1 | Ochranné obdělávání půd | 37 |
| 7.2.2 | Technologie pěstování plodin..... | 37 |
| 7.2.3 | Zvýšení vlhkosti půdy..... | 38 |
| 7.3 | Technického charakteru..... | 38 |
| 7.3.1 | Zemní úpravy | 38 |
| 7.3.2 | Hydrografické prvky..... | 39 |
| 7.3.3 | Hrazení bystřin a strží | 40 |
| 7.3.4 | Ochrana strmých svahů..... | 41 |
| 8 | VLASTNÍ ŠETŘENÍ | 45 |
| 8.1 | Cyklistické stezky (singltreky, bikeparky)..... | 45 |
| 8.2 | Turistické chodníky | 50 |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| DISKUZE | 55 |
| ZÁVĚR | 57 |
| CITOVANÁ LITERATURA..... | 59 |
| Internetové zdroje | 61 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 63 |

ÚVOD

Jako téma bakalářské práce jsem si vybral zpracování podrobné literární rešerše k problematice eroze půd se zaměřením na místa v přírodních lokalitách hojně využívaná zájmovými aktivitami člověka (tj. cyklostezky, bike-parky, turistické stezky, apod.). Práce se v plném rozsahu věnuje tomuto tématu.

Téma jsem si zvolil především proto, že mým velkým koníčkem jsou turistika a cyklistika. Svůj volný čas trávím často v přírodě a již před začátkem studia na vysoké škole jsem si začal všimnout, jak je eroze v dnešní době velmi diskutované téma a všude kolem nás hojně rozšířená.

Bakalářskou práci jsem rozdělil do dvou hlavních částí – teoretické (v té se věnuji především erozi půd obecně, podrobnému dělení, rozšíření, následkům a příčinám, zájmovým aktivitám podílejících se na vzniku eroze, určení ohroženosti pozemku a protierozním opatřením) a praktické (ve které popisují mnou navštívené přírodní lokality postižené erozí a jejich případná opatření proti dalšímu šíření).

CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem práce je zpracování podrobné literární rešerše k problematice eroze půdy, se specializací na místa zájmových aktivit člověka tj. turistické stezky, cyklostezky apod. Součástí práce je vlastní terénní šetření v různých erozí poškozených lokalitách.

Cílem práce je na základě studia odborné literatury a pramenů vymezit jednotlivé druhy, příčiny erozí a protierozních opatření.

Bakalářská práce rešeršního typu se věnuje problematice eroze půdy, která byla v minulosti často opomíjená. Dnes je eroze půdy velice aktuální a diskutovaný problém nejen v České republice, ale i v jiných vyspělých státech.

Erozi půdy lze charakterizovat jako přírodní proces, při kterém dochází k rozrušování povrchu půdy a transformaci půdních částic. V našich klimatických podmínkách je půda rozrušována především vodou a větrem. K vodní erozi dochází spíše na svažitém povrchu a působení větrné eroze lze naopak očekávat na rovinatém povrchu nechráněném vegetací. V závěrečné části je shrnutí získaných poznatků o půdní erozi.

1 EROZE PŮD OBECNĚ

1.1 Přiblížení pojmů

„Půda“ je těžko definovatelná, jelikož se o ní hovoří ve více odvětvích a každé bere tento pojem z jiného pohledu – odlišně se na ni bude dívat stavební inženýr, geolog, pedolog či archeolog. Patří mezi neobnovitelné přírodní zdroje. Je nezastupitelnou složkou životního prostředí, bez které by život na Zemi nemohl být.

Množství půdy na Zemi je dáno plochou pevniny. Jak uvádí ve své publikaci Braniš (1997), z celkové plochy povrchu Země (asi 510 mil. km²) připadá na souše 29% plochy, tj. asi 148 mil. km². Asi 58 mil. km² tvoří nenarušené přirozené ekosystémy, 40 mil. km² patří ostatním neobydleným územím, 5 mil. km² je plocha zastavěná a něco přes 45 mil. km² je zemědělská půda. (Braniš, Základy ekologie a ochrany životního prostředí, 1997)

Kniha Handbook of Soil Science (2000) uvádí tuto definici půdy: „Půda je přirozený, třídimenzionální útvar s definovatelnými hranicemi, které běžně, ale ne vždy tvoří horizonty složené z minerálních a organických materiálů, obsahující organismy schopné podporovat růst vegetace.“ Půda totiž není jen základním výrobním prostředkem v zemědělství. Je jednou z nejvýznamnějších složek životního prostředí s mnoha důležitými funkcemi – v jejím prostředí akumuluje a filtruje vody, je důležitým stanovištěm rostlin a živočichů, zdrojem nezbytných materiálů pro stavební průmysl a archivem dějin všech lokalit. Půda ale není stabilní a neměnná pro prostředí, ale jedná se o stále se vyvíjející systém, který je v našich podmínkách nepřehlédnutelně ovlivněn činností člověka. (Brtnický & kol., 2012)

Pojem „eroze“ svými kořeny odvozen z latinského slova „erodere“ znamená v překladu rozhodávat. V českém jazyce pod pojmem „eroze“ rozumíme rozrušování zemské kůry (tj. litosféry) resp. samotné půdy, která se vyskytuje na jejím povrchu. Všeobecně je pod tímto pojmem definován složitý mechanický proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci způsobené destrukčními činiteli, kterými jsou voda, vítr, sníh, led, apod. (Janeček a kol., 2008)

První literární zmínky o pojmu „eroze“ se datují do období 30. až 40. let minulého století, kdy světoznámý americký erodolog H. H. Bennet (zakladatel erodologie) tento pojem přesněji definoval. (Janeček & kol, 2008)

Obecně můžeme říci, že eroze půdy značně ochuzuje zemědělské půdy, zmenšuje mocnost půdního profilu, což souvisí se zhoršováním fyzikálně-chemických vlastností půd. Výrazně se erozí zvyšuje šterkovitost, snižuje se obsah živin a humusu, poškozují plodiny a znesnadňuje pohyb po pozemcích. (Janeček a kol., 2008)

1.2 Druhy eroze dle činitelů

Podle druhů erozních činitelů třídíme půdní erozi do několika skupin. Těmi nejběžnějšími jsou eroze vodní (akvatická), větrná (eolická), ledovcová (glaciální), sněhová (nivální) atd. Tyto základní druhy eroze se objevují v přírodních lokalitách samostatně ale také ve vzájemných kombinacích. (Janeček & kol, 2008)

1.2.1 Vodní eroze

Vzniká razantním rozrušováním půdního profilu dešťovými kapkami a především jejich povrchovým odtokem z místa dopadu. Tento druh eroze rozdělujeme na plošnou, výmolovou a proudovou.

- Plošná
- Rýhová
- Výmolová
- Bystřinná a říční

(Cáblík & Jůva, 1963)

1.2.2 Větrná eroze

Tento způsob eroze se projevuje značným rozrušováním půdního povrchu mechanickou silou větru (abrazí), odnášením drobných částic rozrušené půdy vlivem větru (deflací) a jejich nechtěným ukládáním na jiném místě (akumulací).

Vítr nepůsobí jen na půdu, ale i na kameny a horniny, které zůstávají na místech působení větrné eroze. V takových případech mluvíme o obušování nesenými částicemi půdy i jinými pevnými látkami. (Zachar, 1970)

Mezi škody tímto jevem vzniklé nezařazujeme jen zanášení komunikací, vodních toků, škody na zemědělských půdách, ale zařazujeme mezi ně i znečišťování ovzduší nejjemnějšími půdními částicemi v ovzduší. (Holý M. , 1978)

Poznatky o různých druzích erozí ukazují, že větrná eroze není v celosvětovém měřítku natolik vážným problémem jako eroze vodní. Přesto se však najdou rozsáhlé oblasti, v nichž větrná eroze působí mnohdy i větší škody. (Holý M. , 1978)



Obrázek 1: Návěje na cyklostezce (Chytrý K.)

1.2.3 Ledovcová eroze

Ledovcová eroze se vyskytuje na území chladných oblastí, kde je celoroční průměrná teplota nižší jak 0°C . (Zachar, 1970) Tuto erozi zapříčiňuje pohyb ledovců působením své tíhy do údolí. Při takovém pohybu vynakládá ledovec většinu své energie na erodování skalnatého podloží, které obrušuje, vyhlazuje a rýhuje valouny zamrzlými v ledu. Ledovec svým pohybem strhává a do nižších poloh unáší obsáhlé množství horninných zvětralin, které tvoří morény. Takový materiál se však snadno dostává do vodních toků, kde tvoří velký podíl celkových splavenin.

Tento druh eroze je pozorován pouze v lokalitách velehor (Alpy, Kavkaz, aj.) v České republice se v současnosti již nevyskytuje. (Holý M. , 1978)



Obrázek 2: Morfologie krajiny pod přímým vlivem na periferii kontinentálního ledovce (geologie.vdb.cz)

Zvláštěností ledovcové eroze je, že poškozují pouze okraje zasaženého území a nové ledovcové dráhy. Nejvýznamnějšími formami této eroze je brázdění, vyrývání, vyorávání či samotný děj přirozeného orání půdy. (Zachar, 1970)

1.2.4 Sněhová eroze

Díky klimatickým podmínkám panujícím na území České republiky je tato eroze velmi malého rozsahu. Vyznačuje se od ostatních druhů především malou kinetickou energií vznikající dopadem sněhových srážek na povrchu půd. (Janeček & kol, 2008)

K erozi v tomto případě dochází i při pomalém až plazivém pohybu sněhu. Děje se tomu především na území závětrných svahů, kde je půda narušována ve směru sklonu svahu. (Zachar, 1970)

Většina energie způsobující tento jev pochází pouze z povrchového odtoku vody z tajícího sněhu. Značná část pozemků je přes zimní období bez vegetačního pokryvu a agrotechnického zásahu. Půda bývá v zimním období značně nasycena vodou, to má za následek intenzivnější erozní působení odtékající vody z rychle tajícího sněhu a v relativně krátkém časovém rozmezí dochází k rychlému odtoku velkého množství vody, která má velkou transportní kapacitu. Často je devastován pouze určitý pás území. Vznikající eroze tedy není zapříčiněna dopadajícími

kapkami ale povrchovým odtokem velké transportní kapacity v místech půdního profilu, který již není promrzlý. (Janeček & kol., 2008)

Takový druh eroze může být vyvolán i pomalým pohybem vrstvy sněhu po nedostatečně umrzlém půdním povrchu v období jarního tání v podhorských oblastech. (Holý M. , 1978)

2 EROZE PŮD

Eroze půdy je přirozený proces, který nelze zcela zastavit, můžeme jej pouze omezit. Rozlišujeme běžnou erozi, která neustále přetváří reliéf území, je přirozená a probíhá pozvolna, tudíž ji lidské generace prakticky nepozorují.

Za prvky narušování považujeme jevy zapříčiněné přírodním působením podnebních vlivů (voda, vítr a mráz), při kterých dochází k narušování a odnosu erodované půdy pryč z území. (Braniš, Základy ekologie a ochrany životního prostředí, 1997)

Mezi nezanedbatelné jevy erozního projevu zahrnujeme i cesty a stezky vyšlapané lidmi nebo zvěří či dobyt看em, projevy již zaniklých krajinných prvků, narušení území nevhodným pohybem zemědělské nebo jiné techniky (vyjeté koleje), stará ramena vodních toků, lokální vývěry spodních vod či různými okolnostmi poškozená drenáž území. (Žížala , Krása, & kol., 2016)

Činnosti lidí však tento proces většinou velice urychlují a dochází díky tomu k tzv. zrychlené půdní erozi, jejíž intenzita je 10 – 1000 x vyšší než eroze běžná. Půdní částice jsou v tomto případě smývány v takovém rozsahu, že nestačí být půdotvorným procesem nahrazovány. Jedná se tak o velmi vážný celosvětový problém. (Brtnický & kol., 2012)

Za přípustnou považujeme takovou erozi, která by nám umožnila tvorbu nové půdy a zároveň uchovala její aktuální úrodnost nebo umožnila její zvýšení. (Zachar, 1970)

2.1 Vodní eroze

Vodní erozi dělíme na plošnou a výmolovou, mezi nimiž je pozvolný přechod související s plošným odtokem vody v odtok soustředěný. Zachar (1970) ji definuje jako mechanické vyplavování jemných, různě dispergovaných frakcí půdy gravitační vodou mezi agregáty, přispívající ke skeletizaci půdy.

Razantní nárůst vodní eroze je zapříčiněn zvětšováním půdních celků orné půdy za účelem možnosti využití nové prostorově rozměrnější zemědělské techniky a velkovýrobní technologie rostlinné výroby. To vše se mnoho let rozvíjelo razantním tempem bez ohledu na zachování přírodní členitosti krajiny, rozšiřování orné půdy a nesprávným hospodařením na horských a podhorských pastvinách. (Švehla & Vaňous, 1991)

Orná půda je největším zdrojem erozních smyvů. Nemůžeme však přehlížet ani rozsáhlé plochy stavenišť, poškozené lesní pozemky mechanizovanou těžbou dřeva, ani břehy koryt řek a potoků při povodních, které se výrazně podílejí na procentuálním růstu transportu splavenin. (Slavík, 2000)

Odtok srážek je závislý na vsakovacích schopnostech půdy, které jsou ovlivněny řadou faktorů, především pak půdními vlastnostmi, sklonem území a vegetačním krytem. (Holý M., 1970)

Jak dle předchozích průzkumů uvádí Dufková (2007), ztráty půdy zapříčiněné vodní erozí se celosvětově odhadují na 3 mil. ha.rok⁻¹. Na území České republiky se na základě provedených podrobných půdoznaleckých průzkumů uvádí, že je touto erozí ohrožena více jak polovina veškerých zemědělských ploch.

