

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra plánování krajiny a sídel



OHROŽENÍ INTRAVILÁNŮ OBCÍ VODNÍ EROZÍ

WATER EROSION RISK IN URBAN AREAS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

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

Bakalant: Ema Dvořáková

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ema Dvořáková

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Ohrožení intravilánů obcí vodní erozí

Název anglicky

Water erosion risk in urban areas

Cíle práce

Cílem práce je zpracovat podrobnou literární rešerši k problematice degradací půdy, speciálně vodní erozi. A následně definovat rizika pro obce, které se nacházejí v oblastech ohrožených vodní erozí, včetně přehledu možných opatření k ochraně intravilánů.

Metodika

Metodicky bude zpracována podrobná literární rešerše k dané problematice. Dále bude v odbornější části práce hodnocen nástroj – Monitoring eroze v ČR. Následně bude zhodnoceno riziko ohroženosti obcí produkty vodní eroze a možnosti jejich ochrany, zejména technická opatření.

Doporučený rozsah práce

45 stran

Klíčová slova

Vodní eroze, půda, erodovatelnost půdy, technická protierozní opatření.

Doporučené zdroje informací

JANEČEK, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. Praha: Powerprint, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.

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.

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

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Vopravil, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Konzultant

Ing. David Kincl

Elektronicky schváleno dne 18. 5. 2020

Elektronicky schváleno dne 17. 6. 2020

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Děkan

V Praze dne 10. 10. 2020

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci na téma: *Ohrožení intravilánů obcí vodní erozí* zpracovala samostatně dle pokynů vedoucího práce Ing. Jana Vopravila, Ph.D. s použitím uvedené odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou uvedeny v přehledu literatury a použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Beru na vědomí zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou, a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne

.....

Ema Dvořáková

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Janu Vopravilovi, Ph.D. za odborné a cenné rady, kladný přístup, ochotu, trpělivost, připomínky a rady.

Dále bych chtěla poděkovat za spolupráci Výzkumnému ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i. a Státnímu pozemkovému úřadu za poskytnutí podkladů k mé bakalářské práci.

Současně velmi děkuji mé rodině za bezmeznou podporu při tvorbě práce.

ABSTRAKT

Předložená bakalářská práce, jež má charakter rešerše, blíže sleduje problematiku eroze půdy, zejména pak vodní erozi. Klade si za cíl definovat problematiku degradace půdy a podrobněji popsat protierozní opatření a zaměřit se na erozní událost, která bude následně zhodnocena.

První část práce pojednává obecněji o samotném významu půdy, její kvalitě, funkci. V části degradace jsou podrobně popsány její typy.

V další části jsou přiblíženy druhy eroze a její negativní dopady.

Zvláštní pozornost je přiložena vodní erozi. V části vodní eroze jsou uvedeny její příčiny, dále je zde naznačena problematika erozní ohroženosti pozemků vodní erozí. V další části jsou charakterizovány simulační modely eroze, vliv vodní eroze na znečištění vody a v posledním oddílu této kapitoly jsou detailněji popsána protierozní opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru, která lze využít ke zmírnění eroze půdy. Dále je v práci uvedena legislativa na ochranu půdy, která se v České republice využívá, jedná se o konkrétní zákony a vyhlášky.

V odborné části je popsán webový portál Monitoring eroze zemědělské půdy v České republice.

Praktická část práce pojednává o erozní události, která byla zaznamenána v Monitoringu eroze. Jedná se o katastrální území Senešnice, jsou zde charakterizovány hydrologické a hydrologické podmínky a erozní událost č. 2121, která je detailně popsána, včetně negativních dopadů, konkrétně pak odnos půdy z pozemků, znečištění vody a odnos splavenin do vodního toku, následně jsou představena protierozní opatření.

V závěru práce je shrnuta praktická část a je provedeno zhodnocení erozní události autorkou práce.

Klíčová slova: půda, degradace půdy, monitoring eroze, ochrana, protierozní opatření

ABSTRACT

The bachelor thesis focuses on issue of soil erosion, especially water erosion. With a character of research, its aim is to define the issue of soil degradation and to describe the anti-erosion measures as well as to analyze a particular erosion event, which will be consequently evaluated.

The first part deals generally with the very importance of soil, its quality and functions. Subsequently, the types of soil degradation are presented.

Next section describes in more detail the types of erosion and its negative effects.

Special attention is paid to water erosion. This section contains summary of possible causes of water erosion and accordingly the outline of erosion risk for land. The following part depicts simulation models of erosion, the effect of water erosion on water pollution and the last section of this chapter describes in detail wide range of anti-erosion measures, which can be used to mitigate soil erosion. Furthermore, the work presents the soil protection legislation used today in the Czech Republic.

The technical part describes the web portal called Monitoring of agricultural soil erosion in the Czech Republic.

The practical part of the work deals with erosion events, which were recorded in erosion monitoring previously described. The erosion event No. 2121 in the cadastral area of Senešnice is closely examined alongside with the hydrological and hydrogeological conditions of mentioned location. Furthermore, negative impacts are included, namely the soil removal from land, water pollution and runoff into the watercourse. Finally, anti-erosion measures are introduced.

At the end of the work, the practical part is summarized and followed by author's evaluation of the erosion event.

Keywords: soil, soil degradation, erosion monitoring, protection, anti-erosion measures

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	CÍL A METODY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	2
3	PŮDA.....	3
3.1	Charakteristika půdy	3
3.2	Funkce půdy	3
3.3	Kvalita půdy	3
4	DEGRADACE PŮDY	4
4.1	Eroze	4
4.2	Zasolování	5
4.3	Acidifikace.....	5
4.4	Dehumifikace	6
4.5	Kontaminace.....	6
4.6	Utuzení	6
5	VÝZNAM POJMU EROZE PŮDY	7
5.1	Dělení eroze.....	7
5.1.1	Vodní eroze (akvatická).....	9
5.1.2	Větrná eroze (eolická)	9
5.1.3	Ledovcová eroze (glaciální).....	11
5.1.4	Sněhová eroze (nivální)	12
5.1.5	Abraze.....	13
5.1.6	Antropogenní eroze.....	13
5.1.7	Říční eroze.....	13
5.1.8	Zemní eroze	14
5.2	Následky eroze	14
6	LEGISLATIVA OCHRANY PŮDY V ČESKÉ REPUBLICE	15
7	VODNÍ EROZE	17
7.1	Příčiny vodní eroze	17
7.2	Intenzita procesu vodní eroze.....	18
7.3	Určení ohroženosti pozemků vodní erozí.....	19
7.4	Simulační modely eroze.....	22
7.5	Vliv vodní eroze na znečištění vody.....	25
7.6	Protierozní opatření před vodní erozí.....	26
7.6.1	Organizačního charakteru	26
7.6.2	Agrotechnického charakteru.....	27

7.6.3	Technického charakteru	29
8	MONITORING EROZE ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY V ČESKÉ REPUBLICE	31
9	OBEC SENEŠNICE	32
9.1	Charakteristika vybraného území.....	32
9.2	Hydropedologické podmínky.....	33
9.3	Pedologické podmínky.....	34
9.4	Erozní událost.....	35
10	DISKUSE	41
11	ZÁVĚR	43
12	PŘEHLED LITERATURY	44
13	POUŽITÉ ZDROJE	46
14	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	48
15	SEZNAM TABULEK.....	48
16	LEGISLATIVNÍ ZDROJE.....	49

1 ÚVOD

Předložená bakalářská práce se zabývá především erozí, která ochuzuje zemědělské půdy o tu nejvíce úrodnou část zvaná ornice. Zásadně poškozují plodiny rostoucí na poli a také výrazně snižuje obsah živin. Komplikuje mimo jiné i pohyb strojů na pozemku. Zanášejí se akumulací prostory vodních děl a tím se snižuje průtočnost toků, podněcuje zakalení povrchových vody a obrovským problémem je fakt, že se zhoršují podmínky žití vodních organismů. (Janeček a kol., 2008)

Práce se v první části zabývá obecnějšími informacemi o půdě. Část druhá je věnována vodní erozi, a to konkrétně v katastrálním území Senešnice.

Dané téma jsem zvolila proto, že se dle mého názoru, o této problematice málo ví a je třeba se s ní lépe seznámit a podat o ní co nejvíce informací. Eroze půdy je velké téma, vyskytuje se všude kolem nás a je třeba ji vnímat a řešit ji.

Problém eroze zemědělsky využívaných půd je celosvětová záležitost, která má za následek každoroční znehodnocení zemědělské půdy v km². Některé země jsou postihovány erozí půdy ve velkém měřítku, proto je nutné provádět rozsáhlá protierozní opatření. (Janeček a kol., 2002)

V mé bakalářské práci spolupracuji s Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v. v. i. (VÚMOP), dále pak se Státním pozemkovým úřadem (SPÚ).

2 CÍL A METODY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce rešeršního typu je informovat o již známých faktech spojených s půdním fondem a následnou degradací. Práce blíže popisuje problém vodní eroze. Zabývá se negativními dopady, následnými protierozními opatřeními a zkoumá případ erozní události v katastrálním území Senešnice.

Bakalářská práce byla zpracována zejména studiem odborné literatury zabývající se erozí a ochranou půdy. Práce si klade za cíl přinést aktuální přehled o tématu eroze, zejména pak vodní eroze, protierozních opatřeních a monitoringu eroze.

3 PŮDA

3.1 Charakteristika půdy

Pod pojmem půda si lze představit přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Jedná se o prostředí pro život půdních organismů, planě rostoucí vegetace a slouží k pěstování rostlin. Reguluje koloběh látek, je to například i zdroj rizikových látek. Půda je dynamický a živý systém. Je to to nejcennější přírodní bohatství, o které je třeba se starat, jedná se o národní bohatství států po celém světě. (Ministerstvo životního prostředí, ©2021)

3.2 Funkce půdy

Půda má mnoho klíčových funkcí, slouží například jako substrát pro rostliny, jako zásobárna vody nejen pro rostliny, ale i mikroorganismy. Půda je důležitou zásobárnou různých chemických látek, jako příklad můžeme uvést dusík, uhlík, fosfor a síru. (Ministerstvo životního prostředí, ©2021)

Půda má důležitou roli také v oblasti stability ekosystémů, působí jako enviromentální pufrální medium, které zadržuje, ale také degraduje, v určitých případech uvolňuje rizikové látky. Půda dává také možnost pro stavby, pro rekreační činnosti a jiné aktivity. (Ministerstvo životního prostředí, ©2021)

3.3 Kvalita půdy

Kvalita půdy je charakterizována jako schopnost zajišťovat a udržovat růst rostlin. Mezi takové faktory patří kultivace neboli obdělávání půdy, obsah organické hmoty, vodní kapacita, obsah živin a další.

Kvalitu půdy můžeme též chápat jako schopnost půdy fungovat produktivním a udržitelným způsobem. Půda též zkvalitňuje zdraví rostlin, živočichů a lidstva obecně.

Kvalita půdy je schopnost půdy produkovat výživnou rostlinnou produkci a zvyšovat zdraví a vitalitu živočichů i člověka. (Sáňka, Materna, 2004)

K tomu, abychom mohli kvalitu půdy kvantifikovat, lze využít indikátorů. K tomu, abychom mohli pomocí systému hodnocení kvality půdy půdu kvantifikovat, je zapotřebí, abychom vycházeli z údajů o půdních vlastnostech. Systém by měl splňovat tyto parametry:

- zohlednění procesů, které jsou navázány na celý ekosystém
- musí být přístupný velkému množství uživatelů
- brát v úvahu klimatickou variabilitu
- pokud je to možné, vycházet z již vytvořených databází o půdě (Sáňka, Materna, 2004)
- je nezbytné zohlednit fyzikální, chemické a biologické vlastnosti a procesy (Šarapatka, 2014)

4 DEGRADACE PŮDY

4.1 Eroze

Pojem eroze se definuje jako komplexní proces, který zahrnuje rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody, větru, ledu a jiných tzv. erozních činitelů. Jedná se o mechanické rozrušování půdního fondu vodou a větrem, popřípadě ledem, sněhem atd. Pojem eroze se začal běžně užívat ve 30. a 40. letech 20. století, známý byl však mnohem dříve. Termín eroze, anglicky soil erosion, byl poprvé vyřčen W. J. Mc Gee v roce 1911. Podrobněji výraz eroze zkoumal světově známý americký erodolog Henry Hamilton Bennet a jeho kolegové. Právě H. H. Bennetovi je přisuzována největší zásluha ohledně rozšíření a vysvětlení pojmu půdní eroze. (Janeček a kol., 2008)

Erozi jsou ochuzovány zemědělské půdy o ten vůbec nejurodnější část, a to ornici. Půdní profil zmenšuje mocnost, zvyšuje se štěrkovitost, obsah živin a humusu v půdě klesá. Eroze má také negativní dopad na plodiny, působí ztráty osiv, sadby a hnojiv. Plodiny, které se na daném území vyskytují, trpí nedostatkem živin, s tím souvisí celková úroda, která se pohybuje v nižších číslech. (Janeček a kol., 2008)



Obrázek 1: Eroze půdy — hromadění smyté zeminy (VÚMOP, ©2019)

4.2 Zasolování

Jedná se o půdotvorný proces, kdy se v půdě akumulují rozpustné soli. Zasolování, tj. salinizace se objevuje především v aridním prostředí více než v humidním. V této fázi má půda vyšší obsah solí v půdním roztoku a podzemních vodách. Půda tak degraduje přílišným užíváním minerálních hnojiv a agrotechniky.

