

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PLÁNOVÁNÍ KRAJINY A SÍDEL



**POSOUZENÍ MÍRY EROZNÍHO OHROŽENÍ
ZEMĚDĚLSKÝCH PLOCH
V K.Ú. HLUBOKÁ NAD VLTAVOU**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan Petruš

Bakalant: Patrik Schiefert

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Patrik Schiefert

Územní plánování

Název práce

Posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v k.ú. Hluboká nad Vltavou

Název anglicky

Erosion exposure assessment of agricultural areas in cadastral area Hluboká nad Vltavou

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je posouzení a zhodnocení erozního ohrožení v k. ú. Hluboká nad Vltavou, charakterizovat zájmové území, popsat problematiku eroze půdy a jednotlivé erozní faktory.

Metodika

Na základě studia odborné literatury bude zpracována rešerše zaměřená na problematiku eroze půdy. Další část práce bude věnována charakteristice zájmového území a popisu jeho současného využití. Součástí vypracování této části bude terénní průzkum území včetně jeho fotodokumentace. Následně budou popsány a vyhodnoceny jednotlivé erozní faktory. Využitím Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy bude vyhodnoceno ohrožení vybraných zemědělských pozemků vodní erozí. Součástí práce budou také mapové výstupy vytvořené pomocí GIS.

Doporučený rozsah práce

dle nařízení děkana č.01/2020 – Metodické pokyny pro zpracování bakalářské práce na FŽP

Klíčová slova

půda, vodní eroze, rovnice USLE, průměrná ztráta půdy

Doporučené zdroje informací

HOLÝ, M. *Eroze a životní prostředí*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994. ISBN 80-01-01078-3.
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.
MORGAN, R P C. *Soil erosion and conservation*. Malden: Blackwell, 2005. ISBN 1-4051-1781-8.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Petřů

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 16. 9. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 10. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2023

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „ Posouzení míry erozního ohrožení zemědělských ploch v k.ú. Hluboká nad Vltavou“ 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 použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji závěrečnou 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.

Jsem si vědom, že odevzdáním závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona 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 její 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.

Dále prohlašuji, že data poskytnutá Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním a Státním pozemkovým úřadem budou použita jen ke zpracování bakalářské práce a nebudou použita ke komerčním účelům a nebudou poskytnuta třetí osobě. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzální informační systém.

V Kladně dne 30. 3. 2023

.....

Patrik Schiefert

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu této bakalářské práce panu Ing. Janu Petru. za cenné rady, podněty, připomínky, ochotu a trpělivost při vedení mé práce. Dále děkuji rodině za podporu při studiu a psaní této práce.

V Kladně dne 30. 3. 2023

.....

Patrik Schiefert

ABSTRAKT

Hlavním cílem bakalářské práce je určit ohroženost zemědělských ploch vodní erozí v katastrálním území Hluboká nad Vltavou.

Teoretická část je zaměřena na definici půdy, její rozdělení, funkci, vlastnosti a degradaci. Dále práce vysvětluje pojmy BPEJ a LPIS. Následují informace v oblasti eroze půdy, definice, druhy, příčiny, následky. Hlavním zájmem je oblast vodní eroze. Je zde popsána metoda stanovení ohroženosti zemědělských ploch USLE. Konec teoretické části se zabývá zásadami protierozních opatření.

Praktická část charakterizuje vybrané území, obsahuje výpočty jednotlivých erozních faktorů metodou USLE. V programu ArcGis jsou stanoveny jednotlivé erozní faktory a celková míra ohrožení půdy.

Výsledkem práce jsou mapové výstupy, které vykazují ohrožené pozemky přesahující průměrnou přípustnou ztrátu půdy. Z výsledků vyplývá, že necelá polovina zkoumaných pozemků překračuje limitní hodnotu pro přípustnou ztrátu vodní eroze, proto je nutné tuto část půdních bloků neprodleně řešit. Důvodem může být rozmanitost krajiny, velikost půdních bloků, sklonitost a v posledních letech extrémní výkyvy počasí.

Klíčová slova: půda, vodní eroze, rovnice USLE, průměrná ztráta půdy

ABSTRAKT

The main aim of the bachelor thesis is to determine threat the threat of water erosion to agricultural areas in the cadastral area of Hluboká nad Vltavou.

The theoretical part is focused on the definition of soil, its distribution, function, properties and degradation. Furthermore, the thesis explains the concepts of BPEJ and LPIS. This is followed by information in the field of soil erosion, definition, types, causes, consequences. The main area of interest is water erosion. The method of determining the vulnerability of agricultural areas to USLE is described. The end of the theoretical part deals with the principles of anti-erosion measures.

The practical part characterizes the selected area and contains calculations of individual erosion factors using the USLE method. The individual erosion factors and the overall soil threat level are determined in ArcGis.

As a result of the work, the map outputs show land at risk in excess of the average allowable land loss. The results show that less than half of the surveyed land exceeds the limit value for allowable water erosion loss, therefore this part of the soil blocks needs to be addressed immediately. This may be due to the diversity of the landscape, the size of the soil blocks, the slope and, in recent years, extreme weather fluctuations

Keywords: soil, erosion, USLE equation, average soil loss

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Teoretická část.....	3
3.1	Půda.....	3
3.1.1	Definice.....	3
3.1.2	Typy a druhy půdy.....	3
3.1.3	Funkce půdy.....	6
3.1.4	Vlastnosti půdy.....	8
3.1.5	Degradace půdy.....	11
3.1.6	BPEJ.....	12
3.1.7	LPIS.....	15
3.2	Eroze.....	16
3.2.1	Definice eroze.....	16
3.2.2	Druhy eroze.....	17
3.2.3	Příčiny eroze.....	21
3.2.4	Následky eroze.....	22
3.2.5	Vodní eroze.....	23
3.2.6	Větrná eroze.....	24
3.3	Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE).....	25
3.3.1	Faktor erozní účinnosti dešťových srážek (Faktor R).....	26
3.3.2	Faktor erodovatelnosti půdy (Faktor K).....	28
3.3.3	Topografický faktor (Faktor LS).....	30
3.3.4	Faktor ochranného vlivu vegetace (Faktor C).....	32
3.3.5	Faktor účinnosti protierozních opatření (Faktor P).....	34
3.3.6	Přípustná ztráta půdy.....	35
3.4	Protierozní opatření.....	35
4	Charakteristika zájmového území.....	42
4.1	Základní informace zájmového území.....	42
4.2	Historie obce.....	44
4.3	Klimatické podmínky.....	44
4.4	Hydrologické podmínky.....	45
4.5	Geologické a pedologické podmínky.....	47
5	Metodika.....	49
5.1	Použitá data.....	49

5.2	Zájmové území.....	49
5.3	Digitální model terénu.....	50
5.4	Faktor erozní účinnosti dešťových srážek (Faktor R).....	54
5.5	Faktor erodovatelnosti půdy (Faktor K).....	55
5.6	Topografický faktor (Faktor LS).....	56
5.7	Faktor ochranného vlivu vegetace (Faktor C).....	57
5.8	Faktor účinnosti protierozních opatření (Faktor P).....	59
6	Výsledky práce	60
7	Diskuze	66
8	Závěr	68
9	Seznam použitých zdrojů.....	70
9.1	Literatura	70
9.2	Internetové zdroje.....	74
10	Seznam tabulek	77
11	Seznam obrázků	77
12	Seznam rovnic	78

1 Úvod

Stav české krajiny je zrcadlem toho, jak je využívána. Ukazuje náš postoj k půdě, vodě a ekosystému jako zdroji obživy. Půdu můžeme zařadit mezi přírodní zdroje, které jsou neobnovitelné. Zároveň má spoustu funkcí, které nelze přehlížet, tudíž je důležité i s ní tak nakládat. Kumuluje a filtruje se v ní voda, je místem pro rostliny. Má velkou roli ve stabilitě ekosystému a ovlivňuje bilanci látek a energií. Dále funguje jako pufrální médium, které degraduje, zadržuje a za jistých podmínek uvolňuje eventuelně nebezpečné prvky.

Půda podléhá různým formám degradace. Hlavními jsou eroze půdy, ať už vodní nebo větrná, soil sealing, kontaminace, utužování ornice a podorničí, acidifikace, úbytek biodiverzity a organické hmoty. Všechny tyto formy degradace spolu souvisí. Převládající typ eroze zapříčiní vznik dalšímu typů. Důsledkem klimatických změn se můžeme domnívat, že se budou objevovat degradace další. Za těchto podmínek je jisté, že by to mělo velký vliv na zemědělství.

Z těchto důvodů je důležité brát větší ohled na stav půdy a snažit se řešit problémy, které ohrožují funkce půdy a tím i naše životy.

2 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je posouzení a zhodnocení erozního ohrožení v katastrálním území Hluboká nad Vltavou, charakterizovat zájmové území, popsat problematiku eroze půdy a jednotlivé erozní faktory. Práce se dělí na dvě části.

První část je teoretická. Tato část se zabývá definicí půdy, problematikou eroze půdy, metodou vyhodnocení erozního ohrožení, erozní faktory a je zakončena protierozními opatřeními. Vysvětluje pojmy BPEJ a LPIS. Popisuje metodu stanovení ohroženosti zemědělských ploch USLE.

Druhá část je praktická, kde je cílem charakterizovat zájmové území, provést průzkum zájmové lokality z hlediska pedologického, hydrogeologického a klimatologického.

V závěru je cílem vyhodnotit vyzískané informace v teoretické části a výsledky praktické části. Vyhodnocení bude provedeno pomocí rovnice USLE v geografickém informačním systému ArcGIS.

3 Teoretická část

3.1 Půda

3.1.1 Definice

Dle Ministerstva životního prostředí (1995) můžeme půdu definovat jako: „samostatný přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Je životním prostředím půdních organismů, stanovištěm planě rostoucí vegetace, sloužící k pěstování kulturních rostlin. Je regulátorem koloběhu látek, může fungovat jako úložiště, ale i zdroj potenciálně rizikových látek“.

Půda je základním přírodním zdrojem, na který je závislý život rostlin a živočichů. Využívání půdy nesmí způsobit její destrukci ani degradaci, protože na zachování její produkce je závislá existence lidstva, je důležitým výrobním prostředkem, který tvoří základ obživy lidí (Janeček a kol., 1999).

Základem veškeré zemědělské činnosti je půda. Zajištění její úrodnosti a produkční schopnosti je podmíněno zachováním a zlepšováním jejích fyzikálních, chemických a biologických vlastností. V současné době se ve zvýšené míře soustřeďuje pozornost na sledování ekologické stránky přírodního prostředí a půdy, protože představuje počátek potravního řetězce (Penk J., 1991).

Příčiny, které mohou poškozovat půdu, jsou různé a rovněž se projevují různými účinky. Možno je rozdělit jednak na přírodní, vyvolané přírodními živly, antropogenní (Jůva, Hrabal, Tlapák, 1977).

Půda má dvojí charakter, jednak ryze soukromý, konkrétní a definovaný majetek a jednak jako majetek obecný, který náleží celé společnosti (Janeček a kol., 1999).

3.1.2 Typy a druhy půdy

Jako ostatní přírodní vědy i pedologie má svůj rozlišovací systém, tedy systematiku a klasifikaci. Platný taxonomický klasifikační systém dle Němečka (2010) je založen

na tom, jak půdy vznikají, podle vytvořených diagnostických znaků a horizontů, ale rovněž podle analytických charakteristik půd. V současnosti se půda klasifikuje z hlediska praktického, vědeckého a systematického s řadou vzájemných přechodů a návazností mezi nimi.

Praktická klasifikace půd vychází dle Janečka (1999) z vlastnosti zemin:

- Dle výchozího materiálu půdy: zeminy rulové, vápencové, slinité, opukové, sprašové
- Dle minerální síly: minerálně velmi bohaté půdy, minerálně bohaté půdy, chudé půdy
- Dle obsahu CaCO_3 – zeminy slabě vápnité, vápnité, slíny, vápenaté
- Dle chemických vlastností – dle pH
- Dle obsahu humusu: zeminy nehumózní, humózní, středně humózní, silně humózní
- Dle zrnitosti složení půdy
- Dle obsahu skeletu – frakce nad 4 mm
- Dle propustnosti půdy pro vodu: Nepropustné, slabě propustné, středně propustné, propustné, silně propustné půdy
- Dle provzdušenosti: půdy provzdušněné, půdy středně provzdušněné, půdy neprovzdušněné (jílovité)
- Dle stupně nasycení sorpčního komplexu
- Dle stupně lepivosti v mokřém stavu
- Dle stupně plasticity za vlhka
- Dle stupně pevnosti a tvrdosti (kyprá, drobivá, soudržná, ulehlá, velmi tuhá)
- Dle strukturnosti – slitý stav půdní hmoty, elementární stav, slabě, středně, výrazně vyvinutá struktura
- Dle vlhkosti – obsah vody v půdě – vyprahlá, suchá, vlahá, vlhká, mokrá.

Půdní druhy můžeme dělit podle množství minerální frakce:

- Písčité půdy – skládají se z větších částic, mají dostatek prostoru pro vodu a vzduch, různé druhy zrnitosti od hrubozrnných až po jemnozrnné, dobře absorbují vodu, rychle vysychají

- Hlinité půdy – skládají se z malých až velkých částic v takovém poměru, že se půda dobře zpracovává, zadržuje vodu a vzduch ve správném poměru
- Jílovité půdy – skládají se z malých částic, nedostatek místa pro vodu a vzduch, nepropustné, málo vzdušné, vlhké (Tomášek, 2014).

Dále lze půdu dělit podle zpracovatelnosti:

- Lehké půdy – půdy hlinitopísčité a písčité, vzdušné, snadno obdělávatelné, dobře propustné pro vodu, rychle vysychají, nutné závlahy
- Střední půdy – hlinité a písčitohlinité, dobrá biologická činnost, nižší oblasti, dobré podmínky pro hospodaření, dobře zadržují vodu
- Těžké půdy – jíly, jílovité a jílovitohlinité, špatné fyzikální vlastnosti, nepropouští vodu a vzduch, špatné podmínky pro hospodaření, nutné zásahy pro zlepšení půdních vlastností (Tomášek, 2014).

Základní principy třídění dle morfo – genetického klasifikačního systému (MKSP):

- skupina půd-kategorizace dle typu hlavního půdotvorného procesu
- půdní typ – dle půdních horizontů
- subtyp
- varieta – dle chemických vlastností horizontu
- forma – dle erozně akumulčních znaků (Janeček a kol., 1999).

Půdní typy na našem území jsou zastoupené od půd v počátečním stádiu vývoje, přes vyvinuté půdy až po reliktní, které vznikly v odlišných klimatických podmínkách. Pro členitý reliéf středních a vyšších nadmořských výšek jsou typické rankery. V nejsušších a nejteplejších oblastech našeho území jsou rozšířeny černozemě. Matečným substrátem jsou spraše a hlavním půdotvorným procesem při jejich vzniku byla humifikace. V nižším stupni pahorkatin jsou typické hnědozemě, ty patří mezi hodnotné zemědělské půdy. Nejrozšířenějším půdním typem na území ČR jsou hnědé půdy. Ve vyšších nadmořských výškách ve vlhkém a chladném klimatu, kde roční úhrn srážek převyšuje 800 mm, jsou rozšířeny podzoly. Tento půdní typ vznikla hlavně pod jehličnatými, zejména smrkovými lesy. Jejich matečným substrátem jsou zvětraliny minerálně chudých hornin ([www. geography.upol.cz](http://www.geography.upol.cz), 2023).

V České republice se vyskytují tyto hlavní půdní typy: černozem, černice, smonice, šedozem, hnědozem, ilimerizovaná půda, pseudoglej, surová půda, ranker, rendzina, terra fusca, pararendzina, aeronosol, pelosol, hnědá půda, rezivá půda, podzol, nivní půda, glej, rašeliništní půda a slanec (Tomášek, 2003).

Rozložení půd je ovlivněno mnoha faktory. Jedním z nejpodstatnějších je hornina, nad kterou půda vzniká, protože půda vzniká díky rozpadu mateční horniny. Tedy z určité horniny můžeme dostat jen určitou půdu. Dalším faktorem je nadmořská výška a s ní související biota. V České republice na horách převládají jehličnaté lesy, pod kterými vznikají podzolové půdy. Také podnebí ovlivňuje rozložení půd. Například v nížinách ve velmi teplé oblasti se vyskytují černozemě. Samozřejmě jejich výskyt je ovlivněn i nadmořskou výškou, sklonem a biotou. Nejsnadnější je to asi s nivní půdou, pro jejíž vznik je podstatný dostatek vody, proto ji nejčastěji nalezneme v blízkosti vodních toků (www.is.muni.cz, 2023).

3.1.3 Funkce půdy

Při vymezování funkcí půdy je zapotřebí uvádět několik základních skutečností – vlastnosti půdy, kritéria hodnocení kvality půdy a její parametry. Funkce půdy, které jsou vnímány zejména z ekologického hlediska, jako je formace stability prostředí a ekologičtějšího způsobu života člověka, jsou děleny následovně:

- Transformační funkce – proměna látek v půdě
- Produkce biomasy – schopnost půdy zabezpečit potřebné množství a rozmanité zastoupení živin, vzduchu a vody rostlinám
- Filtrační a akumulační funkce – schopnost zachytávat různé částice nebo látky a následně její schopnost akumulace souvisí se zabraňováním nežádoucího propouštění látek do spodních vod
- Asanační funkce – transportační schopnost půdy a také její schopnost eliminovat přítomnost toxických látek
- Pufrační funkce – schopnost půdy, která dokáže tlumit vlivy chemických látek, které dokážou vyvolávat změnu parametrů nebo vlastností půdy (Bujnovský, 1999).

Není možné jednoznačně specifikovat jednu nejdůležitější funkci půdy. Půda je nezastupitelná v plnění těchto funkcí:

- Půda je základním článkem potravního řetězce a současně substrátem pro růst rostlin.
- Půda je životně důležitou zásobárnou vody pro suchozemské rostliny a mikroorganismy a je filtračním čistícím prostředím, přes které voda prochází.
- Mikroorganismy žijící v půdě jsou obrovskou a nedoceněnou zásobárnou genetické informace a umožňují průběh důležitých procesů v ekosystémech.
- Půda hraje zcela zásadní a nezastupitelnou roli ve stabilitě ekosystémů a v ovlivňování bilancí látek a energií (www.mzp.cz, 2023).

Při podmínkách panujících v ČR jsou dle Vašků (2012) zastoupeny následující funkce: produkční, prostorová, hydrologická a vodohospodářská, ekologická, sanitární a hygienická, pufrální, transformační, sociální, kulturní funkce.

Z pohledu životního prostředí můžeme funkce členit na ekologické, environmentální a sociálně-ekonomické (Bedrna, 2002).

Dalším přehledným dělením funkcí půdy je dělení podle Bedrny (1996). Funkce půdy člení na:

- Užitkovou funkci – jedná se o lesní a zemědělský užitek z půdy, o využívání půdy v rámci stavění komunikací nebo budov, či pro rekreační účely
- Přírodní funkci – půda je vnímaná jako přírodní zdroj, který poskytuje člověku, fauně i flóře prostor k existenci
- Kulturní dědictví – funkce půdy souvisí s jejím zaznamenáváním dějin, protože rozbor půdy může mnohé odhalit – lidskou činnost, období vegetačních nebo klimatických změn a podobně.

3.1.4 Vlastnosti půdy

Fyzikální vlastnosti představují celý soubor vlastností, které jsou podmíněné disperzností elementárních částic a vzájemným vztahem mezi pevnou fází, půdním roztokem a vzduchem v půdě (Hraško, Bedrna, 1988).

Dle Dema a kol. (2000) je můžeme dělit na:

- základní fyzikální vlastnosti
- hydrofyzikální a aerační vlastnosti
- tepelné vlastnosti.

Jednou z vlastností je:

a) zrnitost – půda je složena z částic či zrn různé velikosti, kterými jsou úlomky matečné horniny a primární či sekundární minerály půdotvorného substrátu (Janeček a kol., 1999). Zrnitostní částice jsou základní stavební jednotky pevné složky půdní hmoty. Původem jsou to úlomky hornin, krystalky jílových minerálů, drobné zbytky rostlin, shluky půdního humusu a jiné látky (Bedrna, 1984). Zrnitostní složení půd ovlivňuje zvětratelnost půdotvorného substrátu a minerální části pevné fáze půdy (Prax a kol., 1995).

b) pórovitost – jde hlavním znakem prostorového uspořádání půdního těla jako třífázového systému. Půda není hmotou kompaktní, pórovitou, neboť mezi pevnými částicemi půdy a jejich shluky jsou volné prostory – půdní póry. Jsou to cesty, kterými vnikají do půdy faktory vnějšího prostředí – voda a vzduch, které vyvolávají v půdním těle pochody zvětrávací a půdotvorné, umožňují pronikání kořenů do půdy a pohyb edafonu i cirkulaci roztoků a plynů v půdě (Ledvina a kol., 2000).

Dle Janečka (1999) póry dělíme na: kapilární, semikapilární, nekapilární. Mechanické zásahy do půdy směřují buď ke zvětšování pórovitosti – orba, vláčení, nebo ke zmenšování – válení.