V horských oblastech členitého terénu na spraších nebo hlinitých zvětralinách s nízkým vegetačním krytem se intenzivně šíří výmolová a plošná eroze. Největší výskyt strží na je horninách pískovcových, které snadno podléhají narušení vodou. Takové strže se nejvíce vyskytují na severu a východě Českého masivu. (Janeček & kol., 2007)

2.1.1 Plošná eroze

Půda je při tomto typu eroze rovnoměrně ovlivňována erozí po celé ploše pozemku nebo určité části svahu. (Zachar, 1970) Projevuje se především rozrušováním a rovnoměrným smyvem půdních částic na pozemku v celé jeho ploše, čímž dochází k plošnému odtoku, který snižuje mocnost půdy. Svým působením vyplavuje jemnozrnné půdní frakce, což se projevuje razantní změnou zrnitosti půdy, obsahem živin v půdě, zhoršujícími se chemickými a fyzikálními vlastnostmi, snížením úrodnosti půdy a obsahu humusu. Tyto jemnozrnné frakce se usazují v dolní části svahu. Takové následky jsou dobře viditelné z leteckých snímků v období holých povrchů pozemků. (Brtnický & kol., 2012)

- Kapková eroze – vznik drobných jamek, mikropyramid a jiných tvarů
- Vrstvičková – vyplavování nejmenších částic při každé pohybu vody
- Stržová – soustředěním plošného odtoku do jednoho místa
- Vrstevnicová – odnos veškeré ornice v tzv. pruzích

(Zachar, 1970)

| Stupeň | Intenzita odnosu půdy erozí (mm/rok) | Hodnocení eroze |
|--------|--------------------------------------|-----------------|
| 1 | do 0,05 | nepatrná |
| 2 | 0,05–0,5 | slabá |
| 3 | 0,5–1,5 | střední |
| 4 | 1,5–5,0 | silná |
| 5 | 5,0–20,0 | velmi silná |
| 6 | nad 20,0 | katastrofální |

Tabulka 1: Klasifikace plošné eroze dle intenzity (Zachar, 1970)

| Stupeň | Odnosená část původní vrstvy půdního profilu (%) | Půda erodovaná |
|--------|--|----------------|
| 1 | do 20 | slabě |
| 2 | 20–40 | středně |
| 3 | 40–60 | silně |
| 4 | 60–80 | velmi silně |
| 5 | nad 80 | úplně |

Tabulka 2: Třídění půdy erodované plošnou erozí (Bennett, 1939)

2.1.2 Výmolová eroze

Tento způsob eroze spočívá v postupném soustředění plošného odtoku, jehož následným působením se vytvářejí mělké, postupně se prohlubující zářezy. Nejčastěji vzniká v členitém terénu, dlouhých svazích. Podle její intenzity se dále dělí na erozi rýžkovou, brázdovou, rýhovou, výmolovou a stržovou. (Zachar, 1970)



Obrázek 3: výmolová eroze (lovime.bio)

Z posouzení tvaru erozí vzniklých rýh rozpoznáváme:

- Ploché – ve tvaru písmene V, převládá eroze bočních svahů
- Úzké – ostré tvary, šířka rýhy je často menší než její délka
- Široké – široké dno rýhy připomínající tvar písmene U, vyskytují se v hrubších vrstvách zvětralin nacházejících se na odolném podloží
- Oblé

(Zachar, 1970)

2.1.3 Proudová eroze

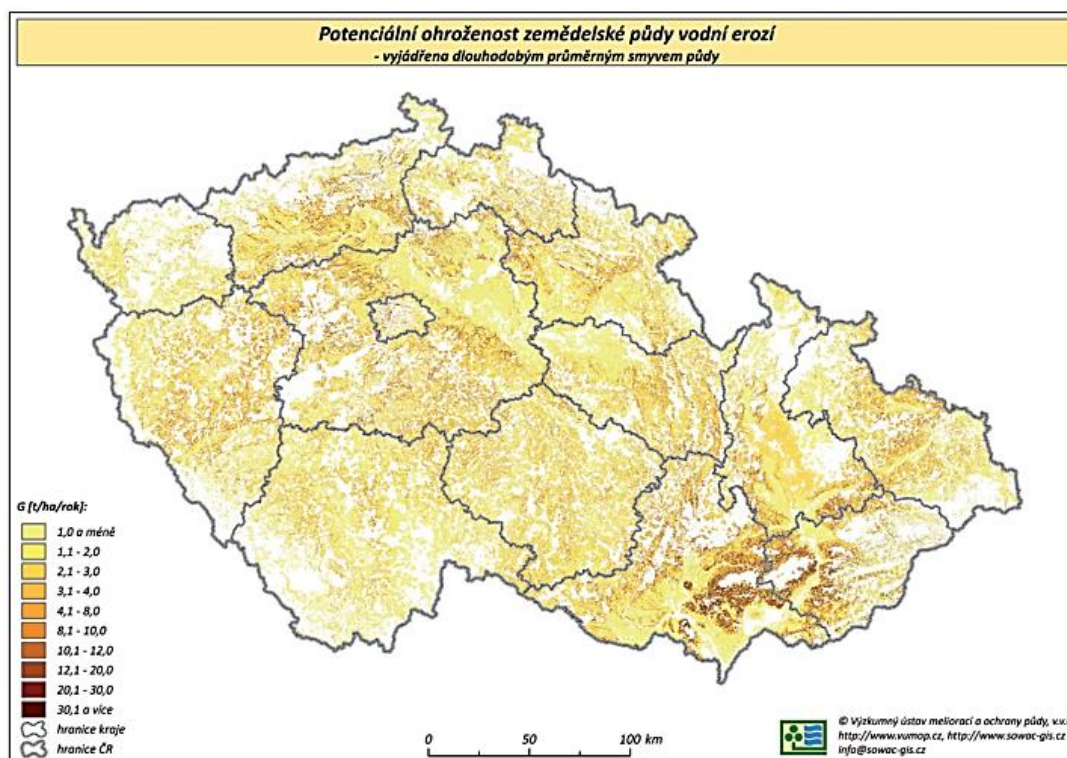
Ta se vyskytuje v korytě vodního toku. Pokud rozrušuje dno koryta, jedná se o erozi dnovou. Rozrušování břehů koryta je následkem eroze břehové. (Dufková, 2007)

| Forma eroze | Sub forma eroze | Specifikace formy | Vhodná skupina nápravných opatření |
|-------------|-----------------|---|--|
| plošná | | rovnoměrný smyv půdních částic po celé ploše, vyplavovány jsou především jemnozrnné frakce půdy nebo ztráta celé orniční vrstvy na celém povrchu nebo v pruzích | organizační a agrotechnická opatření |
| výmolná | rýžková | hustá síť drobných úzkých rýžek širokých a hlubokých 2 – 10 cm | organizační, agrotechnická i technická opatření |
| | brázdová | mělké širší zářezy s menší hustotou výskytu | organizační, agrotechnická i technická opatření |
| | rýhová | rýhy široké a hluboké 10 – 30 cm | technická opatření v kombinaci s organizačními a agrotechnickými |
| | výmolná | výmoly (často s kaskádovitými stupni) hluboké a široké 30 - 100 cm v místech koncentrace a soutoku přívalových vod v úžlabinách, údolnicích, cestách, příkopech | asanace výmolu; stabilizace dráhy soustředěného odtoku, v kombinaci s organizačními a agrotechnickými opatřeními |
| | stržová | strže hluboké a široké více než 1 m, s délkou často větší než 1 km | asanace strže; stabilizace dráhy soustředěného odtoku, v kombinaci s organizačními a agrotechnickými opatřeními |

Tabulka 3: Specifikace jednotlivých forem projevů vodní eroze (VÚMOP, 2011)

Potencionální ohrožení vodní erozí (k 1.1.2010):

- Půdy bez ohrožení: cca 1 224 tis.ha – 24,5 %
- Půdy náchylné: cca 1 285 tis.ha – 25 %
- Půdy mírně ohrožené: cca 1 285 tis.ha – 25 %
- Půdy ohrožené: cca 507 tis.ha – 10,1 %
- Půdy silně ohrožené: cca 379 tis.ha – 7,6 %
- Půdy nejvíce ohrožené: cca 690 tis.ha – 13,8 %



Obrázek 4: Mapa republiky s potenciální ohrožeností zemědělské půdy vodní erozí (VÚMOP, 2011)

Rozsah aktuální vodní eroze (k 1.1.2010):

- Odhad 1780 tis.ha – 42%
- Výrazné poškození vodní erozí: 450 tis.ha – 10,7 %

(To znamená, že již byly smyty celé humózní horizonty nebo podstatně snížena mocnost orníc a podstatně zvýšena skeletovitost)

(Brtnický & kol., 2012)

2.1.4 Podzemní (tunelová) eroze

Srážková voda působí nejen při povrchovém odtoku, ale i při odtoku v podzemí. Voda, která vniká do půdy je významným půdotvorným činitelem, přispívajícím k vyváření půdních horizontů, které dodávají do pedosféry typickou strukturu. Hojně se tento jev projevuje u šterkových až kamenitých půd, kde při odstranění vegetace dochází k rychlému vyplavování jemných částic. F. Sekera (1951) označuje tento děj jako mikroerozi, pod kterou si představuje mechanické vyplavování půdních částic do nevyplněných prostor gravitační silou. (Sekyra, 1951)

Nejnámější formou je eroze tunelová, která se hojně vyskytuje na území sprašových oblastí a spočívá ve vymílání podzemních chodeb podzemní vodou, která

se hromadí nad nepropustnou vrstvou. Postupným narůstáním podzemních kanálů se ztenčuje vrstva stabilního nadloží, až dojde k jejímu zhroucení. Tím vznikne rýhová eroze. (Zachar, 1970)

2.2 Větrná eroze

Jedná se o přírodní jev, při kterém dochází působením mechanických sil větru na půdní povrch k rozrušování půdy. Za následky této eroze se uvádí především uvolňování půdních částic, které jsou uváděny do pohybu a přenášeny na různou vzdálenost, kde se vlivem snížení větru ukládají. Jak je známo, rozhodující složkou větrné eroze je vítr, jehož unášející síla je závislá na rychlosti větrného proudu, době trvání a množství výskytu větrů. Nejsilnější erozní účinky jsou zaznamenávány při silných vysušných a delší dobu převládajících větrech na holých a otevřených prostranstvích. (Janeček & kol, 2008)

Zasažení větrnou erozí je velmi škodlivé na pozemcích suchého klimatu bez většího objemu srážek a tím způsobené prašné struktury půd. (Dufková, 2007)

Důsledky této eroze spočívají nejen v odnosu půdních částic z pozemků, ale i v zásadním obnažování kořínků rostlin. Unášením částic zrn půdy dochází k odsekávání stonků vzcházejících mladých rostlin. (Švehla & Vaňous, 1991)

Během výzkumů větrné eroze naměřil Hassenpflug (1998) při jedné z větrných bouří v nejsevernější spolkové zemi Německa, na jihu Jutského poloostrova Šlesvicku, změnu mocnosti půdního profilu až o 10 mm.

Větrnou erozi ovlivňují dvě základní skupiny faktorů. Klimatické, mezi které se řadí především intenzita větrů, jejich směr a četnost a vlhkost území. Druhou skupinou jsou faktory půdní, které jsou vyjádřeny strukturou půdy, drsností půdního povrchu a vlhkostí půdy. (Janeček & kol, 2008)

Podle směru působení větru na materiál vznikají různé tvary.

- Ztenčování (v horských sedlech a návětrných plochách)
- Zarovňávání (na rovinách)
- Přesypávání
- Obrušování (vyčnívajících částí nad úroveň terénu)

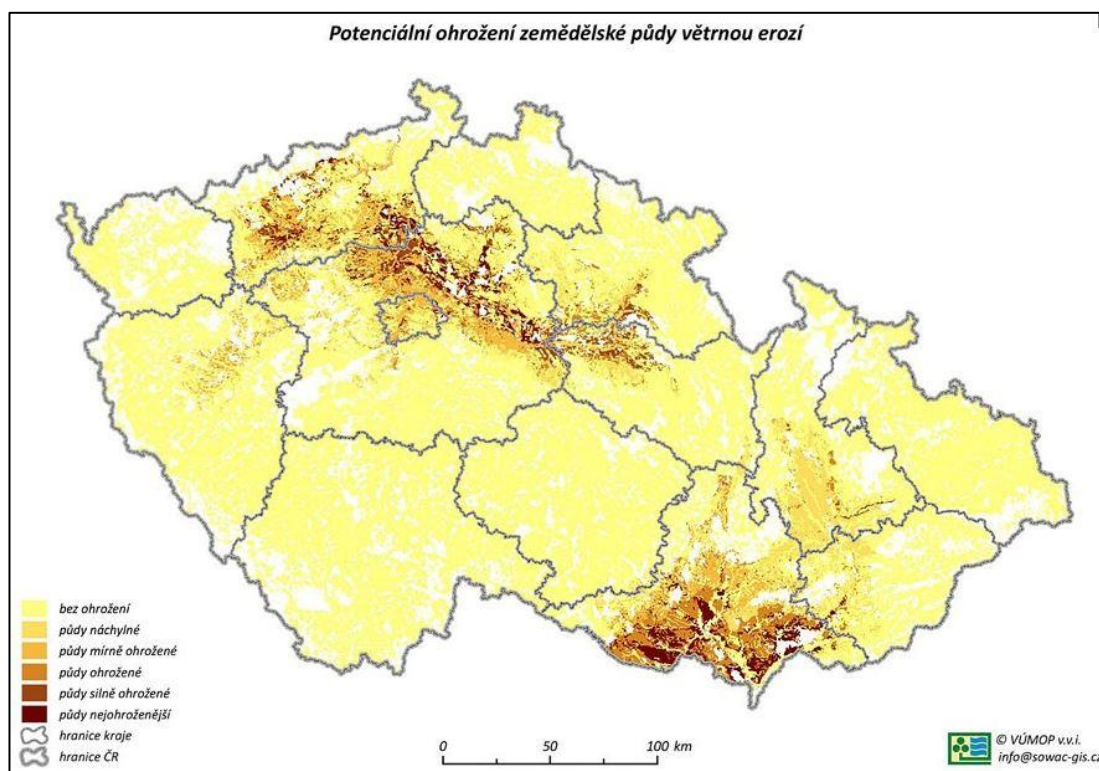
(Zachar, 1970)

Ing. Jan Vopravil, Ph.D ve svém rozhovoru pro ekolist.cz uvedl, že díky suchu a častým větrným poryvům se větrná eroze na jaře roku 2019 týkala celého našeho území. Proto uvádí, že se aktuální odhad poškození větrnou erozí pohybuje kolem 20 procent.

Potencionální ohrožení větrnou erozí:

- Půdy neohrožené: cca 3304 tis.ha – 77,6 %
- Půdy náchylné: cca 7 253 tis.ha – 5,1 %
- Půdy mírně ohrožené: cca 283 tis.ha – 5,7 %
- Půdy ohrožené: cca 227 tis.ha – 4,5 %
- Půdy silně ohrožené: cca 78 tis.ha – 1,6 %
- Půdy nejvíce ohrožené: cca 128 tis.ha – 2,6 %

(Brtnický & kol., 2012)



Obrázek 5: Mapa republiky s potenciální ohrožeností zemědělské půdy větrnou erozí (Novotný a kol., 2017)

Nejčastěji je tímto druhem eroze postižena půda bez vegetačního pokryvu s nízkým obsahem jílnatých částic ($< 0,001$ mm) za podmínek nízké vlhkosti půdy. S rostoucími rozměry erodovaného území rostou procesy erozí. Čím delší území ve směru vzdušného proudu, tím pozorujeme větší abrazi půdními částicemi, které se po území pohybují saltací (pohyb skokem). K větrné erozi dochází při překročení přípustné meze rychlosti větru, která se nazývá kritická rychlost a liší se s druhy půd. Dalším z hlavních činitelů ovlivňující intenzitu větrné eroze je vlhkost půdy. Ta závisí na množství a rozdělení srážek i výparu, jehož intenzita závisí na teplotě, vlhkosti ovzduší a větru. Voda obsažená v jílovitých půdách neovlivňuje tak výrazně erodovatelnost větrem jako u půd lehkých (písčité a hlinitopísčité). M. Janeček zmiňuje, že nejvíce podléhají odnosu větrem částice půdy o velikosti 0,25 – 0,40 mm a dále, čím je vyšší obsah jílnatých částic obsažených v půdě, tím je odolnost vůči větrné erozi vyšší. (Janeček & kol, 2008)

„Ukládání částic může být prospěšné tehdy, když přispěje k zvýšení úrodnosti půdy, nepříznivé tehdy, dochází-li k překrývání zemědělských plodin nebo zanášení komunikací, vodních toků, budov či jiných objektů. K výskytu erozi způsobujících větrů dochází v období s nejnižšími srážkami a nízkými teplotami na počátku roku a časně na jaře a k mírnějšímu nárůstu pak na podzim. Je to období, kdy povrch půdy většinou není chráněn vegetací, což znamená, že v této době je nebezpečí větrné eroze největší a tomu je nutné přizpůsobit i způsob protierozní ochrany.“ (Janeček & kol, 2008)

Po přezkoumání území a určení, zda je území náchylné na větrnou erozi či nikoliv, se dbá na správnou volbu protierozních opatření. Mezi ně se zahrnuje vhodné zabezpečení území systémem trvalých protivětrných vegetačních bariér (větrolamy), či se aplikují rozmístěním na kritická místa přenosné zábrany z odpadových prken, rákosu nebo proutí. (Švehla & Vaňous , 1991)

Větrná eroze má negativní dopad na lidské zdraví, kdy větrem unášené jemné prachové částice vnikají do lidského organismu, jelikož je naše tělo nedokáže účinně zachytit. (Khel & kol., 2017)

2.2.1 Suspenze

Tohoto pohybu se uskutečňují pouze velmi jemné půdní částice ($< 0,01\text{mm}$), které jsou působením větru rozptylovány do vzduchu a zvedány až do výše několika desítek až stovek metrů. Tyto částice zůstávají dlouhou dobu rozptýleny ve vzduchu, díky čemuž mohou být přenášeny na velké vzdálenosti. Ačkoliv je tímto způsobem přepravováno pouze malé procento celkového objemu erodovaných půd, jedná se o nejzásadnější složku větrné eroze. (Janeček & kol, 2008)

2.2.2 Saltace

Saltací se rozumí přesouvání (tzv. skok) částic ve vrstvě do 30 cm nad zemí. Na místech působení zůstávají pouze hrubozrnné částice a kamenité vrstvy. Tímto způsobem je přepravováno 50 – 80 % uvolněné zeminy, proto je řazen k druhu s nejrozsáhlejšími způsobenými škodami větrnou erozí. (Janeček & kol, 2008)

2.2.3 Sunutí

Jedná se o pohyb částic o velikostech 0,5 – 2,0 mm, ve výjimečných případech i větších. Sunutí zastupuje přibližně 25 % škod vzniklých větrnou erozí. (Janeček & kol, 2008)

2.2.4 Ochrana půdy před větrnou erozí

S určením intenzity větrné eroze a získáním výsledků terénního šetření se navrhuje vhodné způsoby protierozní ochrany především organizačního, agrotechnického a technického charakteru.