Důvodem salinizace je vystupování podzemních vod na povrch půdy, tak dojde ke krystalizaci solí v půdě nebo na jejích povrchu. K zasolování dochází také v případě zavlažování zemědělsky využívaných ploch vodou, ta obsahuje příliš mnoho rozpuštěných látek, a tím dojde k salinizaci.

Vysoká míra zasolení může negativně ovlivnit úrodnost půdy. (eAgri, ©2021)

4.3 Acidifikace

Pojem acidifikace definuje snížení pufrční schopnosti půdy, jedná se o okyselování půdy. Dochází ke snižování obsahu bazických kationtů Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ . Z hlediska přírodního se tento jev děje na základě zvětrávání minerálů, může za to také vlhké klima.

Z větší části za tento negativní jev však může člověk. Spalování fosilních paliv, kyselý působící hnojiva, intenzivní závlaha, větší zastoupení obilovin, a naopak menší zastoupení víceletých píceň, tyto problémy jsou tvořeny antropogenně.

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy udává, že acidifikace vysoce ohrožuje 46 % půd v České republice. Největší náchylnost půd je v Kraji Vysočina, druhé místo zaujímá Jihočeský a třetí Karlovarský kraj. (eAgri, ©2021)

Potenciální ohroženost acidifikací	Zastoupení (%)	Výměra (ha)
Vysoká	46,37	1 938 162
Vyšší střední	24,24	1 013 395
Nižší střední	9,77	408 440
Nízká	13,04	544 899
Zanedbatelná	5,08	212 411
Nehodnoceno na ZPF	1,50	62 598
Celkem	100,00	4 179 935

Tabulka 1: Potenciální zranitelnost zemědělské půdy acidifikací v ČR (eAgri, ©2021)

Řešení v problému acidifikace je odstranění nebo alespoň omezení příčin. V podstatě mluvíme o pravidelném střídání plodin, větším zastoupením víceletých píceň, omezením průmyslových a organických hnojiv. Abychom zapříčinili acidifikaci, je důležité pravidelné vápnění půd dávkami Ca hnojiv, zejména pak mletým vápencem.

4.4 Dehumifikace

Dehumifikací rozumíme ztrátu organické hmoty v půdním fondu. Jedná se o významný pokles humusu v půdě. To je způsobeno intenzivním zemědělským obhospodařováním a nedodáváním organické hmoty. Zvýšením aerace v půdě je tlumena humifikace organických zbytků. (Encyklopedie RESTEP, ©2014)

Dehumifikace vzniká například zvýšenou mineralizací po odvodnění, chybějící organickou hmotou v půdě při intenzivním hospodaření, působením eroze půdy. Důsledky ztráty organické hmoty jsou fatální, můžeme zmínit například snížení filtrační a akumulační schopnosti půdy a snížení poutání živin. (Procházka, 2020)

4.5 Kontaminace

Půda, která je postižena kontaminací, má nadměrný obsah nežádoucích prvků nebo látek, jedná se o kontaminanty a polutanty. Jedná se o závažný problém. Kontaminanty dostávají do půdy například skrze průmysl, těžbou, spalováním tuhých paliv, využíváním pesticidů a hnojiv a záplavami. Půdní fond může postihnout kontaminace nebezpečnými chemickými sloučeninami, jedná se o kyanidy, kyseliny a radioizotopy.

Kontaminanty se dělí na dvě skupiny – organické a anorganické. Do skupiny organických zahrnujeme perzistentní organické polutanty a mezi anorganické řadíme rizikové toxické prvky.

Největší vliv na kontaminaci půdy má jednoznačně lidská činnost. Vyskytuje se na zemi nespočet let, avšak v posledních čtyřiceti letech je stále intenzivnější. Tento fakt je způsoben technologickým vývojem a rozvojem poznání. (Vácha, 2019)

4.6 Utužení

Při tomto jevu zvyšuje půda svou objemovou hmotnost, penetrační odpor, a naopak snižuje svou pórovitost. Při vyšším stupni působí destrukci půdních agregátů. (Javůrek, Vach, 2008) Příčiny utužení půdy jsou genetického a antropogenního charakteru. Mezi genetické příčiny patří struktura půdy a její zrnitost. Mezi antropogenní příčiny, tedy mezi ty, které ovlivňuje člověk, patří orba do stále stejné hloubky, nedostatek organického hnojení a pícnin v osevním postupu a pojezdy těžké mechanizace, zejména při nevhodné vlhkosti půdy.

Důsledky utužení půdy se dělí na:

- vliv na produkční schopnost půd
- vliv na ekologické funkce půd

Vliv na produkční schopnost půd:

- zvýšení energetické náročnosti při zpracování půdy
- snížení účinnosti hnojení
- snížení výše a jakosti produkce plodin

Vliv na ekologické funkce půd:

- zhoršená mikrobiální aktivita půdy – vznik nekvalitního humusu
- omezení infiltrace (Vopravil, 2012)

5 VÝZNAM POJMU EROZE PŮDY

Pojem „eroze“ je odvozen z latinského slova „erodere“, to znamená rozhlodávat. Jedná se tedy o narušování zemské kůry, jež se skládá z hornin, respektive o narušování pedosféry. Pedosférou se myslí půda, která se vyskytuje na povrchu litosféry. Erozi můžeme definovat jako komplexní proces, který zahrnuje rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci půdních částic, které jsou uvolňovány působením vody, větru, ledu, sněhu a dalších erozních činitelů. (Janeček a kol., 2008)

Četnosti výskytu vévodí vodní a větrná eroze. Při těchto formách eroze dochází k narušení a následnému odnosu a shromažďování svrchní vrstvy půdy činností vody či větru. (Cáblík, Jůva, 1963)

5.1 Dělení eroze

Erozi lze klasifikovat do pěti základních skupin:

- dle **intenzity** na *normální* nebo *zrychlenou*
- dle **příčiny** na *vodní, větrnou, ledovcovou, sněhovou*
- dle **formy** na *plošnou, výmolnou a proudovou (stržová)*
- dle **mechanismu** na *rýžkovou a mezirýžkovou*
- dle **časového hlediska** na *historickou a soudobou*

Dle intenzity

- *Normální* – půdní částice, které se vytrácí, jsou postupně doplňovány novými částicemi z půdního podkladu. V normální fázi se uskutečňují erozní procesy v malé intenzitě.
- *Zrychlená* – smyv půdních částic je enormní. Nelze substituovat půdotvorné procesy z půdního podkladu. Zrychlená eroze je „dílem“ člověka.

Dle příčiny

- *Vodní (akvatická)* – závisí na kinetické energii dešťových kapek, které dopadají na půdní povrch. Povrch půdy je kapkami narušen.
- *Větrná (eolická)* – půdní hmota je narušena kinetickou energií větru
- *Sněhová eroze (nivální)* – tvoří se sesuvem sněhu v podobě lavin. Erozní činnost se tvoří při značné rychlosti a tlaku.
- *Ledovcová* – tento druh eroze se projevuje pohybem ledovců. Ledovce unášejí množství horninových zvětralin do nižších poloh.

Dle formy

- *Plošná* – půda je poškozena rozrušováním a smyvem na celém území
 - ➔ selektivní – odnos jemných půdních částic, mění se textura půdy a obsah živin v ní
 - ➔ vrstevná – zvyšuje se kinetická energie tekoucí vody a střídají se různé stupně odolnosti půdy, projevuje se na celém území svahu – ztráta celé orníční plochy
- *Výmolná* – stékající voda se usazuje v určitém bodě, tvorba mírných zářezů, které se postupně prohlubují

- brázdová – plynule se přechází hromaděním stékající vody z plošné eroze, nejprve rýžky, pak rýhy a nakonec brázdy
- rýhová – pokračování v hromaděním stékající vody, rýhy se dále prohlubují a pojí
- výmolná – tvorba výmolů ve tvaru V nebo U, jedná se o vyšší stupeň rýhové eroze



Obrázek 2: Výmolná eroze v údolnici dílu půdního bloku (VÚMOP, ©2019)

- *Proudová (stržová)* – vyšší stupeň výmolové eroze, velmi nebezpečná, vysoká míra zničení daného území

Dle mechanismu

- *Rýžková* – tam, kde se soustřeďuje odtok, probíhá rýžková eroze, tj. v rýžkách
- *Mezirýžková* – dešťové kapky dopadají na půdu, uvolňují se půdní částice a následně jsou rozstříkány do vzduchu, poté opět dopadají na půdu, mezirýžková eroze je ovlivněna plodinami, které se na daném území vyskytují

Dle časového hlediska

- *Historická* – modelování zemského povrchu
- *Soudobá* – aktuální situace (Janeček a kol., 2008)

5.1.1 Vodní eroze (akvatická)

Tato forma eroze se projevuje narušováním zemského povrchu dešťovými kapkami a povrchovým odtokem.

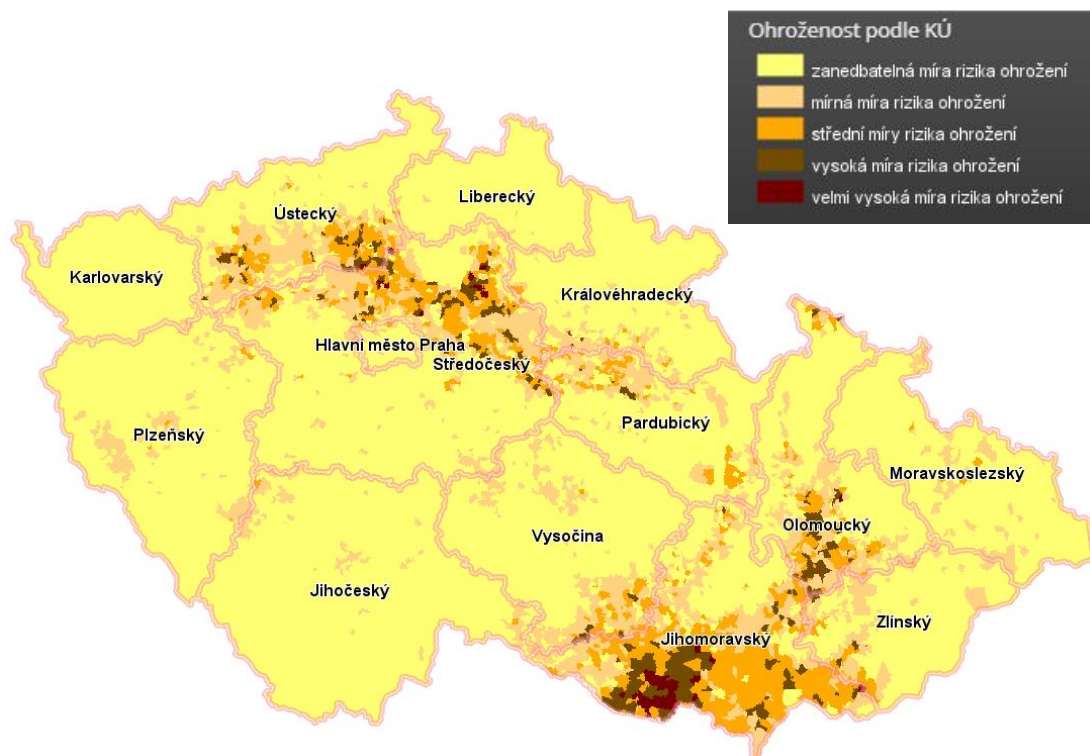
Faktory, které napomáhají vodní erozi:

- morfologie území (délka svahu, tvar)
- nevhodné plodiny
- povrchový odtok z tajícího sněhu
- srážky
- odlesňování velkých ploch
- intenzivní zemědělské obhospodařování (Janeček a kol., 2008)

5.1.2 Větrná eroze (eolická)

Jedná se o přírodní proces, při kterém dochází k turbulenci větru, tato turbulence je spolu s rychlostí zodpovědná za zahájení pohybu půdy v procesu větrné eroze. Tlakem větru je půda vytačována a dochází k odnosu půdních částic. (J. H. Stallings, Mechanics of Wind Erosion, 1961)

Proti větrné erozi jsou nejvhodnější ochranou rostliny, které svými nadzemními částmi tvoří bariéru větru a snižuje riziko eroze půdy. Rostliny zmírňují sílu větru a jejich části, které se nachází pod zemí působí jako pevné vázání půdy. Problémem je fakt, že rostlinnou pokrývkou nelze udržet po celý rok. (Středanský, 1993)



Obrázek 3: Ohroženost půd větrnou erozí podle katastrálních území (Mapy VÚMOP, ©2021)

Příčiny větrné eroze

Faktory ovlivňující větrnou erozi:

Klimatické

- intenzita, četnost a směr větrů
- vlhkost území
- erozně – klimatický index C:

$$\rightarrow C = \frac{v^3}{W^2}$$

➔ kde:

- v – rychlost větru
- W – efektivní vlhkost území

- kinetická energie E uvádí půdní částice do pohybu

$$\rightarrow E = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (J)}$$

➔ kde:

- m – hmotnost (kg)
- v – rychlost větru (m.s⁻¹)

- tlak větru na rovinu kolmou ke směru proudění p

$$\rightarrow p = \frac{a}{2g}v^2 \text{ (Pa)}$$

➔ kde:

- g – gravitační zrychlení (m.s⁻²)
- v – rychlost větru (m.s⁻¹)
- a – měrná tíha vzduchu (N.m⁻²)

- směr větru se udává dle úhlu vzdušného proudu na půdní povrch
- frekvence výskytu prudkých větrů

Půdní

- složení a druh půdy
- drsnost půdního povrchu
- vlhkost půdy

Morfologické

- směr větrů
- rozpětí území

Vegetační

- časové rozmezí vegetačního krytu
- hustota vegetačního krytu

Způsoby hospodaření na půdě

- směr, ve kterém jsou pole obdělávána vůči směru větru
- bezorebné setí
- možnosti kultivace půdy
- střídání výškově rozdílných plodin (Janeček a kol., 2002)

Protierozní opatření proti větrné erozi

Opatření spočívají ve stabilizaci a zvýšení drsnosti půdy, ochraně povrchu půdy a rychlosti větru a minimalizaci škod na pěstovaných plodinách.