Vzhledem k významu pórovitosti byla vypracována řada kritérií pro posuzování stavu půd, zejména ulehlosti a nepřímo i struktury, podle jejich hodnot, popř. současně podle hodnot objemové hmotnosti (Zbíral a kol., 2004).

c) vlhkost půdy – voda obsažená v půdě v různých skupenstvích se označuje půdní voda. Voda kapalná má účinky rozpouštěcí, hydrolytické, translokační. Patří sem i podzemní

voda, pokud zasahuje do půdního profilu. Do půdy se voda dostává z atmosférických srážek, infiltrací z nádrží a toků, vztlínáním z podzemní vody a kondenzací par. Poměr množství vody k pevné fázi půdy je vyjádřen vlhkostí půdy (Janeček a kol., 1999). V nižších částech půdního profilu nedochází k tak velikým výkyvům vlhkosti jako na povrchu půdy (Demo a kol., 1995).

d) provzdušněnost – půdní vzduch má fázi pevnou, kapalnou, plynnou, vyplňuje póry, které nejsou zaplněny vodou. Má nižší obsah O₂ a vyšší obsah CO₂ než atmosférický vzduch. Obsah půdních par půdním vzduchu je vyšší než v ovzduší, relativní vlhkost dosahuje 95-100 % (Janeček a kol., 1999).

Obsah vzduchu v půdě je udáván provzdušeností půdy odpovídající momentnímu obsahu vzduchu při dané půdní vlhkosti, tedy objemu pórů vyplněných vzduchem (Prax a kol., 1995).

e) struktura půdy – podle tvaru a prostorového uspořádání rozlišujeme strukturu: kulovitou, polyedrickou, hranolovitou nebo sloupkovitou, deskovitou. Struktura se tvoří rozpadem nebo stmelováním různých částic agregací. Důležitá je i stabilita, tu ovlivňují organické látky. Při aplikaci humifikovaných organických látek, např. komposty, je struktura trvalejší (Janeček a kol., 1999).

Struktura půdy patří k významným fyzikálním vlastnostem půd. Je podmíněna strukturností, tj. schopností agregovat (spojovat) částice pevné fáze nebo desagregovat větší celky půdní hmoty a vytvářet tak strukturní agregáty. Za tohoto stavu se půdní hmota rozpadá samovolně nebo vnějším tlakem v agregáty různé velikosti, tvaru a stability (Ledvina a kol., 2000).

Na tvorbě struktury se uplatňují jak síly molekulární, adhezní, meniskové a tmelivé, tak i účinky sesquioxidů a jílových minerálů, organických koloidů a organo – minerálních gelů (Jandák a kol., 2005).

f) obsah uhličitánů – ty jsou složkou minerálního podílu půdy, mají pufrovací schopnost, vliv na půdní koloidy a na tvorbu humusu. U nás jsou uhličitany vyplavovány, musí se dodávat (Janeček a kol., 1999).

g) reakce půdy – je-li půda kyselá, neutrální nebo alkalická, závisí např. rozpustnost různých sloučenin, síla vazby výměnných iontů, aktivita mikroorganismů apd. (Ledvina a kol., 2000).

Kyselá reakce půdy je způsobována řadou faktorů, především jde o vlivy způsobované vyluhováním bází, odčerpáváním živin rostlinami, hnojením a zvětrávacími a biochemickými procesy (Kutílek, 1978).

Výměnná kyselost, kterou stanovíme jako pH v roztoku neutrální soli, což svádí ke zjednodušenému označení jako půdní reakce (Hraško, Bedrna, 1988).

K odlišení forem iontů rozlišujeme reakci aktivní a výměnnou. Aktivní zahrnuje koncentraci vodíkových iontů ve vodném extraktu nebo suspenzi půdy. Výměnná reakce je schopnost půdy měnit pH roztoků neutrálních solí. Kyselost půd vzniká v důsledku geologického koloběhu k soustavnému vyplavování rozpustných solí i karbonátů z půd. Příčinou kyselosti půd je: Oxid uhličitý vznikající biologicky a s vodou tvoří kyselinu uhličitou, hnojiva, oxidace sloučenin a síry, alumosilikáty (jílové nerosty), humusové a organické kyseliny, imise SO₂ (Janeček a kol., 1999).

h) obsah a kvalita humusu – je velmi významnou složkou půdy. Na jeho obsahu a jakosti závisí mnohé fyzikální, mechanické, chemické a biologické vlastnosti půdy. Hlavním zdrojem humusotvorných látek v půdě jsou mimo hospodářských hnojiv také posklizňové zbytky rostlin (Kollár, 1992).

„Půdní organická hmota je soubor všech neživých organických látek v půdě nebo na jejím povrchu“ (Janeček a kol., 1999).

Specifické humusové látky jsou charakteristické vysokou biologickou rezistencí a většinou tmavým zbarvením, obvykle pigmentují půdu (Kutílek, 1978).

Humus ovlivňuje téměř všechny vlastnosti půdy, je zdrojem dusíku, fosforu a síry a protože uhlík a dusík jsou jeho základními stavebními prvky, jejich poměr C: N = 10 je považován za optimální a se zvětšující se hodnotou uvedeného poměru se kvalita humusu snižuje (Pánek, Buzek, 2002).

„Pod pojmem humus se rozumí široká škála organických látek v různých stádiích přeměn s minerálním podílem smíšených nebo nesmíšených“ (Janeček a kol., 1999).

ch) půdní koloidy a sorpční schopnost půdy – sorpční vlastnosti půd jsou podmíněny přítomností půdních koloidů, minerálního a organického původu. Spolu tvoří komplex. Součástí jsou jílové minerály ovlivňující plasticitu, bobtnavost, strukturu, výměnu a sorpci iontů (Janeček a kol., 1999).

Sorpci můžeme charakterizovat jako schopnost půdy zadržovat různé sloučeniny nebo jejich části, což vede ke zvýšení koncentrace poutané látky na sorbentu (Ledvina a kol., 2000).

Tyto koloidy nejsou elektricky neutrální, nesou na svém povrchu náboje, a to většinou záporné (Kutílek, 1978).

Půdní koloidy ovlivňují všechny půdní vlastnosti, proto významně působí i na kultivaci půdy. Vodní, vzdušný, tepelný režim půd, jejich technologické vlastnosti, zpracovatelnost, silně závisí na kvalitě struktury půdy, již ovlivňuje hlavně stav koloidního komplexu (Ledvina a kol., 2000).

i) úrodnost půdy –, Úrodnost půdy je její schopnost poskytovat životní podmínky pro rostliny a pro půdní edafon, tzn. pro uchycení rostlin, jejich zásobení vodou, vzduchem a živinami a pro život všech půdních organismů. Je dána souborem biologických, chemických, fyzikálních a fyzikálně-chemických vlastností a charakteristik půdy“ (Janeček a kol., 1999).

3.1.5 Degradace půdy

Půdy stále ubývá a půda, která zbývá, je degradovaná erozí, zhuštěním, úbytkem organické hmoty, ztrátou nebo naopak nadbytkem živin, pokles pH, znečištěním polutanty, ztrátou biodiverzity atd. Ignorují se zásady správného střídání plodin, pěstuje se na ploše málo půdě prospěšných plodin a běžně se překračuje maximální vhodné zastoupení plodin v osevních sledech. Na půdě a s půdou se nehospodáří, půda se využívá bez ohledu na budoucnost (www.newhumanacademy.com, 2023).

Degradace půdy má za následek snížení produkční schopnosti půd. Mezi nejzávažnější problémy patří degradace půdy ohrožující produkční schopnosti ekosystémů. Má vliv na životní prostředí. Vede k sociální a politické nestabilitě v řadě zemí světa a ovlivňuje samu podstatu existence lidstva. Nejčastěji definována jako pokles kvality a produkční schopnosti půd způsobené nesprávným využíváním lidmi. Pojem degradace vypovídá o nepříznivých změnách v koloběhu živin a organické hmoty v půdě o změnách ve struktuře textury, respektive o nepříznivých změnách chemických, fyzikálních a biologických vlastností půdy (Janeček a kol., 1999).

K vytváření a obnově půdní struktury může přispět kypření a drobení při vhodné vlhkosti, vápnění, vhodné oševní postupy s pícninami na orné půdě, hnojení kvalitními organickými hnojivy, úprava zrnitosti aj. (Ledvina a kol., 2000).

3.1.6 BPEJ

Systém Bonitace zemědělského půdního fondu (BPEJ) vznikl v období let 1973 – 1980 na základě usnesení vlády č. 101/1971 Sb., a byl logickým zakončením Komplexního průzkumu půd ČR. Od roku 1998 je mapování BPEJ pojato jako trvalá činnost řízená Ústředním pozemkovým úřadem MZe ČR tak, aby reagovalo na jevy vzniklé degradací půdy antropického i přírodního původu. Od roku 2013 je pak k dispozici Metodika mapování a aktualizace bonitovaných půdně ekologických jednotek (www.vumop.cz, 2023). Tabulka č. 1 nám ukazuje složení kódu BPEJ.

Označení kódu BPEJ	Pořadí číslice v kódu BPEJ	Kód	Rozsah hodnot
X.xx.xx	1.	Kód klimatického regionu	0-9
x.XX.xx	2. a 3.	Kód hlavní půdní jednotky	01-78
x.xx.Xx	4.	Sdružený kód sklonitosti a expozice	0-9
x.xx.xX	5.	Sdružený kód skeletovitosti a hloubky půdy	0-9

Tabulka 1: Kód BPEJ (www.vumop.cz, 2023).

Ukazatele kvality půdy vyjádřené BPEJ jsou užívány k určení ceny zemědělské půdy, výše poplatku za její odnětí, stejně tak i při převodu a oceňování nemovitostí, ale i k určení vodohospodářských a ekonomických hledisek (Němec, 2001).

Základní složky bonitace tvoří bonitační klasifikační soustava a ekonomická charakteristika všech jejich jednotek. Bonifikační klasifikace byla zpracována pro zemědělskou půdu jako celek (Janeček a kol., 1999).

Zemědělský půdní fond (ZPF) rozdělujeme na území ČR do pěti ochranných tříd. Bonitně nejcenější půdy jsou zařazeny do 1. třídy, půdy s nadprůměrnou produkční schopností jsou ve 2. třídě, ve 3. třídě jsou obsaženy půdy jejichž produkční schopnost je průměrná, do 4. třídy ochrany půdy patří půdy s podprůměrnou produkční schopností a s velmi nízkou produkční schopností jsou zařazeny do 5. třídy.

Produktivní vlastnosti půdy slouží k výpočtu úřední ceny za jednotlivé jednotky při oceňovacím procesu (Boháčková a Brožová, 2010).

Kód	Charakteristika		
0	bezskeletovitá, s příměsí	s celkovým obsahem skeletu	do 10 %
1	slabě skeletovitá	s celkovým obsahem skeletu	10-25 %
2	středně skeletovitá	s celkovým obsahem skeletu	25-50 %
3	silně skeletovitá	s celkovým obsahem skeletu	nad 50 %

Tabulka 2: Skeletovitost (Vyhláška č. 327/1998 Sb. www. eagri.cz, 2023).

Kód	Charakteristika	
0	> 60 cm	půda hluboká
1	30-60 cm	půda středně hluboká
2	< 30cm	půda měkká

Tabulka 3: Hloubka půdy (Vyhláška č. 327/1998 Sb., www. eagri.cz, 2023).

BPEJ byly vyčleněny na základě vyhodnocení klimatu, morfogenetických vlastností půd, charakteristických půdotvorných substrátů a jejich skupin, skelevitosti (tabulka č. 2), hloubky půdního profilu (tabulka č. 3), svaživosti (tabulka č. 4), pozemků a jejich expozice (tabulka č. 5) ke světovým stranám. Dále byly vyhodnoceny např. nadmořská výška, reliéf terénu, vláhové poměry, výskyt překážek, stav zúrodňovacích opatření, způsob využívání půdního fondu, uživatelské vztahy k půdě, celková výměra jednotlivých BPEJ v příslušné územně technické jednotce (Janeček a kol., 1999).

Kód	Kategorie	Charakteristika
0	0-1°	úplná rovina
1	1-3°	rovina
2	3-7°	mírný sklon
3	7-12°	střední sklon
4	12-17°	výrazný sklon
5	17-25°	příkrý sklon
6	25°	sráz

Tabulka 4: Sklonitost (Vyhláška č. 327/1998 Sb., www. eagri.cz, 2023).

Kód	Charakteristika
0	se všesměrnou expozicí
1	jih (jihozápad až jihovýchod)
2	východ a západ (jihozápad až severozápad, jihovýchod až severovýchod)
3	sever (severozápad až severovýchod)

Tabulka 5: Expozice (Vyhláška č. 327/1998 Sb., www. eagri.cz, 2023).

Zásadou je, že všechny složky prostředí jsou rovnocenné a nejsou rozhodující jen genetické vlastnosti půd, klimatu a reliéfu, ale významný je i obsah skeletu, hloubka půdy, expozice a fyzikálně chemické vlastnosti půd (Janeček a kol., 1999).

Klimatické regiony (KR) zahrnují území, které mají skoro stejné podmínky. Byly stanoveny sumy průměrných denních teplot vzduchu +10 °C a vyšších doplněné průměrnými ročními teplotami vzduchu, průměrným ročním úhrnem srážek, pravděpodobnosti výskytu suchých vegetačních období a vláhovou jistotou (Janeček a kol., 1999). Klimatické regiony nalezneme vyjmenované v tabulce č. 6.

Kód regionu	Symbol regionu	Charakteristika regionu	Suma teplot nad 10°C	Průměrná roční teplota °C	Průměrný roční úhrn srážek v mm	Pravděpodobnost suchých vegetačních období v %	Vláhová jistota ve vegetačním období
0	VT	velmi teplý, suchý	2800-3100	9-10	500-600	30-50	0-3
1	T 1	teplý, suchý	2600-2800	8-9	< 500	40-60	0-2
2	T 2	teplý, mírně suchý	2600-2800	8-9	500-600	20-30	2-4
3	T 3	teplý, mírně vlhký	2500-2800	(7) 8-9	550-650	10-20	4-7
4	MT 1	mírně teplý, suchý	2400-2600	7-8,5	450-550	30-40	0-4
5	MT 2	mírně teplý, mírně vlhký	2200-2500	7-8	550-650	15-30	4-10
6	MT 3	mírně teplý (až teplý) vlhký	2500-2700	7,5-8,5	700-900	0-10	>10
7	MT 4	mírně teplý, vlhký	2200-2400	6-7	650-750	5-15	>10
8	MCH	mírně chladný, vlhký	2000-2200	5-6	700-800	0-5	>10
9	CH	chladný, vlhký	< 2000	< 5	>800	0	>10

Tabulka 6: Klimatické regiony (Vyhláška č. 327/1998 Sb. www. eagri.cz, 2023).

Hlavní půdní jednotka (HPJ) je určité uskupení podobných půdních vlastností, které jsou dány především genetickým půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí, sklonitostí, hloubkou, skeletovitostí a stupněm hydromorfizmu. Tvoří ji druhá a třetí číslice BPEJ a ve spojení s klimatickým regionem vznikne hlavní půdně klimatická jednotka. Převládajícími půdními typy na území České republiky jsou litozemě, rankery, rendziny, regozemě, fluvizemě, luvizemě, černozemě, hnědozemě, kambizemě, podzoly, pseudogleje a gleje (Sklenička, 2003).

3.1.7 LPIS

Zkratka LPIS neboli Land Parcel Information System je geografický informační systém (GIS), jenž je tvořen evidencí využití zemědělské půdy. Poprvé byl spuštěn v roce 2004 a byl vytvořen na základě zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství. Registr půdy má za hlavní účel ověřování údajů v žádostech o dotace, které jsou poskytovány ve vazbě na zemědělskou půdu nehledě na to, zda jde o dotace ze zdrojů EU nebo národního dotačního fondu. Zároveň má spoustu dalších využití, a to například jako podklad pro vedení zákonných evidencí o použití hnojiv, pastvy, přípravků na ochranu rostlin, pro stanovení omezení hospodaření z titulu nitrátové směrnice, erozní ohroženosti. Dále se může využít pro lokalizaci ohnisek nákaz zvířat nebo monitoring výskytu škodlivých organismů (www.eagri.cz, 2023).

Základní jednotkou LPIS je tzv. půdní blok (PB) resp. díl půdního bloku (DPB). Půdní blok je souvislá zemědělsky využívaná plocha o minimální výměře 0,1 ha, zřetelně oddělená v terénu např. hranicí lesa, zpevněnou cestou nebo vodní plochou. Může se jednat o pole, louku, sad, vinici ale i vodní plochu, užívanou k chovu ryb. Pro zjednodušení si můžeme půdní blok představit jako lán pole, který je v terénu jasně ohraničený. Půdní blok se následně může dělit na díly, na kterých hospodaří odlišní zemědělci nebo je u nich odlišné zemědělské využití. Ke každému půdnímu bloku, resp. jeho dílu je pak v evidenci LPIS veden jeho uživatel (www.ceska-puda.cz, 2017).

Veřejnosti jsou k dispozici tři moduly LPIS:

- Registr půdy pro farmáře (iLPIS) – určeno pro registrované farmáře. Naleznout zde můžeme evidenci dat a také nástroje pro vedení osevních postupů
- Veřejný registr půdy (pLPIS) – data LPIS pro veřejnost od roku 2009 díky novele zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství
- Webové mapové služby/ Web Feature Service (WMS/WFS) – určeno hlavně pro uživatele komerčního Software. Umožňuje načítat mapy z LPIS do externích aplikací (www.eagri.cz, 2023).

3.2 Eroze

3.2.1 Definice eroze

Erozi můžeme definovat jako přírodní proces rozrušování a transport půdních částic na zemském povrchu. Tento proces probíhá přirozeně. Vzniká díky mechanickému působení činitelů, kterými jsou například voda, vítr, sníh a led (Janeček a kol., 2008).

Erozní činnost započala již v dávných geologických obdobích. Vznikem pevné zemské kůry a poklesem její teploty pod 100 °C se v ovzduší srážela vodní pára a bohatými dešťovými srážkami se začal utvářet zemský povrch (Cablík, Jůva, 1963).

Eroze půdy je proces rozrušování půdy a transportu půdních částic pomocí větru, vody a ledu vlivem antropogenních činností. Při erozi dochází ke smyvu ornice – nejúrodnější části zemědělské půdy, zvyšuje se podíl šterků, snižuje se obsah humusu a jednotlivých živin (MZe, 1995).

Věda, která se zabývá erozí a protierozní ochranou se nazývá erodologie. „Erodologie jako nauka o erozi půdy pojednává o příčinách jejího vzniku, následcích a způsobech ochrany proti ní“ (Janeček a kol., 2008).

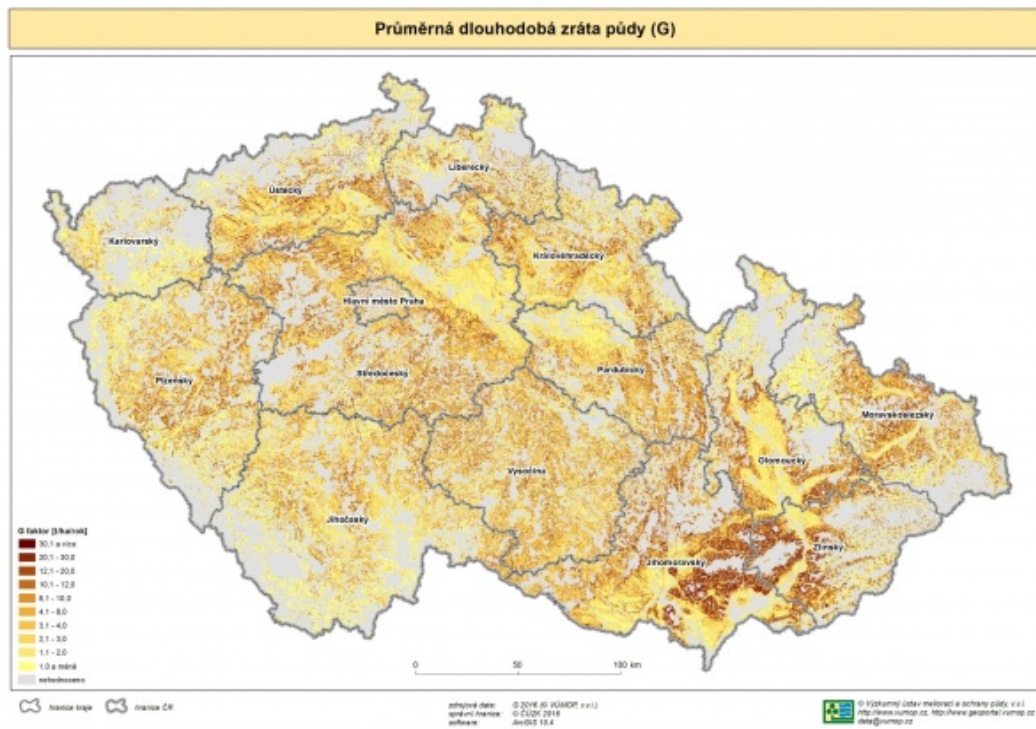
3.2.2 Druhy eroze

Dělení eroze dle erozních činitelů je možné třídit erozi na: vodní (akvatickou, fluvialní); větrnou (eolickou); ledovcovou (glaciální); sněhovou (nivální); antropogenní; zemní. Všechny druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, to způsobuje různou intenzitu erozních procesů (Holý, 1978).

Vodní eroze spočívá v rozrušování zemského povrchu, dešťovými kapkami a povrchovým odtokem a podle formy se dělí na erozi plošnou, výmolvou a proudovou. Působením plošné eroze se profil půdy postupně snižuje, v některých případech až na skalní podloží. V první fázi plošné eroze je kapková eroze, kterou vznikají v půdě drobné jamky. Další fází je eroze, kdy vzniká při pohybu vody po nakloněné ploše půdního povrchu. Při malé kinetické energii vody jsou vyplavovány nejmenší půdní částice a má silný výběrový účinek. Na povrchu půdy se tvoří hrubozrnná vrstva skeletu, která chrání půdu před rozrušující účinkem dopadajících kapek a smyvem. Vzniká ryšková eroze soustředěním plošného odtoku o hloubce a šířce několika centimetrů. Při větším soustředění vody a prohlubování stružek vznikají erozní rýhy, různé velikosti a tvaru. Podle tvaru příčného profilu rozeznáváme rýhy ploché úzké, široké a oblé (Janeček a kol., 2008).