- **Organizační opatření**

Mezi základní prvky organizačních opatření řadíme správné uspořádání pozemků, výběr kultur dle náchylnosti k větrné erozi a jejich delimitace. U velkoplošných půdních bloků lze využít jako protierozní opatření pásové střídání plodin.

Nejúčinnějším opatřením chránícím půdu před větrnou erozí jsou trvalé porosty, nejefektivnější jsou trvalé travní porosty, které půdu chrání před erozí a velkým podílem se angažují při zadržování půdní vlhkosti. Pásové střídání je dalším

základním způsobem ochrany před větrnou erozí. V lokalitách s velkou intenzitou větrné eroze se na půdních blocích zemědělsky obhospodařovaných střídají pásy orné půdy a trvalého zatravnění. Zásadním krokem při řešení všech situací je umístění (orientace) delší strany pozemku kolmo k převládajícímu směru větrů. (Janeček & kol, 2008)

- **Agrotechnická opatření**

Tato skupina zahrnuje především protierozní ochranné obdělávání půd, které zvyšuje jejich nedostatečnou půdoochrannou funkci při pěstování plodin. Dále napomáhá úpravě a zlepšení vlhkosti u lehkých půd. Taková opatření jsou však finančně náročnější díky nutnosti použití speciálních strojů na aplikaci pesticidů, hnojiv a setí. „Na lehkých půdách v suchých oblastech jsou vhodná všechna opatření směřující ke zvýšení vlhkosti půdy.“ (Janeček & kol, 2008)

V České republice působí větrná eroze největší problémy na Jižní Moravě v období jara, kdy suchý a intenzivní vítr rychle vysouší půdu, která ještě není dostatečně pokryta nově vzrostlou a zakořeněnou vegetací. Půda by neměla v žádném ročním období zůstat bez vegetačního krytu, proto se využívá omezené kultivace, ponechání posklizňových zbytků vegetace. Výzkumem se došlo k závěru, že v praxi je nejvýhodnější využití dvou základních technologií – setí plodin do posklizňových zbytků ponechaných na půdním povrchu a setí plodin do ochranných (tzv. krycích) meziplodin. Jedním z příkladů způsobu ochrany půdy prostřednictvím posklizňových zbytků je bezorebné setí obilovin a kukuřice do strniště. (Janeček & kol, 2008)



Obrázek 6: Kukuřice s meziplodinou (uroda.cz)

- **Technická (biotechnická) opatření**

Taková opatření vznikají uměle nebo přirozeně a jejich účelem je snížení rychlosti větru a jeho škodlivého účinku. Mezi umělé zábrany řadíme používání přenosných plotů z odpadových prken, odpadních hliníkových fólií, rákosu apod. Takové zábrany díky své malé výšce nejsou tolik účinné, proto se používají pouze jako dočasná ochrana intravilánů obcí, silnic a vodních toků před účinky větru. (Dufková, 2007) Příznivější účinek mají zábrany z přirozené vegetace (tzv. větrolamy), které mají za účel snížení rychlosti větru v určité vzdálenosti před a za větrolamem a snížení turbulence vzduchu ve vrstvách těsně nad zemí.

Účinnost větrolamů se posuzuje podle jejich šířky, propustnosti vzdušného proudění a druhové skladbě dřevin. Podle jejich propustnosti a účinnosti rozdělujeme větrolamy do tří základních kategorií – prodouvavé, neprodouvavé a poloprodouvavé. Základním pravidlem při návrhu je fakt, že k ochraně proti větrné erozi stačí větrolam složený max. ze 2 řad stromů doplněných keřovým patrem. (Janeček & kol, 2008)



Obrázek 7: Větrolam mezi rozsáhlými pozemky (equichannel.cz)

2.3 Sněhová eroze

Sněhová eroze je jev, který vzniká s náhlým pohybem sněhu, nejčastěji se tomu děje formou lavin, kdy dochází vlivem velkých tlaků a rychlosti sněhu k značné erozní činnosti působící na pás území. Tento typ eroze se projevuje především v podhorských oblastech v období jarního tání mohutných vrstev sněhu, kdy vzniká pomalým sunutím vrstev po neumrzlém půdním povrchu. (Holý M. , 1978)



Obrázek 8: Sněhová eroze (zeraagency.eu)

3 ROZŠÍŘENÍ EROZE

Rozšíření eroze je celosvětově vázáno základní faktory, kterými jsou srážky, vítr, morfologie území, vegetační kryt půd, vlastnosti půd aj. (Holý M. , 1978)

Je obtížné celosvětově určit rozsah, velikost a rychlost půdní eroze a její důsledky na hospodaření i životní prostředí všeobecně. Vážným celosvětovým problémem je zrychlená eroze. Odhaduje se, že množství erodovaných sedimentů odnášených do oceánů vzrostlo díky zavedení intenzivního zemědělství z 10 miliard na 25 až 50 miliard tun ročně. Erozí bylo zničeno a znehodnoceno přes 430 mil. ha produktivních ploch a tato hodnota se rok co rok razantně zvyšuje. (Janeček & kol, 2008) Degradaci půdy erozí a ostatními faktory dochází k nevratné ztrátě produkce na ploše až 6 mil. hektarů za rok úrodné půdy.

Plošná eroze převažuje zejména v humidních oblastech, zatím co v aridnějších oblastech s krátkodobými intenzivními přívalovými dešti je největším činitelem ztráty půd výmlová eroze. Plošnou erozí je zpravidla vymílán materiál jemné zrnitosti unášen v suspendovaném stavu. Erozí výmlovou vzniká nechtěné ukládání nánosů materiálu větší zrnitosti. (Janeček & kol, 2008)

Větrná eroze se šíří díky rozrušování půdního povrchu mechanickou silou, kterou vyvíjí vítr, odnášením půdních částic a jejich následné ukládání na jiném místě. Tímto způsobem vznikají škody na zemědělsky obhospodařovaných půdách, komunikacích, vodních tocích, budovách ale i kvalitě ovzduší (prašné bouře).

V současné době je v České republice, ale i na celém světě velkým problémem šíření eroze a degradace půd a tím způsobované poškozování jejich produkčních i mimoprodukčních funkcí. (Brtnický & kol., 2012) Nejintenzivněji narušuje půdu vodní a větrná eroze. To je dáno především členitostí krajiny, půdními podmínkami a zemědělsky intenzivním obhospodařováním půdy. (Holý M. , 1978) Při podmínkách, které panují na území ČR, je protierozní ochrana nutná na svazích s mělce překrytým skalním podložím a vysokým obsahem šterku. Udává se, že na našem území je více jak 50 % orné půdy zasaženo erozí různých stupňů intenzity. (Janeček & kol, 2008)

V Evropě je vodní erozí degradováno kolem 115mil. ha půd. Půdní erozí je odnášeno velké množství materiálu – jen v USA se jedná o 4mild. tun půdy ročně. Světové erozní ohrožení půd se nejvíce týká zemí v okolí Černého a Středozemního moře. (Brtnický & kol., 2012)

4 PŘÍČINY A NÁSLEDKY EROZE

Eroze půd je nezbytný přírodní proces, jehož intenzitu se však snažíme ve větší míře omezovat a tím chránit nežádoucí krajinnotvorné procesy. V našich podmínkách je zvláště nutná protierozní ochrana v místech, kde se vyskytuje mělce překryté skalní podloží nebo šterkovité půdní profily. (Janeček & kol, 2008)

Půdu vnímáme jako „ stále se vyvíjející živý přírodní útvar vzniklý působením půdotvorných faktorů z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků. Základem tvorby půdy je matečná hornina (magnetického, metamorfovaného nebo sedimentárního původu), tj. pevná, přírodními činiteli nenarušená přírodnina. Ta se fyzikálním a chemickým zvětráváním mění v půdotvorný substrát a ten se půdotvornými činiteli, především organismy mění v půdu. Přežití a prosperita suchozemských biologických společenstev závisí na půdě. Půda je nejcennějším přírodním bohatstvím a proto je nutné ji chránit.“ (Janeček & kol, 2008)

4.1 Příčiny

Celý erozní proces je ovlivněn kombinovaným působením tzv. erozních faktorů. V dnešní době vyjadřuje nejdokonaleji účinek hlavních faktorů (tj. klima, vegetace, topografie, půda a lidský faktor) ovlivňujících vodní erozi způsobovanou přívalovými dešti tzv. Univerzální rovnice, která udává hodnotu množství půdy,

které může být za určitých parametrů uvolněno z pozemku plošnou vodní erozí.
(Brtnický & kol., 2012)

4.1.1 Klimatické a hydrologické

- Zeměpisná poloha
- Nadmořská výška
- Množství, rozdělení a intenzita srážek
- Teplota, oslunění, výpar a odtok
- Výskyt, směr a síla větru

4.1.2 Morfologické

- Sklon území
- Délka a tvar svahu
- Expozice, návětrnost

4.1.3 Geologické a půdní

- Povaha horninového substrátu
- Půdní druh
- Půdní typ
- Textura a struktura, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu

4.1.4 Vegetační

- Hustota a délka trvání pokryvu

4.1.5 Způsob využívání a obhospodařování půdy

- Poloha a tvar pozemku
- Směr obdělávání
- Střídání plodin

Síly přenesené těmito erozními činiteli mají na půdní částice dvojitý účinek:

- Destrukční – částice jsou po dopadu dešťových kapek na zemský povrch vymršťovány až do výše 0,6 m nebo posouvány do stran až 1,5 m.
- Zhutňující – dopadáním dešťových kapek se na povrchu půdy tvoří škraloupová vrstva v důsledku ucpání pórů jílovými částicemi.

V okamžiku, kdy intenzita deště překročí vsakovací schopnosti půdy, vzniká povrchový odtok. Nastane-li moment, kdy se na povrchu vytvoří vrstva odtékající vody, začne se postupně destruktivní vliv dešťových kapek na půdní povrch snižovat. (Janeček & kol, 2008)

4.2 Následky

Erozi půd dochází k částečné nebo úplné ztrátě úrodnosti půdy, především vlivem těchto procesů:

- Vodní eroze
- Větrná eroze
- Zamokření
- Zasolení
- Odčerpání živin
- Zhutnění a rozpad půdní struktury
- Desertifikace
- Znečištění
- Těžby nerostných surovin
- Urbanizace

M. Janeček (2008) konstatuje, že jakmile jednou půda degraduje, je její náprava drahou a časově náročnou záležitostí. Proto je jednodušší a ekonomičtější půdu chránit a omezovat její ztráty.

Eroze, která snižuje produkční schopnost půdy a urychluje její degradaci, nemá pouze ekonomický dopad na uživatele půdy, ale působí velké škody i mimo hranice těchto pozemků. Takové škody často převyšují škody na samotných pozemcích,

kteře jsou původcem eroze. Za základní procesy vzniku eroze si považují oddělování, transport a ukládání půdního materiálu erozními činiteli. Jedná se o mechanický proces, který potřebuje ke svému vzniku značnou energii. Takovou energii většinou dodávají dopadající dešťové kapky na půdní povrch (cca 30 km/h). Soustředěným odtokem se na pozemcích uvolňuje velké množství půdy, které po sobě zanechává malá koryta – rýhy. (Janeček & kol, 2008)

Následky vzniklé erozí sice nejvíce postihují odvětví zemědělství, ale mají negativní vliv na mnohá další odvětví hospodářství na celém světě. Všeobecně dochází erozí k odnosu jemných půdních částic, čímž se výrazně mění textura a struktura půdy a její vodní kapacita. Tyto okolnosti vedou ve výsledku k razantnímu poklesu úrodnosti půdy. (Švehla & Vaňous , 1991)

Nepříznivé faktory mají za následek snížení produkčních schopností půdy. Ta je nejčastěji popisována jako pokles kvality a produkční schopnosti půd způsobené nesprávným využíváním k hospodaření. „Pojem degradace vypovídá o nepříznivých změnách v koloběhu živin a organické hmoty v půdě, o změnách ve struktuře, textuře, resp. o nepříznivých změnách chemických, fyzikálních a biologických vlastností půdy.“ (Janeček & kol, 2008)

Důvodem eroze půdy je především změna fyzikálních vlastností půdy. Mezi tyto vlastnosti se řadí struktura, textura, vodní kapacita, objemová hmotnost, pórovitost, infiltrační schopnosti, hloubka pro růstový vývoj kořenů aj. U některých půd dochází vlivem obnažení podorničí ke značnému zhutnění a tvrdnutí. Takové půdy se stávají zdrojem většího povrchového odtoku a zrychlené eroze. Pokud půdy obsahují větší podíl jílu, zmenšuje se podíl obsahu vody dostupný pro rostliny. „Dlouhodobým působením eroze se mění kvantitativní a kvalitativní vlastnosti půd. Kvantitativní změny spočívají především ve zmenšování hloubky půdního profilu a plochy půd v případě velmi intenzivní eroze, kvalitativní ve změně jejich vlastností a snížení úrodnosti půd.“ (Janeček & kol, 2008)

Erozí se výrazně snižují produkční schopnosti půdy a urychluje se její degradace. (Brtnický & kol., 2012) Jak zmiňuje M. Janeček (2008), eroze půd má vliv i na chemické vlastnosti. Zejména snižuje obsah organické hmoty a humusu v půdě, snižuje obsah minerálních živin v půdě, obnažuje podorničí s nízkou přirozenou úrodností a vyšší kyselostí. Platí, že je pro člověka hospodářského s půdou

mnohem efektivnější zajištění preventivní protierozní ochrany, než se pokoušet všemi možnými způsoby zúrodňujících opatření vrátit erozí poškozenou a znehodnocenou půdu do původního stavu.