U větrné i vodní eroze dělíme opatření na tři skupiny – organizační, agrotechnické a technické.

Opatření organizačního charakteru:

- pásové střídání plodin
- správný výběr plodin na erozně ohrožených pozemcích

Opatření agrotechnického charakteru:

- zvýšení vlhkosti půdy
- přímý výsev do ochranné plodiny nebo do strniště
- přenosné zábrany

Opatření technického charakteru:

- ochranné lesní pásy (větrolamy)
- přenosné zábrany

Větrnou erozí je jak půda v trvalých kulturách, tak orná půda velmi ohrožena. Větrné erozi nelze zcela zamezit, nicméně k ochraně půdy před tímto negativní jevem lze použít:

- větrolamy
- sítě
- žaluzie
- keřové a stromové porosty

Na velkých pozemcích je vhodné zakládat stromové a keřové porosty ve směru kolmém na převládající směr větru ve vzdálenostech určených podle pásma ochranného vlivu bariéry. (Janeček a kol., 2002)

5.1.3 Ledovcová eroze (glaciální)

Ledovce mechanicky obrušují horniny třením, tento jev se nazývá abraze. Voda se přeměním při nízkých teplotách v ledovce, které vytlačují kusy skály ven. Skála je vytržena a následně ji unáší ledovec. V podloží se tvoří rovnoběžné rýhy, takzvané ledovcové pruhy. Typický jev při této formě eroze je tvar U, který se tvoří tlakem a tíhou.

Formy ledovcové eroze:

- vyrývání
- vyorávání
- akt přirozeného orání půdy
- brázdění (Zachar, 1970)

V České republice je ohrožena ledovcovou erozí oblast Hřenska. Tato forma eroze se v České republice vyskytuje jen velmi zřídka.



Obrázek 4: Ledovcová eroze (VÚMOP, ©2021)

5.1.4 Sněhová eroze (nivální)

Sněhová eroze vzniká na základě posunu sněhu ve formě sněhových lavin. Devastační činnost začíná probíhat při velké rychlosti a tlaku. Sněhová eroze vzniká v zimním období, kdy je půda bez vegetace a její povrch je nakypřený. Tato forma eroze se projevuje i na jaře při tání sněhu. V České republice se vyskytuje jen zřídka v podhorských oblastech.

Než se vytvoří sněhová pokrývka, působí na půdu dešťové a také sněhové srážky. Jedná se o mrazové periody a periody tání. Tyto jevy zapříčiňují to, že se na povrchu půdy vytvoří síť polygonálních mrazových trhlin, které jsou až 10 cm hluboké. Mrazové trhliny způsobují rozpad hrud.

Zajímavostí jsou písečné pánve, které doprovázejí sněhovou erozi. Písek se ukládá na povrchu mikroreliefu a tam, kde docházelo k odtoku přes sněhovou pokrývku. Množství vody, která taje a odtéká se výrazně snižuje ke konci období tání sněhu. V místech s nižším sklonem se začíná ukládat písek a hrubší půdní částice.

V půdních částicích se v období mrazů mohou tvořit nové trhliny, které dosahují nebezpečné hloubky, až 20 cm. (Bernsdorf, Richter, Schmidt, 1995)

5.1.5 Abraze

Jedná se o jev, který probíhá na rozlehlějších vodních plochách. Vítr rozvlní vodní hladinu a při dopadu vlny na břeh způsobuje erozi břehu. Postupně se podemílají jeho hrany. Na místě, kde dochází k sedimentaci narušeného materiálu se tvoří abrazní srub.



Obrázek 5: Projev abraze – abrazní srub (Wikipedie, ©2021)

5.1.6 Antropogenní eroze

Antropogenní erozi zapříčiňuje člověk. Jedná se zejména o intenzifikaci zemědělské výroby, urbanizaci a výstavbu komunikací.

5.1.7 Říční eroze

Projevem eroze říční je vyvolán energie proudem pohybující se vody. Dělí se na břehovou a dnovou. Tento jev se uskutečňuje v korytech vodních toků. Následkem eroze vznikají prohlubně, rozšiřují se řečiště, zanášejí se koryta vodního toku a podemílají se břehy.

5.1.8 Zemní eroze

Zemní eroze vzniká pohybem větších zemních hmot vlivem gravitace po spádnici. Tvoří se tzv. bahnotok – zemina se smísí s vodou. Rychlost pohybu bahnotoku může dosahovat hodnot až v km/h. (Holý, 1978)

5.2 Následky eroze

Půda přestává být kvalitní, je méně úrodná a klesá její množství v důsledku těchto procesů:

- salinizace
- odčerpání živin
- všechny druhy eroze
- dezertifikace
- znečištění a ukládání odpadů
- těžba nerostných surovin
- výstavba budov a komunikací
- zhutnění a rozpad půdní struktury
- zamokření

Následkem eroze je změna fyzikálních vlastností půdy. Konkrétně jde o:

- texturu
- strukturu
- infiltrační schopnost
- vodní kapacitu
- pórovitost
- hloubku pro vývoj kořenů

Důsledkem eroze dochází ke kvantitativním změnám fyzikálních i chemických vlastností. Snižuje se obsah organické hmoty a humusu v půdě, eroze obnažuje podorniči s nízkou přirozenou úrodností a vyšší kyselostí a dochází také ke snížení obsahu minerálních živin.

Je třeba si uvědomit, že půda je to nejcennější přírodní bohatství, jakým disponujeme. Důležité je uvědomění si, že jakmile jednou dojde k její degradaci, je časově i ekonomicky náročné „naše“ chyby napravit. (Janeček a kol., 2002)



Obrázek 6: Zdravá půda (Pěstujeme online, ©2021)

6 LEGISLATIVA OCHRANY PŮDY V ČESKÉ REPUBLICE

Stěžejními předpisy, které se týkají ochrany půdy v ČR jsou následující:

Zákony

- *Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů*

Účelem zákona je vymezení základních pojmů o životním prostředí a stanovení základní zásady ochrany životního prostředí a povinností právnických a fyzických osob při ochraně a zlepšování životního prostředí a při využívání přírodních zdrojů. Vychází z principu trvale udržitelného rozvoje. (Ministerstvo životního prostředí, ©2021)

- *Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů*

Zemědělský půdní fond je elementárním bohatstvím naší země a nic a nikdo ho nedokáže nahradit. Mezi zemědělský půdní fond patří orná půda, zahrady, ovocné sady, trvalé travní porosty, zemědělská půda a vinice. Do této skupiny patří i rybníky s chovem ryb, vodní drůbeže, ale například i polní cesty sloužící k zajištění zemědělské výroby. Náleží sem také závlahové vodní nádrže, hráze, které slouží k ochraně před záplavou či zamokřením a odvodňovací příkopy.

- *Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů*

Představený zákon upravuje zejména cíle a úkoly ve věcech územního plánování, dále pak soustavu orgánů a nástroje územního plánování, vyhodnocování vlivů na udržitelný rozvoj území, rozhodování v území, možnosti sloučení postupů podle tohoto zákona s postupy posuzování vlivů záměrů na životní prostředí, podmínky pro výstavbu, rozvoj území a pro přípravu veřejné infrastruktury, vedení informačního systému územního plánování, kvalifikační požadavky pro územně plánovací činnost. (Encyklopedie VÚMOP, ©2021)

- *Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů*

Účelem tohoto zákona je stanovit předpoklady pro zachování lesa, péči o les a obnovu lesa jako národního bohatství, tvořícího nenahraditelnou složku životního prostředí, pro plnění všech jeho funkcí a pro podporu trvale udržitelného hospodaření v něm.

- *Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úradech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů*
- *Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů*
- *Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů*
- *Zákon č. 89/2012 Sb., Občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů*
- *Zákon č. 179/2014 Sb., kterým se mění zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony*

Vyhlášky

- *Vyhláška č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu, ve znění vyhlášky č. 153/2016 Sb.*
- *Vyhláška č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav*

- *Vyhláška č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci, ve znění vyhlášky č. 546/2002 Sb.*
- *Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrotechnickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů*

Nařízení vlády

- *Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů*
- *Nařízení vlády 48/2017 Sb., o stanovení požadavků podle aktů a standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu pro oblasti pravidel podmíněnosti a důsledků jejich porušení pro poskytování některých zemědělských podpor, ve znění nařízení vlády č. 126/2018 Sb.*

Programy

- *Program rozvoje venkova (PRV) na období 2014-2020 (Encyklopedie VÚMOP, ©2021)*

7 VODNÍ EROZE

7.1 Příčiny vodní eroze

Klimatické a hydrologické:

- povrchový odtok
- nadmořská výška
- teplota, výpar a oslunění
- intenzita a množství srážek
- síla, směr a výskyt větrů
- zeměpisná poloha

Geologické a půdní

- typ půdy
- obsah humusu
- textura půdy
- vlhkost a zvrstvení půdy
- povaha horninového substrátu

Morfologické

- tvar a délka svahu
- dispozice území
- expozice

Vegetační

- časové rozmezí vegetačního pokryvu
- hustota vegetačního pokryvu

Obhospodařování půdy a její způsob využívání

- směr obdělávání
- postup kultivace
- střídání plodin
- velikost pozemků a jejich tvar (Janeček a kol., 2002)

7.2 Intenzita procesu vodní eroze

Jedná se o vztah mezi erozní účinností erozních činitelů, která je určena zejména kinetickou energií a ukazuje schopnost erozních činitelů uvolňovat a transportovat půdní částice, a erodovatelností půdy, jež je určena zejména fyzikálními vlastnostmi půdy a způsobem jejího využívání a reprezentuje náchylnost půdy k erozi.

Tento jev vyjádříme vzorcem:

- $G = f(E_d, E_o, E_p)$
- G – intenzita erozního procesu
- E_d – erozní účinnost deště
- E_o – erozní účinnost povrchového odtoku
- E_p – erodovatelnost půdy

Síly, které jsou přenášeny erozními činiteli na půdní částice mají destrukční a zhutňující účinek.

Destrukční

Při dopadu dešťových kapek na povrch jsou půdní částice vytrženy a následně vystřeleny do výšky až 0,6 metru nebo jsou transportovány do stran až na vzdálenost přibližně 1,5 metru.

Zhutňující

Na povrchu půdy je vytvořen jakýsi škaloup v důsledku ucpávání pórů jílovými částicemi. Ty jsou uvolňovány z rozpadajících se půdních agregátů. Škaloup má na povrchu zhruba 0,1 mm tenkou vrstvu, která se skládá z jílových částic a pod ní je přibližně 1-3 mm silná vrstva. V té jsou větší póry plněny uvolněným materiálem.

Povrchový škraloup způsobuje pokles infiltrační kapacity půdy cca o 90 %. Podílí se na rychlém vzniku povrchového odtoku a zvýšení erozního účinku. (Janeček a kol., 2002)

7.3 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí

Mezi hlavní faktory vodní eroze patří: vegetace, topografie, klima, půda a lidský faktor. U klimatu se zaměřujeme na typ, časové rozdělení srážek a množství. Mezi lidské faktory řadíme například pěstování plodin, protierozní opatření a hospodaření s půdou. Tyto faktory se často mění v rámci daného povodí.