Na vznik vodní eroze má největší vliv sklonitost pozemku v kombinaci s délkou pozemku po spádnici, dále vegetační pokryv, vlastnosti půdy a její náchylnost k erozi, uplatněná protierozní opatření a v neposlední řadě častý výskyt přívalových srážek, které střídá období sucha. K eroznímu smyvu tak dochází i na půdních blocích, které sice nejsou výrazně sklonité, ale v kombinaci s nepřerušovanou délkou svahu jsou nevhodné pro pěstování erozně nebezpečných plodin (Novotný, 2014).

Vodní eroze způsobuje degradaci půdního profilu, hlavně orničního, a proto je nutné chránit povrch půdy před jejím smyvem. Za účelem posouzení současného stavu degradace půdy v České republice byl vyvinut celkový ukazatel zranitelnosti půdy vůči hrozbě degradace půdy na základě jednotlivých faktorů, které přispívají k degradaci půdy a jsou dlouhodobě monitorovány (Šarapatka, Bednář, 2015). Průměrnou ztrátu půdy vodní erozí na území České republiky můžeme vidět na obrázku č. 1.



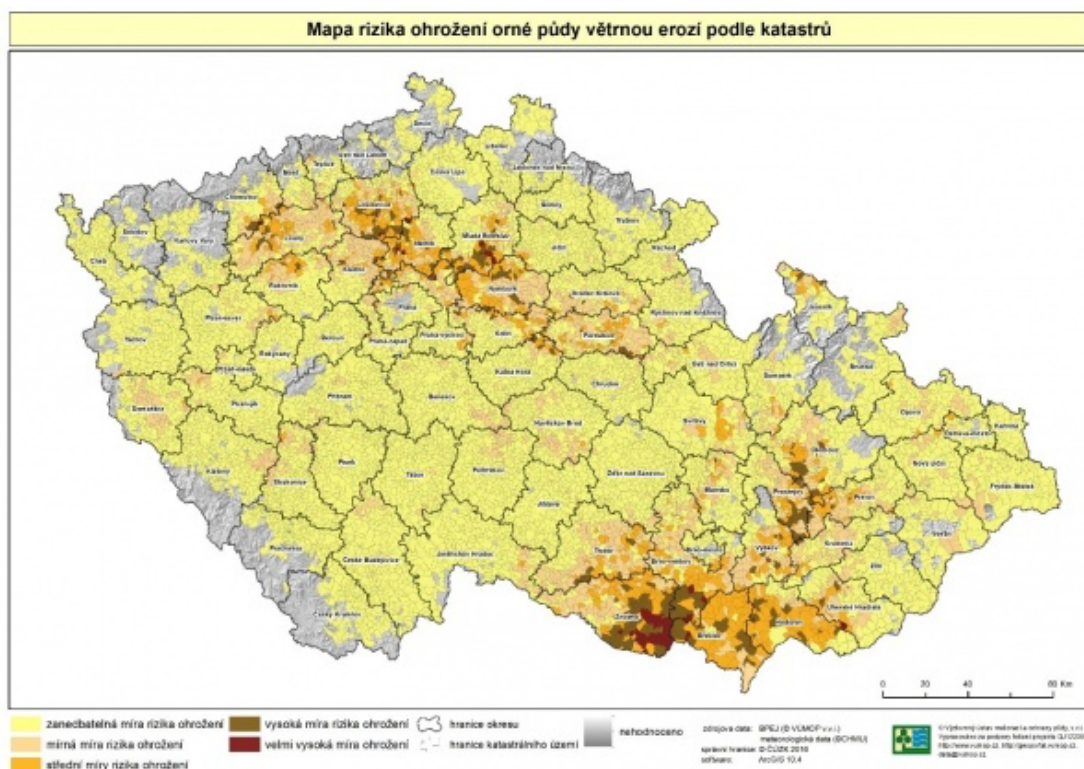
Obrázek 1: Potenciální ohrožení zemědělské půdy vodní erozí v ČR (www.vumop.cz, 2023).

Větrná eroze působí škody, mechanickou silou rozrušuje půdu a uvolňuje půdní částice větrem – deflací a ukládáním těchto částic na jiném místě – akumulací. Působí škody obnosem ornice, odnosem hnojiv osy a ničením plodin. Zanáší se komunikace, vodní toky a jiné objekty znečišťuje se ovzduší. Vznikají prашné bouře. Jemný prach vniká do místnosti, vyvolává plicní onemocnění, vyřazuje z provozu stroje. Působí zpravidla plošně, výjimečně v pruzích ve směru proudění větrů (Janeček a kol., 2008).

Škodlivost větrné eroze spočívá v rozrušování povrchu půdy mechanickou silou větru, která odnáší jemné půdní částice i hnojiva a ukládá je na jiném místě. Obnažuje kořínky rostlin, přesekává jemné stonky unášenými zrnky zemin (Toman, 1995).

Větrná eroze působí škody rozrušováním půdního povrchu mechanickou silou větru, odnášením rozrušovaných půdních částic větrem a ukládáním těchto částic na jiném místě. Procesem větrné eroze jsou tedy působeny škody na zemědělské půdě odnosem ornice, při zemědělské výrobě odnosem hnojiv, osiv a ničením plodin. Další škody vznikají zanášením komunikací, vodních toků a dalších objektů nebo znečišťováním ovzduší apod. (Dumbrovský, 2004).

Míru rizika ohrožení orné půdy větrnou erozí na území České republiky můžeme vidět na obrázku č. 2.



Obrázek 2: Mapa rizika ohrožení orné půdy větrnou erozí podle katastrů (www.vumop.cz, 2023).

Ledovcová eroze je způsobena tíhou ledovce pohybujícího se směrem do údolí. Při pohybu ledovce dochází k obrušování skalního podloží a zbytky hornin jsou unášeny do nižších poloh, kde jsou ukládány a tvoří se zde morény (Cáblík, Jůva, 1963).

Existují tři hlavní typy ledovcové eroze:

- škrubání – proces, při kterém voda z tajícího ledovce mrazí popraskané skály, ty se postupně odtrhávají
- zmrazení a rozmrazení – je děj, když se voda z tajícího ledovce dostane do prasklin skály, přes noc zmrzne a roztrhne skálu
- oděr – je eroze, kdy se dvě částice o sebe brousí, poté zanechává pohybující se ledovec ve skále praskliny (www.geography.learnontheinternet.co.uk, 2023).

Antropogenní – člověk na erozní procesy působí přímo i nepřímo. Vliv se projevuje ničením vegetačního krytu půdy a jeho nahrazením vegetací s nízkým ochranným účinkem, zhoršením fyzikálních, chemických, biologických vlastností.

Mezi nejvýznamnější druhy patří eroze, která je vyvolaná intenzifikací zemědělské výroby, urbanizací (Holý, 1978). Půdní eroze způsobená činností vody, větru a ledovců je třífázový proces. První fází je uvolňování částic z půdní hmoty, druhou je jejich transport činiteli. Třetí fází je ukládání materiálu, k němuž dochází tehdy, není-li k dispozici dostatek energie, jež by částice dále transportovala (Holý, 1994).

Antropogenní eroze je zmiňována v souvislosti s činností člověka. Člověk přirozené erozní procesy může ovlivňovat buď nepřímo, nebo přímo např. zavlažováním, stavbou komunikací, těžbou nerostných surovin, nevhodnou pastvou, a především neznalostí při pěstování zemědělských plodin z hlediska protierozních funkcí (Šarapatka, 2002).

Zvláštním druhem eroze je **sněhová**. Liší od eroze dešťové tím, že kinetická energie, kterou působí sněhové srážky při dopadu na povrch půdy, je zcela zanedbatelná a všechna energie pochází pouze z odtékající vody. Pole jsou v zimě bez vegetačního poryvu pokryvu a během zimy se na nich neprovádějí žádné práce. Ryšky a rýhy jsou neporušené a při každém dalším působení vody se aktivují a zvětšují. Silněji se také projevuje vliv mikroreliefu a stop po dopravních prostředcích. Půda bývá v zimě nasycena vodou, což je způsobeno nižším výparem při nízkých teplotách a omezenou spotřebou vody rostlinami. Voda zůstává v zimě dlouho stát na povrchu nebo v peřinu je po jejím povrchu. Erozní působení vody z tajícího sněhu je intenzivnější. V relativně krátkém čase může dojít k rychlému odtoku velkého množství vody se značnou potenciální transportní kapacitou. U zmrzlých půd je infiltrační kapacita půdy závislá na půdní vlhkosti na začátku provázání a na tom, jak často se opakuje perioda tání a promrzání. Během tání, může voda zaplnit fóry v ještě promrzlém profilu a tím, že zmrzne, bránit infiltraci (Janeček a kol., 2008).

Erozi lze dělit podle intenzity na: normální, abnormální – zrychlenou. Při normální erozi probíhají procesy pomalu, ztráta půdních částic je doplněna tvorbou nových. Nesnižuje se mocnost půdního profilu, ale dochází ke změně zrnitostního složení vrchního půdního horizontu. Zrychlená eroze se vyznačuje tím, že je ovlivněna

antropogenní činností. Smyv půdních částic je takového rozsahu, že půdní částice nemohou být nahrazeny novými – půdotvorný proces (Janeček, 1992).

Obecně se uznává, že zrychlená eroze je vážným celosvětovým problémem. Obtížné však je určit rozsah, velikost a rychlost půdní eroze a její důsledky pro hospodářství a životní prostředí (Janeček a kol., 2008).

3.2.3 Příčiny eroze

Faktory ovlivňující erozi Podle Buriana a kol. (2011) lze faktory eroze rozdělit na:

- klimatické a hydrologické – zeměpisná poloha, nadmořská výška, množství, rozdělení a intenzita srážek, teplota, oslunění, výpar, odtok, výskyt, směr a síla větru
- morfologické – sklon území, délka a tvar svahu, expozice, návětrnost
- geologické a půdní – povaha horninového substrátu půdní druh a typ, textura struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu
- vegetační – hustota a délka trvání pokryvu; způsob využívání a obhospodařování půdy – poloha a tvar pozemků, směr obdělávání, střídání plodin

Za hlavní činitele eroze jsou považovány klima, topografie, vegetace, půda a lidský faktor. Hlavním vlivem klimatu je typ množství a časové rozdělení srážek. Lidský faktor zahrnuje hospodaření s půdou pěstování plodin a protierozní opatření. Hlavní faktory podílející se na vzniku a průběhu erozního procesu jsou náchylnost půdy k erozi či potenciální erozi. Většinou deště a povrchového odtoku vliv sklonu a délky svahů, vliv ochranného účinku vegetačního krytu (Burian a kol., 2011).

Na vznik vodní eroze má největší vliv sklonitost a délka pozemku po spádnicí, dále pak vegetační pokryv, vlastnosti půdy a její náchylnost k erozi, přítomnost protierozních opatření a četnost výskytu přívalových srážek (www.eagri.cz, 2023).

K morfologii zemského povrchu lze přiřadit sklon, čím je sklon pozemku větší, tím více narůstá rychlost, energie a unášecí síla odtékající vody. Ztráta půdy se zvyšuje také s narůstající délkou svahu, kde na delších svazích dochází k hromadění vody s větším objemem. Při nižším objemu odtoku vody se zde vyskytují nánosy odplavené

půdy. Obecně se dá říci, že členitější reliéf krajiny umožňuje zvýšení vodní erozní činnosti (Holý, 1994).

Na vznik a účinnost eroze má vliv hustota a doba pokryvu půdy vegetačním krytem. Zmírňuje přímý dopad dešťových srážek na povrch půdy a tím zamezuje rozrušování a smyvu půdních částic. Napomáhá vsakování vody, tlumí vítr a tím, že půdu zastíňuje, ji chrání před případným vysoušením (Cablík, Jůva, 1963).

Příčinou eroze je kombinace několika podmínek, jako například morfologie zemského povrchu, nebo klimatické a hydrologické či vegetační podmínky. V neposlední řadě to je způsob obhospodařování a využívání zemědělských půd (Kukal, 1983).

3.2.4 Následky eroze

Částečné nebo úplné ztrátě úrodnosti půdy i její kvality dochází v důsledku procesu: vodní a větrné eroze, zasolení, zamokření, odčerpání živin, zhutnění a rozpadu půdní struktury, desertifikace, znečištění a ukládání odpadů, lateralizace, těžby nerostných surovin, urbanizace. Pokud dojde k degradaci půdy, stává se její náprava drahou a časově náročnou. Jednodušší a ekonomičtější je půdu chránit a omezovat její ztráty (Janeček a kol., 2008).

Negativní důsledky se projevují také odnosem půdních částic z erodovaných pozemků a jejich následným usazováním mimo plochy, na kterých dochází k erozi. S erodovanými půdními částicemi je z půdy odnášeno nejen velké množství živin, ale také různé chemické a toxické látky. To může zapříčinit pronikání těchto nebezpečných látek do povrchových i podzemních vod, čímž se může výrazně zhoršit jejich kvalita (Sklenička, 2003).

Eroze půdy má za následek změnu fyzikálních vlastností, zejména struktury textury, objemové hmotnosti, vodní kapacity, pórovitosti, infiltrační schopnosti, hloubky pro vývoj kořenů a jiné. Podorničí materiál, který byl vystaven vlivu eroze má nízký obsah organických látek. Zdůrazňuje se k důležitost organické hmoty, a to ve vývoji struktury agregátů a v jejich stabilitě. Degradace struktury účinkem dešťových kapek je hlavní příčinou poškozování agregátů. Zhoršování struktury je menší na půdě, kde jsou agregáty stabilizovány humusem než jílem (Janeček a kol., 2008).

Z agronomického hlediska to znamená: fyzikální a biologická degradace půd, nezvratnou ztrátu zeminy, humusu, rostlinných živin, vysušení půdy, utlumení mikrobiálního života. Zhoršení půdních vlastností a celkové úrodnosti půdy znamená pochopitelné zvýšení nákladů a snížení výnosů (Pasák a kol., 1984).

3.2.5 Vodní eroze

Tento druh eroze je přírodní proces, díky němuž dochází k rozrušování půdního povrchu působením vody, transportu půdních částic a k následnému usazování. Vodní erozi lze charakterizovat jako proces, při kterém působením energie vody dochází k rozrušování povrchu půdy. Vodní eroze tedy probíhá jako následek intenzivních srážek. V první fázi dopadající vodní kapky rozrušují povrch nechráněné půdy a rozplavují půdní agregáty. Vzniká tak povrchová vrstvička půdy, která omezuje vsakování, takže voda začne brzy stékat po povrchu. Začíná odnos materiálu spojený s dalším rozrušováním proudící vodou. Erozně působí i odtok půdní vláhy probíhající blízko pod povrchem. Příčinou eroze půdy může být kromě srážek také odtok vody po rychlém tání sněhu (Bičík, 2009).

Je vyvolána destrukční činností dešťových kapek a povrchového odtoku částic povrchovým odtokem. Intenzita je dána charakterem srážek a povrchového odtoku, půdními poměry, morfologií území, vegetačními poměry a způsobem využití pozemků. Transport půdních částic je vyvolán i odtokem z tajícího sněhu. Vodní eroze se na povrchu půdy projevuje selekcí půdních částic a vznikem odtokových drah – rýžek, rýh, výmolů až strží. Na místech s nízkým sklonem se ukládají půdní částice, dostávají se do hydrografické sítě, tam tvoří splaveniny. Ty sedimentují v nádržích a v tocích se sníženým transportem. Zdrojem jsou orné půdy, plochy stavenišť, lesní půdy při těžbě dřeva, břehová a dnová eroze v tocích (Janeček a kol., 2002).

Na rýhovou erozi zpravidla navazuje eroze výmolná, kdy intenzivní, rychle proudící voda, vymílá hluboké brázdy, výmoly a strže. K výmolové erozi ve velké míře přispívá soustředění dešťového odtoku v místech, kde se sbíhají menší erozní rýhy a zde dochází k postupnému vymílání a prohlubování dna výmolového zářezu ve směru sklonu pozemku. Oproti tomu proudová eroze se projevuje prohlubováním a rozšiřováním vodních koryt, břehovou abrazí a sesuvy svahů. K těmto jevům dochází

vlivem tření proudící vody, erodovanými částicemi unášených vodním tokem a jejich usazováním na dně koryta, ale také vlněním vodní hladiny (Cablík, Jůva, 1963).

Erozi lze rozdělit na dva druhy. První je normální (geologická) a zrychlenou (působením člověka). Geologická eroze je přirozeně a postupně přetváří reliéf. Zároveň je v souladu s půdotvornými procesy. Naopak zrychlená eroze přenáší půdní částice v takovém rozsahu, že je nelze nahradit půdotvorným procesem, protože má delší průběh. Vodní erozi se nelze zcela vyhnout, ale je jí možno omezit a tím dosáhnout trvalému využívání půdy pro pěstování zemědělských plodin. Největší vliv na vznik eroze má sklonitost a délka pozemku po spádnicí, vegetační pokryv, vlastnosti půdy a její náchylnost k erozi, přítomnost protierozních opatření a četnost přívalových srážek (Janeček a kol., 2008).

Alarmujícím problémem je koncentrace dusičnanů ve vodách pro pitné účely. Eroze půdy nabyta rychlosti intenzifikací zemědělství, byly rovnány meze, toky svedeny do betonových koryt, zvětšovala se plocha obdělávané půdy. Eroze je přirozený přírodní jev, který nelze zcela zastavit, lze ho jen zpomalit přijatelným způsobem, který nebude znehodnocovat půdní fond, kontaminovat splaveninami a obohacovat živinami vodní toky a povrchový odtok nebude devastovat intravilány obcí (Kvítek, Tipl, 2003).

3.2.6 Větrná eroze

„Větrná eroze je přírodní jev, při kterém vítr působí na půdní povrch, svou mechanickou silou, rozrušuje půdu a uvolňuje půdní částice, které uvádí do pohybu a přenáší je na různou vzdálenost, kde se po snížení rychlosti větru ukládají“ (Janeček a kol., 2007).

Hlavní složkou větrné eroze je vítr, jeho unášecí síla je závislá na rychlosti větrného proudu, době trvání a četnosti i výskytu větrů. Nejrizikovější jsou silné výsušné a dlouhotrvající větry na holých plochách (Janeček a kol., 2007).

Větrná (eolická) eroze je definovaná jako rozrušování půdního povrchu mechanickou silou větru (abraze), odnášení půdních částic (deflace) a jejich ukládání na jiném místě (akumulace). Tyto 3 fáze na sebe úzce navazují. K prvním dvěma fázím dochází působením turbulentního proudu přízemního větru s energií, jež je schopna překonat

gravitační síly půdních částic. Třetí fáze nastává při poklesu energie větru pod uvedenou mez (Podhrázská, 2008).

Větrná eroze vzniká na základě působení několika faktorů. Jedním z faktorů, který ovlivňuje větrnou erozi, jsou klimatické poměry, konkrétně povětrnostní poměry, srážky a výpar. Dalšími faktory jsou půdní poměry a způsoby využití krajiny včetně vegetace. Ohrožení větrnou erozí nastává především u lehkých písčitéch až hlinitopísčitéch půd. Větrná eroze působí na půdy plošně, někdy v pruzích ve směru proudění větru (Sklenička, 2003).

3.3 Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE)

USLE – Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (Universal Soil Loss Equation) Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE – Universal Soil Loss Equation) je empirický matematický model, který se používá k popisu erozních procesů a určení půdního smyvu. Rovnici USLE vyvinuli vědci Walt Wischmeier a Dwight Smith v roce 1965 pro americké ministerstvo zemědělství na základě údajů o erozi půdy shromažďovaných od roku 1930. Tento model se stal základní metodou hodnocení intenzity erozního procesu nejen v USA, ale i po celém světě (Bobál a kol., 2012).

RUSLE- Revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy (Revised Universal Soil Loss Equation) - „, je používána pro predikci dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy vodní erozí zemědělsky využívaných pozemků ležících klimatické oblasti daného typu s daným druhem půdy o určitém sklonu a délce svahu při určitém systému pěstování plodin, obdělávání půdy a uplatňování protierozních opatření“ (Janeček a kol., 2008).

Řešenými pozemky je myšlena plocha vymezená hydrologicky relevantními prvky (rozvodí, příkopy, vodní toky) s nepřerušovanou dráhou povrchového odtoku. Vypočítaná ztráta se porovnává s hodnotami přípustné ztráty. Toto srovnání dokáže upozornit na ty pozemky, u nichž dochází z dlouhodobého hlediska k větší ztrátě půdy, než se dokáže na daném místě vytvořit přirozenými půdotvornými procesy, tedy ke ztrátě větší, než je přípustná (Sklenička, 2003).

Z hlediska nízké dostupnosti vstupních dat pro rovnici RUSLE, zůstává nejpoužívanější metodou rovnice USLE (Brychta a kol., 2018).

Míra ohrožení pozemků vodní erozí lze stanovit výpočtem smyvu půdy – univerzální rovnicí pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE dle Wischmeiera a Smithe (1978), ve stadiu ověřování je i RUSLE – revidovaná univerzální rovnice podle Renarda et al. (1997). Umožňuje stanovit omezení smyvu půdy variantní změnou využívání půdního fondu., lze také stanovit účinnost navržených protierozních opatření.