5 ZÁJMOVÉ AKTIVITY ČLOVĚKA PODÍLEJÍCÍ SE NA TVORBĚ EROZE

Žijeme v době, kdy se cyklistika a turistika stává celosvětově více a více populárním trendem a jejich popularita se rozšířila mezi všechny skupiny obyvatel. Tím se podílejí na nechtěném vzniku půdní eroze, ačkoliv to není záměrné. Díky širokým možnostem turistiky a cyklistiky se člověk opakovaně vrací na svá oblíbená místa v přírodě nebo objevuje dosud nepoznaná zákoutí. Žádné z těchto sportovních odvětví nemá razantně negativní vliv na kvalitu životního prostředí, ačkoliv je vznikem nových stezek nepatrně přetvářena krajina kolem nás, vždy se při plánování dbá na co nejmenší negativní vliv na krajinu životního prostředí kolem nás.

Krajinu si představme, jak ji definuje Braniš (1997) – Jedná se o část zemského povrchu, která společně se společenstvy organismů tvoří jednotný třírozměrný celek (horstvo, pahorkatina, nížina, pouštní krajina apod.). Krajina je tedy společností chápána jako jednotný celek zemského povrchu vymezený lidským horizontem. Posuzováním lidských činností jako důsledků určitých dějů se zabývá obor krajinné ekologie.

Nezbytným předpokladem pro kvalitní rozvoj pěší turistiky i cyklistiky je kvalitní síť značených turistických stezek a cyklotras, mezi které můžeme zařadit i v dnešní době čím dál více populární singltreky a bikeparky. Jedním z klíčových zlomů bylo datum 11. června 1888, kdy byl pod vedením skupiny vlastenců, předsedou Vojtěchem Náprstkem založen první oficiální Klub českých turistů (KČT). To byl počátek ke značnému rozvoji turistiky všeobecně. Poměrně rychle byla vybudována hustá síť turistických ubytoven a značených turistických stezek, kterými se rozumí stezka určená pro pěší turisty, popřípadě cyklisty. (Zelenka & Pásková, 2002)

Rozvoj turistického a sportovního cestovního ruchu je jakousi motivací k provozování sportovních aktivit na amatérské či profesionální úrovni.

Navštěvovaná místa pro tento druh sportu by měla ve své blízkosti mít vhodně vybavená sportoviště (turistické stezky, cyklotrasy aj.). Každý sport potřebuje odlišné zázemí, vhodné vybavení i charakter místa. (Kunešová & Nedvědová, 1992)

Dle použitých cestovních prostředků rozlišujeme turistiku na více druhů – **pěší, vysokohorskou, lyžařskou, vodní, cykloturistiku, mototuristiku** a další. Také rozlišujeme turistiku **organizovanou**, které je vedena vůdci KČT, učiteli škol a společenskými organizacemi a turistiku **neorganizovanou**. Ta je provozována účastníky dle vlastních zájmů (např. rodinné dovolené, výzkumné expedice, individuální cesta aj.). V závislosti na ročním období dělíme turistiku i na **letní** a **zimní**. (Vyškovský & kol., 1997)

Sport může přímo i nepřímo ovlivňovat přírodní ekosystémy a zdroje. To se týká především sportovních akcí i rekreačních pohybových aktivit organizovaných v přírodních lokalitách. Z tohoto důvodu je v posledních letech vidět značná snaha o průběh těchto aktivit v souladu s prostředím – ekologicky udržitelná turistika. Tato snaha spočívá ve snaze organizátorů ale i sportovců, aby aktivity spojené s těmito sporty nebyly v přírodě omezovány a zároveň ale, aby neměly negativní vliv na životní prostředí a nepoškozovaly ho. (Doležal & Málek, 2000)

5.1 Cyklistika

Jak je tomu celosvětovým trendem i u nás se mnohonásobně zvýšil zájem o cyklistiku. Tento sport se neodmyslitelně spojil s naším každodenním životním stylem a stal se velkým trendem mezi širokou veřejností. Tento trend vyvolalo především rostoucí množství informací, vzrůstající tlak na psychiku člověka a velké množství stresových situací. Jak se v mnoha případech ukázalo, je projížďka na kole jedním z nejlepších způsobů aktivního odpočinku a relaxace. (Soulek & Martinek, 2000)

Navíc se jedná o vhodný sport pro opětovné získání síly a kvality svalově-šlachového aparátu. Z tohoto důvodu je cyklistika mnohdy doporučována v rámci rehabilitačních kroků. Výhodou je, že nám cyklistika umožňuje vykonávat pohyb v sedle kola a k pohybu využívat síly dolních končetin na našem těle. V dnešní době moderní cyklistiky, jsou kola konstruována tak, že jezdci umožňují využití nohou v různé intenzitě od minimálního až po maximální zatížení. (Landa & Lišková, 2004)

Velkou výhodou, která je zajisté jedním z důvodů tak velké atraktivity cyklistiky je, že z obou hlavních druhů turistiky nahrazuje slabiny pěší turistiky a využívá svých předností. Provádět ji může prakticky kdokoliv na všelijakých místech, při čemž si zachovává potřebnou intenzitu pohybu a je dostatečně rychlá pro přesun krajinou, udržuje stálý kontakt s přírodou a už od svých počátků je hojně vyhledávána mládeží. Cykloturistika není vázána pouze na frekventované silnice, ale umožňuje jezdcům dostat se i do míst pro motorová vozidla nepřístupná a to dodává cyklistice své kouzlo. (Hlaváček & kol., 1967)

Jak zmiňují ve své publikaci Zelenka a Pásková rozlišujeme cyklotrasy na „komunikace pro cykloturistiku využívající stávajících místních a účelových komunikací včetně polních a lesních cest, silnic III. třídy a silnic II. třídy s malou frekvencí provozu“ a cykloturistické stezky definované jako „komunikace pro cykloturistiku, která vede většinou po horších polních a lesních cestách nebo terénu“. (Zelenka & Pásková, 2002)

Cyklistika je jednou z mála sportovních činností, kterou může člověk realizovat individuálně i kolektivně, profesionálně i amatérsky, organizovaně i neorganizovaně. Dostupná je všem věkovým kategoriím a díky tomu se stala tak populární formou využití volného času. (Hurychová & kol., 1975)

Jízda na kole se považuje za častou činnost při trávení volného času. Kolo dobře přispívá k celkovému uvolnění, dobré náladě, udržování dobré zdravotní i fyzické kondice. (Dekoster & kol., 2006)

5.1.1 Historie

Zrod cyklistiky se uvádí k roku 1817, kdy Karl Friedrich Christian Ludwig představil svůj vynález, kterým byla dřevěná kola spojená rámem – tzv. drezína. Postupem času přišly s dalšími typy kol bratři Pierre a Ernest Michauxovi z Paříže. Jejich typ jízdního kola nazývaný velociped byl původně také dřevěné konstrukce, později však dospěli ke kovové konstrukci. Takový dopravní prostředek rychle získal mnoho příznivců a již v roce 1868 v Paříži zorganizovali první cyklistický závod na světě. Druhá polovina 19. století zaznamenala velký rozvoj vysokých kol i přes to se však nízká kola dále rozvíjela za pomoci nových prvků, kterými byly nově vynalezené pneumatiky nebo řetězový pohon. (Cícha & Prchal, 2013)



Obrázek 9: Drezína (plataformaurbana.cl)

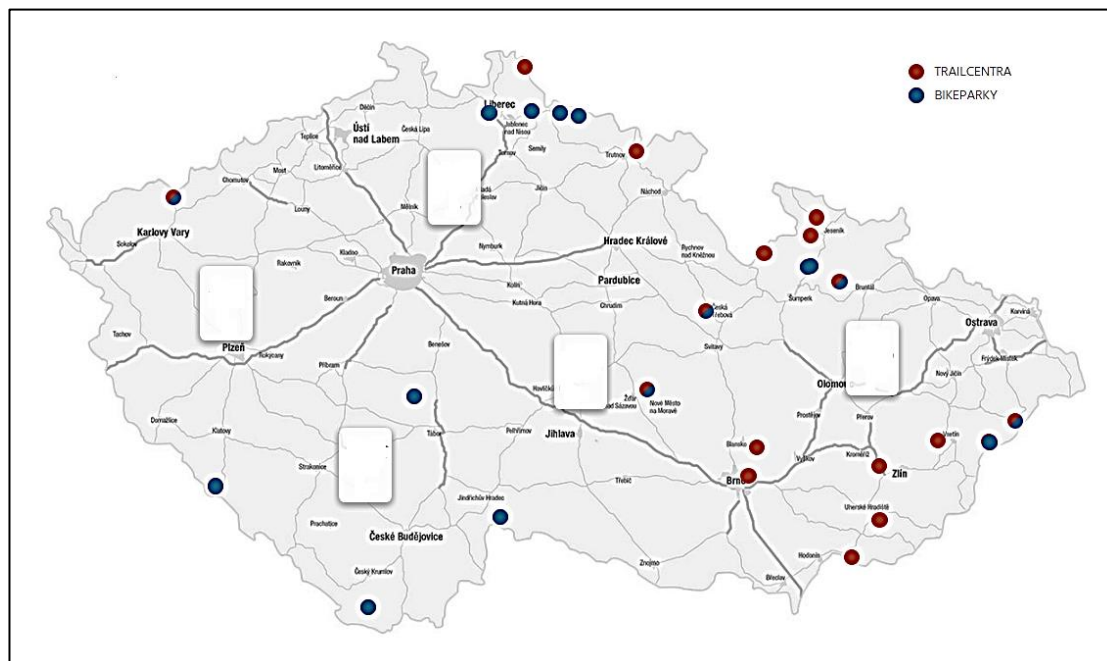
Cyklistiky se jako jednoho z prvních sportů dotknul na konci 19. století profesionalismus. První profesionální jezdci se zrodili v Anglii. (Cícha & Prchal, 2013)

5.1.2 Rozšíření v České republice

Do českých zemí se první kola dostala již v roce 1867. Zrod zdejší cyklistiky nejvíce ovlivnil dovoz ocelového kola, které se z Anglie dostalo až k rodině smíchovského továrníka Jana Kohouta, který následně začal vysoká kola vyrábět. (Waic, 2019)

Na území České republiky došlo v posledních letech k razantnímu rozšíření cyklostezek, cyklotras a především pak vzniku nových bikeparků a singletreků. Cyklostezky jsou budovány především pro lepší propojenost měst s venkovským prostorem. V horských oblastech, nejčastěji pak v místech lyžařských středisek vznikají nové bikeparky, které využívají možnosti dopravit se na vrchol kopce lanovkou a následně využít sjezdu trasou různých obtížností. Takových středisek je u nás aktuálně registrováno 23 a budují se stále nové. (ceskebikeparky.cz, 2020) Mezi nejznámější bikeparky České republiky patří Špindlerův mlýn, Klínovec, Lipno, Kouty nad Desnou, Špičák, Klíny aj.. Velmi se rozšiřují i singltreky, které jsou dle obtížností určeny pro nejmenších až po ty nejzkušenější cyklisty. Budovány jsou v turisticky atraktivních lokalitách mírně kopcovitého terénu a aktuálně jich na

našem území máme 16. Nejznámějšími u nás jsou Singltrek pod Smrkem, Cyklo aréna Vysočina, Trutnov trails aj.. (ceskebikeparky.cz, 2020)



Obrázek 10: Mapa rozmístění bikeparků a singltreků na území ČR (mtbczech.cz)

Jak zmínili již první tvůrci singltreků na území České republiky, takové stezky musí být kvalitně naplánované, aby byly udržitelné vůči okolnímu prostředí a nezhoršovali jeho kvalitu. Snaží se docílit citlivému zasazení stezek do prostředí a zároveň zajistit zábavu pro uživatele od začátku do konce. (neznámý, 2018)

Při budování dnes tolik vyhledávaných singltreků se zpravidla koruna stezky zapouští do svahu a její příčný profil by měl splňovat mírný boční sklon pro zajištění odvádění vody do okolí. Stezka by měla často měnit svůj směr a sklon aby se zabránilo nežádoucí erozi působením odtékající vody po jejím povrchu. (Kvasnička & Slavík, neuvědno)

5.2 Turistika

Pojem turistika pochází z Anglie, kde turistou charakterizovali člověka, který dobrovolně ve svém volném čase cestoval pro zábavu či zotavení se. Z anglického slova „tourist“ pak vzniklo totožné označení tohoto sportovního odvětví ve všech jazycích. V České republice je za turistu považována osoba, která cestuje za zábavou a zotavením nejčastěji pěšky. Je sem však zahrnuto i cestování vlakem, lodí, autem i na kole. (Guth-Jarkovský, 2003)

Turistika charakterizuje určitou formu cestování, které v nás vzbudilo zálibu a rádi jej provozujeme ve volném čase pro naši radost a uspokojení z našeho vlastního výkonu, poznání nových míst i uplatnění našich fyzických dovedností. Jak uvádí Hlaváček a kolektiv (1967), smyslem takového cestování je především návštěva a poznání nových míst, jejich společenských a přírodních poměrů. Jedná se tedy o dobrovolné postoupení cesty, která nám poskytne kulturní, ozdravné i emocionální touhy.

V České republice je turistika pojata jako soubor činností spojených s aktivitou v přírodě, která vyžaduje mnoho odborných znalostí a dovedností jednotlivce. (Neuman & kol., 2000)

Turistické značení pro pěší je definováno jako značení vybraných cest normalizovaným značením a opatřeno dalšími informačními prvky. Účelem značení turistických tras je zajištění spolehlivého sledování určité trasy, navíc v přírodních oblastech spadajících pod státní ochranu jsou hlavním prostředkem umožňujícím těmito místy procházet. (Pernica & Rychtecký, 2012)

Cílem turistiky je především odpočinek od denních povinností. Takový útek před tlakem dnešního života společně s partou lidí, na kterých vám nejvíce záleží, je všeobecně jedním z nejlákavějších důvodů turistiky. Ať už turistické výpravy podnikáte poblíž domova nebo vyrazíte procestovat druhý konec světa, vždy najdete spoustu stezek, které vás dovedou do nejrůznějších koutů a úchvatných míst, o kterých by se vám ani nezdálo. Turistika je pro každého, od amatérů začátečníků po profesionály, kdy si každý najde v množství stezek tu svou, která mu obtížností vyhovuje nejvíce. (Bergerová, 2008)

5.2.1 Historie

Po bouřlivějších začátcích s vývojem KČT se situace uklidnila a nastala intenzivní práce, především na aktivní turistice. Vedle pravidelně organizovaných vycházek po okolí měst se začalo i s organizací hromadných zájezdů do zahraničí. Dodnes můžeme v Adršpašských skalách najít pamětní desku, která vzpomíná na hromadný zájezd KČT v roce 1896. Takové hromadné akce byly postupně doplňovány výlety menších skupin či jednotlivců. (Kct.cz)

6 URČENÍ OHROŽENOSTI POZEMKU EROZÍ

6.1 Určení ohroženosti pozemku vodní erozí

Odhad ztráty půdy a následné plánování protierozní ochrany je nejefektivnější přímo pro určitý druh pozemku. Z rozsáhlých ploch je množství sedimentů z obdělávaných ploch ovlivňováno množstvím smyvu, podílem obdělávané půdy v povodí a množstvím erodované půdy. (Janeček & kol, 2008)

Za první empirický model erozního procesu se uvádí rovnice odvozená Zinggem (1940) pro přibližný odhad průměrné roční ztráty půdy vodní erozí na základě sklonu a délky svahu:

$$G = C \cdot S^{1,4} \cdot L^{0,6}$$

Kde: G – průměrná roční ztráta
S – sklon svahu
L – délka svahu
C – konstanta ostatních faktorů ovlivňující erozi

Zinggovu rovnici rozšířil v roce 1941 Smith (Smith, 1941)

$$G = C \cdot S^{7/5} \cdot L^{3/5} \cdot P$$

Kde: P – faktor protierozních opatření
C – faktor klimatu, půdy a vegetačního pokryvu
S – sklon svahu
L – délka svahu

Dále rovnici upravovali pro svá použití Browning a kol. (1947) aj. Pro vyhodnocení erozní ohroženosti a k posuzování ekonomických vlivů protierozních opatření na našem území upravil Zdražil (1965) rovnici, do které doplnil údaje vlivu organického hnojení:

$$X = 0,63 \cdot G \cdot P \cdot S \cdot D \cdot H \cdot O \cdot PO$$

Kde: X – průměrná ztráta půdy
G – součinitel geologického podkladu
P – součinitel druhu půdy
S – součinitel sklonu pozemku
D – součinitel nepřerušené délky pozemku po svahu
H – součinitel hnojení
O – součinitel osevního postupu
PO – součinitel druhu protierozní ochrany

Zatím nejpřesnější rovnicí je tzv. univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí z pozemků dle autorů Wischmeiera a Smithe (1978), která vyjadřuje kvantitativní účinek hlavních faktorů, ovlivňujících vodní erozi zapříčiněnou přívalovými dešti.