Klíčovými faktory, které se podílejí na průběhu a vzniku erozního procesu nazýváme:

- vliv sklonu
- délka svahu
- vliv ochranného účinku vegetačního krytu
- náchylnost půdy k erozi
- potenciální činnost povrchového odtoku
- potenciální erozní účinnost

Kvantitativní účinek hlavních faktorů, které ovlivňují vodní erozi způsobovanou přívalovými dešti nazýváme univerzální rovnicí pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy erozí z pozemků podle W. Wichmeiera a D. Smithe (1978):

Rovnice USLE

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

kde:

- G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
- R – faktor erozní účinnosti deště – vyjádřený v závislosti na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště
- K – faktor erodovatelnosti půdy – vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a propustnosti
- L – faktor délky svahu – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikosti ztráty půdy erozí
- S – faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí
- C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu – vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice
- P – faktor účinnosti protierozních opatření (Janeček a kol., 2008)

Faktor R – Faktor erozní účinnosti deště

Určuje se na základě kinetické energie, intenzitě a úhrnu erozně nebezpečných dešťů a je závislý na četnosti dešťových srážek. Pro Českou republiku se užívá téměř výhradně průměrná hodnota $R = 40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$. Faktor R za jeden rok se vyvozuje z dlouhodobých záznamů o srážkách, představuje tak součet erozní účinnosti přívalových dešťů, které se za daný rok uskutečnily. (Janeček a kol., 2012)

Faktor K – Faktor erodovatelnosti půdy

Faktor K lze také vysvětlit jako faktor náchylnosti půdy k erozi. V rovnici se definuje jako ztráta půdy ze standardního pozemku, která se udává v $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ na jednotku erozní účinnosti deště R ($\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$). (Janeček a kol., 2012)

Faktor L, S – Faktor délky a sklonu svahu

Jedná se o tzv. topografický faktor, který se určí pomocí kombinace faktoru délky svahu L a faktoru sklonu svahu S v odtokových drahách na vyšetřovaném pozemku. Topografický faktor vyjadřuje poměr ztráty půdy na jednotku plochy svahu ke ztrátě půdy na standardním pozemku o délce 22,13 metrů se sklonem 9 %. (Janeček a kol., 2012)

Kategorie	Hodnoty LS faktoru	Míra náchylnosti k erozi
1	1,0 a méně	Svahy bez ohrožení
2	1,1 – 2,0	Svahy náchylné
3	2,1 – 3,0	Svahy mírně ohrožené
5	3,1 – 5,0	Svahy ohrožené
5	5,1 – 10,0	Svahy silně ohrožené
6	10,1 a více	Svahy nejohroženější

Tabulka 2: Kategorie svahu podle LS faktoru (Šarapatka, 2014)

Faktor L – Faktor délky a svahu

Ve faktoru L funguje přímá úměra čím víc roste délka svahu, tím víc roste intenzita eroze. Délka svahu se definuje jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, ve kterém se sklon svahu sníží natolik, že dojde k uložení erodovaného materiálu nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy. Hodnota faktoru L se vyčíslí ze vztahu Wischmeira a Smithe (1978), kde je využit přístup použitý v rovnici RUSLE. (Janeček a kol., 2012)

Faktor S – Faktor sklonu svahu

Se vzrůstajícím sklonem svahu se zvyšuje ztráta půdy. Faktor sklonu svahu se určí pomocí vztahu:

- $S = 10,8 \sin \theta + 0,03$ pro sklon $< 9 \%$
- $S = 16,8 \sin \theta - 0,50$ pro sklon $\geq 9 \%$

Pokud se jedná o svahy nepravidelné, hodnota faktoru sklonu svahu se rozdělí na deset stejných úseků a daný faktor se stanoví jako průměr vážený faktoru S dílčích úseků. Výsledná hodnota se vypočítá od nejvyšší polohy S_1 po nejnižší S_{10} ze vztahu:

$$S = 0,03 \cdot S_1 + 0,06 \cdot S_2 + 0,07 \cdot S_3 + 0,09 \cdot S_4 + 0,10 \cdot S_5 + 0,11 \cdot S_6 + 0,12 \cdot S_7 + 0,13 \cdot S_8 + 0,14 \cdot S_9 + 0,15 \cdot S_{10}$$

kde: S_i je hodnota faktoru S pro i-tý úsek svahu, rozděleného na deset úseků stejné délky. (Janeček a kol., 2012)

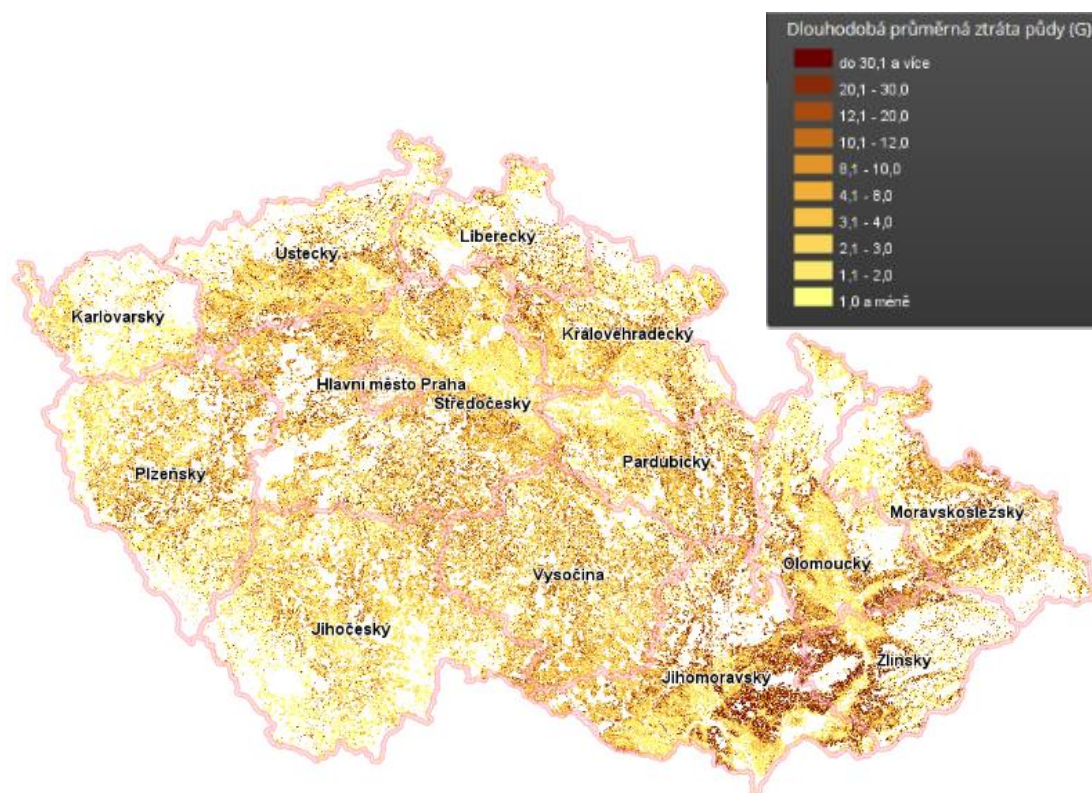
Faktor C – Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu

Faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu na smyv půdy se projevuje přímou ochranou půdy před devastujícím působením dešťových kapek, které dopadají na půdu a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku a nepřímo vliv vegetace na půdní vlastnosti.

Ideálním protierozním opatřením je vysazení jetelovin nebo porostů trav, naopak plodiny širokořádkové (okopaniny, kukuřice, vinice) nejsou vhodnými plodinami k ochraně půdy.

Faktor P – Faktor účinnosti protierozních opatření

Faktor účinnosti protierozních opatření udává pozitivní vliv daných opatření. (Smrček, 2011)



Obrázek 7: Dlouhodobá průměrná ztráta půdy v České republice (t.ha-1.rok-1) (Mapy VÚMOP, ©2021)

Rovnice RUSLE

V 90. letech došlo k přezkoumání rovnice USLE, některé zásadní úpravy podnítily vznik RUSLE.

Anglický název: Revised Universal Soil Loss Equation

Český název: Revidovaná universální rovnice ztráty půdy

Jak se liší rovnice RUSLE od rovnice MUSLE?

- přesnější určení časového průběhu hodnot R faktoru v 15denním intervalu
- zpřesnění časového průběhu K faktoru v důsledku zhutňování a rozpadu půdních agregátů
- nové vztahy pro LS faktor
- zpřesnění C faktoru (růst plodin v určitém intervalu)

Rovnice RUSLE vyžaduje větší množství vstupních dat. Ve spolupráci Českého vysokého učení technického – ČVUT a BAW (Rakousko) byl vytvořen automatizovaný program pro výpočet ztráty půdy rovnicí RUSLE – podpora databází vstupních hodnot.

Rovnice MUSLE

Tato rovnice je vytvořena na principu USLE je do ní zahrnuto množství splavenin – zahrnutí transportního činitele v erozním procesu. Je stanoveno množství splavenin z přívalového deště v povodí o velikosti 15 km².

Anglický název: Modified Universal Soil Loss Equation

Český název: Modifikovaná universální rovnice ztráty půdy

$$G = 11,8 (Q \cdot g_p)(Q \cdot g_p)^{0,56} \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

kde:

- G = množství splavenin z přívalového deště (t)
- Q = objem přímého odtoku z přívalového deště (m³)
- q_p = velikost kulminačního průtoku (m³/s)
- K, L, S, C, P = faktory Universální rovnice ztráty půdy (USLE) (ČVUT, ©2021)

7.4 Simulační modely eroze

Transport půdních částic, jejich ukládání a uvolňování vlivem erozních činitelů, z těchto jevů vycházejí simulační modely vodní eroze. Za erozní činitele se považují dešťové srážky, které mají za následek povrchový odtok.

Výhodami simulačních modelů oproti empirickým (= empirické modely se používaly dříve, byly založeny na tvorbě časových řad a statistických analýzách velkého množství dat) jsou tyto:

- lépe zpracovány erozní procesy, jedná se o rozdělení na plošné a rýžkové procesy
- fyzikální základ – výsledky jsou přesnější, základ poskytuje všestranné využití

- soustředěný odtok je přímo zapracován do procesu, který zapříčinila eroze
- zásluhou fyzikálního základu je možné do simulačních modelů zapojit i přemístění znečištěných látek, které jsou vázány na povrchu půdních částic

Typy simulačních modelů eroze

Simulace eroze je určována dvěma procesy, kdy je povodí rozděleno do:

- *pravidelné sítě plošných složek*
- *soustavy rovinných odtokových ploch a do prvků soustředěného odtoku*

Simulačními modely eroze a odtoku se zabývají vědci na celém světě.

Kenneth Renard a kol. (1982) dali dohromady poznatky o 78 erozních a hydrologických modelech. Simulačními modely se též zabýval např. vědec Haith, který vypracoval soustavu necelých 60 simulačních modelů eroze.

V České republice je využíván simulační model odtoku a eroze na svahu s názvem SMODERP (Holý, Váška, Vrána, 1988).

SMODERP

Simulační model odtoku a erozního procesu (SMODERP) byl vytvořen na katedře hydromeliorací a ochraně zemědělských pozemků i pro nestandardní aplikace při stabilizaci svahů výsypek atd. (Janeček a kol., 2008)

Matematický simulační model SMODERP v rámci daného pozemku vypočítává erozi, transport sedimentu a srážkovo-odtokové procesy. (Krása, 2011)

Model je vytvořen ze dvou modulů – hydrologického a erozního. Erozní modu vyčísluje uvolnění a transport půdních částic kinetickou energií deště, ale i povrchovým odtokem (mezirýhová, rýhová, plošná eroze). (Holý, 1984)

V České republice byly pak testovány zejména americké modely:

- AGNPS
Anglický název: Agricultural NonPoint Source Pollution Model
Český název: Zemědělský model znečištění zdrojů mimo bod
- EROSION 2D/3D
- ANSWERS
Anglický název: Areal Nonpoint Source Watershed Environment Response Simulation
Český název: Oblast simulace odezvy zdroje bez povodí, prostředí povodí
- EUROSEM
Anglický název: EUROpean Soil Erosion Model
Český název: Evropský model eroze půdy
- WEPP
Anglický název: Water Erosion Prediction Project
Český název: Model predikce vodní eroze
- CREAMS
Anglický název: Chemicals, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems
Český název: Chemikálie, odtok a eroze ze systémů řízení zemědělství (Janeček a kol., 2008)

AGNPS

Model vznikl v 90. letech 20. století. Na začátku byla myšlenka taková, že bude model epizodní, jednalo se o srážko-odtokový model, který řešil procesy eroze a přemístování látek. Výjimečný byl tím, že řešil i transport chemických látek povrchovým odtokem i ve vazbě na sediment. (Krása, 2011)

Hydrologický model simuluje výšku přímého odtoku a kulminační průtok. Simulace vychází z metody čísel odtokových křivek CN. (Janeček a kol., 2008)

Simulační model se skládá z většího počtu submodelů. Každý ze submodelů vytváří konkrétní hydrologický proces. V modelu AGNPS je využita Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE), objem odtoku a kulminační průtok. Transportní schopnost odtoku pro pět tříd zrnitosti počítá upravená Bagnoldova rovnice. (Pavlíček, 2011)

V AGNPS je povodí členěno pravidelnou čtvercovou sítí, kde se řeší erozní, odtokové a transportní procesy. Výstupy z těchto procesů se využívají jako vstupní data do sousední buňky. Buňka může mít velikost 0,4 – 16 hektarů. (Merritt, Letcher, Jakeman et al., 2003)

Vstupní data a výstupy simulačního procesu jsou demonstrovány v tabelární a názorné grafické formě. Jsou řádným podkladem pro identifikaci kritických míst ve vyšetřovaném povodí a k porovnání vlivu jednotlivých scénářů využití a ochrany povodí na vyšetřované procesy. (Janeček a kol., 2008)

EROSION 2D/3D

Simulační mode EROSION 2D řeší výpočet půdní eroze vyvolanou deštěm, následný transport, ukládání sedimentů na svahu a ztrátu půdy na svahu.

Simulační model EROSION 3D pracuje s povodím a ztrátou půdy, která je vyvolána soustředěným i plošným odtokem.