Rovnice pro výpočet smyvu (USLE) má následující podobu:

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P \text{ [t/ha/rok]}$$

Rovnice č.1: Univerzální rovnice dle Wischmeiera a Smithe (1978).

G.....průměrná dlouhodobá ztráta půdy

R.....faktor erozní účinnosti deště

K.....faktor erodovatelnosti půdy

L.....faktor délky svahu

S.....faktor sklonu svahu

C.....faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu

P.....faktor účinnosti protierozních opatření

Vypočtená hodnota udává množství půdy, které může být v dlouhodobém měřítku za daných podmínek z pozemku uvolněno plošnou vodní erozí. Nezahrnuje její ukládání na pozemku či pod ním (Janeček a kol., 2012).

Účinek jednotlivých členů rovnice na intenzitu erozního procesu se posuzuje podle působení na jednotkovém pozemku (Holý, 1978).

3.3.1 Faktor erozní účinnosti dešťových srážek (Faktor R)

Erozní účinnost dešťových srážek se projevuje nejvýrazněji na počátku erozního procesu, kdy dešťové kapky dopadají na půdní povrch, na kterém se ještě nestačila tvořit vrstva povrchově odtékající vody. Dešťové kapky rozbíjejí půdní agregáty, uvolňují půdní částice a zhmotňují povrchové vrstvy půdy. Pro stanovení erozní účinnosti deště se používá kinetická energie. Stanovení kinetické energie deště je

složité. Rozdělení kapek v dešti se mění podle její velikosti v prostoru a čase. Zastoupení velikosti kapek v dešti závisí na druhu deště druhů mraků stádia vývoje mraku a intenzitě deště. Spektrum velikosti kapek se mění a vlivem intenzity vypadávání kapek z mraků, koagulace kapek, gravitačního spojování kapek, tříštění kapek, nadměrné velikosti, výparu kapek. Spektrum velikosti kapek se mění i se vzdáleností mrak země (Janeček a kol., 2008).

Erozně nebezpečné prudké přivalové srážky, zejména následují-li po delším období sucha. Nerozhoduje velikost ročního srážkového průměru, nýbrž intenzita a časové rozdělení srážek v ročním období (Cablík, Jůva, 1963).

Erozivita deště a její účinky se mezi klimatickými regiony liší. Stejně množství srážek má nápadně odlišné účinky na množství eroze v závislosti na intenzitě a podmínkách povrchu půdy (Blanco, Lal, 2008).

Faktor erozní účinnosti srážek R tedy závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu. Roční hodnota faktoru R se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách, představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přivalových dešťů, které se v daném roce vyskytly, přičemž se nepovažují deště s úhrnem menším než 12,5 mm a pokud v průběhu 15 minut nespadlo alespoň 6,25 mm deště musí být oddělené od ostatních dešťů dobou delší než 6 hodin (Janeček a kol., 2008).

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

Rovnice č. 2: Faktor erozní účinnosti deště (Janeček a kol., 2012).

R je faktor erozní účinnosti deště /MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹/

E celková kinetická energie deště /J.m⁻²/

i_{30} max. 30minutová intenzita deště /cm.h⁻¹/ (Janeček a kol., 2008).

Celková kinetická energie deště E je

$$E = \sum_{i=1}^n E_1$$

Rovnice č.3: Celková kinetická energie deště (Janeček a kol., 2012).

E_i = kinetická energie i-tého úseku deště

n = počet úseků deště

$$E_i = (206 + 87 \log i_{si}) \times H_{si}$$

Rovnice č.4: Kinetická energie pro E_i (Janeček a kol., 2012).

i_{si} = intenzita deště i-tého úseku ($\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$)

H_{si} = úhrn deště v i-tém úseku (cm)

Jak vyplývá z tabulky č. 7, nejvíce erozně nebezpečných dešťových srážek se u nás vyskytuje v období měsíců června až srpna. Nelze však zevšeobecnit, že je to období s nejintenzivnějšími srážkami v celé České republice. Tento faktor je ovlivněn zejména zeměpisnou polohou (Brychta a kol., 2018).

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
% faktoru R	1	11	22	30	26	8	2

Tabulka 7: Průměrné rozdělení faktoru R přivalových dešťů do měsíců vegetačního období v ČR (Janeček a kol., 2012).

3.3.2 Faktor erodovatelnosti půdy (Faktor K)

Faktor erodovatelnosti půdy K je faktor náchylnosti půdy k erozi, vystihuje odolnost půdy proti rozrušujícímu účinku deště a transportu erodovaných částic sedimentů (Sklenička, 2003).

Infiltrační schopnost půdy ovlivňují půdní vlastnosti jako je pórovitost, struktura, zrnitost, barva, obsah vody a vzduchu. K faktor vyjadřuje vliv vlastností půdy na výši ztráty půdy (Podhrázská, Dufková, 2005).

Příznivé podmínky pro erozi vznikají především na flyšovém substrátu a na spraších, a také další druhy sedimentů, např. křídové slíny a sypké písčité, hlinité a jílovité usazeniny ovlivňují kladně tvorbu erozních forem. Odolnost půdy proti erozi posuzujeme z hlediska jejího druhu, daného texturou (zrnitostí). Hrubé písčité a hlinitopísčité půdy a zeminy jsou proti erozi odolné, protože svou vysokou propustností podporují zasakování vody, a tím se snižuje při malém povrchovém

odtoku její erozní působení. Hrubozrnnost půd snižuje nejen splach, ale také deflaci. Protierozní odolnost mají také jílovité zeminy bohaté na koloidy, oproti tomu hlíny s vysokým obsahem prachu jsou snadno erodovatelné (Buzek, 1983).

Faktor erodovatelnosti půdy, respektive náchylnosti půdy k erozi je v univerzální rovnici definován jako odnos půdy v t.ha⁻¹ na jednotku dešťového faktoru R. Ze standardního pozemku o délce 2213 m. na svahu o sklonu 9 %, který je udržován jako kypření, černý úhor, kultivací ve směru sklonu (Janeček a kol., 2008).

$$100K = 2,75M^{1,14} \times 10^{-4}(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3)$$

Rovnice č.5: K faktor (Janeček a kol., 2012).

M – součin(% prachu+práškového písku)krát (100-% jílu)

(% prachu +%práškového písku= částice 0,002-0,1 mm, % jílu = částice <0,002 mm)

a - % organické hmoty, procentuální zastoupení humusu v ornici

b – třída struktury ornice

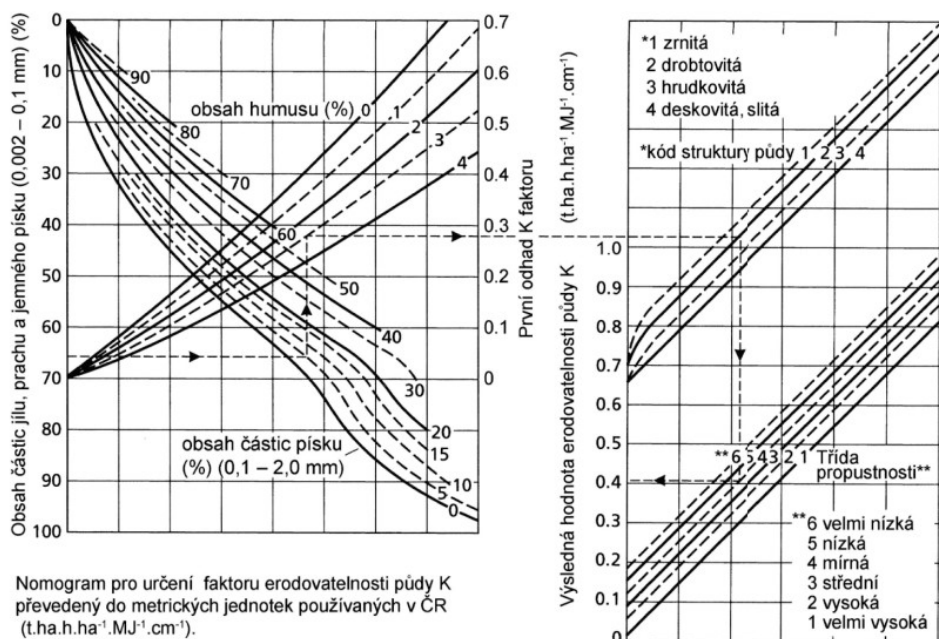
c – třída propustnosti půdního profilu

Hodnoty faktorů K se také dají stanovit z nomogramu dle Wischmeiera, Jonsona, Crosse, který můžeme vidět na obrázku č. 3.

Třídy propustnosti – c se vztahují na celý půdní profil. Ostatní vstupní hodnoty platí pro ornici.

Třída struktury ornice b.:

- Zrnitá 1
- Drobtovitá 2
- Hrudkovitá 3
- Deskovitá, slitá 4 (Janeček a kol., 2012).



Obrázek 3: Nomogram pro určení faktoru K (Janeček a kol., 2012).

3.3.3 Topografický faktor (Faktor LS)

Vliv sklonu a délky svahů na intenzitu eroze je vyjádřen kombinací faktorů sklonu svahu S a faktoru délky svahu L takzvaný topografický faktor LS. Představuje poměr ztráty půdy na vyšetřovaném pozemku ke ztrátě půdy na standardním pozemku o délce 22 m a sklonů 9 %. Tento faktor se určuje pro reprezentativní dráhy plošného povrchového odtoku, který charakterizují odtokové poměry na pozemku.

Hodnota topografického faktoru LS pro přímý svah se určí ze vztahu:

$$LS = l_d^{0,5} / (0,0138 + 0,0097s + 0,00138s^2)$$

Rovnice č. 6: LS faktor (Wischmeier a Smithe, 1978).

l_d nepřerušená délka svahu (m)

s sklon svahu % (Sklenička, 2003).

Přerušeni délky pozemků po spádnicí se považuje sběrný či záchytný průleh, příkop, hráze. Ta zamezují přetékání vody na níže ležící plochu, přes kterou může povrchový odtok přeřinovat (Janeček a kol., 2008). Pro pozemek je reprezentativní trasa pro výpočet ztráty půdy s nejvyšší hodnotou topografického faktoru 1. Délky a sklony

odtokových drah se určují z vrstevnicových a hospodářských map a ověřují se při terénním průzkumu (Janeček a kol., 2008).

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 ukládání erudovaného materiálu nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy (Janeček a kol., 2008).

Hodnota se stanoví ze vztahu Wischmeiera a Smithe se zahrnutím přístupu použitého v revidované univerzální rovnici ztráty půdy RUSLE

$$L = \left(\frac{l}{22,13}\right)^m$$

Rovnice č.7: L faktor (Janeček a kol., 2012).

L horizontální projekce nepřerušené délky svahu

m exponent délky svahu vyjadřující náchylnost svahů k tvorbě rýžkové eroze

- Nízký poměr rýhové eroze k plošné – pastviny a jiné ulehle půdy
- Střední poměr – pozemky s řádkovými plodinami nebo na středně ulehnutých půdách
- Vysoký poměr – nově vytvořené antropogenní půdy a zkyplené půdy (Sklenička, 2003).

Faktor sklonu svahu S – ztráta půdy se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu, a to rychleji, než je tomu u délky svahu. Hodnota faktoru sklonu svahu s se určuje pomocí vztahů.

$$S = 10,8 \sin s + 0,03 \text{ pro } s < 9\%$$

$$S = 10,8 \sin s + 0,03 \text{ pro } s \geq 9\%$$

Rovnice č.8: Faktor S (Janeček a kol., 2012).

S je sklon svahu (rad)

Při vyjádření vlivu proměnného sklonu svahu k vyjádření vlivu změn půdních vlastností na svahu na ztrátu půdy erozí lze rozdělit svah na 10 stejně dlouhých úseků a faktor sklonu svahu LS stanovit jako vážený průměr faktoru S. Výsledná hodnota faktoru sklonu svahu S pro svahy nepravidelného tvaru se stanoví podle vah následovně od nejvyšší polohy S 1 po nejnižší S 10 (Janeček a kol., 2008).

3.3.4 Faktor ochranného vlivu vegetace (Faktor C)

Vliv vegetace na ochranu půdy před vodní erozí má řadu aspektů. Na jedné straně chrání vegetace povrch půdy před vlivem dopadajících dešťových kapek, současně zpomaluje rychlost povrchového odtoku a zlepšuje pórovitost půdy, a tudíž její infiltrační schopnost (Sklenička, 2003).

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době největšího výskytu přívalových dešťů. Nejlepší ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny, kukuřice, okopaniny, sady a vinice chrání půdu nedostatečně. Ochranný vliv vegetačního pokryvu je v univerzální rovnici vyjádřen faktorem C. Pro řešení ochrany za faktor C stanoví pro jednotlivé po sobě pěstované plodiny, včetně období mezi střídáním plodin při zohlednění nástupu a způsobu agrotechnických prací v pěti základních obdobích dle Wischmeiera a Smithe (1978):

- období podmítky a hrubé brázdy
- období od přípravy pozemku k setí do 1 měsíce po zasetí nebo sázení
- období po dobu 2 měsíce od jarního nebo letního setí či sázení u ozimů do 30.4.
- období od konce 3. období do sklizně
- období strniště.

Váhu hodnot C faktorů v jednotlivých obdobích je nutné korigovat procentuálním rozdělením R faktoru v průběhu roku. Reprezentativní hodnotou C faktoru použitelnosti v USLE je pak průměrná hodnota C pro celou strukturu pěstovaných plodin (Janeček a kol., 2012). Tyto hodnoty můžeme nalézt v tabulce č. 8.

Hodnotu faktoru C plodiny ovlivňuje tedy její zařazení v osevním sledu, délka vegetační doby plodiny, použitá agrotechnika a v neposlední řadě výrobní oblast (její průměrná roční teplota) (Pasák a kol., 1984).

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebního období						
			1	2	3	4	5a	5b	
Obilniny	po 1. roce po jetelovinách	OP St	0,5 0 0,0 2	0,55 0,02	0,30 0,02	0,05 0,02	0,20 0,02	0,04 0,02	
	po obilovinách	OP St	0,6 5 0,2 5	0,70 0,25	0,45 0,20	0,08 0,08	0,25 0,25	0,04 0,04	
	po okopaninách a kukuřici	OP St	0,7 0 0,7 0	0,75 0,70	0,50 0,45	0,08 0,08	0,25 0,25	0,04 0,04	
Kukuřice	sláma předplodiny sklizena	OP	0,7 0 O K	0,90 O K 0,25	0,70 O K 0,25	0,35	0,70	0,40	
		St	0,2 5 0,7 0	0,70	0,55	0,25	0,60	0,30	
	sláma předplodiny nesklizena	OP	0,6 0 O K	0,75 O K 0,04	0,55 O K 0,04	0,25 O K 0,05	0,60 O K 0,25	0,30 O K 0,15	
		St	0,0 4 0,3 0	0,25	0,20	0,20	0,40	0,30	
	do herbicidem umrtveného drnu	víceletých pícnin		0,0 2	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03
		jílku jako ozimé meziplodiny		0,0 5	0,05	0,05	0,05	0,15	0,10
Brambory, Cukrovka	v přímých řádcích libovolného směru		0,6 5	0,80	0,65	0,30	0,70		
Vojtěška	0,02								
Jetel červený dvousečný	0,015								
Víceletá tráva, louky	0,005								

Poznámky: 5a – sláma sklizena, 5b – sláma ponechána, O – po obilovině, K – po kukuřici, OP – setí do zorané půdy, St – setí do strniště. Hodnoty OK znamenají rozpětí (0,25-0,70 apod.)

Tabulka 8: Hodnoty C faktoru ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání (Janeček a kol., 2012).

3.3.5 Faktor účinnosti protierozních opatření (Faktor P)

Jestliže nelze předpokládat, že by byla dodržena uvedená opatření a podmínky maximálních délek a počtu pásů nelze z účinnosti opatření vyjádřených hodnotami faktoru P počítat a hodnota faktoru $P = 1$ (Janeček a kol., 2008).

Hodnotu faktoru účinnosti protierozních opatření P nalezneme v tabulce č. 9.

Protierozní opatření	Sklon svahu (%)			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Maximální délka pozemku po spádnicí při konturovém obdělávání	120 m	60 m	40 m	-
	0,6	0,7	0,9	1,0
Maximální šířka a počet pásů při pásovém střídání	40 m	30 m	20 m	20 m
	6 pásů	4 pásy	4 pásy	2 pásy
-okopanin s víceletými pícevinami	0,30	0,35	0,40	0,45
-okopanin s ozimými obilovinami	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování, resp. Přerušované brázdování podél vrstevnic	0,25	0,30	0,40	0,45

Tabulka 9: Hodnoty faktoru protierozního opatření P (Janeček a kol., 2012).

P nabývá hodnot od 0 do 1, kdy nejvyšší hodnoty odpovídají holé půdě bez ochrany. Zachování živého i neživého vegetačního krytu a provádění ochranného obdělávání půdy významně snižuje erozi půdy. Kombinování různých postupů je účinnější než postup jediný (Blanco, Lal, 2008).

P faktor vyjadřuje poměr smyvu půdy z pozemku s protierozním opatřením oproti standardnímu pozemku. V první fázi výpočtu se faktor nezahrnuje do výpočtu, aby pak mohl být porovnán s hodnotami přípustné ztráty, která je dána legislativou a následně mohlo být navrženo protierozní opatření. (Pavlů, 2018).

3.3.6 Přípustná ztráta půdy

Protierozní vyhláška stanovuje přípustnou ztrátu půdy, kterou je potřeba dodržovat. V systému zemědělských dotací se dosud vymezuje erozně ohrožená půda na přípustnou ztrátou 17 tun z hektaru za rok, s platností vyhlášky to bude 9 tun z hektaru za rok. Maximální limitní míra ztráty půdy je nepřekročitelná a zohledňuje jak požadavky na protierozní ochranu, tak realizovatelnost opatření v zemědělské praxi (www.mzp.cz, 2023).

Na plochách, kde bude erozní událost zaznamenána opakovaně, budou tedy zemědělské subjekty muset provádět protierozní opatření, k jejichž vhodnému výběru jim poslouží již zavedený nástroj – aplikace Protierozní kalkulačka. Sestaví se plán protierozních opatření, přičemž hospodaření dle tohoto plánu bude následně předmětem kontroly příslušného orgánu ochrany zemědělského půdního fondu. Erozi mohou zemědělci předcházet pomocí široké palety protierozních opatření například způsobem orby, volbou plodin či zatravněním částí svých pozemků. Odbornou podporu jim bude poskytovat Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy a Státní pozemkový úřad (www.kalkulacka.vumop.cz, 2023).

Posouzení míry erozního ohrožení pozemků slouží princip přípustné ztráty půdy, která je definována jako maximální hodnota ztráty půdy dovolující trvale a ekonomicky dostupně udržovat úrodnost půdy. Při určování se uvažovalo se skutečnou mocností půdního profilu požadovanými vlastnostmi půdy v budoucnu a s předpokládanou ztrátou půdy. Platí, že čím je půda erodovanější, tím je přípustná ztráta menší (Janeček a kol., 2008).

3.4 Protierozní opatření

„Ochranou půdy se rozumí celá řada technických, ekonomických a legislativních opatření, kteří jsou namířeny proti degradaci a destrukci půdy, proti zmenšování plochy půdy pokryté vegetací, pro zabezpečení látkové a energetické výměny mezi organickou a anorganickou složkou půdy a takových opatření, které tvoří celý komplex pro zabezpečení produkce organické hmoty“ (Janeček a kol., 1999).

Ochraně půdy v České republice je tradičně věnována pozornost na výzkumné, světové i praktické bázi. Ochrana půdy v ČR je uskutečňována především na základě zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu a pomocí dalších navazujících legislativních předpisů, jako je vyhláška č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu (Bičík, 2009).

Možnosti ochrany půdy před erozí spočívá v realizaci pozemkových úprav, které respektují vlastnické, ekologické, hospodářské, vodohospodářské, dopravní a další poměry. Důležitá je aktivní spolupráce zemědělců respektováním a uplatňováním zásad správného hospodaření, vhodnou volbou pěstovaných plodin, přijímáním návrhů protierozních opatření organizačních, agrotechnických a technických (Janeček a kol., 2008).

Zemědělskou půdu je potřeba ochránit před vodní erozí vhodnými protierozními opatřeními. O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů, zároveň s respektem zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životní prostředí a tvorby krajiny (Podhrázká, Dufková, 2005).

Protierozní opatření proti větrné erozi lze podobně jako v případě vodní eroze rozdělit do kategorií – organizační, agrotechnická a biotechnická. Rovněž jednotlivé typy opatření se do velké míry shodují (Sklenička, 2003).

Protierozní opatření **organizačního charakteru** je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhu pozemků, delimitace kultur zejména mezi lesem a půdou, ochranné zatravnění a zalesnění, protierozní osevní postupy, pásové pěstování plodin, pozemkové úpravy, jimiž se mění velikost pozemků a orientace (Janeček a kol., 2008).

Podle Podhrázké a Dufkové (2005) vycházejí zásahy organizačního charakteru, především ze znalostí příčin erozních jevů a zákonitostí jejich rozvoje a vyúsťují v obecné protierozní zásady: včasný termín plodin, výsev víceletých píceňin do krycí plodiny, posun podmínky do období s nižším výskytem přívalových dešťů, zařazení bezorebně setých meziplodin, rozmístění plodin podle svažitosti pozemku.

Protierozní opatření (PEO) jsou součástí plánu společných zařízení. Dělí se dle typu eroze, a to na opatření proti vodní erozi a opatření proti větrné erozi

(Doležal a kol., 2010). Nejčastěji plní také protipovodňovou ochranu, retenci vody v krajině, podporuje ekologickou stabilitu a úroveň životního prostředí (Vlasák, Bartošková, 2007).