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Kde: G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy
R – faktor erozní účinnosti deště
K – faktor erodovatelnosti
L – faktor délky svahu
S – faktor sklonu svahu
C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu
P – faktor účinnosti protierozních opatření

Její hodnota udává předpokládané množství půdy, které bude za daných podmínek z pozemku uvolněno plošnou vodní erozí. Nelze ji aplikovat na období kratší jednoho roku, tudíž ji nelze aplikovat na jednotlivé srážky nebo tání sněhu. (Janeček & kol, 2008)

6.1.1 Erozní účinnost dešťových srážek (R)

Tento proces se nejvýrazněji projevuje na začátku erozního procesu, v momentě, kdy dešťové kapky dopadají na půdní povrch, na kterém se ještě nestačila vytvořit souvislá vrstva povrchově odtékající vody. Z fyzikálního hlediska dešťové kapky dopadající na půdní povrch rozbíjí půdní agregáty, uvolňují půdní částice a zhutňují povrchy půd. (Janeček & kol, 2008)

Většina autorů se zastává názoru, že deformace půdy deštěm je výsledkem přeměny kinetické energie deště v práci, kterou vykonává na povrchu půdy a proto je kinetická energie deště základní charakteristikou pro stanovení erozní účinnosti deště.

$$R = E \cdot i_{30} / 100$$

Kde: R – faktor erozní účinnosti deště
E – celková kinetická energie deště
I₃₀ – max. 30 ti minutová intenzita deště

Zjištění množství vody ve sněhové pokrývce je vzhledem k její různé hustotě a kvalitě obtížná. Tento problém se pokusili vyřešit Wischmeier a Smith (1978) tím,

že k hodnotě R přidali faktor R_s , který představuje součet úhrnu srážek v období od prosince do března následně vynásobený koeficientem 1,5.

6.1.2 Erodatelnost půdy (K)

Popisuje vlastnosti půdy ovlivňující filtrační schopnost půdy, odolnost jejího povrchu a půdních agregátů proti rozrušujícím účinkům dopadajících kapek deště a transportu povrchovým odtokem. Tento faktor tzv. náchylnosti půdy k erozi je definován jako odnos půdy v t/ha na jednotku dešťového faktoru R ze standardizovaného pozemku o délce 22,13 m (o sklonu svahu 9 %), který je udržován jako kypřený černý úhor kultivací ve směru sklonu pozemku. (Janeček & kol, 2008)

6.1.3 Topografický faktor (L,S)

Jedná se o faktor popisující vliv délky a sklonu svahu na intenzitu eroze. Porovnává poměr ztráty půdy na vyšetřovaném pozemku ke ztrátě půdy na pozemku standardním.

Jako účinné přerušování nevyhovující délky pozemku po spádnicí se používá sběrný či záchytný průleh, příkop nebo hrázka zamezující nechtěné přetékání vody na níže položenou plochu.

6.1.4 Faktor délky svahu (L)

Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu, která je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že dochází k nechtěnému ukládání erodovaného materiálu nebo je plošný odtok soustředěn do odtokové dráhy. (Renard a kol. 1997)

$$L = (l / 22,13)^m$$

Kde: 22,13 je délka standardního pozemku (m)

l – horizontální projekce nepřerušované délky svahu

m – exponent délky svahu vyjadřující náchylnost k tvorbě rýžkové eroze

6.1.5 Faktor sklonu svahu (S)

Ztráta půdy se znatelně zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu, mnohem rychleji než je tomu u délky svahu. (Renard & kol., 1997)

6.1.6 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Zachycuje vliv vegetačního pokryvu na smyv půdy. Projevuje se přímou ochranou povrchu půdy, zpomalováním rychlosti povrchového odtoku, vlivem vegetace na vlastnosti půdy (pórovitost a propustnost), omezením možnosti zanášení půdních pórů jemnými částicemi, mechanickým zpevnění půdy kořenovým systémem. (Janeček & kol, 2008)

6.1.7 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Tento faktor je definován jako maximální hodnota ztráty půdy dovolující trvale a ekonomicky dostupně udržovat úrodnost půdy. Obecně platí, že čím je půda erodovanější, tím je její přípustná ztráta menší.

6.1.8 RUSLE – Revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy erozí

V 90. letech došlo po zkušenostech s používáním tzv. Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE) k aktualizaci a úpravám, které vedly ke změnám v určování jednotlivých faktorů a proto byla tato rovnice nazvána „Revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy“ (Revised Universal Soil Loss Equation). Nic se však nezměnilo v účelu její aplikace, kdy se stále používá pro určení dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy vodní erozí na pozemcích daného klimatického typu, s daným druhem půd, obděláváním půdy a uplatněním používaných protierozních opatření. Výsledkem této rovnice bohužel není množství splavenin, to totiž nelze ztotožnit se ztrátou půdy. Splaveniny totiž představují erodované půdní částice, které byly do místa v povodí transportovány z místa jejich uvolnění. (Janeček & kol, 2008)

7 PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ

Eroze půd je přírodní proces, který nelze zcela eliminovat, ale je možné ho značně omezit. Půdu ohroženou erozí je nutné chránit protierozními opatřeními, jejichž hlavním účelem je především chránit půdu před účinky dopadajícího deště, podpora vsaku vody do půdy, zlepšení soudržnosti půdy, omezení unášecí síly vody, neškodný odvod povrchově odtékající vody a zachycení smyté zeminy. (Janeček & kol, 2008)

Ve většině případů jde o soubor organizačních, agrotechnických a technických opatření, která se vzájemně doplňují a respektují současné požadavky a možnosti zemědělského obhospodařování pozemků. (Brtnický & kol., 2012) Jak uvádějí ve své publikaci Švehla a Vaňous (1991), protierozní opatření by se měla vzájemně doplňovat. Zejména u technických opatření by se mělo docílit propojení s dalšími typy protierozních opatření.

Návrhy a realizace by měly vždy vycházet z odborně zpracovaných projektů pozemkových úprav, které respektují základní principy ochrany půd před erozí. Vlivem pozemkových úprav se území směňují, scelují nebo dělí takovým způsobem, aby bylo dosaženo jejich ideálního prostorového i funkčního uspořádání (komplexní pozemkové úpravy).

V některých klimatických oblastech nejsou vhodné podmínky pro pěstování určitých plodin, to má za následek přeměnu neúrodné nebo nedostupné zemědělské půdy. V České republice k tomu dochází např. v podhorských oblastech, kde jsou svažité pozemky převáděny na louky, či pastviny nebo jsou hojně zalesňovány. (Braniš, Základy ekologie a ochrany životního prostředí, 2004)

Komise protierozní ochrany půdy ve spolupráci s Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy v Praze (VÚMOP) vypracovala metodické směrnice ochrany zemědělské půdy před vodní erozí. Tyto směrnice mají být základní pomůckou sloužící majitelům pozemků a jejich obhospodařovatelům při návrhu a realizaci protierozních opatření. (Holý M. , 1970)

7.1 Organizačního charakteru

Základním parametrem ochrany organizačního charakteru je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, ochranné zatravnění, uplatnění protierozních osevních postupů a pásové střídání plodin. (Brtnický & kol., 2012)

7.1.1 Tvar a velikost pozemku

Průběh erozních procesů spočívá v omezení napětí a rychlosti stékající vody na hodnotu, při které nedochází k intenzivnímu rozrušování půdního povrchu. V takovém případě je nejúčinnějším opatřením zmenšení sklonu pozemku terasováním. (Holý M. , 1978)

Tato úprava pozemku je však značně nákladná a jednoduše uplatnitelná pouze v hodnotných půdách, a proto se ochrana zaměřuje spíše na snížení nepříznivé délky pozemku. Rozhodující je tzv. kritická délka pozemku, již lze definovat jako vzdálenost pozemku, na níž dochází na nepřerušném svahu k přeměně povrchového plošného odtoku v odtok soustředěný, kde plošná eroze přechází ve výmoloivu. (Holý M. , 1978)

Celosvětově je snaha docílit pro požadavky velkovýrobní technologie a mechanizace souvislých pravidelných územních celků se stejnými poměry sklonu a půdními podmínkami. Za nejvýhodnější tvar pozemku se tedy považuje obdélník nebo rovnoběžník, jehož vnitřní úhly jsou 50 - 60° a delší stranou po směru obdělávání. Vhodný poměr délek stran je tedy 1 : 2 (nejvýše však 1 : 6). (Holý M. , 1978)

7.1.2 Protierozní rozmíst'ování plodin

Polohové rozmístění plodin má značný vliv na vznik a průběh následného povrchového odtoku a především na povrchové odolnosti půdy. Různé kultury poskytují rozličné podmínky pro vsakování vody do půdy a s tím spjatý povrchový odtok, kultury obohacující ji o organické zbytky, čímž výrazně zlepšují její fyzikální, chemické i biologické vlastnosti. Proto musí být v území ohroženém erozí podřízeno polohové umístění kultur požadavkům protierozní ochrany, což má vliv na vytváření reliéfu místní krajiny. Použití kultur je podmíněno i klimatem a vlastnostmi půdy.

Za tímto účelem trvalejšího zabránění větrné eroze se ovlivňuje rychlost větru a jeho intenzita vysazováním větrolamů. (Janeček & kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí, 2012) Jedná se o dřevinnou vegetaci liniového charakteru, která ovlivňuje účinky větrné eroze i zlepšuje mikroklima na území. (Podhrázská & kol., 2008) Obecně se definují podle tří skupin – prodouvacé, poloprodouvacé a neprodouvacé. (Abel & kol., 1997) Samotná struktura větrolamů je charakteristická odlišným počtem řad, vzdáleností mezi jednotlivými rostlinami, hustotou olistění a strukturou větví.

Rozvodí zaujímají nejvýše položené krajiny, proto vyžadují hluboko kořenící kultury. Takto zalesněné pozemky jsou bohaté na srážky a jsou hlavní zdrojem podpovrchové vody na úpatí svahů a v údolích. Svahy jsou podobné plochám rozvodí, ve kterých však propustnost půdy obvykle se směrem do údolí klesá a s větší sběrnou plochou vzniká povrchový odtok, který za určitých podmínek způsobuje erozi půd. Údolí jsou charakteristické těžšími a méně propustnými půdami, obohacenými erozí o jemné půdní částice a živiny ze svahů. (Holý M. , 1978)

Udává se, že svahy se sklonem větším než 21% mají být trvale zatravněny a svahy se sklonem větším než 36% zalesněny. Vhodně zvolený travní a lesní porost umožňuje dobré vsakování srážkové vody do půdy a chrání půdu před destruktivním účinkem dešťových kapek a povrchového odtoku. (Holý M. , 1978)

Holý (1970) uvádí, že dle zjištění různých šetření mají travní porosty s dobře vyvinutým drnem podobný příznivý vliv na velikost a formování povrchového odtoku a ochranu půdního povrchu jako lesní porost.

7.1.3 Pásové střídání plodin

Tento způsob využívá ochranného účinku vegetačního krytu před erozí a jejího příznivého vlivu na vsakování srážkové vody do půdy. Metoda spočívá ve střídání pásů plodin nedostatečně chránícími půdu před vznikem eroze (tj. okopaniny, obiloviny) s pásy ochrannými (tj. travní porosty), které svými vlastnostmi chrání pás plodin níže. (Holý M. , 1978)



Obrázek 11: Pásové střídání plodin (eagri.cz)

7.2 Agrotechnického charakteru

Tato protierozní opatření spočívají především ve vlastní ochraně povrchu půdy vegetačním pokryvem. Používají se za účelem zlepšení vsakovací schopnosti půdy, zvýšení její erozní odolnosti a k vytvoření ochrany před přívalovými srážkami.

7.2.1 Ochranné obdělávání půd

Bezorebné setí/sázení

Setí/sázení do mulče

Setí/sázení do mělké podmítky

Setí/sázení do ochranné plodiny

7.2.2 Technologie pěstování plodin

Pásové střídání plodin

Situování pozemku delší stranou po vrstevnici

Protierozní osevnické postupy

7.2.3 Zvýšení vlhkosti půdy

Nastýlka

Závlaha

Vyloučení plošného kypření

Zadržení sněhu na pozemku

7.3 Technického charakteru

Taková protierozní opatření slouží k vyrovnání terénních příčných nerovností, snížení podélného sklonu na území pozemků s velkými sklony, ochraně pozemků před tzv. cizí vodou, zachycování smyté zeminy, ochraně intravilánů obcí a komunikací. Realizovány jsou i v případech, kdy není možné dosáhnout hodnot přípustné ztráty půdy organizačními, agrotechnickými prostředky nebo pokud je ochrana technickým opatřením ekonomicky výhodnější. (Janeček & kol, 2008)

V první řadě jsou navrhovány pro území, kde ostatní protierozní opatření nebudou schopna zajistit dostatečnou ochranu pozemků před erozí. (Švehla & Vaňous, 1991)

7.3.1 Zemní úpravy

Do této kategorie zařazujeme **vsakovací pásy** travin a křovin, které jsou realizovány zároveň s **obdělávanými průlehy** na svazích do 20% sklonu. (Holý M., 1978) Z funkčního hlediska lze dělit průlehy na odváděcí a retenční (vsakovací). (Kadlec & kol, 2014) Samotná konstrukce musí umožnit snadný přejezd zemědělskou technikou a má nulový podélný sklon, aby byla zajištěna možnost vsakování přitékající vody v místě průlehu. Navrhují se i travní nebo křovinné **pásy s příkopem** v místech intenzivnějšího povrchového odtoku na svazích, jsou však náročnější na údržbu. Další variantou jsou **příkopy záchytné**, které slouží k zachycení a neškodnému odvedení stékající vody z povrchu území výrazně ohroženého erozí. (Holý M., 1978) Realizují se nad chráněným pozemkem nebo lokalitou, kde zamezují přítoku vnějších vod na pozemek. (Kadlec & kol, 2014) Zachycení povrchového odtoku se dále provádí pomocí **zemních hrázek**, kdy je díky jejich podélnému sklonu až 10% voda odváděna mimo zájmové území.