Využití simulačních modelů EROSION 2D/3D pro:

- simulaci vlivu konsolidace půdy, změny ochranných opatření na ztrátu půdy, návrh opatření na ochranu půdy vzhledem k význačným uživatelským vlastnostem a specifickým půdním vlastnostem
- posouzení kvantit kontaminantů, které se vážou na půdní částice
- simulaci vlivu různorodých postupů zemědělského obhospodařování pozemků a následné změny ve vlastnostech půdy na ztrátu půdy a povrchový odtok (Janeček a kol., 2008)

Model EROSION 3D nám ve výsledku udává celkový objem odtoku, koncentraci sedimentu, ztrátu půdy a zrnitost sedimentu. (Dostál a kol., 2002)

ANSWERS

Simulační model ANSWERS se využívá k simulaci erozních a hydrologických procesů v zemědělsky využívaných malých povodích, která dávají možnost sledovat přemístování chemických látek. Model je složen z erozního a hydrologického submodelu. Erozní submodel vyhodnocuje proces eroze (ztrátu půdy) v jednotlivých složkách daného povodí a transport splavenin v uzávěrovém profilu. Submodel hydrologický udává pro návrhovou srážku hydrogram odtoku a celkový objem odtoku v uzávěrovém profilu povodí. (CENIA, ©2011)

EUROSEM

Simulační model EUROSEM se využívá pro předpovídání vodní eroze půdy pro pole a malá povodí pro jednotlivé události. EUROSEM vytváří procesy za pomoci krátkých časových period (od jedné minuty) a zakládá se na fyzikálním popisu erozních procesů. Jedná se o událostně a polygonově založený erozní a odtokový model, který je navrhován pro stanovení rizika eroze půdy a pro vyhodnocení ochrany půdy. (CENIA, ©2021)

WEPP

Jedná se o deterministický model, který ukazuje erozní procesy v kvalitnější podobě. Simulační model WEPP je dělaný speciálně pro počítače a základem pro zpracování jsou svahy, vodní nádrže a kanály. Využívá se na malých povodích, konkrétně vždy na jednom, kde je sestaveno z kanálů a sítě svahů. (CENIA, ©2011)

CREAMS

Tento model zkoumá vliv deště na transport látek a využívá denní časový krok. Skládá se ze tří submodelů – hydrologický, chemický a erozně-sedimentační. Jako jediný se zaměřuje na komplexně hydrologické, transportní a erozní procesy látek jako jsou pesticidy, dusík, fosfor v povodí. (Merritt, Letcher, Jakeman et al., 2003)

7.5 Vliv vodní eroze na znečištění vody

Znečištění vody se děje dvěma způsoby: *fyzikálním (mechanickým) a chemickým (biochemickým).*

Fyzikální způsob

- projevuje se zákalem vody, který negativně působí na faunu a floru ve vodě
- ve většině případů je tento způsob znečištění krátkodobý

Chemický způsob

- chemické látky putují do hydrografické sítě
- půdu zanáší mnoho chemických látek různých forem a různých stupňů toxicity, například: pesticidy, průmyslové a zemědělské odpady a průmyslová hnojiva (Encyklopedie VÚMOP, ©2019)

Vodní zákal škodí vodnímu ekosystému mnoha způsoby:

- vlivem působení sedimentů dochází ke značnému úbytku jedinců a druhů koryšů a měkkýšů, také hmyzu, kteří žijí na dně
- sedimenty mají velký vliv na rostliny rostoucí na dně, i v tomto případě dochází k jejich velkému úbytku
- vodní zákal způsobuje úbytek světla, což vede k menší fotosyntéze a k poklesu potravy ve vodním ekosystému
- eroze a sedimentace působí negativně i na hloubku toků a zrychlování průtoku vody, hloubka se snižuje, proto ubývá místo pro život ryb a ostatních vodních živočichů

- sedimenty působí negativně na teplotu vody, změna teploty má za následek život patogenních organismů, které způsobují onemocnění ryb
- Hassler (1970) popisuje, že až 97 % štičích jiker, které uhynou, jsou potaženy 1 mm vrstvou sedimentů (Janeček a kol., 2002)

7.6 Protierozní opatření před vodní erozí

Zemědělskou půdu je třeba chránit pomocí vhodných protierozních opatření. O použití konkrétních způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, nutná ochrana objektů (například vodní zdroje, vodní toky a nádrže, intravilány) požadované snížení smyvu půdy při respektování zájmů uživatelů a vlastníků půdy, ochrany přírody, tvorby krajiny a životního prostředí. Primárním účelem opatření na ochranu půdy před vodní erozí je:

- podporovat vsakování vody do půdy
- ochrana půdy před účinky dopadajících kapek deště
- zdokonalit soudržnost půdy
- zachycovat smytou zeminu
- odvod povrchově odtékající vody
- omezit unášecí sílu vody a soustředěného povrchového odtoku (Janeček a kol., 2008)

Pomocí různých druhů protierozních opatření můžeme vodní erozi potlačit, ne však zcela ji zastavit. Racionálním využíváním půdy dokážeme vodní erozi udržet v přijatelných mezích. Primárně je zásadní zaměřit se na intenzivně obdělávané svažité pozemky, právě ty nejvíce potřebují ochranu protierozním opatřením. (Bartošková, Vlasák, 2007)

Nedílnou součástí průzkumu k návrhu protierozního opatření je průzkum terénu. Při této činnosti se ověřuje zejména následovně:

- organizace a využití půdního fondu – hranice pozemků, stálé a sezónní komunikace, skladba pěstovaných plodin, souvislá a rozptýlená zeleň
- způsob, jakým jsou obhospodařovány pozemky – směr a způsob agrotechnických operací, formy erozních procesů, vybavenost zemědělských farem mechanizací pro ochranné obdělávání
- hydrologické poměry – svažná území, pásmy hygienické ochrany vodních zdrojů, rozvodnice, převažující směr plošného povrchového odtoku (Janeček a kol., 2008)

7.6.1 Organizačního charakteru

- pásové pěstování plodin (přerušovací pásy, zasakovací pásy, osetí souvratí)
- výběr vyhovujících plodin dle charakteru pozemku
- vhodné umístění plodin, včetně ochranného zatravnění
- optimální tvar a velikost pozemku, půdního bloku či jeho dílu (PB = půdní blok, DPB = díl půdního bloku)
- pozemkové úpravy

Pásové pěstování plodin

Erozně nebezpečné plodiny jsou pěstovány v širokých pásech. Jedná se zejména o brambory, slunečnice a kukuřice, které se střídají s plodinami s vyšším protierozním účinkem jako například pícniny, obilniny, výjimečně i travní porost. Pásky jsou vedeny ve směru vrstevnic s maximálním odklonem do 30°.

Výběr vyhovujících plodin dle charakteru pozemku

Není vhodně zvolit například kukuřici a pěstovat ji na příkrém svahu bez protierozního opatření.

Vhodné umístění plodin

V první řadě je nutností vybrat mezi pěstováním erozně nebezpečných plodin na neohrožených nebo jen mírně ohrožených půdních blocích či dílech půdních bloků. Naopak pravidelné sečení a zatravnění by mělo probíhat okolo břehů vodních toků a nádrží, profilů průlehů, silně erozně ohrožených ploch na půdních blocích či dílech půdních bloků. Šířka ochranného travního pásu kolem vodního toku je navrhována v násobku šířky pracovního stroje, pokud však funguje jako ochrana jakosti vody před erozí, na každém z břehů by měla mít minimálně šest metrů.

Ochranné travní porosty slouží především k zachycení nesených splavenin a následnému poklesu rychlosti povrchového odtoku.

Optimální tvar a velikost pozemku, půdního bloku či jeho dílu

Situování půdního bloku či jeho dílu se provádí delší stranou ve směru vrstevnic. Jedná se o klíčové organizační protierozní opatření. V praxi se toto opatření nejčastěji využívá v souvislosti s realizací komplexních pozemkových úprav. V rámci zmíněných úprav lze rozdělovat nebo spojovat jednotlivé půdní bloky. (Ministerstvo zemědělství, ©2013)

7.6.2 Agrotechnického charakteru

Opatření agrotechnického charakteru zajišťuje především zemědělec. Tento typ opatření chrání půdu na povrchu zejména v období největšího výskytu přívalových srážek, jedná se o letní měsíce – červen, červenec, srpen. V tomto období jsou nejvíce ohroženy právě širokořádkové plodiny, například kukuřice, slunečnice nebo cukrová řepa, které svým vzrůstem nevhodně pokrývají půdní povrch.

Protierozní opatření agrotechnického charakteru snižuje erodovatelnost půdy. Půda má díky tomuto opatření lepší vsakovací schopnost.

Mezi agrotechnická opatření patří:

- výsev kukuřice do úzkého řádku
 - důlkování
 - hrázkování
 - sázení či setí po vrstevnici
 - podrývání
 - plečkování
 - dlátování
 - ochranné obdělávání (Janeček a kol., 2008)
-
- setí kukuřice do mulče
 - kombinované secí stroje (Kvítek, Tipl, 2003)

Rozlišujeme tři skupiny, podle míry ochrany půdy před vodní erozí:

1. Plodiny, které mají vysoký protierozní účinek po celou dobu vegetačního období (jeteloviny, travní porosty)
2. Plodiny, které mají dobrou protierozní ochranu půdy po většinu času vegetačního období
3. Plodiny, které mají nedostatečnou ochranu půdy po většinu času vegetačního období (brambory, kukuřice) (Kvítek, Tippl, 2003)

Setí/sázení po vrstevnici

Orba se uskutečňuje po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic otočnými pluhy, které překlápějí půdu proti svahu. Jedná se o periodickou operaci orby ve stejném směru s obracením půdy stejným směrem.

Ochranné obdělávání půdy

System obdělávání a pěstování plodin, který uchovává co nejvíce posklizňových zbytků po předplodinách na povrchu půdy vytvářením nastýlky, tzv. mulče. (Ministerstvo zemědělství, ©2013)

Vede ke snížení vodní eroze. Namísto orby se využívají kypřiče, které půdu kypří. Kypřiče půdu pouze drobí, nepřeklápí ji.

Kypřiče půdy se dělí na:

- kypřiče s aktivními pracovními orgány – rotační kypřiče
- kypřiče se pasivními pracovními orgány – radličkové kypřiče (Kvítek, Tippl, 2003)



Obrázek 8: Zpracování půdy bez obracení – kypřič půdy (Encyklopedie VÚMOP ©2021)

Výsev kukuřice do úzkého řádku

Jedná se o technologii, kdy je stroj nastavený na výsevní vzdálenost řádku kukuřice na 37, 5 cm. Zrna jsou seta v trojúhelníkovém sponu v počtu asi 85 – 90 tisíc jedinců na jeden hektar, je možné i setí do mulče. (Ministerstvo zemědělství, ©2013)

Hrázkování

Hrázkování se využívá zejména při pěstování brambor. Zakládá se na založení ochranných hrázek v meziřadí hrůbků. Pomocí hrázkovače se založí ve stejné vzdálenosti hrázky mezi hrůbky, tak vznikne řada malých akumulčních příkopů. Příkopy brání vzniku soustředěného povrchového odtoku a podporují zadržení vody na pozemku. (Ministerstvo zemědělství, ©2013)

Důlkování

Důlkování je možno využít také při pěstování brambor, namísto hrázek se tvoří důlky. Vzdálenost mezi důlky je 30-40 cm. Napomáhají omezit povrchový odtok v meziřadí a zintenzivňují infiltraci vody. (VÚMOP, ©2019)

Podrývání

Půda se kypří a provzdušňuje se její podorniční vrstva, avšak není vynášena na povrch půdy. Hlavním úkolem podrývání podorniční je obnova ztracených vlastností půdy, tento úkon je činěn kypřením utužených vrstev půdy, nejedná se o její obracení. (Pulkrábek, Urban, 2015)

Podrývání snižuje utužení půdy a usnadňují jí tak infiltraci vody. (Státní pozemkový úřad, ©2021).

Pásové zpracování půdy

Páso nezpracované půdy zůstávají na polích s posklizňovými zbytky a strništěm, které slouží jako ochrana půdy. Mezi páso se hluboce ořou a vyživují řádky ve tvaru písmene „V“, do kterých jsou zasévány širokořádkové plodiny. Voda je tomto případě sváděna z ochranných páso přímo k zasetým plodinám. Dle terénního šetření se ztráta půdy snižuje až o 80 %. (Státní pozemkový úřad, ©2021)

7.6.3 Technického charakteru

Pokud organizační i agrotechnická opatření nezaberou, využívá se technického opatření. Nevýhodou technického opatření je ekonomická náročnost. Toto opatření se nejčastěji navrhuje k ochraně intravilánu, sousedních pozemků, ale i k ochraně infrastruktury. Hlavní myšlenkou opatření technického charakteru je přerušit délku pozemku po spádnicí a zajistit odvod povrchového odtoku (údolnice, průlehy, příkopy) a splavenin, zdržet a řádně odvést pomocí hrázek a nádrží. V poslední řadě můžeme i změnit sklon pozemku pomocí terasování, historických mezí nebo terénních urovnávek.