K opatřením patří:

- Tvar a velikost pozemku – je žádoucí, aby rozměry pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšovaly přípustnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí. Je nutné respektovat, přírodní faktory a ekonomické faktory, homogennost půdních vlastností a mechanizační přístupnost (Janeček a kol., 2008). Nejvhodnějším tvarem pozemků je obdélník nebo rovnoběžník s delší stranou ve směru obdělávání. Vhodný poměr délek stran je 1:2–1:3 (Holý, 1978).

Pozemek nebo půdní blok by měl mít delší stranu situovanou ve směru vrstevnic. Důsledkem je přirozené obdělávání po vrstevnici a zkrácení délky půdního bloku (dále PB) po spádnici. Zkrácená délka PB by neměla přesahovat maximální přípustnou délku (Novotný a kol., 2014).

- Delimitace druhu pozemků a ochranné zatravnění a zalesnění – představuje členění v rámci organizace půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice (Podhrázská, Dufková, 2005).
- Ochranné zatravnění se používá tam, kde z hlediska ztráty půdy erozí nelze využívat jako ornou půdu. Preferují se trávy výběžkaté tvořící pevný drn. Travními porosty by měly být chráněny plochy podél břehů vodních toků a nádrží, v drahách soustředěného povrchového odtoku, profily průlehlů a těles ochranných hrázek (Janeček a kol., 2008). Používá se především při ochraně mělkých erozí poškozených půd, silně svažitéch pozemků, pro ochranu údolnic a vodních zdrojů (Toman, 1995).
- Ochranné zalesnění se nejčastěji uplatňuje jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy (Toman, 1995). Dobře zapojený hustý les s bohatým bylinným patrem a s půdou krytou mocnou vrstvou hrabanky zajišťuje vysokou ochranu (Janeček a kol., 2008).
- Protierozní rozmístování plodin na svazích řadíme dle účinnosti od nejvyšší po nejnižší účinnost – travní porosty, jetel, vojtěška, obilnina ozimá, obilnina jarní, řepka ozimá, hrách, plodiny okopaninového charakteru. Při sázení sadů a vinic je důležité dodržet směr výsadby podél vrstevnic (Janeček a kol., 2008).

Protierozní rozmístování plodin využívá cílevědomě rozdílného protierozního účinku pěstovaných plodin (Toman, 1995). Jednotlivé plodiny lze na základě protierozní ochrany při tradičním pěstování sestavit do řady se stoupající erozní ohrožeností: travní porost – vojtěška – jetel – obilovina ozimá – obilovina jarní – hrách – řepka ozimá – slunečnice – brambory – cukrovka – kukuřice (Podhrázská, Dufková, 2005).

- Pásové střídání plodin – spočívá v zasetí pásů plodin nedostatečně chránících půdu, střídavě s pásy plodin s vysokým protierozním účinkem (MZe, 1995). Princip je určen střídáním různě širokých pásů erozně nebezpečných plodin (tzv. širokořádkových plodin) s pásy, na kterých jsou pěstovány plodiny s vysokou protierozní ochranou (obilniny, travní porosty, píceňiny). Vedení pásu by mělo být se směru vrstevnic. (Novotný a kol., 2014).

Protierozní opatření **agrotechnického charakteru** se používají ke zlepšení vsakovací schopnosti půdy, zvýšení protierozní odolnosti a k vytvoření ochrany jejího povrchu především v období největšího výskytu přívalových srážek, kdy zejména širokořádkové plodiny svým vzrůstem a zapojením ještě nedostatečně krýt půdu. Nejvíce je ohrožená půda bez vegetačního pokryvu (Janeček a kol., 2008).

Jsou uplatňována na převážné ploše zemědělské půdy. Nejsou finančně náročná, ale vyžadují každoroční organizační práci. Okopaniny a širokořádkové plodiny je nutno zasívat na rovinné pozemky či málo erozně ohrožené pozemky. Víceleté pícniny se mohou umístit na erozně ohrožené pozemky, které jsou hůře přístupné mechanizačním strojům. Při překročení přípustné šířky pozemku po spádnici je zapotřebí pozemek rozdělit na více pásů, kde jsou střídavě zasety víceletou pícninou a okopaninou, anebo pozemek rozdělit průlehy zaústěnými do odpadů. Vrstevnicová orba je účinná do sklonu 10 % (Čížek, 1981).

Agrotechnická opatření před větrnou erozí zahrnují úpravu struktury půdy, pěstování jetelovin a trav, ponechání sklizňových zbytků, zelené hnojení, hnojení organickými hnojivy, zlepšení fyzikálně chemických vlastností přidáním bentonitu, slínu, opuky, rybníčního bahna, postřik tmelícími prostředky, což je finančně nákladné, zlepšení vlhkostního režimu lehkých půd, vyloučení plošného kypření povrchu půdy, mulčování, zadržení sněhu na povrchu půdy, regulační nádrže, závlahy, ochranné obdělávání půdy (Janeček a kol., 2007).

První agrotechnické opatření proti vodní erozi je využití vhodných strojů, které ovlivní strukturu půdy. Důležité je půdu nerozměňovat a podpořit hrudkování. Obzvláště vhodná je také vrstevnicová orba (Vlasák, Bartošková 2007).

Cílem je využívat posklizňové zbytky plodin a biomasu meziplodin. Rizikovým obdobím je tání sněhu a období přívalových dešťů. Navazuje na opatření organizačního charakteru. Jedná se o půdoochranné technologie pěstování plodin jako je vrstevnicové či konturové obdělávání výsev do ochranné plodiny nebo strniště hláskování a mulčování. Pokryv půdy vegetací snižuje povrchový odtok a zachycuje kinetickou energii dopadajících kapek deště a tím omezuje destrukci půdních agregátů a zaplňování nekapilárních pórů (Janeček a kol., 2008).

Nejúčinnějším opatřením proti větrné erozi jsou větrolamy. Pokud se jedná o dřeviny s křovinatým podrostem, nazýváme tato opatření jako ochranné lesní pásy (Vlasák, Bartošková, 2007).

Obecně lze ochranné technologie rozdělit do 4 skupin: přímé setí do mulče z rostlinných zbytků předplodin, přímé setí do přezimující a vymrzající meziplodiny, setí do mulče meziplodin, výsev ochranné podplodiny v pásech a meziřadích (Novotný a kol., 2014).

Protierozní ochrana chmelnic vyžaduje intenzivní obdělávání a častými pojezdy se půda mezi řadami zhutňuje a dochází ke sníženému vsaku do půdy a vzniku povrchového odtoku a smyvu půdy. Doporučuje se chmelnice na svahu zakládat rovnoběžně s vrstevnicemi, zajistit přísun organické hmoty do půdy formou chlívského hnoje, meziplodin, a posklizňových zbytků pro zvýšení tvorby humusu, omezit zpracování půdy, hloubkové kypření na podzim a využití systému zeleného hnojení., zasetí ozimé ho žita nebo řepky mezi řady chmele (Janeček a kol., 2008).

Pokud nelze dosáhnout dostatečné protierozní ochrany organizačními a agrotechnickými opatřeními, je nutné použít speciální technická protierozní opatření. Jestliže se opatření protierozního charakteru týká většího území, je dobré řešit ochranu půdy v procesu komplexní pozemkové úpravy (Morgan, 1986).

Protierozní opatření **technického charakteru** slouží k vyrovnání terénních příčných nerovností a snížení podélného sklonu velmi svažitéch pozemků, k ochraně pozemků před cizí vodou, například vytékající z lesních porostů na zemědělskou půdu,

neškodnému odvedení povrchových vod z povodí, k retardaci povrchového odtoku a zachycování smyté zeminy, k ochraně intravilánu obcí a komunikací před škodami, povrchovým odtokem a smetou zeminou. Řadí se sem zevní úpravy, jako jsou terénní urovnávky meze a terasy, dále hydrotechnické prvky, jako jsou příkopy, průlehy ochranné hrázky a nádrže (Janeček a kol., 2012).

Zemními úprav

- Terénní urovnávky – jde o odstranění vertikálních nerovností přesunem zeminy ke snížení příčného sklonu jednotlivých částí pozemků a omezení možnosti soustřeďování povrchového odtoku a vzniku rýžové eroze. Lze provádět jen na dostatečně hlubokých půdách (Janeček a kol., 2008).
- Protierozní meze – opatření, které se navracejí do krajiny, meze jsou navrhovány z důvodu protierozní ochrany a někdy i jako rozčleňující krajinnotvorný prvek. Mez musí být vždy zatravněna a z krajinářského pohledu je vhodné ji osázet dřevinami. Funkcí meze je zadržení přebytečné vody a zamezení transportu smytých půdních částic. Mez vyžaduje povýsadbovou údržbu dřevin i jejich ochranu před volně žijící zvěří (Novotný a kol., 2014).
- Většina dosud stávajících mezí by měla být ponechána a vhodným způsobem doplněna nebo znovu vybudována tam, kde v důsledku zcela iracionálního zvětšování celků orné půdy byly meze zrušeny (Podhrázká, Dufková, 2005).
- Terasy — Terasy se budují jen na lokalitách, kde se vysoce výnosné půdy vyskytují ve velmi sklonitých terénech (Vlasák, Bartošková, 2009). Terasy rozdělují svažité terén na menší terasy, aby došlo ke zmenšení sklonu nad 20 % pomocí výškového stupně. Terasy představují velký zásah do ekosystémů zemědělsky nevyužívaných lokalit, kde dochází k narušení geologických, geomorfologických, pedologických i biologických poměrů takto upravovaného území. Stabilizace svahu se provádí vegetačním opevněním – zemní terasy anebo s opěrnou, popř. zárubní zdí. Podle tvaru rozeznáváme terasy úzké a široké. Při návrhu teras je nutno počítat s doprovodnými objekty, jako jsou bermy, obratiště, protismykové zářezy, drenážní odvodnění, příkopy, průlehy, polní cesty aj. (Kadlec a kol., 2014).

Součástí teras jsou různé objekty, které terasové plochy doplňují:

- Bermy – lavičky terasových svazích rozdělí plynulou výšku terasového svahu. Používají se průjezdné lavičky, které jsou víceúčelové.
- Obratiště slouží k otáčení mechanizace.
- Protismykové zářezy zajistí stabilitu násyp kovových částí teras zpravidla v údolních nebo pod vysokými násypy.
- Drenážní odvodnění – navrhuje se k úpravě vodního režimu podzemní vody. Drenáž se navrhuje k zachycení jednotlivých vývěřů vody nebo odvodnění z kluzných vrstev.
- Protierozní příkopy – chrání terasy před vnější povrchovou vodou nebo zajišťují bezpečný odtok povrchové vody uvnitř terasové plochy.
- Cesty – jsou navrhovány paralelně s osou terasové plochy.
- Sjezdy a výjezdy na terasy nebo z teras navazují na síť cest, kdy terasová plošina je pod nebo nad úrovní nivelety cesty (Janeček a kol., 2008).

Z důvodu přívalových dešťů ohrožující cenné části území je nutné řešení neškodného odvádění přívalových vod jsou hydrografické prvky (Janeček a kol., 2008).

- protierozní příkopy – hlavní funkce spočívá v ochraně pozemků před škodlivými účinky vody, ochraně intravilánu před splaveninami a záplavami. Příkopy dělíme na záchytné a svodné, jejich profil je lichoběžníkového, nebo trojúhelníkového tvaru a svodné bývají opevněné (Vlasák, Bartošková, 2007).
- Průlehy – ochrana spočívá ve vytváření systému širokých mělkých příkopů – průlehů, jež zachycují povrchově stékající vodu. V průlezech bez podélného sklonu vsakuje voda do půdy, průlehy s podélným sklonem odvádějí vodu mimo ohrožené území (Holý, 1994).
- Zatravněné údolnice – navrhuje se k ochraně drah povrchového odtoku, který se v důsledku členitosti terénu soustřeďuje v přirozených úžlabinách a údolnicích (Janeček a kol., 2008). Kořenový systém v závislosti na své hustotě a kvalitě zpevňuje půdu a redukuje odnos půdních částic. V druhovém složení jsou preferovány trávy výběžkaté, tvořící pevný drn (Podhrázská, Dufková, 2005).

- Hrázkování a důlkování se provádí speciálními stroji, hrázkovačem nebo důlkovačem. Tato technologie vytvoří přímo na pozemku dostačující prostor pro zachycení spadlých srážek a tím dojde k zabránění vzniku povrchového odtoku. Hrázkování se využívá u širokořádkových plodin, které jsou pěstovány v hrůbcích. Vytvořením hrázky vzniknou malé nádržky, které omezují povrchový odtok a zabraňují smyvu půdy. Důlkování lze aplikovat u všech širokořádkových plodin, avšak účinnost je nižší než hrázkování (Podhrázká a Dufková, 2005).
- Protierozní nádrže – plní zároveň několik funkcí; zachycují nárazové odtoky, akumulují je a pozvolně vypouštějí a takto chrání níže ležící území před nepříznivými účinky povodňových průtoků. Nádrže zvyšují erozní základnu, a tím napomáhají ochraně území nad nádrží; významný je i převod části vody do podzemních vod. Nádrže tohoto typu zachycují splaveniny, které se po vytěžení používají k rekultivačním účelům (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

4 Charakteristika zájmového území

4.1 Základní informace zájmového území

Pro tuto bakalářskou práci bylo zvoleno katastrální území Hluboká nad Vltavou. Obec se nachází v Jihočeském kraji v okrese České Budějovice. Je situována na okraji českobudějovické kotliny, 10 km severně od Českých Budějovic 49°03' severní šířky, 14°26' východní délky. Kód katastrálního území je 544485. Celková výměra tohoto katastrálního území je 9111 ha, z toho je 3006 ha zemědělské půdy a 6105 nezemědělské půdy (Tabulka č. 10).

Katastrální území Hluboká nad Vltavou leží po obou březích řeky Vltavy (obrázek č. 5). Nadmořská výška činí 394 m n. m. V obci dle Českého statistického úřadu z roku 2022 žije 5353 obyvatel. Hluboká nad Vltavou se dále dělí na části:

Bavorovice, Buzkov, Hroznějovice, Jaroslavice, Jeznice, Kostelec, Líšnice, Munice, Poněšice, Purkarec (www.obcan.hluboka.cz, 2023). Obecní znak a vlajku můžeme vidět na obrázku č. 4.

Zemědělská půda (ha)	
Orná půdy	1877
Chmelnice	0
Zahrada	97
Ovocný sad	0
Trvalý travní porost	1032
Nezemědělská půda (ha)	
Lesní pozemek	4895
Vodní plocha	575
Zastavěná plocha a nádvoří	93
Ostatní plocha	542

Tabulka č.10: Výměra katastrálního území (www. čuzk, 2023).



Obrázek č.4: Obecní znak, vlajka (www.hluboka.cz, 2023).

Přesná poloha:



Obrázek č.5: Poloha k.ú. Hluboká nad Vltavou (www.mapy.cz, 2023).

4.2 Historie obce

Sídlo v podhradí někdejšího královského hradu Froburg, zbudovaného ve 13. století, se poprvé připomíná roku 1378 (Markt Podhrad). Německý název hradu pochází od středohornoněmeckého slova vrô, tj. "pán" (blízce příbuzné je moderní slovo Frau) a znamenal tedy "Pánův hrad" či "Hrad Páně". Kolem let 1660–1670 se tehdy zvaný Frauenberg stal majetkem rodu Schwarzenbergů. Od počátků byl hrad zván též česky Hluboká, snad pro někdejší hluboký les či vyvýšenou polohu (www.obcan.hluboka.cz, 2023).

Osada vzniklá v podhradí Hluboké, s původním názvem Podhrad, byla povýšena na městečko v roce 1496 Vilémem z Pernštejna. Městem se Hluboká nad Vltavou, která vznikla spojením osad Podhrad, Hamr, Podskalí a Zámostí, stala dekretem císaře Františka Josefa I. z 4. října 1907. Další majitelé hradu Hluboká Ondřej Ungnad ze Suneka, Jáchym z Hradce a jeho syn Adam postupně přestavěli středověký hrad v renesanční sídlo. Od roku 1661 do roku 1947 byl zámek v držení rodu Schwarzenbergů, kteří jej v letech 1839–1871 přestavěli do dnešní podoby v duchu romantické novogotiky podle vzoru anglického Windsoru. 4. října 1907, kdy byla z městyse povýšena dekretem císaře Františka Josefa I. (www.mistopisy.cz, 2023).

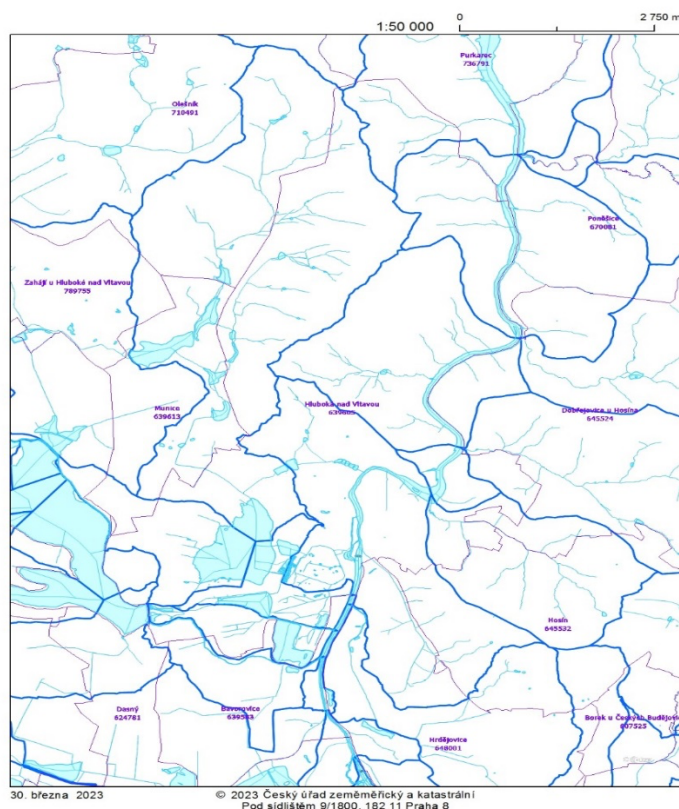
Ve 2. polovině 20. století došlo k velkým stavebním zásahům do podoby města a jeho extravilánu. Kvůli stavbě vodní nádrže Hněvkovice, která byla primárně vybudována jako zdroj technologické vody pro Jadernou elektrárnu Temelín, byla vysídlena a zbourána část Purkarce (www.obcan.hluboka.cz, 2023).

4.3 Klimatické podmínky

Řešené území leží v nadmořské výšce 389 až 400 m n.m., v klimatické oblasti dle tabulky č. 5 (www.eagri.cz, 2023), která je charakterizována, jako teplá, mírně vlhká. Projevuje se zde efekt blízkých pohoří Šumava, Novohradských hor a slabší vliv Alp, což způsobuje fénové efekty při jižních a jihovýchodních větrech, to má za následek srážkový stín a zvýšení teplot. Roční úhrn srážek se v zájmové oblasti pohybuje v množství 600 mm za rok. V období vegetace úhrn srážek činí 411 mm.

Na několika místech zejména ve středu a v korytu rybníka dosahuje hloubky až 7 m. Obvod měří 18,5 km. Bezdrv byl vybudován v letech 1490 na příkaz majitele panství Hluboká Viléma z Pernštejna. V současné době vlastní rybník Rybářství Hluboká (jihoceskyvenkov.cz, 2023).

Jez v Hluboké je pohyblivý jez na Vltavě vybudován v roce 1935. Byl vybudován za účelem regulace toku. Nyní hraje klíčovou roli ve splavnění Vltavy do Českých Budějovic. Jez je vysoký 2,6 m a tvoří ho 3 přelivná pole. Na jezu byla postavena také vodní elektrárna, které je umístěna asi 700 m pod jezem a vede k ní derivační kanál. V elektrárně byly původně dvě Kaplanovy turbíny o celkovém výkonu 90 kW, která vyrobila v roce 2009 asi 0,250 GWh elektřiny ročně, ale po rekonstrukci má nyní MVE jednu Kaplanovu turbínu o výkon 300 kW. Na místě původní vorové propusti byla v roce 2010 zahájena stavba plavební komory, která byla dokončena v roce 2012. V letech 2013–2014 byl vybudován u jezu sportovní přístav o kapacitě až 73 malých lodí. Součástí přístavu je unikátní zdvihací lávka (www.tv-adams.wz.cz, 2023). Hydrologické podmínky k.ú. můžeme vidět na obrázku č. 7.



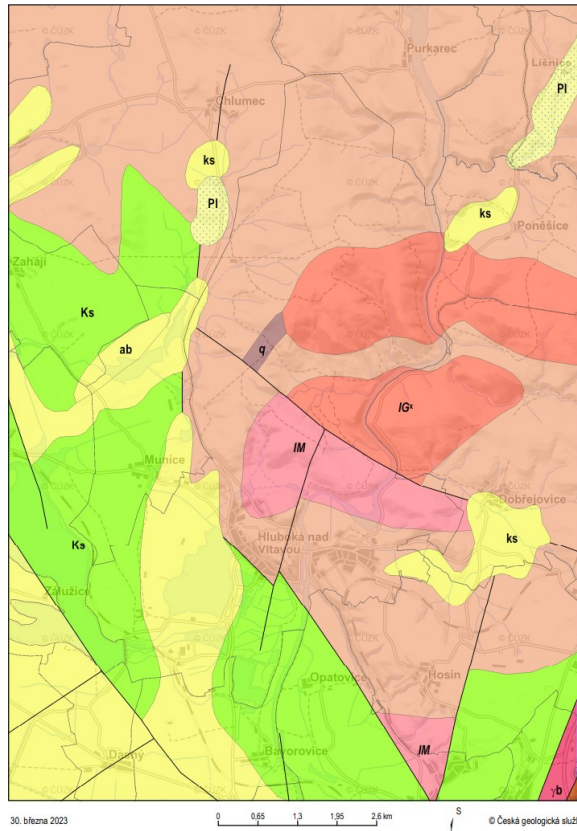
Obrázek č.7: Hydrologické podmínky k.ú. (www.ags.cuzk.cz, 2023).