Na hlubokých půdách svahů s velkým sklonem se vytvářejí tzv. **stupňovité terasy**, které přerušují, zadržují nebo odvádějí stékající vodu. (Holý M. , 1978) Terasování umožňuje hospodářské využívání pozemků, které by jinak kvůli velkému sklonu nebylo možné současnými principy obdělávat. (Kadlec & kol, 2014)

Výmoly a strže vzniklé vodní erozí se upravují jednorázově (různými druhy přehrázek) nebo postupnou asanací (úprava dna a zpevnění současného stavu svahů). (Holý M. , 1978)

Soustředěným odtokem vody dochází k erozi různé intenzity, jež rozrušuje půdu nebo koryta řek i jejich okolí s tvorbou a transportem splavenin. Tento případ je možné zmírnit **stabilizací koryta, opevněním břehů** aj. (Holý M. , 1978)

7.3.2 Hydrografické prvky

Hydrografie je věda, zabývající se časoprostorovým rozmístěním vody v krajině.

Z důvodů ohroženosti cenných částí území (obcí, budov, komunikací a vodních zdrojů) přívalovými dešti je vodohospodářským úkolem ochrana životního prostředí při řešení pozemkových úprav řešeného území. (Janeček & kol, 2008)

Za tímto účelem se realizují protierozní hrázky, průlehy a příkopy, které ochraňují území před produkty vodní eroze (erozní smyvy) a eliminují odtok povrchové vody. „Budováním ochranných hrázek lze účinně ochránit různé objekty a intravilány obcí.“ (Kadlec & kol, 2014)



Obrázek 12: Záchytný příkop (geomat.cz)

Navrhují se na místech s malou účinností vrstevnicových mezí a tam, kde by mohlo docházet k zanášení příkopů a průlehů. (Janeček & kol, 2008)

K ochraně dráhy povrchového odtoku nejúčinnější v období přívalových dešťů a jarního tání před tvorbou nežádoucích hlubokých erozních rýh jsou zatravněné údolnice. (Janeček & kol, 2008)



Obrázek 13: Zatravněná údolnice na svažitém poli (docplayer.cz)

Dalším prvkem je protierozní nádrž. Jejím úkolem je transformace kulminačních průtoků při povodních, zachycení značného podílu odnášených půdních částic. Umístění těchto nádrží je efektivní v pramenných částech povodí, v místě soutoku dvou svými vlastnostmi totožných toků, nebo nad chráněným územím. (Kadlec & kol, 2014) Z pohledu na kvalitu zadržované vody jsou výhodnější tzv. suché nádrže, u kterých je možné v době nenaplnění obhospodařovat dno. U nádrží stále naplněných je nutné již při návrhu dbát na to, jakým způsobem se budou odstraňovat sedimenty a jak budou následně využity. (Janeček & kol, 2008)

7.3.3 Hrazení bystřin a strží

Tato opatření jsou technického charakteru. Za bystřinu se považuje malý vodní tok s maximální plochou svého povodí $< 35 \text{ km}^2$ a indexem bystřinnosti $\leq 0,1$.

Bystřiny jsou charakteristické nepravidelným sklonem dna, velkým kolísáním průtoků a vznikem značného množství splavenin, které vznikají ve vlastním korytu bystřiny (tj. nánosy štěrku, valounů a balvanů) smýváním strmých svahů údolí.

Cílem je dosažení takových průtoků, které budou zajišťovat stabilitu koryta a zachovávat ekologické funkce s obnovou přírodního ekosystému území i jeho okolí, tj. vazby vodních a pobřežních zón. (Kovář & Křovák, 1999)



Obrázek 14: Dřevěná přehrážka vyztužená kamenem (silvarium.cz)

Hrazení bystřin je přednostně prováděno vegetačními nebo kombinovanými druhy opevnění. V intravilánech obcí a u velmi sklonitých koryt se používají nevegetační (technická) opevnění – tj. haťové nebo laťové plůtky, kamenné záhozy či rovnací kámen a v krajních případech jsou používány dlažby. (Janeček & kol, 2008)

7.3.4 Ochrana strmých svahů

Realizace v oblastech zemědělství, urbanizovaných a těžebních plochách, či v místech liniových staveb dopravní infrastruktury. Na plochách těchto realizací se nevyhneme výskytům nechráněné zeminy, na kterých se erozní vliv dešťů a větru projevuje s mnohem větší intenzitou, než na plochách samovolně utvářejících se přírodou. Největším důsledkem eroze je vlastní ztráta půdy, která je mnohdy doprovázena znečištěním povrchových vod, kontaminací toxickými látkami ze skládek, nárůstem obsahu prachových částic v ovzduší a nesmí se zapomenout ani na utváření rázu krajiny a její estetické hodnoty. (Janeček & kol, 2008)

Za nejúčinnější protierozní ochranou nově budovaných svahů při realizaci staveb i na všech ostatních půdách obecně je využití vegetace se spojením původních materiálů území. Levnější a realizačně méně náročné opatření je velmi efektivní,

pokud se jejich aplikace provede včas a předejde se tak nechtěným mechanickým silám erozních činitelů s důrazným zlepšením půdních vlastností. (Janeček & kol, 2008)

Je tedy celosvětově známo, že nejpřirozenějším materiálem na ochranu svahů proti erozi je vegetační kryt.

Na ochranu strmých svahů proti erozi se doporučují materiály snadněji podporující zapojení vegetace, kterými jsou tmelící materiály. Hojně se využívá mulčování slámou, senem, dřevěnou vlákninou či štěpkou, v krajních případech velké pravděpodobnosti erozního působení se pokládají rolovatelné půdoochranné lněné nebo jutové příkrývky. (Janeček & kol, 2008)

Tato opatření se člení na:

- **Půdoochranná** poskytující jednoduchou, rychlou a účinnou ochranu půdy na strmých svazích (př.: drnování, hydroosev, mulčování, travní rohože, geotextilie aj.)



Obrázek 15: Kokosová textilie (geomall.cz)

- **Stabilizační** (př.: řízky, hatě, zápletové a kulové plůtky aj.)



Obrázek 16: Stabilizační opevnění strmých svahů z kulatiny ve skalním masivu

- **Kombinovaná** (př.: ozeleněné kamenné dlažby, klínové filtry, vegetační gabiony, opěrné zdi, mříže, geotextilní struktury aj.)



Obrázek 17: Opěrná gabionová zeď (algon-eshop.cz)

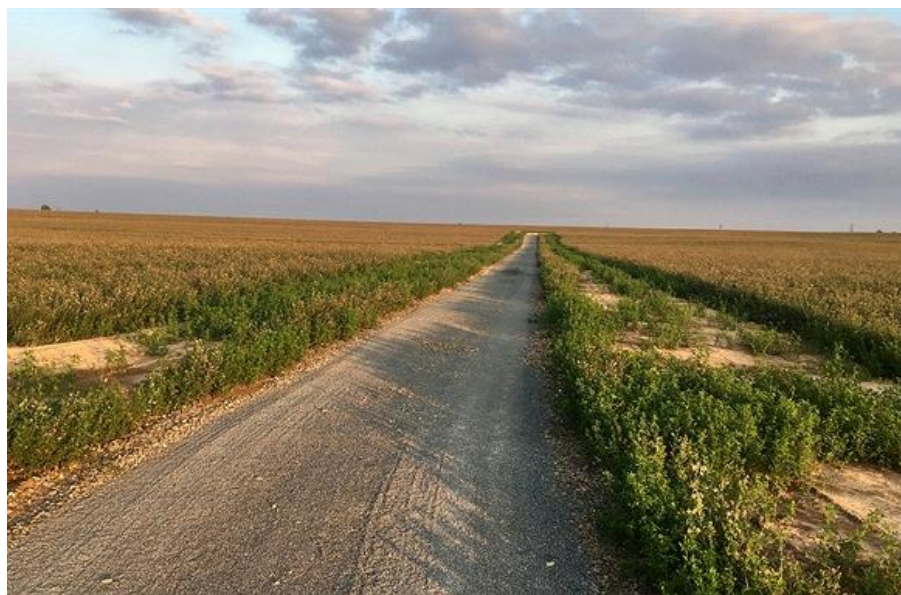
- **Doplňková** (př.: obalované sazenice, oddenkové řízky aj.)

- **Speciální** pro ochranu skalnatých svahů, aj.



Obrázek 18: Stabilizace skalnatého svahu ocelovou sítí (peterajiri.cz)

Polní cesta s protierozní funkcí je kombinovaným typem opatření. Představuje komunikaci, která je cíleně vedena ve směru vrstevnic a je v prostoru, kde napomáhá narušení dlouhých, erozně ohrožených svahů. Cesta je pouze na straně ke svahu doplněna cestním příkopem, který má za účel odvodnění komunikace i zachycení povrchového odtoku z výše položeného pozemku. (Kadlec & kol, 2014) Jedná se o způsob ochrany s minimálními dopady na užívání pozemku. Vybudovaná cesta zajišťuje lepší dostupnost k přílehlým pozemkům.



Obrázek 19: Protierozní cesta (OÚ Dolní Břežany)

8 VLASTNÍ ŠETŘENÍ

Vlastní šetření proběhlo v lokalitách, které jsem osobně v uplynulých měsících navštívil. Mohl jsem tak na vlastní oči posoudit celkový vliv eroze v přírodních lokalitách, míru ohrožení erozí a případnou účinnost realizace protierozních opatření.

8.1 Cyklistické stezky (singltreky, bikeparky)

Každý jistě zaregistroval, jak poslední roky stoupá popularita cyklistiky obecně. To se promítá i do lokalit mimo asfaltové cyklostezky procházející centry měst a poblíž významných lokalit. Jelikož jsem nadšený sportovec a cyklistice věnuji jak silniční, tak horské, všiml jsem si, jak se v dnešní době s trendem společnosti rozvíjejí singltreky a bikeparky v místech lyžařských i sportovních středisek. Tento trend mě těší, protože s rozvojem horské cyklistiky mimo zpevněné cesty docházelo k častým konfliktům cyklistů a turistů na turistických stezkách. Realizací těchto stezek se naplňují dnešní požadavky horské cyklistiky pro všechny věkové kategorie jezdců a zároveň se tím ulevuje cyklistickému náporu turistických chodníků.

Již při prvotním návrhu takových stezek se dbá na možný erozní vliv vody, a proto je snahou, aby realizace co nejméně ovlivnila životní prostředí a krajinné prvky dané lokality. Takové stezky ale nelze po jejich otevření nechat bez povšimnutí, ve většině případů je nutná jejich pravidelná kontrola a údržba. I když se zdá, že je naše podnebí poslední roky na srážky chudé, v horských oblastech s členitým terénem a větším sklonem svahů mají intenzivní srážky i v menším množství značnou sílu.

Nejvíce náchylné vodní erozi jsou nově realizované projekty, kterým chybí zpevnění svahů a původní vegetační kryt. Tomu se nevyvaruje nikdo z organizátorů, mohou však erozi značně zmírnit použitím protierozních opatření.

O tom se přesvědčil i známý český fourcrossový jezdec Tomáš Slavík, který nedaleko Jablonce nad Nisou vystavěl v již nefungujícím lyžařském areálu trať, na které by mohl trénovat. Netrvalo dlouho a na nově vzniklé trati se podařilo uspořádat závod světové série. Co však nikdo nečekal, den před závodem přišel celodenní intenzivní déšť, který ze sjezdovky odnesl značnou část půdy z nově vybudované trati. Pořadatelům se však za pomoci dobrovolníků podařilo trať obnovit a závod se uskutečnil.



Obrázek 20: Stavba fourcrossové trati nedaleko Jablonce nad Nisou (vitalmtb.com)

Jak je z fotografie patrné, při výstavbě se trať buďovala pouze z místní zeminy a kamenných balvanů, ze kterých se tvořily překážky a skoky. Žádné z protierozních opatření jako např. zpevnění svahu geotextilií, či mulčem zde nebylo realizováno a to mohlo být i jednou z příčin velkého erozního smyvu nově navršené horniny i přes její kvalitní upěchování.



Obrázek 21: Poškozená trať vodní erozí (JBC 4X Revolutions)

V dnešní době je vybudovaná trať již přírodně pokryta vegetací a díky několikanásobné údržbě provozovatelem během roku nedochází k většímu vlivu vodní eroze.

Dnes nově budované singltreky jsou v ohledu erozních vlivů na samotné stezky ve většině případů správně navrženy a pravidelně spravovány. Ve většině případů je jejich povrch zpevněn vrstvou šterku, který má zajistit zpevnění povrchu a možnost lepšího vsakování a odvodu vody z povrchu stezky. Profil stezek kopíruje ve většině

své délky vrstevnice území, klikatí se terénem a jen v krátkých úsecích klesá nebo stoupá.



Obrázek 22: Povrch nově vybudovaného singltreku (mtbchrudim.cz)

Osobně jsem vyzkoušel singltreky Benecko, Singltrek pod Smrkem, Chrudim a Říčky v Orlických horách. Všechny tyto lokality mě příjemně překvapily svojí kvalitou.



Obrázek 23: Nová část areálu Singltrek pod Smrkem (idnes.cz)

Na nově vybudovaných stezkách nebyly viditelné větší známky erozního poškození.



Obrázek 24: Povrch nového singltreku na Benecku (benecko.info.cz)

Z mého pohledu jsou rizikovějšími areály bikeparků, které jsou budovány ve skiareálech na strmých svazích pod lanovkami či lesích poblíž zimních sjezdových tratí. Ačkoli ve většině případů jsou takové trasy tvořeny značným množstvím klopených zatáček, skoků a jiných překážek, jsou od svého vybudování velmi náchylné k vodní erozi. V prudkých svazích si voda hledá cestu, kterou jí v těchto situacích poskytuje vytvořená sjezdová trasa, která je erozně velmi náchylná a bez většího použití protierozních opatření dochází k rýhové a výmolové erozi přímo v tratích bikeparků. V prudkých svazích je velmi obtížné udržovat stav trati stále optimální, a proto pokud to podmínky dovolují, jsou tratě často přeorganizovány na jiný charakter i směr.



Obrázek 25: Negativní následky špatné správy bikeparků (Whistler bike park on twitter)

Pokud ale provozovatelé situaci nepodcení a včas zahájí protierozní opatření, nemusí dojít k žádné větší změně charakteru či směru trati. Tak tomu učinili např. v Bikeparku Říčky v Orlických horách, kdy rýhovou a výmolovou erozi na svých tratích výrazně omezili vydlážděním kamenem z okolí.