Hovoříme-li o opatřeních technického charakteru, myslíme tím:

- vsakovací páso
- průlehy
- terénní urovnávky
- příkopy
- sedimentační páso

- terasy
- ochranné hrázky a nádrže
- protierozní meze
- polní cesty s protierozní funkcí
- zatravněné údolnice
- asanace erozních výmolů a strží (Janeček a kol., 2008)

Protierozní příkopy

Jedná se o liniový prvek, který je situován na pozemku v místě nutného přerušení svahu. Je možné ho kombinovat například s cestou či biokoridorem. Příkop je na pozemku umístěn vrstevnicově s mírným podélným sklonem. Příkop má nejčastěji šířku ve dně 0,3 – 0,6 m, hloubku 0,6 – 1,2 m a sklon svahů 1:1,5 – 1:2. Protierozní příkopy mají nejčastěji lichoběžníkový profil.

Z hlediska prostorového uspořádání a funkce příkopů lze rozlišovat:

- příkop záchytný
- příkop sběrný
- příkop svodný

Průlehy

Protierozní průleh má podobné vlastnosti jako protierozní příkop, liší se svou hloubkou, je mělčí a sklon svahů je mírnější. Průlehy se navrhuje na pozemcích, které mají sklon pod 10 %.

Zatravněné údolnice

Zatravněné údolnice charakterizují dráhy povrchového odtoku, kde se soustředí odtékající vody. Údolnice shromažďují povrchový odtok z přilehlých pozemků, mohou sloužit i jako recipient protierozních příkopů nebo průlehů.

Polní cesty s protierozní funkcí

Jedná se o protierozní opatření, kdy je běžná místní komunikace cíleně vedena ve vrstevnicovém směru a umísťuje se do prostoru, na kterém je potřeba přerušit příliš dlouhý erozně ohrožený svah.

Ochranné hrázky

Využívají se ve spojení se záchytným příkopem nebo průlehem, který se umísťuje nad hrázkou nebo se hrázky používají samostatně. Ochranná hrázka zachytí povrchový odtok a poskytne případně odvedení povrchového odtoku mimo chráněnou lokalitu.

Protierozní nádrže

Protierozní nádrže poskytují nejlepší a nejvyšší možnou protierozní ochranu intravilánu a infrastruktury před následky transportu smyté zeminy a povrchového odtoku z pozemku. Protierozní nádrže mají dva hlavní úkoly – zachytit smytou zeminu a transformovat povodňovou vlnu, která vznikla povrchovým odtokem ze zemědělských pozemků.

Terénní urovnávky

Hlavním úkolem terénních urovnávek je odstranění lokálních nerovností a terénních útvarů, které ovlivňují směrování a soustředění povrchového odtoku.

Terasy

Toto protierozní opatření je nejkvalitnější ochranou zemědělského pozemku, který je velmi svažité se sklonem nad 20 %. Terasy se realizují na hlubokých půdách. Tento typ protierozního opatření je finančně velmi náročný, proto se navrhuje méně často. (Novotný a kol., 2007)



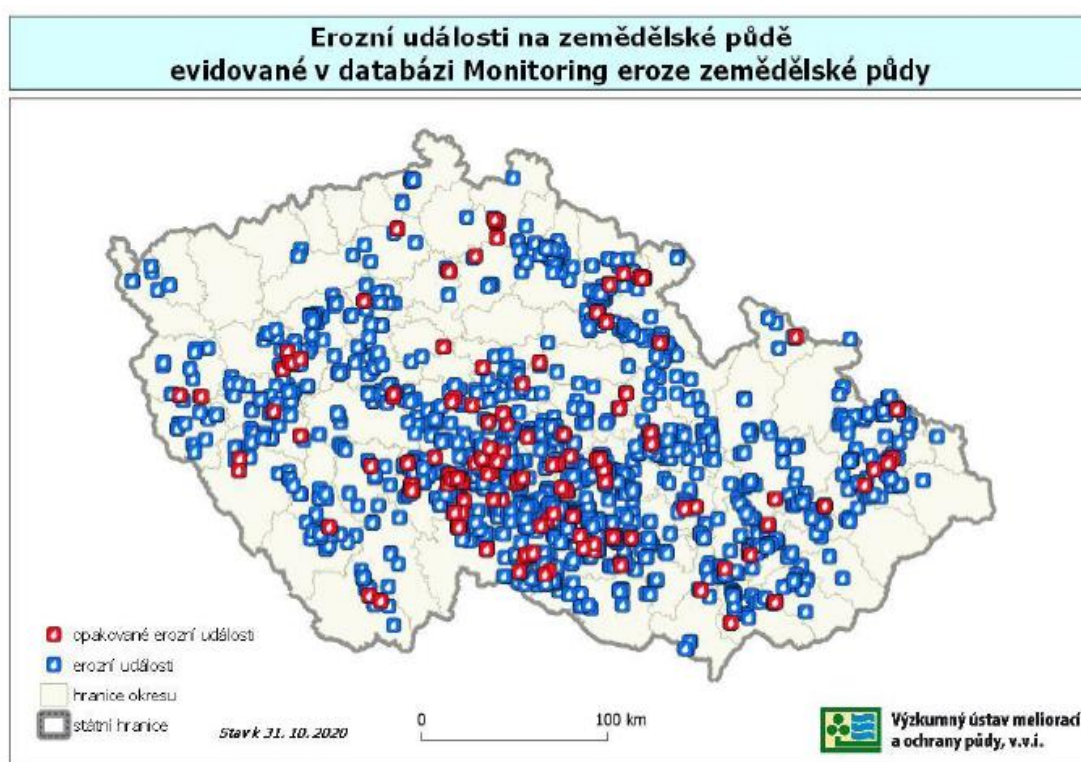
Obrázek 9: Protierozní terasy (Kadlec, 2014)

8 MONITORING EROZE ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY V ČESKÉ REPUBLICĚ

Webový portál Monitoring eroze zemědělské půdy vznikl v roce 2011 za spolupráce Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Státního pozemkového úřadu a dalších aktérů a roku 2012 došlo k jeho spuštění. Webový portál je zaměřen na území České republiky. Monitoring eroze se zabývá erozními událostmi vodního a větrného charakteru na zemědělské půdě. Klade si za cíl zajistit podklady o základních charakteristikách erozních událostí, účinnosti protierozních opatření atd. (Ministerstvo zemědělství, ©2021)

Účelem webového portálu Monitoring eroze je sběr a evidence informací o erozních událostech na zemědělské půdě a jejich zhodnocování. Základní myšlenkou byla realizace prostorové databáze erozních případů, která bude zdrojem informací a dat pro modelaci a vyhodnocování erozních událostí, pro návrh opatření na zmírnění nebo odstranění negativních důsledků a návrh preventivních opatření. Předmětem monitoringu eroze jsou eroze vodní, větrné a stékání. Pro účely monitoringu eroze jsou hlášeny události, při kterých došlo ke škodám na zemědělském půdním fondu, jedná se například o odnos půdy. Tyto negativní jevy mohou být způsobeny dlouhodobým nevhodným hospodařením na půdě nebo mohou nastat po srážkových událostech (přívalové deště, lokální bouřky).

Webový portál Monitoring eroze zemědělské půdy umožňuje evidenci, správu a prohlížení informací o monitorovaných událostech. Prostřednictvím uživatelského rozhraní v prostředí internetu umožňuje pověřeným osobám vkládat informace o monitorovaných událostech do prostorové databáze. (VÚMOP, ©2021)

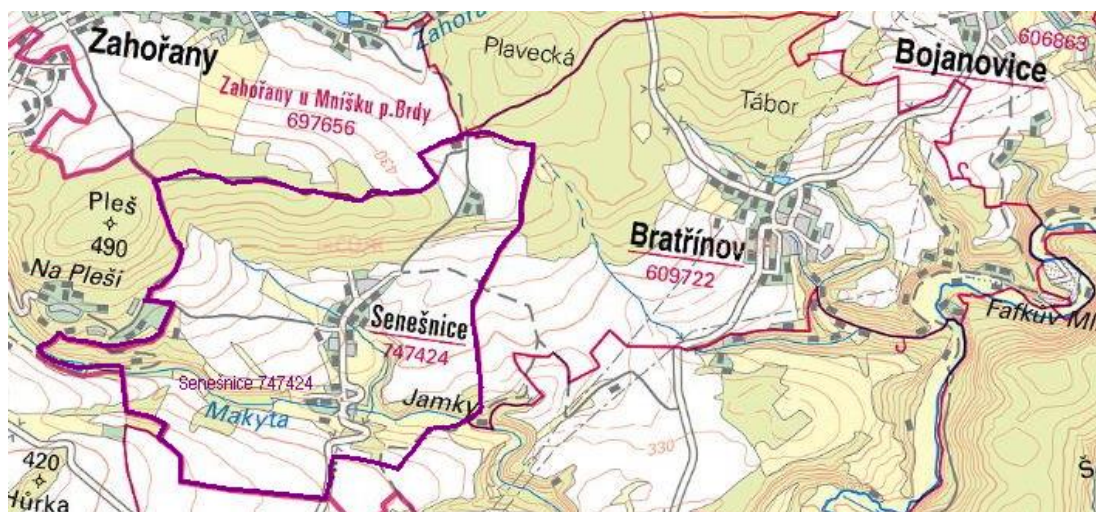


Obrázek 10: Erozní události na zemědělské půdě, stav ke dni 31. 10. 2020 (VÚMOP, ©2020)

9 OBEC SENEŠNICE

9.1 Charakteristika vybraného území

Vesnice Seněšnice se nachází ve Středočeském kraji, konkrétně v okrese Praha – západ. Seněšnice vznikla pravděpodobně v 11. a 12. století, přesné datum není určeno, písemné záznamy se nedochovaly. Tvoří součást obce Bojanovice, jedná se o takzvanou exlávu – díl území, jež funguje naprosto samostatně. Ve vesnici se nachází Novoveský potok (Makyta).



Obrázek 11: Katastrální mapa k. ú. Senešnice (Marushka, ©2021, ČÚZK, ©2021)

9.2 Hydropedologické podmínky

Hydropedologie usiluje o propojení vědy o půdě a o její architektuře, jejím fungování v krajinách s vodním cyklem. Mezi pedologií a hydrologií existuje přirozená synergie, kterou hydropedologie využívá.

Hydropedologie se zaměřuje na to, jak půdní architektura řídí hydrologické procesy (a související biochemickou dynamiku a ekologickou funkci) a jak hydrologické procesy ovlivňují genezi, vývoj, variabilitu a funkci půdy v prostoru a čase. (Lin, 2012)

V zájmovém území se nacházejí půdy se střední rychlostí infiltrace. Půdy jsou zde středně až dobře odvodněné, jílovitohlinitého a hlinitopísčitého charakteru.

Hydropedologická charakteristika	Rozsah hodnot	Kategorie
Hydrologická skupina	0,1 – 0,2 mm.min ⁻¹	B – půdy se střední rychlostí infiltrace
Infiltrace a propustnost	0,10 – 0,15 mm.min ⁻¹	střední
Retenční vodní kapacita	160 – 220 l.m ⁻²	střední
Využitelná vodní kapacita	110 – 149 l.m ⁻²	střední

Tabulka 3: Hydropedologické charakteristiky zájmového území (Ministerstvo zemědělství, ©2021, VÚMOP, ©2021)

Hydrologickou skupinu půdy definuje typická rychlost infiltrace vody do půdy bez vegetačního pokryvu, po dlouhodobém sycení vodou.

Infiltrace a propustnost je definována jako průtok vody přes topografický povrch do půdy, rychlost tohoto průtoku označujeme jako rychlost infiltrace vody.

Retenční kapacita vody je charakterizována jako množství vody, které je půda schopna zadržet v systému kapilárních pórů a postupně ji pro potřeby rostlin uvolňovat

Využitelná vodní kapacita určuje potenciální zásoby vláhy, které jsou dostupné určitým plodinám. (VÚMOP, ©2021)

9.3 Pedologické podmínky

V zájmovém území Senešnice jsou pedologické podmínky následující:

Kambizemě

Zaujímá 79,75 % zájmového území. Jedná se o skupinu zahrnující zejména půdy na pevných horninách. Tato skupina neobsahuje půdy silně skeletovité – sklonité, silné, mělké, ale i některé lehké i těžké půdy jako samostatné skupiny.

Pseudogleje

Zaujímají 12,3 % daného území. Pro tuto skupinu je charakteristické převlhčení profilu, zejména na jaře. Tento typ půdy se vyskytuje v mírně teplé až chladné oblasti. Pseudogleje se objevují v rovinatém, mírně sklonitém nebo depresním terénu.