4.5 Geologické a pedologické podmínky

Hluboká nad Vltavou se nalézá na severu budějovické rybníční pánve, kde do široké podmáčené sníženiny zasáhla svou činností řeka Vltava a kde do ní vstupují metamorfované horniny Táborské pahorkatiny (Velký Kameník). Nad řekou byl vybudován hrad, později zámek Hluboká, který se stal v průběhu dalšího vývoje centrem rozsáhlé krajinné kompozice rozkládající se na minimálně 75 km² (www.místopisy.cz, 2023).

Nachází se zde kambizemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční. Bonitovaná půdně ekologická jednotka 5.29.11 legislativně spadá dle Vyhlášky o stanovení tříd ochrany č. 48/2011 Sb. do II. třídy ochrany zemědělského půdního fondu, její aktuální základní cena podle Vyhlášky k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhlášky) č. 441/2013 Sb. je 7.79 Kč za m² a bodová výnosnost této půdy je na stupnici od 6 do 100 vyjádřena hodnotou 43. Jedná se o velmi málo produkční půdy. Půdy se střední rychlostí infiltrace i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité (www.bpej.vumop.cz, 2023).

Z přírodního hlediska je oblast Hlubocka charakteristická rozsáhlou sítí mokřadů, bažin a rašelinišť, které byly využívány v minulosti zejména jako pastviny; později se zde rozvinulo rybníkářství. Území je možné z geomorfologického hlediska rozdělit na dvě základní části. Pro první je typická rovina s relativním převýšením do 30 m, tvořená třetihorními písčítými sedimenty a kvartérními fluvialními sedimenty Vltavy a přítoků, patřící do geomorfologického celku českobudějovická pánev. Do této části spadá rybníční soustava a obce Mutěnice, Opatovice a zámek Ohrada s nadmořskou výškou kolem 375 m n.m. Druhou část tvoří výrazně vrchovinový reliéf formovaný starohorními a prvohorními tvrdými metamorfovanými horninami, které tvoří výrazné ostré terénní hrany nad českobudějovickou pánví (www.hlubocko.cz, 2023). Geologické podmínky dále můžeme vidět i na obrázku č. 8 společně s legendou na obrázku č. 9.



Obrázek č.8: Geologické podmínky k.ú. (www.mapy.geology.cz, 2023)

Geologická mapa 1 : 500 000

Indexy hornin

Tektonické linie

— zlom známý

— hranice zjištěná

Horniny

Terestrický terciér Českého masivu a Karpat

Kenozoikum; Neogén–neogén

PLIOCÉN

PI písky, štěrky, jily

Terciér Českého masivu

Kenozoikum; Neogén

STŘEDNÍ–SPODNÍ MIOCÉN (karpat–sarmat)

ks písky, štěrky, jily, lignitové sloje

STŘEDNÍ–SPODNÍ MIOCÉN (aquitan–baden)

ab písky, štěrky, jily, podřadné uhelné sloje

Mezozoikum Českého masivu (převážně marinní)

Mezozoikum; Křída

SVRCHNÍ KŘÍDA (santon)

Ks pískovce, jílovce, slépence

Paleozoikum Českého masivu

Paleozoikum; Perm

SPODNÍ PERM (autun)–z SVRCHNÍ KARBON (stephan C)

Pa rudé i šedé kalovce (prachovité jílovce), pískovce, arkózy, slépence, uhelné sloje

nerozlišeno

Prekambrium a (nebo) paleozoikum, nerozlišené

PREKAMBRIUM A (NEBO) PALEOZOIKUM (nerozlišené)

g ruly: nižší a nízký tlak biotit a sillimanit–biotitické ruly, dílem migmatitizované)

IM leukokráttní migmatity, leukokráttní kvarcit–felzicitické ruly

Variská intruziva

variská intruziva

gb biotitické granity jemné (až středně) zrnité

gdh amfibol–biotitické a biotiti–amfibolické granodiority

Předvariská intruziva a intruziva neznámého stáří (často deformovaná a metamorfovaná)

předvariská intruziva a neznámého stáří

IG* leukokráttní, alkalicko–živcové muskovitické metagranity a ortoruly, místy obohacené stopovými prvky

Vložky v prekambriu a v paleozoiku

Prekambrium nerozlišené

vložky v prekambriu a paleozoiku

q kvarcitty

Parcely KN (DATA K 31.4.2021)

Katastrální území

□

Obrázek č. 9: Legenda mapy geologických podmínek (www.mapy.geology.cz, 2023).

5 Metodika

Tato kapitola se zabývá metodou vyhodnocení erozního ohrožení pomocí univerzální rovnice USLE v geoinformačním systému ArcGIS.

5.1 Použitá data

Data BPEJ – volně dostupné na stránkách Státního pozemkového úřadu (<https://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej>).

Data vodních toků – volně dostupné na stránkách Výzkumného vodohospodářského ústavu T.G.Masaryka (<https://www.dibavod.cz/index.php?id=27>).

LPIS – data získané z Veřejného registru půdy (<https://eagri.cz/public/app/eagriapp/lpisdata/>).

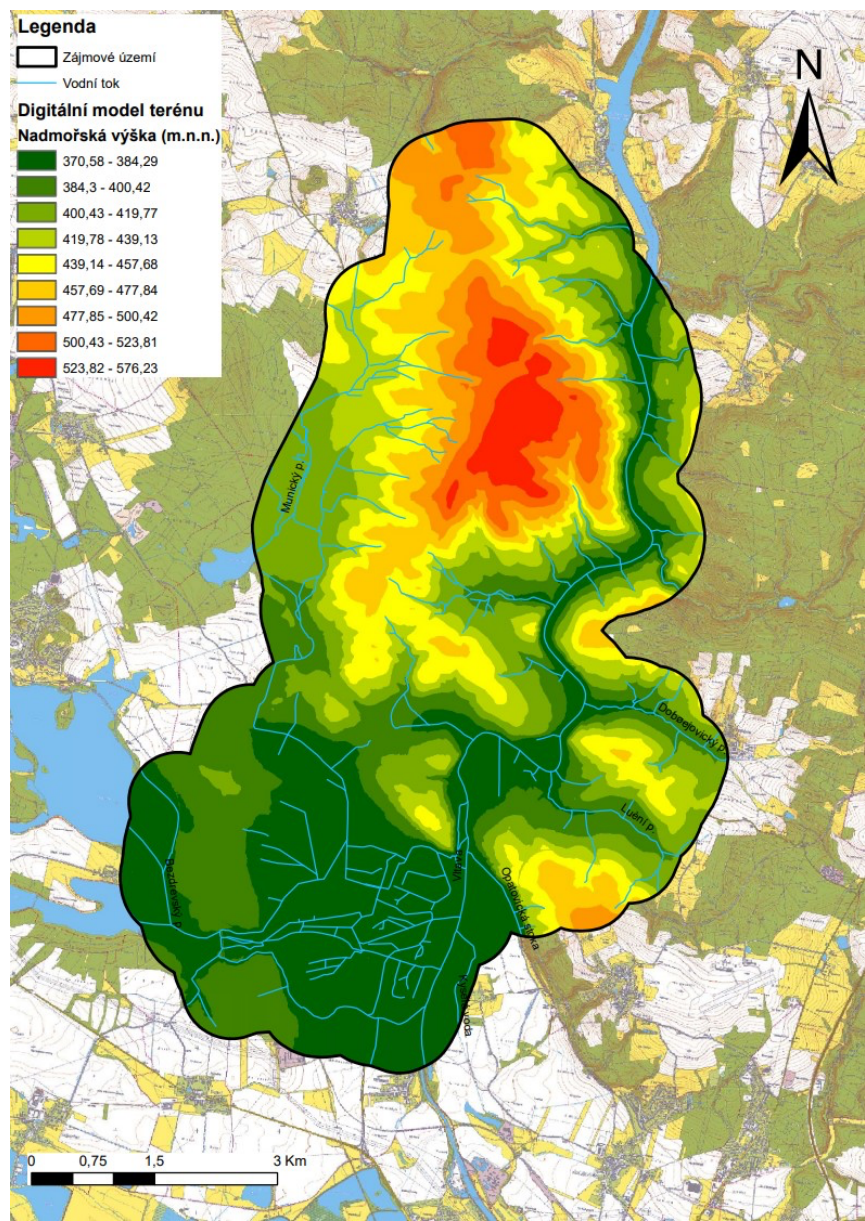
Sít' bodů ZABAGED – data poskytnuta Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním (<https://www.cuzk.cz>).

Základní mapa ČR 1:10 000 – WMS služba volně dostupná na webových stránkách Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (<https://www.cuzk.cz>).

Data katastrální mapy – dostupné na webových stránkách Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (<https://www.cuzk.cz>).

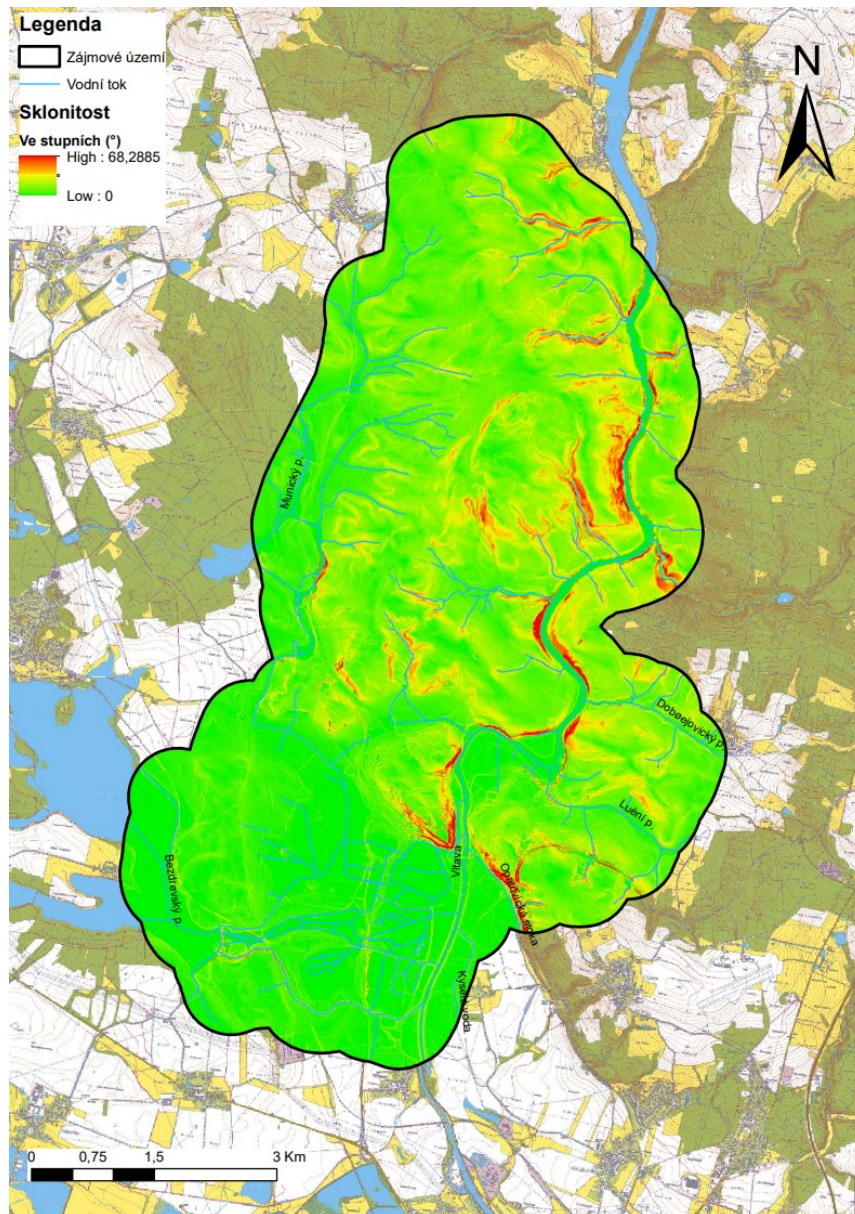
5.2 Zájmové území

Hranice zájmového území byla vytvořena z hranic katastrálního území Hluboká nad Vltavou získaná ze serveru Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního, pomocí funkce BUFFER (Obrázek č. 10). Tato funkce vytvořila odsazenou hranici, kterou tedy považujeme za hranici zájmového území. Délka odsazení je rovna 600 m. Důvodem tvorby této hranice je, aby docházelo k co nejmenšímu zkreslení a dalším důvodem je, že některé pozemky se mohou nacházet v těsné blízkosti či ležet na hranici katastrálního území.



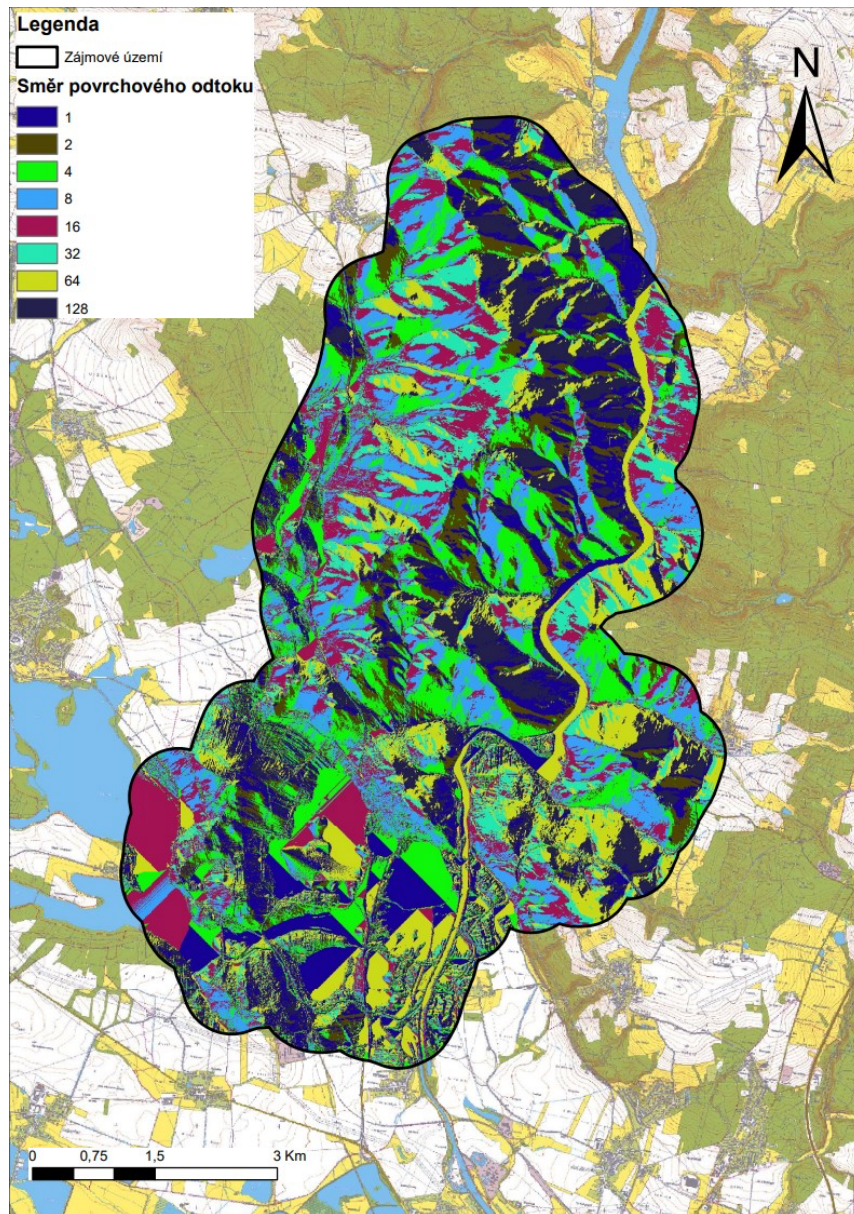
Obrázek č. 11: Digitální model terénu

Raster digitálního modelu terénu se dále použije při tvorbě vrstev sklonitosti a akumulace odtoku, které jsou důležité pro výpočet LS faktoru. K tvorbě vrstvy sklonitosti se použil nástroj SLOPE, ve kterém se nastavilo, aby výsledné hodnoty byly ve stupních zvolením DEGREE (Obrázek č. 12).



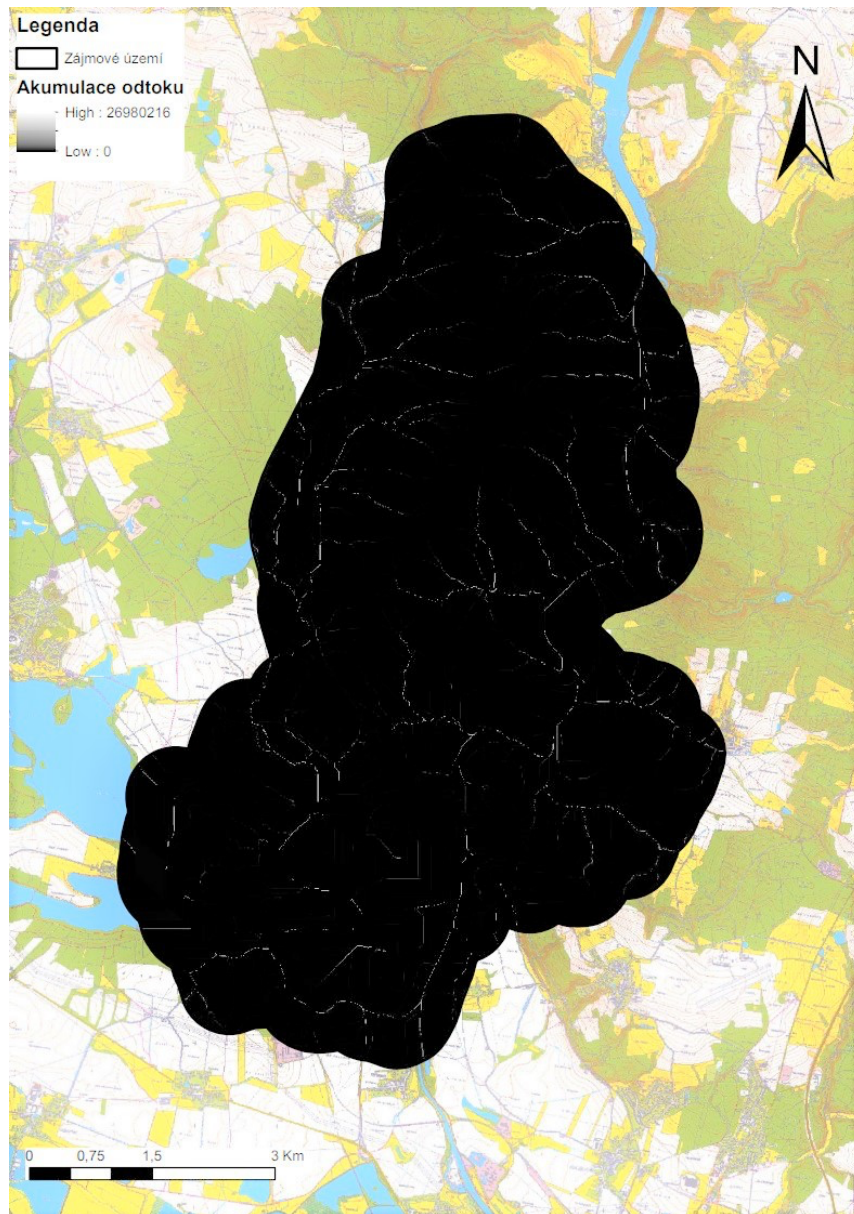
Obrázek č. 12: Sklonitost

Pro vytvoření vrstvy akumulace povrchového odtoku je potřeba vrstva směr povrchového odtoku (Obrázek č. 13). Tato vrstva byla vytvořena pomocí nástroje FLOW DIRECTION, do kterého byla vložena upravená vrstva digitálního modelu terénu nástrojem FILL. Ten odstranil bezodtoková místa.



Obrázek č.13: Směr povrchového odtoku

Nástrojem FLOW ACCUMULATION, kde vstupní vrstva byla směr povrchového odtoku je vytvořena vrstva akumulace povrchového odtoku (Obrázek č. 14). Hodnota buňky byla nastavena na celá čísla zvolením typu INTEGER.