Obrázek 26: Vydlážděná trať kamenem (skiricky.cz)



Obrázek 27: Nová trasa zpevněna kameny (cemba.eu)

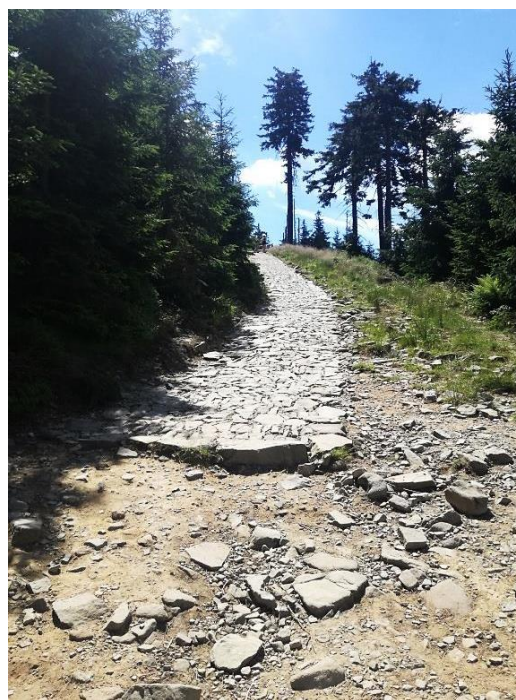
8.2 Turistické chodníky

Během loňského roku jsem navštívil i mnoho turistických chodníků napříč střední Evropou. Svou pozornost erozi a použitým protierozním opatřením jsem zaměřil především do hor obklopujících naši republiku.

Pravidelné dovolené u našich slovenských sousedů mě inspirovaly zabývat se touto problematikou. Po již několikáté návštěvě Vysokých a Nízkých Tater, Malé Fatry a Martinských holí jsem si začal všimnout, jak eroze narušuje půdu a negativně přetváří krajinný charakter konkrétních míst. Smutným zjištěním pro mě však bylo, že tento děj je nevědomky velmi podporován každým návštěvníkem hor a konkrétních turistických chodníků. Vegetační kryt velmi členitého horského terénu byl nestabilní nebo v některých případech doslova chyběl. To na strmých svazích hor v kombinaci s častým pohybem turistů vede k razantnímu prohlubování vybudovaných cest, sešlapávání okolní vegetace, sesuvům nezpevněných částí a celkovému narušení charakteru svahu.

Na tyto důsledky eroze jsem se později zaměřoval při každé mé návštěvě přírody především pak na území České republiky. Na každé túře jsem vždy narazil na již realizovaná protierozní opatření na ochranu konkrétního místa, ale bohužel i značně poškozenou krajinu vlivem pohybu turistů.

Během výstupu na Lysou horu v Beskydech jsem zaznamenal několik negativních vlivů eroze. Mile mě však překvapila již použitá protierozní opatření na trase, která v jisté míře vliv eroze na přírodu omezovala. Během turistické sezóny touto trasou projdou stovky turistů za den a to se značně podepisuje na stavu turistického chodníku. Na strmých svazích dochází ke značnému vyplavování jemného fragmentu a občasným využitím cesty pro těžební účely se z ní stává v období přívalemých dešťů kamenité řečiště. Několik míst se již dočkalo opravného zásahu a chodník byl obnoven formou dláždění původním kamenem.



Obrázek 28: Dláždění kamenem v lesním porostu

Obrázek 29: Přechod z dlážděné části na původní

Jak je viditelné z fotografií, dláždění chodníku v lesním porostu (viz obrázek 28) opatřené terénními stupni a příčnými odvodňovacími kanálky se přirozeně vlivem vegetace a přírodních vlivů zapojilo do původního prostředí. Na druhé fotografii (viz obrázek 29) došlo k nevhodnému zakončení protierozního dláždění turistického chodníku na otevřeném prostranství v polovině délky napřímeného chodníku. Při velkém množství turistů, kteří tímto místem projdou, se nedokáže v místě uchytit vegetace, která by značně ochránila stezku i okolní prostor před vlivem klimatických podmínek, především pak intenzivními dešťovými srážkami. Přesně tento důkaz je viditelný o pár metrů výše, kdy je chodník zpevněn a případná dešťová voda je pomocí odvodňovacích kanálků odváděna do okolní vegetace, která se kolem stezky přirozeně tvoří a za pomoci vláhy houstne, čím efektivněji ochraňuje půdu před erozí.

Stejné opatření bylo vybudováno na hlavní příchozí cestě do skalního masivu Teplické skály. Hlinito-písčité složení půdy sice dobře absorbuje srážkovou vodu, je však při velké a časté zátěži velmi nestabilní a vyžaduje náročnou údržbu. Proto se postupně nejfrekventovanější chodník zpevňuje a zamezuje se vyšlapování nových sítí cest podél té stávající.



Obrázek 31: Zpevněný chodník v Teplických skalách



Obrázek 30: Použitý způsob kamenné dlažby

Každý návštěvník přírody, který zavítal na turistické chodníky v horských oblastech, jistě zaznamenal problém výmolové eroze. Při této erozi dochází k vyplavování jemných půdních částic při vzniku nebo prohlubování vzniklých rýh. Turistické chodníky a cestičky vyšlapané ve vegetaci jsou tomuto druhu eroze nápomocné. Tomu se přesvědčuji na každé túře. Během deště se pak taková místa mění v potůčky, kudy se valí z kopců dolů značné množství vody a dochází tím k rozrušování půdní struktury v hloubce desítek až stovek centimetrů.

V Jizerských horách jsou však odkrytá území poměrně dobře pokryta hustou vegetací a nejfrekventovanější turistické trasy vedou po zpevněných lesních cestách. Nedochozí zde k výraznému vlivu erozního smyvu, ale přesto se zde rýhová a výmolová eroze vyskytuje.



Obrázek 32: Rýhová eroze na místě bývalé stezky a nově vyšlapaná pěšina lemující tu původní

Jak vyplývá z fotografie, toto poškození vzniklo na dřívější cestě vyšlapané turisty ve vegetaci. To postupem času za pomoci vodní eroze vedlo k prohlubování až na několik desítek centimetrů a cesta se stala pro turisty neschůdná. Z tohoto důvodu si vychodili novou cestu ve vegetaci kopírující cestu původní. Jelikož toto místo nemá výraznější sklon, předpokládá se, že erozí vzniklá rýha se za pár let zanese naplaveninami a zaroste okolní vegetací, čím příroda zabrání samovolnému šíření eroze.

Existuje však situace, kdy povrch není pokryt vegetací a častým pohybem turistů a vlivem vodní eroze se rýhy nadále prohlubují a lze tomu zabránit pouze technickým řešením protierozních opatření (lesní stezky aj.).

Na fotografii níže je zachycen stav turistického chodníku z výstupu na Kralický Sněžník v roce 2019. V lesním porostu je zjevně viditelné stárí chodníku, který za roky své existence poklesl v některých místech až jeden metr pod svoji původní korunu. Dochází zde také vlivem vodní eroze k odnosu jemných půdních částic a kořeny vzrostlých stromů lemující chodník vytvořili jakousi usměřující hrázku. Jelikož se toto místo nachází v úpatí celého pohoří, stékají tudy srážky z výše

položených území. V období deště a jarního tání sněhu se tato stezka promění v odvodňovací kanál a stává se takřka neschůdnou.



Obrázek 33: Zahloubená turistická stezka na úbočí hřebenu Kralického Sněžníku

Na této trase jsem nepotkal žádná protierozní opatření ani snahu o zajištění stability turistického chodníku. Z mého pohledu se s těmito opatřeními mělo začít již před pár lety. Aktuálně je situace v natolik pokročilém stádiu, že následná náprava a realizace je velmi nákladná, pro techniku špatně dostupná a v souvislosti se zapojením do okolního stavu přírody i těžko realizovatelná. To bude zajisté jedním z hlavních důvodů, proč se takto nevhodnému stavu chodníku ponechává volný průběh v dalším vývoji.

DISKUZE

Eroze půd je v dnešní době velmi diskutovaným pojmem, ačkoli se jedná o proces dlouhodobého charakteru, setkáváme se s ní každý den a její následky dosahují mnohdy až razantních poměrů. V našich podmínkách se nejvíce setkáváme s vodní erozí, avšak hojně se vyskytuje i eroze větrná. Ve většině případů vnímáme erozi půd až s jejím viditelným projevem v přírodních lokalitách, kdy k ní dochází vlivem špatného užívání nebo obhospodařování půd.

Problematika práce se snaží spojit dvě rozdílné činnosti: ochranu půdy a přírody s pohybem lidí v krajině. V dnešní době se stává trendem zdravý životní styl a k němu neodmyslitelně patří sportovní aktivity v přírodě (turistika, cyklistika, běh, lyžování aj.). Vznikají nové sportovní areály, turistické trasy, cyklostezky i bikeparky. Více lidí se pravidelně vydává do přírody. To však s sebou přináší negativní vlivy na krajinu.

Já, jako zastánce cyklistiky i turistiky, se již pár let po takových lokalitách pohybuji a nemohl jsem si nepovšimnout, co dokáže eroze půd za pomoci člověka. Během pozorování na vybraných lokalitách se potvrdilo, že nejvíce náchylné na vodní erozi jsou nově realizované stezky, kterým chybí vegetační pokryv a pomocné opevnění svahů. V rámci této práce jsem se setkal s místy zasaženými převážně vodní erozí. Mnoho takových míst by však z mého pohledu nemuselo být tolik poškozeno, kdyby se včas realizovala protierozní opatření a dbalo se na jejich pravidelnou údržbu. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky ve svých databázích (2014) uvádí, že se realizuje ročně mnoho projektů technických opatření k zajištění protierozní ochrany. Nejčastějším důvodem je eroze stávajícího povrchu stezky, nedostatečné nebo nefunkční odvodnění či řádné zabezpečení svahů proti sesuvu. S takovými projekty se setkáme ve většině nejnavštěvovanějších míst republiky a v mnoha případech jsou dotovány z Evropských fondů. Příkladem je rekonstrukce chodníku vycházkové trasy Liška v oblasti KRNAP, kde důvodem pro rekonstrukci byla silná eroze původní stezky. Klimatické podmínky zapříčinily obnažení podkladních vrstev z hrubšího kameniva a vzniku zamokřených míst v prostoru stezky. Turisté se některým extrémně postiženým místům vyhýbali a tím docházelo k sešlapování a poškozování okolní vegetace, neboť to pro samotné turisty bylo bezpečnější. (KRNAP 2013).

V současnosti se nově realizované stezky a rekonstrukce stávajících provádějí převážně z přírodních propustných materiálů. Hlavním záměrem je dlouhodobější stabilizace povrchu a zajištění bezpečné schůdnosti jejich uživatelům a především se dbá na snížení erozní činnosti vody pomocí zpevnování štěrkem a tím omezení nežádoucímu rozšiřování stezek do okolního terénu.

U nově budovaných cyklistických areálů se na erozní opatření dbá již od počátku realizace. Ukazuje se, že u takových stezek, které jsou navrhovány tak, že jejich profil kopíruje vrstevnice území, klikatí se terénem a prudce klesají pouze v krátkých úsecích je snadná pravidelná údržba a obnova protierozních opatření.

Přesto v dnešní době člověk narazí na katastrofální důkaz eroze ve volné přírodě, kdy se cesta po intenzivním dešti doslova proměnila v koryto potoka odvodňující okolní krajinu. (viz obrázek 34)



Obrázek 34: Poničená stezka vodní erozí (T. Flama)

Vzhledem k tomu, že lze velmi obtížně omezit volný pohyb lidí v přírodě, abychom zabránili jejímu nežádoucímu poškození, je nutné realizovat protierozní opatření jako prevenci proti erozi a hospodařit v krajině s vědomím, že eroze půd bude vždy její součástí a je jen na nás, jak velký bude mít vliv. Naše zásahy do krajiny musí být v takové míře, aby se s nimi dokázala sama vyrovnat.

ZÁVĚR

Erozi půdy se rozumí přírodní proces, který se projevuje činností vody, větru a sněhu a při kterém se dochází k významnému rozrušování půdního povrchu a značnému transportu půdních částic. Samotné označení „eroze“ pochází z latinského slova „erodere“ neboli v překladu rozhlodávat. Pod pojmem eroze půd si představujeme mechanické rozrušování půdy nejčastěji vlivem vody nebo větru. Při tomto jevu dochází k transportu uvolněných částic, které jsou následně usazovány na nepůvodních místech. Půda je jednou ze základních složek životního prostředí, která je v současnosti nezastupitelná. Eroze výrazně zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, zvyšuje podíl šterkovitosti, snižuje obsah humusu v půdě a způsobuje škody v zemědělství. Nejvýraznější vliv na krajinu mají eroze vodní a větrná.

Větrná eroze se nejvíce projevuje na obdělávaných zemědělských pozemcích velkých rozloh. Navátá vrstva ornice zanáší terénní prvky v krajině, také způsobuje škody na mladých rostlinách.

Vodní eroze vzniká na lokalitách s nedostatečným, či nefunkčním odvodněním nebo nevhodným použitím materiálů při opravách původních realizací, kde stezky již neplní svůj účel. To má za následek, že návštěvníci vyhledávají nové alternativy schůdnosti stezek a dochází tak k sešlapávání cenných horských biotopů v okolí. Navíc tato situace napomáhá k nepřiměřenému rozšiřování cestních sítí v přírodních lokalitách. Nežádoucí rozrušení povrchu stezek je někdy natolik závažné, že se prakticky svým charakterem stávají neschůdné.

V současnosti jsou všechny lesní komunikace, turistické chodníky i cyklistické stezky stavěny z propustných nebo polopropustných materiálů. Hlavním záměrem zahajování rekonstrukcí stezek je stabilizace jejich povrchu především s ohledem na bezpečnost jejich uživatelů, docílení zmírnění erozní činnosti vody na stezku a omezení nežádoucího rozšiřování pěšin vyšlapováním v okolním terénu, kde dochází k poškozování bylinného porostu. (Správa KRNAP)

Z takových důvodů jsou realizována protierozní opatření. Zejména se jedná o terasování svahů, protierozní obdělávání zemědělských ploch, hrazení bystřin a strží, budování ochranných lesních pásů a větrolamů, zpevňování cest přírodním materiálem aj. Taková opatření mají za úkol výrazně omezit působení přírodních sil a

jejich následků. Umělé zásahy do krajiny však musí být v takové míře, aby se s nimi dokázala sama vyrovnat a nebyla negativně narušována.

Samotné terénní šetření mělo poukázat na možnost omezení negativních vlivů eroze při budování bikeparků a silgtreků a při výrazném rozvoji turistického ruchu. V mnoha případech nám příroda slouží, ale my jí nevěnujeme dostatečnou pozornost a péči, abychom zachovali její stav pro další generace. Chtěl bych proto na tuto podrobnou literární rešerši a terénní šetření navázat dalším podrobnějším řešením problematiky eroze půd jednotlivých míst, kde bych využil doposud nabyté poznatky.