Fluvizemě

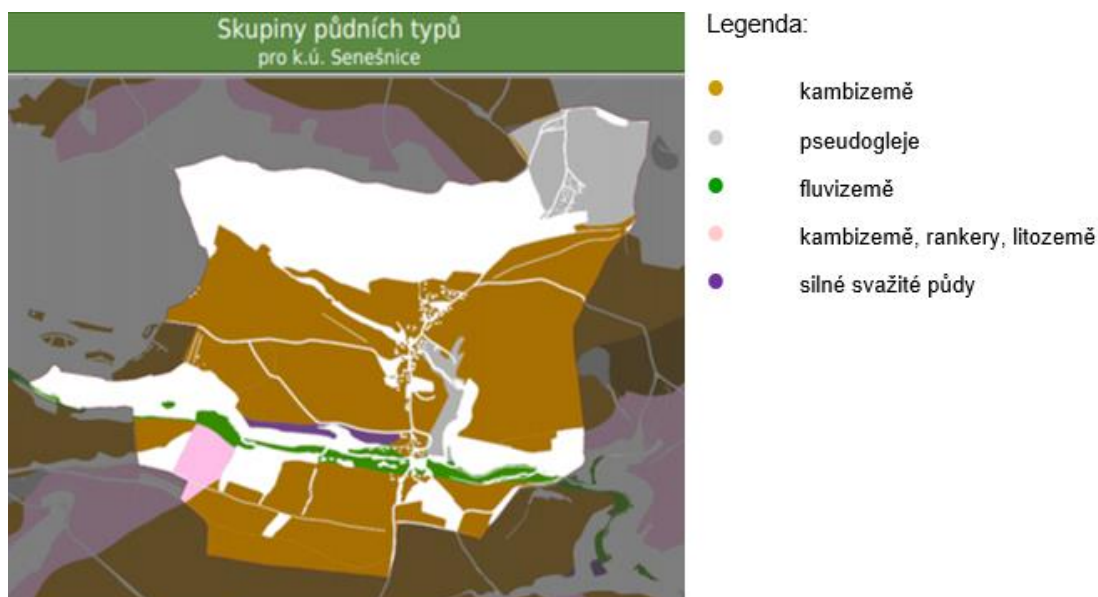
Půdy, které se vyskytují v rovinatém území na vápnitých i nevápnitých usazeninách okolo vodních toků a děl. Vnitřní třídění se odvíjí od zrnitostního složení, výskytu v klimatickém regionu a hloubky vodní hladiny, která je spojená s tokem. V zájmovém území zaujímají plochu 4,12 %.

Kambizemě, rankery, litozemě

V daném území zabírají 2,60 % plochy a charakterizují se malou mocností půdního profilu. Mají značnou skeletovitost.

Silně svažitě půdy

Silně svažitě půdy zaujímají pouhé 1,22 %. (VÚMOP, ©2021)

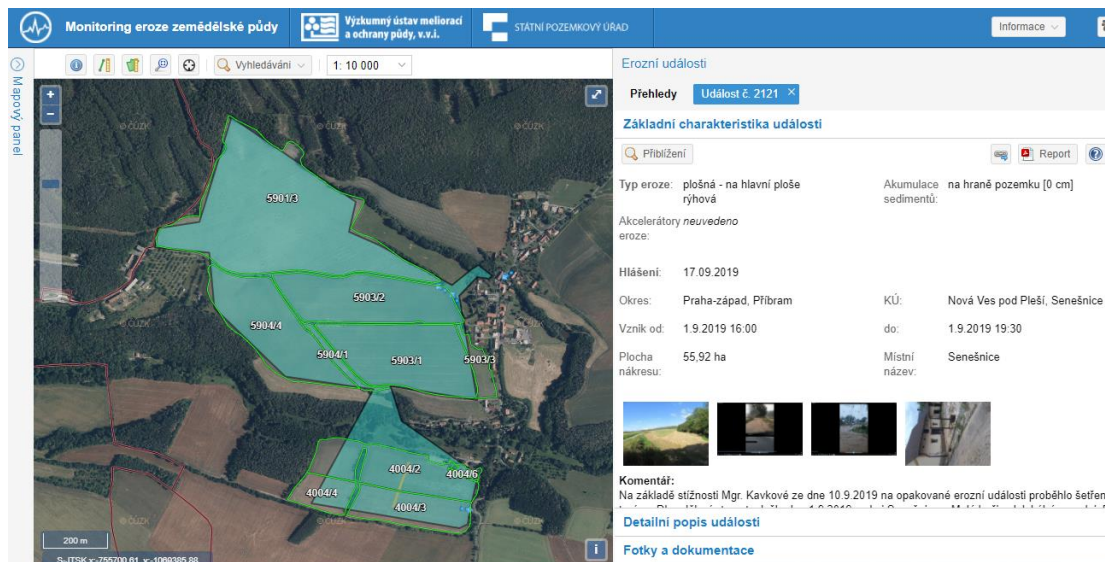


Obrázek 12: Skupiny půdních typů pro k. ú. Senešnice (Mapy VÚMOP, ©2021)

9.4 Erozní událost

Erozní událost pod číslem 2121 v obci Senešnice a Malá Lečice byla do systému Monitoring eroze zemědělské půdy zanesena 17. září 2019. Dne 1. 9. 2019 došlo k lokální povodni v již zmíněných území.

Událost je na webovém portálu Monitoring eroze zemědělské půdy nazvána jako plošná, na hlavní ploše rýhová s akumulací na hraně pozemku. Erozní událost nastala mezi 12:30 hodin a trvala do 20:00 hodin. Intenzivní srážka zapříčinila lokální povodeň ve zmíněných oblastech, maximální intenzita srážky byla 67 mm/hod.



Obrázek 13: Záznam erozní události č. 2121 na webovém portálu Monitoring eroze zemědělské půdy (VÚMOP, ©2021, SPÚ, ©2021)

Projevem erozní události byl intenzivní odnos půdy z přilehlých pozemků, částečné zaplavení obcí, znečištění podzemních zdrojů vody a sesuv zděného plotu. Následkem této události byl odsun splavenin do vodního toku.



Obrázek 14: Utržená zeď u čp. 4 (VÚMOP, ©2020)

Protipovodňová a protierozní opatření se navrhuje takovým způsobem, aby se chránily přírodní a technické prvky podle významnosti a důležitosti. Tato opatření se

navrhují pro hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností, že se budou opakovat v horizontu 2 roky (N2), 5 let (N5), 10 let (N10), 20 let (N20), 50 (N50) a 100 let (N100).

V okolí vesnice Senešnice se nalézají celkem tři srážkoměrné stanice – Mníšek pod Brdy – vzdálená 6,5 km, Slapy – vzdálená 9 km a Dobříš – vzdálená 10 km.

Z dostupných informací o srážkách můžeme předpokládat, že konkrétní srážka erozní události byla erozně účinným deštěm, jednalo se o srážku N5 – N10.

Dle hydrologických vlastností dělíme půdy na čtyři skupiny A, B, C, D na základě minimální rychlosti infiltrace (= schopnost půdy pohlcovat vodu) vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení.

Skupina A

- Půdy, které zahrnují zejména hluboké, dobře až nadměrně odvodněné šterky a písky
- Vysoká rychlost infiltrace ($> 0,20 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$)

Skupina B

- Půdy, které zahrnují zejména středně hluboké až hluboké,
- Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,10 - 0,20 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$)

Skupina C

- Půdy, které zahrnují zejména půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu, jílovitohlinité až jílovité půdy
- Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,05 - 0,10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$)

Skupina D

- Půdy, které zahrnují zejména jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s konstantně vysokou hladinou podzemní vody, vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním
- Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,05 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$)

V zasažené oblasti Senešnice se nachází půdy v hydrologické skupině B – půdy, které mají střední rychlost infiltrace i při úplném nasycení, v oblasti vodních toků se vyskytují půdy v hydrologické skupině C – půdy s nízkou rychlostí infiltrace.

Terénní pedologický průzkum provedli pracovníci Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy (VÚMOP). Dne 19. 8. 2020 se uskutečnil v zájmové lokalitě byly odebrány půdní vzorky dle interní metodiky VÚMOP. Metodika stanoví kvantum půdních vzorků podle místních specifikací na zhruba 12 až 28 vzorků/100 ha. Půdní vzorky byly zajištěny pomocí Kopeckého válečků. V každém půdním bloku daného území byly odebrány vzorky tři. Vzorky byly odebrány tři, aby byla vyloučena chyba při měření. Ve VÚMOP byly provedeny rozborů zajištěných půdních vzorků. Laboratorní rozborů, které určily náchylnost půdy k erozi se orientovaly na:

- zrnitostní složení
- obsah oxidovatelného uhlíku
- fyzikální vlastnosti (např. objemová hmotnost)

Při pedologickém průzkumu bylo učiněno pět vpichových sond S1 – S6, na základě sond bylo analyzováno pět zajištěných půdních vzorků. Pomocí Kopeckého válečků bylo odebráno patnáct půdních vzorků. (VÚMOP, ©2021, SPÚ, ©2021)



Obrázek 16: Ukázka půdní sondy (Česká geologická služba, ©2021)



Obrázek 15: Sada k odběru půdních vzorků včetně Kopeckého válečku (Česká geologická služba, ©2021)



Obrázek 17: Neporušený půdní vzorek (Česká geologická služba, ©2021)

Zhodnocení erozní události

Katastrální území Seněšnice leží v oblasti, která je dlouhodobě ohrožena vodní erozí. Po náhlé srážce byl na celém území vytvořen povrchový odtok, který zapříčinil erozní rýžky. Průzkum prokázal, že je na celém území půda velmi náchylná k vodní erozi.

V půdě byl též zjištěn vysoký obsah organických látek, které působí příznivě proti degradaci půdy, ale i přes tento pozitivní aspekt, došlo k erozní události vlivem silné srážky. Kvalitní půda se odvíjí od zajištění správného množství organických látek a živin v půdě. (Sáňka, Materna, 2004)

V zasažené oblasti je vhodné změnit osevnické postupy s větším zastoupením zejména pícniny (travní směsky, volečka), které by půdu alespoň částečně chránily před přívalovými dešti. Pro větší ochranu se navrhuje technické opatření ve formě protierozních mezí a příkopů. Příkopy jsou realizovány na pozemcích, kde je nutností přerušování svahu. Dle funkce se rozlišují příkopy záchytné, sběrné a svodné. Protierozní meze plní funkci odváděcí a záchytnou. Tento typ protierozního opatření je navrhován jako hrázka nebo mělký příkop, převážně se spojí oba tyto návrhy a vznikne mírný podélný sklon. Další doporučené technické opatření jsou protierozní hrázky, které jsou využívány samostatně nebo se kombinují s příkopem či průlehem.

Pomocí ochranné hrázky je povrchový odtok zachycován, případně odkloněn mimo lokalitu.

10 DISKUSE

S přibývajícím zastavbou dochází každoročně k obrovskému úbytku zemědělské půdy, čísla se pohybují v tisících hektarech, v České republice dochází průměrně zhruba k úbytku 15 hektarů zemědělské půdy za den. Nejedná se pouze o Českou republiku, výstavba bytových komplexů, obchodních center, infrastruktury a dalších, probíhá po celém světě, proto se jedná o globální problém.

Vodní eroze je přírodní proces, při kterém dochází vlivem působení vody k rozrušování půdního povrchu. Vodní eroze přemísťuje půdní částice a ty se následně usazují. Nejčastější a nejznámější forma eroze je právě ta vodní.

V uplynulém roce 2020 byly zjištěny škody v intravilánu obcí, na stavbách, infrastruktuře a studních v 17 % případů sledovaných událostí. Jedná se o menší číslo než poslední roky, pokud bude situace konstantní nebo lepší, nastane lepší situace i v intravilánech obcí.

Poničeny byly obytné a technické stavby, zahrady, pozemky a komunikace v obcích. Všechny informace o erozních událostech lze najít na webovém portálu Monitoring eroze zemědělské půdy. U každé evidované erozní události je slovní popis škody na plodinách, půdě, komunikacích, nemovitostech a dalších stavbách. (VÚMOP, ©2020, SPÚ, ©2020)

V České republice je aktuálně ohrožena více než polovina kultivované zemědělské půdy vodní erozí. Eroze je dlouhodobý negativní jev, v období velkého sucha přichází ničivé dešťové srážky, které zapříčiní degradaci půdy. Zemědělci mají možnost bojovat s nepříznivým suchem pomocí vhodně zvolených agrotechnických opatření jako jsou střídání plodin, hospodaření s vodou a péčí o půdu.

Negativní vliv na půdu má také globální oteplování. Půda nepromrzá, podorničí je utužené a půda se tak nerozpadne vlivem mrazu, to má za následek neobnovení cest pro vodu. Aktuálně se řeší problém zvaný „mrtvá půda“, jedná se o půdu, která má konzistenci písku, nastanou-li přivalové deště, voda se postupně vsákne, ale neudrží se v půdě a proteče do podloží, následně pak odteče.

Doba pandemie koronaviru v České republice ukázala, že je ku prospěchu být v oblasti zemědělství a produkce potravin co nejméně závislí na pomoci okolních států, což se nám, myslím, zatím daří. Je třeba nezapomínat na to, že právě půda je naším největším bohatstvím a podporou a je třeba o ni řádně pečovat. Na druhou stranu jsou stále intenzivnější dopady klimatických změn, v případě České republiky, ale nejen té, je největším problémem sucho a čím dál tím častější přivalové deště, které mají fatální následky pro půdu, ta je následně postižena zejména vodní erozí. Je proto důležité dodržovat správné zemědělské postupy.

Dne 1. července 2021 by měla vzejít v platnost nová protierozní vyhláška. Protierozní vyhláška si klade za cíl zlepšit odolnost půdy vůči devastujícím účinkům vodní eroze. Vyhláška bude sloužit mimo jiné i jako ochrana pro obce a další objekty, které jsou opakovaně zasaženy vodní erozí a jejich pozemky tak ztrácí hodnotu a degradují.