Obrázek č. 14: Akumulace odtoku

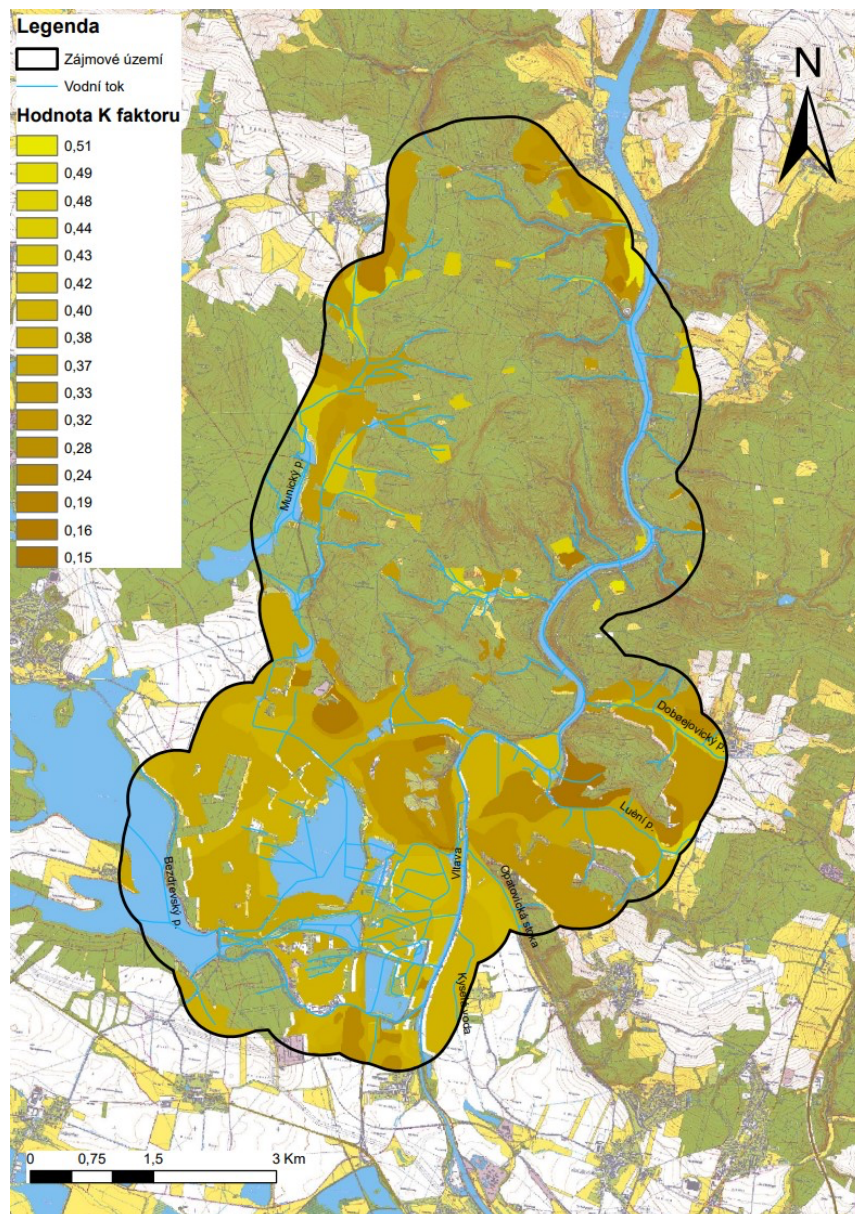
5.4 Faktor erozní účinnosti dešťových srážek (Faktor R)

Erozní účinnost dešťových srážek je závislá na kinetické energii srážek, jejich četnosti výskytu, intenzitě a úhrnu.

Dle metodiky Janečka (2012) byla faktor R přiřazena hodnota $40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{ha}^{-1}$. Tato hodnota je průměrnou hodnotou pro Českou republiku.

5.5 Faktor erodovatelnosti půdy (Faktor K)

Faktor K neboli faktor erodovatelnosti půdy byl vytvořen z hlavních půdních jednotek. Ty se získaly v atributové tabulce z kódu BPEJ. Jedná se o čísla na 2. a 3. místě kódu. K těmto hodnotám se pak následně přiřadily hodnoty K faktoru z metodiky Janečka (2012). Poté se nástrojem FEATURE TO RASTER vytvořil RASTER (Obrázek č. 15).



Obrázek 15: Faktor erodovatelnosti půdy (K faktor)

5.6 Topografický faktor (Faktor LS)

K výpočtu LS faktoru se používá rovnice dle Mitášové (1996) ve tvaru:

$$LS = \left(\frac{a}{22,13}\right)^m \times \left(\frac{\sin(s)}{0,0896}\right)^n$$

Rovnice č. 9: LS faktor (Mitášová, 1996).

kde:

A = plocha

s = sklon terénu

m, n = kalibrační koeficienty

22,13 = délka standardního pozemku

0,0896 = sklon standardního pozemku

LS faktor byl vytvořen výpočtem v nástroji RASTER CALCULATOR. Zde se zadal příkaz:

```
Power("FlowAccumulation"*1/22.13,0.56)*Power(Sin("Slope"*0.01745)/0.0896,1.3)*1.56
```

Kde:

Flow Accumulation = vrstva akumulace povrchového odtoku

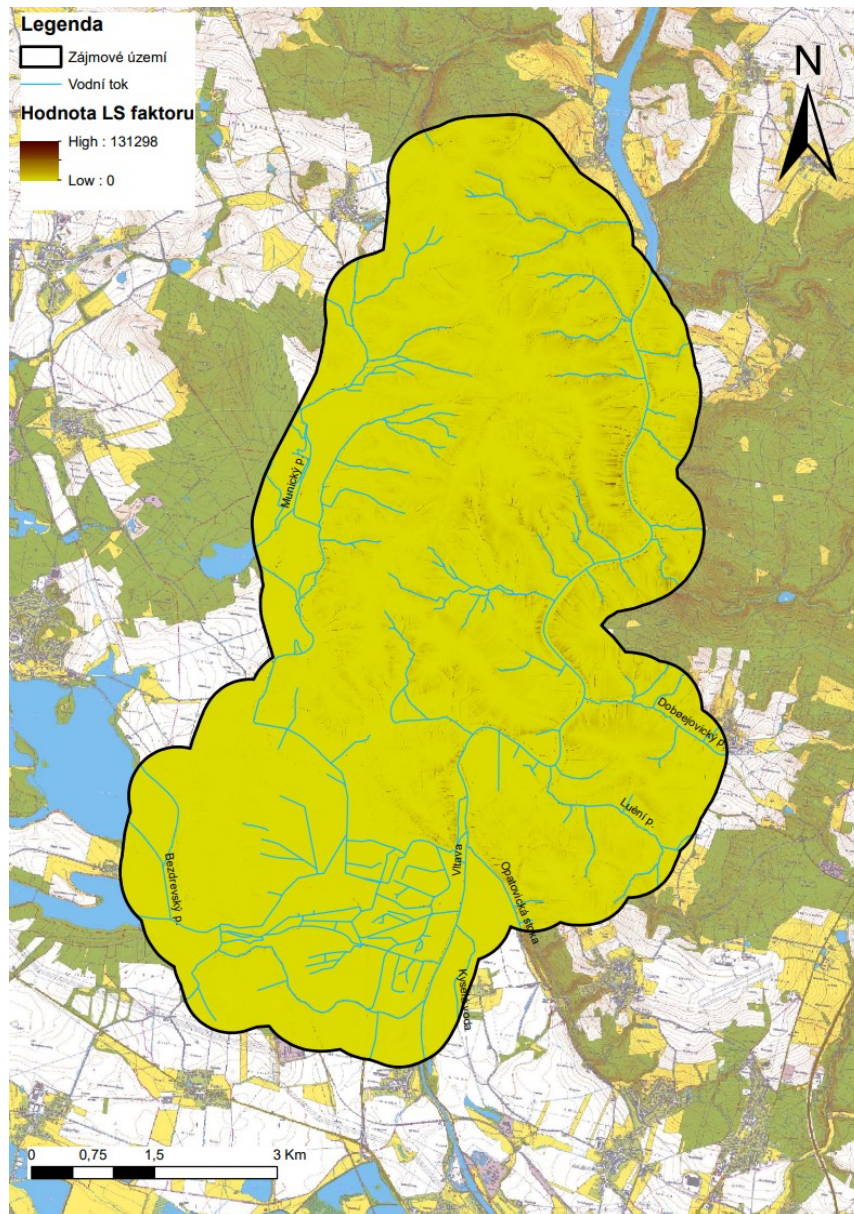
1 = velikost buňky digitálního modelu terénu

0.56 = kalibrační parametr

Slope = vrstva sklonitosti terénu

1.3 = kalibrační parametr

Výsledkem je raster LS faktoru (Obrázek č. 16).



Obrázek č. 16: Topografický faktor (LS faktor)

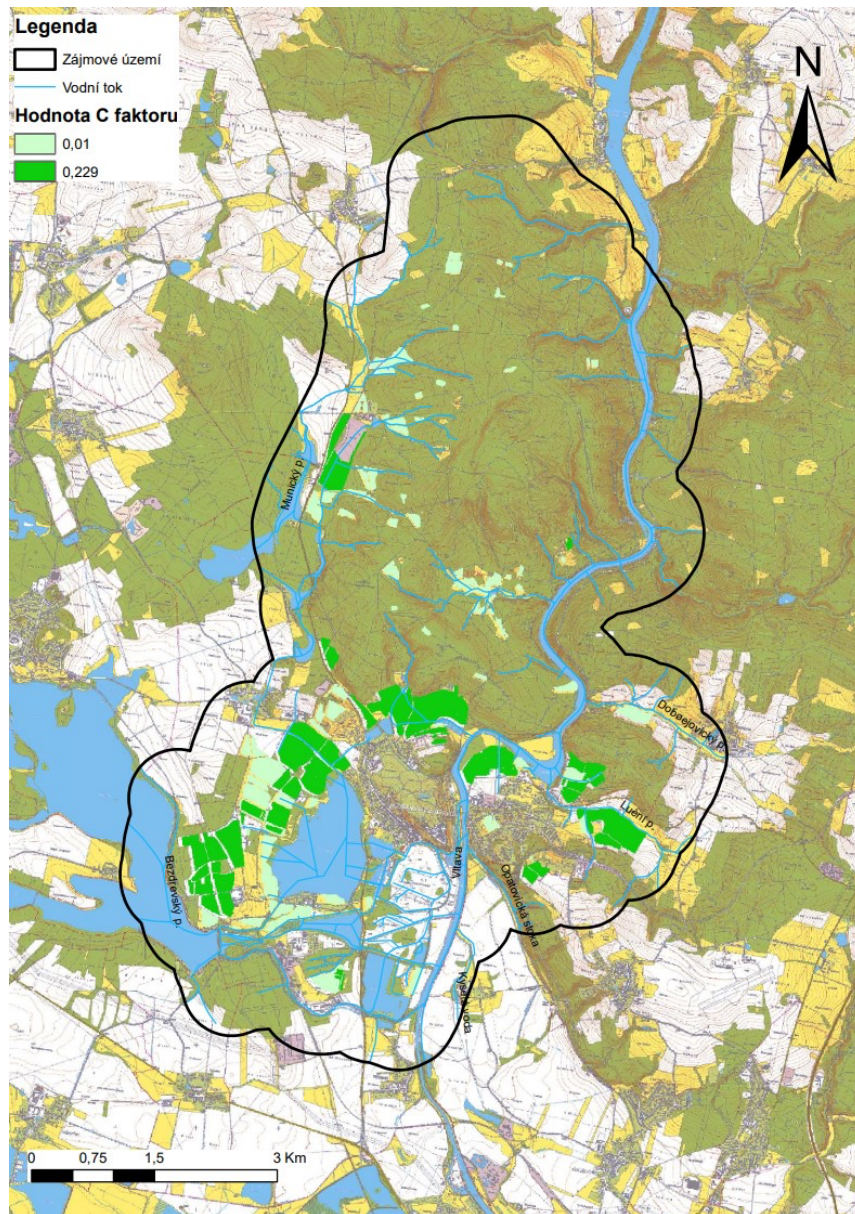
5.7 Faktor ochranného vlivu vegetace (Faktor C)

Jelikož se nepodařilo sehnat osevnické postupy, byl faktor C stanoven na základě klimatického regionu. Ten se zjistil opět z kódu BPEJ první číslicí. Zájmové území se nachází v klimatickém regionu č. 5. Tento region je mírně teplý, mírně vlhký s označením MT2. V atributové tabulce vrstvy BPEJ se tedy vytvořil nový sloupec s názvem klima a vyplněnou hodnotou 5.

Klimatický region	Orná půda	Ostatní plochy ZPF	Třída CLC	C
0	0,291	0,307	Urbanizované území	0
1	0,278	0,286	Lesy	0,005
2	0,266	0,264	Louky a pastviny	0,01
3	0,254	0,243	Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	0,1
4	0,251	0,221	Haldy a skládky	0,2
5	0,229	0,199	Směsice polí, luk a trvalých plodin	0,25
6	0,216	0,178	Sady, chmelnice a zahradní plantáže	0,3
7	0,204	0,156	Nezavlažovaná orná půda	0,35
8	0,192	0,135	Oblasti současné těžby surovin	0,5
9	0,179	0,113		

Tabulka č. 11: Faktor C dle klimatického regionu (Kadlec M., Toman F., 2002)

Pomocí nástroje FEATURE TO RASTER byl vytvořen raster z vrstvy BPEJ a sloupce klima. Následně v atributové tabulce vrstvy LPIS byly doplněny hodnoty C faktoru na základě sloupce KULTURANAZ a tabulky č. 11. Kultury TTP a travní porost (na orné půdě) byla vyplněna hodnota 0,01. Pro ornou půdu pak dle klimatického regionu hodnota 0,229. Následně byl opět vytvořen raster nástrojem FEATURE TO RASTER, který znázorňuje faktor C (Obrázek č.17).



Obrázek č. 17: Faktor ochranného vlivu vegetace (Faktor C)

5.8 Faktor účinnosti protierozních opatření (Faktor P)

Faktor P je určen hodnotou 1, jelikož pro tuto práci nejsou uvažovány žádné protierozní opatření.

6 Výsledky práce

Do nástroje RASTER CALCULATOR byly dosazeny dosud vytvořené vrstvy jednotlivých faktorů ve formě rovnice USLE.

$$G = 40 * K * LS * C * 1$$

Kde:

40 = Faktor erozní účinnosti dešťových srážek (R faktor)

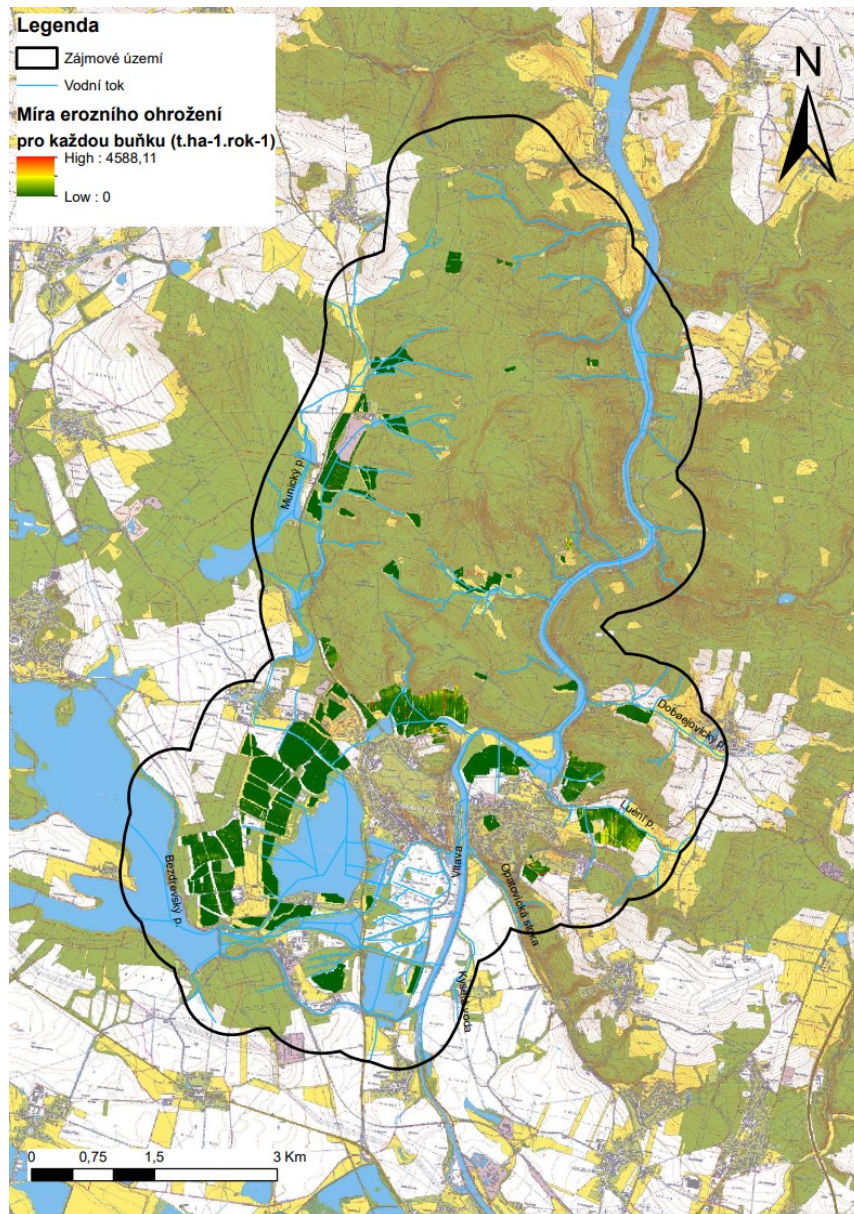
K = Faktor erodovatelnosti půdy (K faktor)

LS = Topografická faktor (LS faktor)

C = Faktor ochranného vlivu vegetace (C faktor)

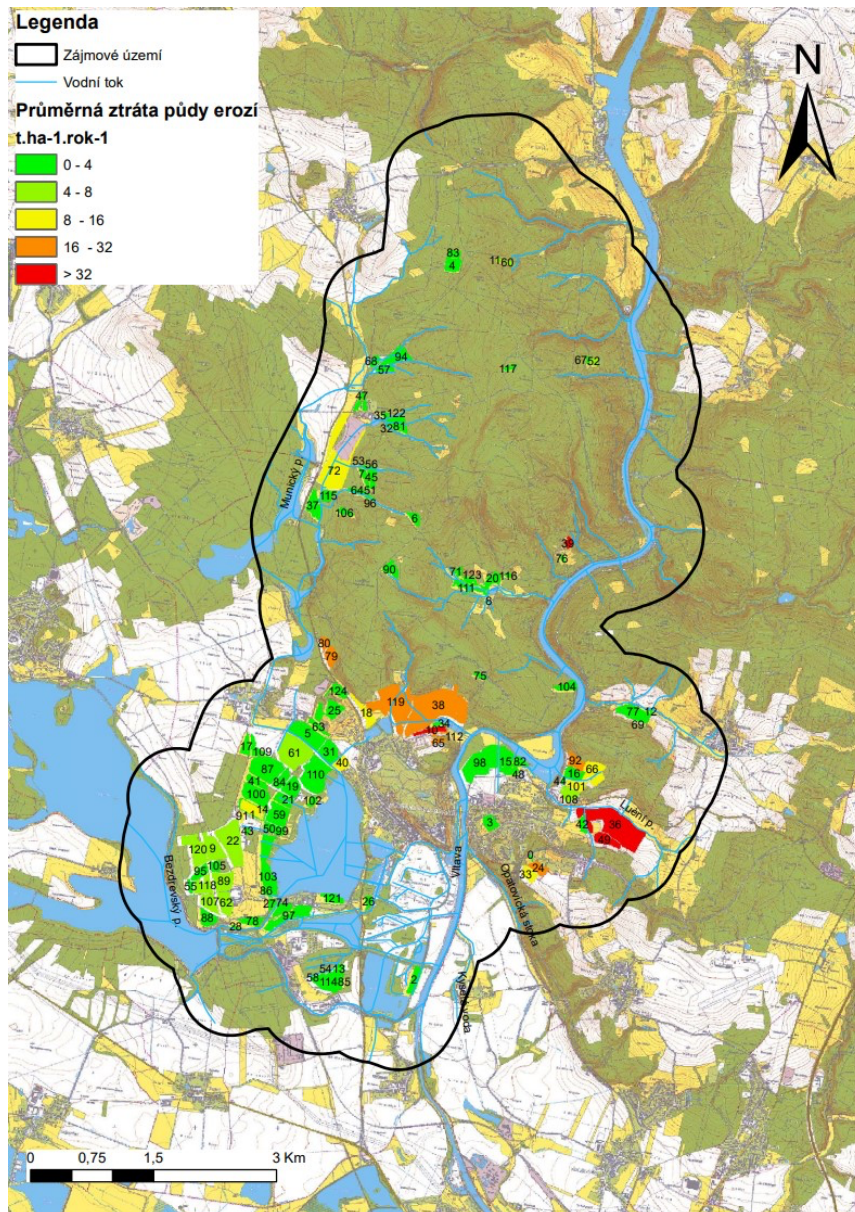
1 = Faktor účinnosti protierozních opatření (P faktor)

Výsledkem je vrstva míry erozního ohrožení pro každou buňku (Obrázek 18). Ta se dále vložila do nástroje ZONAL STATISTICS, ze kterého vznikla vrstva průměrné ztráty půdy pro každý pozemek (Obrázek č. 19).



Obrázek č. 18: Míra erozního ohrožení vodní erozí na každou buňku

Dle kódu BPEJ na pozemcích převažuje půda středně hluboká (30-60 cm), tudíž přípustná ztráta půdy je pro tyto pozemky 4 t.ha⁻¹.rok⁻¹.



Obrázek č..19: Průměrná ztráta půdy vodní erozí pro každý pozemek

Z výsledků můžeme vidět, že v území se nachází dvě velké oblasti, které jsou závažně ohroženy vodní erozí. Průměrná ztráta půdy v těchto místech dosahuje 16- 32 t.ha⁻¹.rok⁻¹ a 32 a více t.ha⁻¹.rok⁻¹. Podrobně vypsané průměrné ztráty půdy na pozemcích jsou vypsány v tabulce č. 12.