Citovaná literatura

1. Abel, N., & kol. (1997). *Design principles for farm forestry: A guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantation on farms*. Canberra: Rural industries research and development corporation.
2. Bennet, H. H., (1939). *Soil conservation*. New York: London.
3. Bergerová, K., (2008). *Turistika: Velký ilustrovaný průvodce*. Bratislava: Slovart, s.r.o.
4. Braniš, M., (1997). *Základy ekologie a ochrany životního prostředí*. Praha: Informatorium, spol. s.r.o.
5. Braniš, M., (2004). *Základy ekologie a ochrany životního prostředí*. Praha: Informatorium, spol. s.r.o.
6. Browning, G. M.; Parish, C. L.; Glass, J. A., (1947). *Method for determining the use and limitations of rotations and conservation. Practices in control of soil erosion in Iowa*. J. Am. Soc. Agron.
7. Brtnický, M.; Vopravil, J.; Vrabcová, T.; Hladký, J.; Khel, T.; Novák, P.; Vlček, V.; Kinický, J., (2012). *Degradace půdy v české republice*. Brno: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., ISBN 978-80-87361-20-7
8. Cáblik, J.; Jůva, K., (1963). *Protierozní ochrana půdy*. Praha: SZN.
9. Cícha, J.; Prchal, J., (2013). *130 let cyklistiky*. Praha.
10. Dekoster, J.; Schoellaert, U.; Lepelletier, M.; Coppieters, M. C., (2006). *Cyklistika pro města: Informace pro zástupce měst a obcí*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 80-7212-197-9
11. Doležal, T.; Málek, P., (2000). *Ekologické aspekty: Tělesné výchovy, sportu a turistiky*. Praha: Karolinum.
12. Dufková, J., (2007). *Krajinné inženýrství*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
13. Guth-Jarkovský, J., (2003). *Turistika: Turistický katechismus*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, n.p.
14. Hassenpflug, W., (1998). *Bodenerosion durch Wind*. Darmstadt: (neznámý).
15. Hlaváček, M., & kol., (1967). *Turistika I*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, n.p.
16. Holý, M., (1970). *Vodní eroze v ČSSR / Water erosion in czechoslovakia*. Praha: Ministerstvo zemědělství a vodního hospodářství.
17. Holý, M., (1978). *Protierozní ochrana*. Praha: Nakladatelství technické literatury.
18. Hurychová, A., (1975). *Turistika I. díl: Učební texty pro posluchače odborné tělesné výchovy a vychovatelství*. Brno: UJEP Brno.
19. Janeček, M., & kol. (2008). *Základy erodologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN: 978-80-213-1842-7
20. Janeček, M.; Bečvář, M.; Bohuslávka, J.; Dufková, J.; Dumbrovský, M.; Dostál, T.; Hůla, J.; Jakubíková, A.; Kadlec, V.; Krása, J.; Kubátová, E.; Novotný, I.; Podhrázská, J.; Tippl, M.; Toman, F.; Vopravil, J.; Vrána, K., (2007). *Ochrana zemědělské půdy*, Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., ISBN 978-80-254-0973-2
21. Janeček, M.; Dostál, T.; Kozlovský Dufková, J.; Dumbrovský, M.; Hůla, J.; Kadlec, V.; Konečná, J.; Kovář, P.; Krása, J.; Kubátová, E.; Kobzová, D.; Kudrnáčová, M.; Novotný, I.; Podhrázská, E.; Středová, H.; Toman, F.; Vopravil, J.; Vlasák, J., (2012). *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-87415-42-9

22. Kadlec, V.; Dostál, T.; Vrána, K.; Kavka, P.; Krása, J.; Devátý, J.; Podhrázská, J.; Pochop, M.; Kulířová, P.; Heřmanovská, D.; Novotný, I.; Papaj, V., (2014). *Navrhování technických protierozních opatření*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 978-80-87361-29-0
23. Khel, T.; Řeháček, D.; Kučera, J.; Papaj, V.; Vopravil, J.; Vacek, S.; Vacek, Z., (2017). *Metodika hodnocení účinnosti a realizace větrolamů v krajině jako nástroj pro ochranu půdy ohrožené větrnou erozí*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, v.v.i., ISBN 978-80-87361-70-2
24. Kovář, P.; Křovák, F., (1999). *Hrazení bystřin*. ČKAIT Praha.
25. Kunešová, E., & Nedvědová, A., (1992). *Technika cestovního ruchu*. Praha: Grada a.s.
26. Kvasnička, T., Slavík, P., (nedatováno). *cemba.eu*. Získáno 6. 3 2020, z <https://cemba.eu/co-je-to-singltrek-887-d>
27. Landa, P., Lišková, J., (2004). *Rekreační cyklistika: Výběr kola, technika jízdy, děti a kolo*. Praha: Grada publishing, a.s.
28. Neuman, J.; Brtník, J.; Ďoubalík, P.; Šafránek, J.; Vomáčko, L.; Vondráčková, S., (2000). *Turistika a sporty v přírodě: Přehled aktuálních znalostí a dovedností pro výchovu v přírodě*. Praha: Portál, s.r.o., ISBN 80-7178-391-9
29. Novotný, I.; Papaj, V.; Podhrázská, J.; Kapička, J.; Vopravil, J.; Kristenová, H.; Mistr, M.; Žížala, D.; Kincl, D.; Srbek, J.; Pochop, M.; Dostál, T.; Krása, J.; Kadlec, V., (2017). *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy*. Ministerstvo zemědělství a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 978-80-87361-67-2
30. Pernica, M.; Rychtecký, P., (2012). *Vývoj turistického značení u nás a značení turistických tras ve většině evropských zemí*. Získáno 6. 3 2020, z Klub českých turistů: <http://www.kct.cz/cms/sites/default/files/users/user1/dokumenty/znackari/UT-M.pdf>
31. Podhrázská, J.; Novotný, I.; Rožnovský, J.; Hradil, M.; Toman, F.; Dufková, J.; Macků, J.; Krejčí, J.; Pokladníková, H.; Středa, T., (2008). *Optimalizace funkcí větrolamu v zemědělské krajině*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., ISBN 978-80-904027-1-3
32. Renard, K. G.; Foster, G. R.; Weesies, D. A.; McCool, D. K.; Yoder, D.C., (1997). *Predicting soil erosion by water*. Agriculture handbook number 703
33. Sekyra, F., (1951). *Beobachtungen uber die "Microerosion" des Bodens*. Dung. u Boden.
34. Slavík, L., (2000). *Biotechnické úpravy v krajině*. Ústí nad Labem: Fakulta životního prostředí UJEP v Ústí nad Labem.
35. Smith, D. D., (1941). *Interpretation of soil Conservation data for field use*. Agr. Eng.
36. Soulek, I.; Martinek, K., (2000). *Cyklistika: Horská, silniční, rekreační, výkonnostní*. Praha: Grada publishing, spol. s.r.o.
37. Švehla, F.; Vaňous, M., (1991). *Organizace a ochrana půdního fondu*. Praha: Ediční středisko ČVUT.
38. VÚMOP, (2011). *Příručka ochrany proti vodní erozi*. Praha: Ministerstvo zemědělství.
39. Vyškovský, J., & kol. (1997). *Turistika a sporty v přírodě*. Brno: Masarykova univerzita.

40. Waic, M., (2019). *Tělesná výchova a sport v politickém životě meziválečného Československa*. Karolinum.
41. Wischmeier, W.; Smith, D. D., (1978). *Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning*. Washington, D.C.: Agriculture Handbook.
42. Zachar, D., (1970). *Erózia pody*. Bratislava: SAV.
43. Zdražil, K., (1965). *Ekonomické hodnocení protierozní ochrany*. Praha: ÚVTI MZLVH.
44. Zelenka, J.; Pásková, M., (2002). *Výkladový slovník cestovního ruchu*. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj.
45. Zingg, A. W., (1940). *Degree and length of land slope as it affects soil loss in Runoff*.
46. Žížala, D.; Krása, J.; Báčová, M.; Zelenková, K.; Laburda, T.; Novotný, I., (2016). *Monitoring erozního poškození půd v ČR nástroji dálkového průzkumu Země*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 978-80-87361-63-4

Internetové zdroje

1. Algon a.s.: *Gabiony* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <<http://www.algon-eshop.cz/sluzby/gabiony/>>
2. Agrola, s.r.o.: *Jak nám současná legislativa (ne) brání naplňovat integrovanou ochranu rostlin* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/616091/_06_Miksicek.pdf>
3. Benecko: *Singltreky Benecko* [online]. [cit. 2020-01-26]. Dostupné z: <<https://www.benecko.info/leto/singltreky-benecko/>>
4. CzechTourism: *Dvacet tipů na nejlepší singltreky a bikeparky* [online]. 21.4.2018 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: <<https://www.kudyznudy.cz/aktuality/trinact-tipu-na-nejlepsi-singltreky-a-bikeparky>>
5. ČEMBA: *Co je to singltreky?* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <<https://cemba.eu/co-je-to-singltreky-887-d>>
6. České bike parky: *Singltreky* [online]. [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <<https://www.ceskebikeparky.cz/singltreky/>>
7. Ekolist.cz: *Větrná eroze je nenápadná, ale vážná hrozba pro všechna naše pole, říká Jan Vopravil* [online]. 31.5.2019 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <<https://ekolist.cz/cz/publicistika/rozhovory/vetrna-eroze-je-nenapadna-ale-vazna-hrozba-pro-vsechna-nase-pole-rika-jan-vopravil>>
8. Equichannel.cz: *Větrolamy na pastvinách* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <<http://www.equichannel.cz/vetrolamy-v-pastvinach>>
9. GEOMAT s.r.o.: *Kokosová geotextilie pro zpevnění svahů* [online]. [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <<https://www.geomall.cz/kokosova-geotextilie-pro-zpevneni-svahu-geomanet-k-eko>>
10. GEOMAT, s.r.o.: *Záchytný příkop na Holém kopci v Kobylí* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <<https://www.geomat.cz/reference/protierozni-ochrana/zachytny-prikop-na-holem-kopci-v-kobyli/>>

11. Klub českých turistů: *Začátky české turistiky a KČT* [online]. [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: <http://www.kct.cz/cms/sites/default/files/users/user1/dokumenty/znackari/UT-M.pdf>
12. KULHANOVA, Petra. Silvarium.cz: *Správa toků dříve bývala Popelkou, dnes nabývá na významu* [online]. 10.3.2017 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <http://www.silvarium.cz/lesnictvi/sprava-toku-drive-byvala-popelkou-dnes-nabyva-na-vyznamu>
13. Lovime.bio: *Biopotraviny: Za co ručí zebra a lísteček* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.lovime.bio/knihovna/biopotraviny-za-co-ruci-zebra-a-listecek/>
14. LUBAS, Miloslav. IDNES.cz: *Cyklisty vyděsila zpráva, že se za singltrek pod Smrkem bude platit* [online]. 7.11.2013 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/liberec/zpravy/singltrek-pod-smrkem-a-poplatek.A131106_152808_na-kolo_tom
15. MZE: *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy* [online]. VÚMOP, 2017 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/293635/MZE_prirucka_ochrany_proti_erozi_zemedelske_pudy_2017.pdf
16. MTB Chrudim: *Singltrek Podhůra u chrudimi* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://www.mtbchrudim.cz/singltrek-chrudim-podhura.html>
17. Odborné geologické služby JIP: *Stabilizace skalních svahů, úsek 02 Pod Černým vrchem* [online]. 12.8.2015 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <http://peterajiri.cz/2015/stabilizace-skalnich-svahu-usek-02-pod-cervenym-vrchem/>
18. Skicentrum Říčky: *Bikepark Říčky - Aktuální informace 2019* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.skiricky.cz/cs/leto/bikepark-ricky>
19. Správa KRNAP: *Usměrnění návštěvnosti v Krkonošském národním parku vzhledem k zájmům ochrany přírody* [online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.krnapp.cz/usmerneni-navstevnosti-v/>
20. TIRONI, Martin. Plataforma Urbana: *La bicicleta como objeto de exposición: entre historia del cuerpo y la técnica* [online]. 19.1.2012 [cit. 2020-03-04]. Dostupné z: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/01/19/la-bicicleta-como-objeto-de-exposicion-entre-historia-del-cuerpo-y-la-tecnica/>
21. Úroda: *Archiv pro rubriku: Meziplodiny* [online]. [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/vetrolamy-v-pastvinach>
22. Vitalmtb: *JBC 4X REVELATIONS Bikepark* [online]. 22.7.2013 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.vitalmtb.com/videos/member/Trailer-JBC-4X-REVELATIONS-2013,22129/jasonvelocity,91>
23. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava: *Ledovcové - glaciální pochody a tvary jimi vznikající* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/10_kapitola.htm
24. ZERA, o.s.: *Ochrana půdy a vody prostřednictvím opatření v pozemkových úpravách* [online]. [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: http://www.zeraagency.eu/dokumenty/007008003/podhrazska_blanka.pdf

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Návěje na cyklostezce (Chytrý K.)..... | 5 |
| Obrázek 2: Morfologie krajiny pod přímým vlivem na periferii kontinentálního ledovce (geologie.vdb.cz) | 6 |
| Obrázek 3: výmolová eroze (lovime.bio)..... | 10 |
| Obrázek 4: Mapa republiky s potenciaální ohrožeností zemědělské půdy vodní erozí (VUMOP, 2011)..... | 12 |
| Obrázek 5: Mapa republiky s potenciaální ohrožeností zemědělské půdy větrnou erozí (Novotný a kol., 2017) | 14 |
| Obrázek 6: Kukuřice s meziplodinou (uroda.cz) | 17 |
| Obrázek 7: Větrolam mezi rozsáhlými pozemky (equichannel.cz) | 18 |
| Obrázek 8: Sněhová eroze (zeraagency.eu) | 19 |
| Obrázek 9: Drezína (plataformaurbana.cl)..... | 27 |
| Obrázek 10: Mapa rozmístění bikeparků a singltreků na území ČR (mtbczech.cz) .. | 28 |
| Obrázek 11: Pásové střídání plodin (eagri.cz) | 37 |
| Obrázek 12: Záchytný příkop (geomat.cz)..... | 39 |
| Obrázek 13: Zatrávněná údolnice na svažitém poli (docplayer.cz) | 40 |
| Obrázek 14: Dřevěná přehrážka vyztužena kamenem (silvarium.cz)..... | 41 |
| Obrázek 15: Kokosová textilie (geomall.cz)..... | 42 |
| Obrázek 16: Stabilizační opevnění strmých svahů z kulatiny ve skalním masivu | 43 |
| Obrázek 17: Opěrná gabionová zeď (algon-eshop.cz)..... | 43 |
| Obrázek 18: Stabilizace skalnatého svahu ocelovou sítí (peterajiri.cz)..... | 44 |
| Obrázek 19: Protierozní cesta (OÚ Dolní Břežany) | 44 |
| Obrázek 20: Stavba fourcrossové trati nedaleko Jablonce nad Nisou(vitalmtb.com) | 46 |
| Obrázek 21: Poškozená trať vodní erozí (JBC 4X Revolutions) | 46 |
| Obrázek 22: Povrch nově vybudovaného singltreku (mtbchrudim.cz)..... | 47 |
| Obrázek 23: Nová část areálu Singltrek pod Smrkem (idnes.cz)..... | 47 |
| Obrázek 24: Povrch nového singltreku na Benecku (benecko.info.cz) | 48 |
| Obrázek 25: Negativní následky špatné správy bikeparků (Whistler bike park on twitter)..... | 48 |
| Obrázek 26: Vydlážděná trať kamenem (skiricky.cz) | 49 |
| Obrázek 27: Nová trasa zpevněna kameny (cemba.eu) | 49 |
| Obrázek 28: Dláždění kamenem v lesním porostu | |
| Obrázek 29: Přejít z dlážděné části na původní..... | 51 |
| Obrázek 30: Použitý způsob kamenné dlažby | 52 |
| Obrázek 31: Zpevněný chodník v Teplických skalách | 52 |
| Obrázek 32: Rýhová eroze na místě bývalé stezky a nově vyšlapaná pěšina lemující tu původní | 53 |
| Obrázek 33: Zahloubená turistická stezka na úbočí hřebenu Kralického Sněžníku .. | 54 |
| Obrázek 34: Poničená stezka vodní erozí (foto: Tomáš Flama)..... | 56 |

Všechna necitovaná fotodokumentace byla pořízena autorem práce.