Pozemky, které budou zasaženy vodní erozí budou vytipovány na webovém portálu Monitoring eroze zemědělské půdy, jenž spravuje Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy a Státní pozemkový úřad. Na plochách, které budou postiženy vodní erozí opakovaně, budou zemědělské subjekty povinny provádět protierozní opatření. K vhodnému výběru protierozního opatření bude využívána Protierozní kalkulačka, jedná se o již déle fungující a užitečnou, na druhou stranu o poměrně složitou, aplikaci.

Dle Vyhlášky budou uskutečňovat kontroly obecní úřady obcí s rozšířenou působností, pokud bude zjištěno porušení, lze udělit fyzické osobě sankci až do výše 100 000 Kč a osobě právnické ve výši až 1000 000 Kč. Webový portál Monitoring eroze zemědělské půdy poslouží k pravidelnému vyhodnocování účinnosti protierozní vyhlášky. (Ministerstvo životního prostředí, ©2021)

Vodní eroze představuje nebezpečí pro obyvatele domů a domků, kteří si staví své bydlení v údolnicích či na strmých svazích. Při větších srážkách je zde riziko sesuvu půdy a následný projev vodní eroze.

11 ZÁVĚR

Bakalářská práce rešeršního charakteru byla zpracována na základě studia odborné literatury a zabývá se problematikou eroze půdy. Práce je zaměřena na téma vodní eroze, jedná o nejrozšířenější a nejznámější formu eroze půdy. Původ slova „eroze“ pochází z latinského slova „erodere“, což v překladu znamená rozhlodávat. Jedná se o rozrušování zemského povrchu. Negativní jev vodní eroze lze zmírnit protierozními opatřeními.

První část bakalářské práce pojednává o půdě, jako o nenahraditelném přírodním bohatství. Je zde podrobně popsána charakteristika, funkce a kvalita půdy.

Další část práce je věnována pojmu degradace půdy. Existuje více druhů degradace půdy, jako například kontaminace půdy, zasolování, acidifikace, utužení, tato práce se však specializuje právě na jev eroze.

V pasáži zaměřené na erozi jsou podrobně popsány druhy eroze půdy – vodní, větrná, ledovcová, sněhová, abraze, antropogenní, říční a zemní.

Bakalářská práce obsahuje kapitulu s legislativními dokumenty, které se této oblasti týkají a jsou právě aktuální.

Vodní eroze je podrobně definována, jsou vyjmenovány příčiny vodní eroze, její intenzita, určení ohroženosti pomocí univerzální rovnice ztráty půdy, nechybí ani příklady simulačních modelů. Vodní eroze má nemalý vliv na znečištění vody, i to je v práci popsáno. Následně jsou definována protierozní opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru, která lze využít při výskytu vodní eroze.

Monitoring eroze zemědělské půdy, který je spravován Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v. v. i. a Státním pozemkovým úřadem zaznamenává erozní události po celém území České republiky.

Praktická část práce sleduje erozní událost č. 2121, která byla zaznamenána na webovém portále Monitoring eroze zemědělské půdy. Jedná se o erozní událost v katastrálním území obce Senešnice, která se nachází ve Středočeském kraji. V obci Senešnice byly popsány hydropedologické a pedologické podmínky. Erozní událost byla charakterizována jako plošná, na hlavní ploše rýhová s akumulací na hraně pozemku. Projevem erozní události byl odnos půdy z pozemku, částečné zaplavení obce, znečištění podzemních vod a sesuv zděného plotu.

12 PŘEHLED LITERATURY

Bartošková K., Vlasák J., 2007: Pozemkové úpravy. České vysoké učení technické, Praha. ISBN 978-80-01-03609-9.

Bernsdorf B., Richter G., Schmidt R. G., 1995: Die Kartierung der Schneeschmelz-Erosion – Probleme und Möglichkeiten der Felderhebung. Univ. Trier, H. 14.

Cáblík J., Jůva K., 1963: Protierozní ochrana půdy. 2. přepracované a rozšířené vydání, Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Dostál T., Krása J., Kolářková J., Nováková H., Nykl J., Váška J., Vrána K., 2002: Metody odhadu erozní ohroženosti a transportu sedimentu z povodí. ČVUT, Praha.

Holý M., 1978: Protierozní ochrana. Nakladatelství technické literatury, Praha.

Holý M., 1984: Vztahy mezi povrchovým odtokem a transportem živin v povodí vodárenských nádrží, Praha.

Holý M., Váška J., Vrána K., 1988: Simulační model povrchového odtoku a erozního procesu. Praha.

Janeček M. a kol., 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV. Praha. ISBN 80-85866-86-2.

Janeček M. a kol., 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. ISBN 978-80-213-1842-7.

Janeček M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Certifikovaná metodika, Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí., Praha. ISBN 978-80-87415-42-9.

Kadlec V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření. Metodika, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, Praha.

Krása J., 2011: Geoinformatika versus vodohospodářství a krajinné inženýrství: Geoinformatics vs. Water and landscape engineering. České vysoké učení technické, Praha.

Kvítek T., Tipl M., 2003: Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-7271-140-7.

Lin H., 2012: *Hydropedology: Synergistic Integration of Soil Science and Hydrology*, 1st Edition. Academic Press, United States of America.

Merritt W. S., Letcher R. A., Jakeman A. J., 2003: A review of erosion and transport models. *Environmental Modelling and Software*, 18, 761 – 799.

Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 978-80-87361-33-7.

Pavlíček T., 2011: Modely výpočtu eroze v GIS a jejich porovnání s konkrétní odtokovou událostí na vybraném povodí (disertační práce). "nepublikováno" Katedra krajinného managementu, České Budějovice.

Sáňka M., Materna J., 2004: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. Edice Planeta 2004, Ministerstvo životního prostředí, Praha.

Smrček L., 2011: Eroze půdy a protierozní ochrana půdy. Institut vzdělávání v zemědělství, Praha. ISBN 978-80-8762-11-5.

Stallings J. H., 1951: *Mechanics of Wind Erosion*. United States.

Stred'anský J., 1993: Veterná erózia pôdy – ochranný účinok po poľnohospodárskych plodín voči účinkom veternej erózie. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe, Praha.

Šarapatka B., 2014: *Pedologie a ochrana půd*, 1. vydání. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. ISBN 978-80-244-3736-1.

Wischmeier W. H., Smith D. D., 1978: Prediction rainfall erosion losses – Agriculture handbook 537. Science and Education Administration United States Department of Agriculture.

Zachar D., 1970: *Erózia pôdy*. Vydavateľstvo slovenskej akadémie ved, Bratislava.

13 POUŽITÉ ZDROJE

CENIA, ©2011: Aplikace modelů v oblasti životního prostředí (online) [cit. 2021.02.13], dostupné z: <http://invenio.nusl.cz/record/361850/files/nusl-361850_1.pdf>

ČVUT, Fakulta stavební, ©2021: Predikce erozních procesů (online) [cit. 2021.02.12], dostupné z: <[http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YOPO/eroze%2005_U_SLE\(1\).pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YOPO/eroze%2005_U_SLE(1).pdf)>

ČVUT, ©2021: 2. přednáška. Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství (online) [cit. 2021.02.12], dostupné z: <[http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YOPO/eroze%2002_klasifikace\(1\).pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YOPO/eroze%2002_klasifikace(1).pdf)>

eAgri, Půda, ©2021: (online) [cit. 2020.12.05], dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/zasolovani-pudy/>>

eAgri, Půda, ©2021: (online) [cit. 2021.01.18], dostupné z: <<http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/acidifikace-pudy/>>

Javůrek M., Vach M., 2008: Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění, Metodika pro praxi (online) [cit. 2021.02.12], dostupné z: <https://www.agro.basf.cz/Documents/jin%C3%A9/migrated_files/information_material_files/dal___materi_ly_files/isbn978_80_87011_57_7.pdf>

Kapička J., Žížala D. a kol., 2020: Monitoring eroze zemědělské půdy: Závěrečná zpráva za rok 2020 (online) [cit. 2021.03.10], dostupné z: <http://me.vumop.cz/docs/ZZ_monitoring_2020.pdf>

Lumen, ©2021: Glacial Erosion and Deposition (online) [cit. 2021.02.10], dostupné z: <<https://courses.lumenlearning.com/earthscience/chapter/glacial-erosion-and-deposition/>>

Ministerstvo zemědělství, ©2013: Studie zabývající se základní problematikou eroze půdy a jejím současným stavem v Ústeckém a Jihomoravském kraji České republiky (online) [cit. 2021.02.15], dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/278296/Studie_zabyvajici_se_zakladni_problematiku_u_eroze_pudy_a_jejim_soucasnymstavem_v_Usteckem_a_Jihomoravskem_kraji_CR.pdf>

Ministerstvo životního prostředí, ©2021: Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů (online) [cit. 2021.03.12], dostupné z: <https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/5B17DD457274213EC12572F3002827DE/%24file/Z%2017_1992.pdf>

Procházka T., 2020: Příčiny degradace zemědělské půdy (online) [cit. 2021.02.12], dostupné z: <<https://eagronom.com/cs/blog/priciny-degradace-pudy/>>

RESTEP, Encyklopedie, ©2014: (online) [cit. 2021.02.12], dostupné z: <<https://restep.vumop.cz/encyklopedie/index.php/Dehumifikace>>

Státní pozemkový úřad, ©2021: Žít krajinou: Vodní eroze snižuje výnos plodin až o 75 %. Jak se jí bránit? (online) [cit. 2021.03.01], dostupné z: <<http://zitkrajinou.cz/voda-a-sucho/vodni-eroze-snizuje-vynos-plodin-az-75-se-branit/>>

Vácha R., 2019: Kontaminace půdy (online) [cit. 2021.01.25], dostupné z: <<https://www.ctpz.cz/vyzkum/kontaminace-pudy-857>>

Vopravil J., 2012: Stav zemědělských půd v České republice s vazbou na vlastnicko-uživatelské vztahy (online) [cit.2021.01.25], dostupné z: <https://www.uzei.cz/data/usr_001_cz_soubory/vopravil_151001.pdf>

VÚMOP, ©2019: Ochrana proti vodní erozi. Webová encyklopedie (online) [cit. 2021.03.01], dostupné z: <https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/OCHRANA_PROTI_VODN%C3%8D_ER OZI>

VÚMOP, ©2021: Monitoring eroze (online) [cit. 2021.03.10], dostupné z: <<https://www.vumop.cz/monitoring-eroze>>

VÚMOP, ©2021: Legislativa v oblasti ochrany půdy. Webová encyklopedie (online) [cit. 2021.03.11], dostupné z: <https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/LEGISLATIVA_V_OBLASTI_OCHRANY_P%C5%AEDY#Legislativa_.C4.8CR>

14 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Eroze půdy – hromadění smyté zeminy (VÚMOP)

Obrázek č. 2: Výmolná eroze v údolnici dílu půdního bloku (VÚMOP)

Obrázek č. 3: Ohroženost větrnou erozí podle katastrálních území (Mapy VÚMOP)

Obrázek č. 4: Ledovcová eroze (VÚMOP)

Obrázek č. 5: Projev abraze – abrazní srub (Wikipedie)

Obrázek č. 6: Zdravá půda (Pěstujeme online)

Obrázek č. 7: Dlouhodobá průměrná ztráta půdy v České republice (t.ha-1.rok-1) (Mapy VÚMOP)

Obrázek č. 8: Zpracování půdy bez obracení – kypřič půdy (Encyklopedie VÚMOP)

Obrázek č. 9: Protierozní terasy (Kadlec, 2014)

Obrázek č. 10: Erozní události na zemědělské půdě, stav ke dni 31. 10. 2020 (VÚMOP)

Obrázek č. 11: Katastrální mapa k. ú. Senešnice (Marushka, ČÚZK)

Obrázek č. 12: Skupiny půdních typů pro k. ú. Senešnice (VÚMOP)

Obrázek č. 13: Záznam erozní události č. 2121 na webovém portálu Monitoring eroze zemědělské půdy (VÚMOP, SPÚ)

Obrázek č. 14: Utržená zeď u čp. 4 (VÚMOP)

Obrázek č. 15: Ukázka půdní sondy (Česká geologická služba)

Obrázek č. 16: Sada k odběru půdních vzorků včetně Kopeckého válečku (hydropedologie.agrobiologie.cz)

Obrázek č. 17: Neporušený půdní vzorek (hydropedologie.agrobiologie.cz)

15 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Potenciální zranitelnost zemědělské půdy acidifikací (eAgri)

Tabulka č. 2: Kategorie svahu podle LS faktoru (Šarapatka, 2014)

Tabulka č. 3: Hydropedologické charakteristiky zájmového území (MZe, VÚMOP)

16 LEGISLATIVNÍ ZDROJE

Zákony

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 89/2012 Sb., Občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 179/2014 Sb., kterým se mění zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony

Vyhlášky

Vyhláška č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu, ve znění vyhlášky č. 153/2016 Sb.

Vyhláška č. 13/2014 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav

Vyhláška č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci, ve znění vyhlášky č. 546/2002 Sb.

Vyhláška č. 275/1998 Sb., o agrotechnickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků, ve znění pozdějších předpisů

Nařízení vlády

Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů

Nařízení vlády 48/2017 Sb., o stanovení požadavků podle aktů a standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu pro oblasti pravidel podmíněnosti a důsledků jejich porušení pro poskytování některých zemědělských podpor, ve znění nařízení vlády č. 126/2018 Sb.

Programy

Program rozvoje venkova (PRV) na období 2014-2020