Průměrná ztráta půdy pro každý pozemek	
Číslo pozemku	t.ha⁻¹.rok⁻¹
0	1,38
1	0,51
2	0,05
3	1,72
4	2,56
5	3,44
6	1,85
7	0,55
9	6,69
10	59,39
11	7,69
13	2,22
14	0,00
15	10,11
16	3,41
17	0,35
18	0,48
19	9,98
21	3,30
22	1,04
24	0,21
25	5,45
26	1,05
28	30,31
29	0,67
30	0,12
31	0,09
32	0,35
33	0,94
34	1,13
35	2,05
36	1,51
37	9,46
38	1,59
39	0,43
40	40,84
41	0,12
42	31,94
43	63,83
44	10,71
45	0,59
46	1,13
47	0,62
48	3,10
49	1,17
51	0,34

52	0,47
53	46,13
54	3,67
55	0,67
56	4,59
57	1,69
58	0,00
59	0,67
60	0,86
61	0,50
62	0,00
64	3,49
65	6,21
66	6,13
67	5,56
68	0,88
69	0,63
70	24,18
71	13,05
72	2,60
73	1,87
74	1,63
75	0,00
76	0,72
77	11,99
78	0,00
80	0,05
81	0,57
83	0,72
85	3,75
86	0,25
87	24,67
88	19,08
89	1,05
91	0,06
92	0,91
93	2,97
94	0,08
95	0,25
96	0,27
97	0,05
98	5,70
99	0,70
100	15,40
101	18,03
103	2,25
105	0,40
106	0,69
107	0,18
108	0,75
109	0,68
110	0,35

111	14,71
112	0,02
113	0,15
114	1,06
116	2,34
117	0,87
120	4,61
122	6,84
123	0,39
124	3,02
125	1,86
126	22,96
127	0,53
128	0,00
129	0,25
130	1,79
131	0,95
134	4,48
135	23,11
136	6,31
137	0,02
138	0,46
139	0,31
140	0,94

Tabulka č.12: Průměrná ztráta půdy na pozemek

7 Diskuze

Určení míry erozního ohrožení katastrálního území Hluboká nad Vltavou bylo dosaženo univerzální rovnicí USLE v programu ArcGIS. Z výsledků bylo zjištěno že ze 122 pozemků 19 přesáhlo přípustnou ztrátu půdy. Dle výstupů dosažených postupným dosazováním dat do programu ArcGIS, můžeme za příčinu považovat rozlohu a sklonitost pozemků. Pozemky číslo 10 ($59,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$), 40 ($40,84 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$), 43 ($63,83 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$) a 53 ($46,13 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$) jsou na tom nejhůře.

Pro celou Českou republiku byla stanovena průměrná hodnota R faktoru na $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ (Janeček a kol., 2012).

Určení hodnoty K faktoru: Faktor erodovatelnosti půdy byl stanoven podle (HPJ) bonitační soustavy půd. Hodnoty faktoru K je možné stanovit pomocí nomogramu, ze kterého vyplývá, že náchylnost zkyplené půdy k erozi závisí především na její textuře. (Pasák, 1984).

Určení hodnoty faktorů L a S: Faktor L je určen délkou odtokové linie, faktor S představuje sklonitost její trasy. Faktor délky svahu je automaticky určen z vymezené výpočtové trasy.

C-faktor, vypočten na základě dodaných osevních postupů (5leté období).

Určení hodnoty P faktoru Faktor účinnosti současných PEO byl určen jako $P = 1$, tzn., že v současnosti nejsou aplikována žádná PEO.

Z vyhodnocení rovnice USLE v ArcGISU bylo jednoduchým způsobem zjistitelné, že k větší míře eroze značně napomáhá sklonitost a rozloha pozemku. I při těchto faktorech lze významně erozi minimalizovat vhodným osevním postupem. Výsledky této bakalářské práce mohou posloužit společnosti pro lepší informovanost o náchylnosti zemědělských ploch vodní erozí a případně se zaměřit na zlepšení stavu ochrany před těmito vlivy.

Výsledky jsou shrnuty v 6. kapitole této bakalářské práce. Z těchto hodnot a analýz, které udávají jednotlivé informace o ohroženosti půdních bloků vodní erozí, je patrné že většina půdních bloků zájmového území tímto typem eroze ohrožena není.

Uhlířová, Mazín a kol. (2005) podotýkají, že z hlediska současného vývoje degradace půdy by bylo vhodné přehodnotit limity přípustného odnosu jemnozeme, z důvodu vzniku 1 mm půdy za rok a tomuto kritériu by měla být podřízená i přípustná ztráta půdy.

Podklad pro výběr odtokových linií a měření údajů L a S se doporučují mapy 1:10000, nebo 1: 5000, popřípadě vektorové vrstevnice a orthofomapy (VÚMOP, 2023).

Doležal (2010) navrhuje, že je vždy nutně prokázat účinnost navrhovaných PEO. Nejlépe porovnáním vypočtené dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy před opatřeními a po jejich návrhu. Průzkum erozního ohrožení a výpočty průměrné ztráty půdy překračují hranice k.ú., protože odtokové linie je nutné řešit od rozvodnic oblasti (Janeček a kol., 2002).

Proces zrychlené vodní eroze lze zkoumat i experimentálně na malých pokusných plochách, kde se sleduje množství splavenin ze svažitého pozemku s využitím přirozených srážek či umělého zadeštění. Dále lze provádět měření velikosti erozních rýh. Na středně až velkých územích je metodou výzkumu měření transportu splavenin ve vodním toku. Na velkých území lze využít snímky z dálkového průzkumu Země (VÚMOP, Ing. Hladík, 2023).

Retence vody je významným činitelem ovlivňujícím transformaci srážek v odtoku z povodí. Vyšší retence znamená menšení okamžitých povodňových průtoků při prodloužení doby jejich trvání (Pokorný, 2001).

Jak popisuje Soukup a kol. (2003) na celém území České republiky je problém odvodnění. Důvodem nežádoucí účinnost v období sucha, závady způsobující zamokření pozemku s následkem povrchové vodní eroze.

Do vyhodnocení práce nebyly zahrnuty protierozní opatření. Jejich implementací můžeme docílit snížení erozního ohrožení.

8 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo posouzení míry erozního ohrožení v katastrálním území Hluboká nad Vltavou. Dalším cílem bylo popsat problematiku eroze, její formy, příčiny a důsledky. Vyhodnocení proběhlo pomocí rovnice USLE v programu ArcGIS. Výstupem z tohoto programu bylo zjištěna průměrná ztráta půdy na každý pozemek.

Ze získaných výsledků v programu ArcGIS pomocí rovnice USLE, můžeme usoudit, že míru erozního ohrožení na těchto pozemcích značně ovlivnila jejich rozloha a sklonitost.

Cílem teoretické části byla literární rešerše definice půdy, jejího rozdělení, funkce, vlastností. Vysvětlit pojmy BPEJ a LPIS. Dále popsat problematiku eroze, její formy, příčiny a důsledky.

V praktické části proběhlo vyhodnocení pomocí rovnice USLE v programu ArcGIS. Výstupem z tohoto programu bylo zjištěna průměrná ztráta půdy na každý pozemek. Výsledky ukazují že 19 z 122 pozemků nevyhovuje podle přípustné ztrátě půdy. Nejvíce ohrožené jsou pozemky č. 10, 40, 43 a 53, kde nejvyšší hodnota dosahovala $63,83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Ze získaných výsledků můžeme usoudit, že míru erozního ohrožení na těchto pozemcích značně ovlivnila jejich rozloha a sklonitost.

Práce popisuje řešené území z hlediska ohroženosti vodní erozí a povrchový odtokem. Jedná se o dílo zpracované na základě platných legislativních i metodických podkladů, za využití nejmodernějšího softwarového řešení. Účelem této práce je poukázat na aktuální problémy a najít jejich potenciální řešení. Území města Hluboká nad Vltavou a místních částí je silně erozně ohroženo. Při přívalových srážkách dochází k povrchovému odtoku a erozi půdy, vzniku bleskových povodní. Vzhledem k pokračující klimatické změně, bude pravděpodobně podobných extrémů přibývat. Realizace vhodných ochranných opatření tak bude z dlouhodobého pohledu a z hlediska trvale udržitelného rozvoje nutná.

Tato opatření je vhodné realizovat jako společná opatření komplexních pozemkových úprav. Správně navržená protierozní opatření mají multifunkční účinek. Omezují smyv půdy, zpomalují povrchový odtok a zvyšují retenci vody v krajině (Just, 2005).

V posledních letech probíhají výkyvy počasí střídají se nadměrné srážky a období nadměrných teplot. Následkem jsou povodně a období sucha, což negativně ovlivňuje hospodářství a veřejný život. Zvyšuje se výskyt přívalových dešťů, způsobující eroze.

Na základě zjištěných skutečností by bylo vhodné na ohrožených pozemcích učinit některá z organizačních a agrotechnických protierozních opatření k zamezení dlouhodobému smyvu půdy. Ohroženost pozemků spočívá především v jejich větší sklonitosti. Při tvorbě a uspořádání zemědělských pozemků by se mělo počítat s předcházením vzniku eroze, hlavně tvarem a velikostí pozemku, ale i dalšími faktory jako jsou svažítost a délka pozemku nebo fyzikální a chemické vlastnosti půdy.

9 Seznam požitých zdrojů

9.1 Literatura

BEDRNA, Z., 1984: Půda. Příroda, Bratislava, 209 s.

BEDRNA, Z., 1996: Pôdne režimy. Bratislava: Veda, 224 s. ISBN 80-224-0028-9.

BIČÍK, I. a kol., 2009: Půda v České republice. Consult, Praha, 256 s. ISBN 80-903482-4-6.

BLANCO, H., LAL, R., 2008: Principles of Soil Conservation And Management, Springer Science+Business Media B.V., Ohio, 617 s., ISBN 978-9048185290.

BOBÁL', P. a kol., 2012: Srovnání metod stanovení vodní eroze RUSLE, USPED s numerickým modelem SIMWE na povodí Rožnovské Bečvy. Vodní hospodářství, č. 6, s. 45-49. ISSN 1211-0760.

BOHÁČKOVÁ I., BROŽOVÁ I., 2010: Ekonomika agrárního sektoru. Česká zemědělská univerzita v Praze – PEF, Praha, 120 s., ISBN: 978-80-213–2026-0.

BRYCHTA J., JANEČEK M., WALMSLEY A., 2018: Crop – management Factor Calculation Using Weights of Spatio – temporal Distribution of Rainfall Erosivity. Soil and Water Research 3/2018: s. 150–160.

BUJNOVSKÝ, R., JURÁNI, B., 1999: Kvalita pôdy – jej vymedzenie a hodnotenie. Bratislava: VÚPOP, 42 s. ISBN 80-85361-49-3.

BURIAN, Z. a kol., 2011: Pozemkové úpravy. Vyd. 1. Consult, Praha, 207 s. ISBN 80-903482-8-9.

BUZEK, L., 1983: Eroze půdy, Pedagogická fakulta v Ostravě, Ostrava, 257 s.

CÁBLÍK J., JŮVA, K., 1963: Protierozní ochrana půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

ČÍŽEK, V. 1981: Rukověť agronoma. Praha: SZN, 403 s.

DEMO, M. a kol., 2000: Regulačné technológie v produkčnom procese poľnohospodárskych plodín. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre v

spolupráci s Výskumným ústavom pôdoznaectva a ochrany pôdy, Nitra, 667 s., ISBN 80-7137-732-5.

DOLEŽAL, P. a kol., 2010: Metodický návod k provádění pozemkových úprav. Praha, Ministerstvo zemědělství – Ústřední pozemkový úřad, 170 s.

DUMBROVSKÝ, M., 2004. Pozemkové úpravy. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 263 s. ISBN 80-214-2668-3.

HOLÝ, M., 1978: Protierozní ochrana. SNTL a ALFA, Praha, 283 s.

HOLÝ, M., 1994: Eroze a životní prostředí. Vyd. 1. České vysoké učení technické, Praha, 383 s. ISBN 80-01-01078-3.

HRAŠKO, J., BEDRNA, Z., 1988: Aplikované pôdoznaectvo. Príroda, Bratislava, 474 s.

JANDÁK, J. a kol., 2005: Sledování změn půdní struktury a její odolnosti v průběhu vegetace In HORÁČEK, J., VÁCHALOVÁ, R., Ochrana a využití půdy v podhorských oblastech. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovic, 208 s., ISBN 20-7040-818-9.

JANEČEK, M. a kol., 1999: Pozemkové úpravy se zaměřením na bonitaci a pedologii. 2. vyd. Institut pro místní správu, Praha, 73 s., ISBN 80-238-5101-2.

JANEČEK, M. a kol., 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozí. 1. vyd. ISV nakladatelství, Praha, 201 s., ISBN 85866-85-8.

JANEČEK, M. a kol., 2007: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika, 1. vyd., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha, 76 s., ISBN 978-80-254-0973-2.

JANEČEK, M. a kol., 2008: Základy erodologie. 1. vyd., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha, 172 s., ISBN 978-80-213-1842-7.

JŮVA, K., TLAPÁK, V., HRABAL, A., 1977: Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší. Praha, 43 s., Státní zemědělské nakladatelství.

KADLEC, V. a kol., 2014: Navrhování technických protierozních opatření. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i., České vysoké učení technické v Praze, Praha, 200 S., ISBN 978-80-87361-29-0.

KOLLÁR, B., 1992: Poľnohospodárske sústavy – Obrábanie pôdy. Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, Nitra, 97 s., ISBN 80-7137-017-7.

KUBAČÁK, A., 1994: Obnova venkova. Dějiny zemědělství v českých zemí – I. Díl. Ministerstvo zemědělství ČR, 191 s., ISBN 80-7084-109-5.

KUBAČÁK, A., 1995: Obnova venkova. Dějiny zemědělství v českých zemí – II. Díl. Ministerstvo zemědělství ČR, 256 s., ISBN 80-7084-134-6.

KUKAL Z., 1983: Rychlost geologických procesů. Academia nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 280 s.

KUTÍLEK, M., 1978: Vodohospodářská pedologie. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 296 s.

KVÍTEK T., TIPPL M., 2003: Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 46 s., ISBN 80-7271-140-7.

LEDVINA, R. a kol., 2000: Geologie a půdoznalství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 200 s.

MORGAN, R. P. C., 2005: Soil erosion and conservation. Blackwell Publishing Ltd, National Soil Resources Institute, Cranfield University, UK

MZe, 1995: Voda v krajině. Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.

NĚMĚC, J., 2001: Bonitace a oceňování zemědělské půdy ČR. Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha, 251 s. ISBN: 80-85898-90-X

NĚMEČEK, J., a kol. 2010: Hodnocení a kontaminace půd v ČR. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. ISBN 978-80-86561-02-4.

NOVOTNÝ, I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství Těšnov, Praha, s.78. ISBN 978-80-87361-33-7.

PASÁK a kol., 1984: Ochrana půdy před erozí. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 160 s.

PAVLŮ, L., 2018: Základy pedologie a ochrany půdy, Česká Zemědělská univerzita v Praze – FAPPZ, Praha, 77 s. ISBN 978-80-213-2876-1.

PODHRÁZSKÁ J., DUFKOVÁ J., 2005: Protierozní ochrana půdy-cvičení. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 99 s. ISBN 80-7157-856-8.

PODHRÁZSKÁ, J., NOVOTNÝ I., ROŽNOVSKÝ J., a kol., 2008: Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině: metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ISBN 978-80-904027-1-3.

PRAX, A. a kol., 1995: Půdoznalství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 156 s., ISBN 80-7157-145-8.

SKLENIČKA, P., 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, s.321. ISBN 80-903206-1-9.

SOUKUP, M. a kol., 2003: Doporučené postupy hodnocení vlivu melioračních opatření na půdní a hydrologické režimy a hodnocení hydrofyzikálních vlastností vybraných půdních představitelů. VÚMOP, Praha.

ŠARAPATKA, B., BEDNÁŘ, M., 2015: Assessment of Potential Soil Degradation on Agricultural Land in the Czech Republic. Journal of Environmental Quality. Vol. 44. No. 1. pp. 154–161

ŠARAPATKA, B., a kol., 2002: Kvalita a degradace půdy. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, ISBN 80-244-0584-9.

TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V., 1992: Voda v zemědělské krajině. Praha, Nakladatelství Brázda, 320 s., ISBN 80-209-0232-5.

TOMAN, F., 1995: Pozemkové úpravy. 1. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 1144 s ISBN 80-7157-148-8.

TOMÁŠEK, M. 2003: Půdy České republiky. Česká geologická služba, 3. vyd. Praha, ISBN 80-7075-607-1.

TOMÁŠEK M., 2014: Půdy České republiky, Česká geologická služba, Praha, 112 s., ISBN: 978-80-7075-688-1.

UHLÍŘOVÁ, J., MAZÍN, A. a kol. 2005: Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 31 s., ISBN 80-239-4845-8.

VAŠKŮ, Z., 2012: Základní druhy průzkumů pro krajinné inženýrství, využití a ochranu krajiny. ČZU v Praze, Praha, 402 s. 978-80-213-2272-1.

VLASÁK J., BARTOŠKOVÁ K., 2007: Pozemkové úpravy. České vysoké učení technické v Praze, 168 s. ISBN 978-80-01-03609-9.

ZBÍRAL, J. a kol., 2004: Analýza půd III. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, 199 s., ISBN 80-86548-60-0.

9.2 Internetové zdroje

Agriculture Handbook 703. (online) [cit. 2023-02-10] Dostupné

z <<http://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/pdf>>

ČESKÁ PŮDA, 2017: LPIS, (online) [cit. 2023-03-08] dostupné

z <<https://www.ceska-puda.cz/blog/LPIS-kdo-hospodari-na-mem-pozemku.html>>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2020: Charakteristika okresu České Budějovice (online) [cit.2023-03-18] dostupné

z <https://www.czso.cz/csu/xc/charakteristika_okresu_cb>

ČGS, © 2020: ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA: WMS služby – Půdní typy

(online) [cit. 2023-03-15] dostupné

z <https://mapy.geology.cz/arcgis/services/Pudy/pudni_typy50/MapServer/WmsServer>

ČR – TÉMATICKÝ ATLAS, 2023: Půdy, (online) [cit. 2023-03-10] dostupné z

<https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/js17/cesko_atlas/web/pages/uvod.html>

DIBAVOD, 2020: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka (online) [cit. 2023-03-12], dostupné z <www.dibavod.cz>

eAGRI, ©2023: Vodní eroze půdy (online) [cit. 2023-3-22], dostupné z

<<https://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/>>

GEOPROHLÍŽEČ, 2021: Geoprohlížeč, Zeměměřický úřad (online) [cit. 2023-03-12] dostupné z <www.ag.s.cz/uzk.cz>

GEOPORTÁL SOWAC – GIS, 2021: Souhrnné mapy VÚMOP (online) [cit. 2023-03-12] dostupné z <www.mapy.vumop.cz>

HLUBOCKO, 2019: Esteticky kultivovaná krajina Hlubocka (online) [cit. 2023-03-22] dostupné

z <[file:///C:/Users/ASUS/Downloads/4_1_mendelu_hlubocko_text%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/4_1_mendelu_hlubocko_text%20(7).pdf)>

HLUBOKÁ NAD VLTAVOU, ©2023: Historie obce Hluboká nad Vltavou (online) [cit. 2023-3-19], dostupné z <<http://obcan.hluboka.cz/node/10>>

INTERNETGEOGRAPHY. 2008: Eroze a zvětrávání (online) [cit. 2023-02-12] dostupné z <<https://www.internetgeography.net/topics/>>

JIHOČESKÝ VENKOV, 2021: Rybník Bezdrev (online) [cit. 2023-03-02]. Dostupné z <https://www.jihoceskyvenkov.cz/vylety/koupani/rybnik-bezdrev-0_142.html>

LPIS, © 2020 VEŘEJNÝ REGISTR PŮDY: registr půdy-data shp. MZe (online) [cit. 2023-02-15] dostupné z <<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>>

MÍSTOPISY, 2023: Základní informace Hluboká nad Vltavou (online) [cit. 2023-3-20], dostupné z <<https://www.mistopisy.cz/pruvodce/obec/4460/hluboka-nad-vltavou/historie/>>

MŽP, ©2008-2020 MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR: Definice, význam a funkce půdy (online) [cit. 2023-02-15] dostupné z <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/\\$FILE/OOHPPDefinice_pudy-20080820.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/definice_pudy/$FILE/OOHPPDefinice_pudy-20080820.pdf)>

NEW HUMAN ACADEMY, 2023: Stav půdy v Evropě i v ČR (online) [cit. 2023-02-02] dostupné z <<https://www.newhumanacademy.com/cs/blog/stav-pudy-v-evrope-i-v-cr>>

PEDOGEOGRAFIE, 2023: Pedogeografické poměry (online) [cit. 2023-02-10] Dostupné

z <https://geography.upol.cz/soubory/lide/smolova/GCR1/9a_GCZ_Pedogeografie.pdf>

STÁTNÍ POZEMKOVÝ ÚŘAD ČR, 2021: Celostátní databáze BPEJ, (online) [cit. 2023-03-12] dostupné z <<https://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej>>

TV-ADAMS, 2023: Zdymadlo Hluboká (online) [cit.2023-03-18] dostupné z <http://www.tv-adams.wz.cz/vd/jez_hluboka.html>

VÚMOP, 2021: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (online) [cit. 2023-02-10], dostupné z < <https://bpej.vumop.cz> >

VÚMOP, © 2020: VÝZKUMNÝ ÚSTAV MELIORACÍ A OCHRANY PŮDY, v.v.i. Nabídka mapových a datových produktů (online) [cit. 2023-03-08] dostupné z <<http://www.agris.cz/Content/files/files/543.pdf>>

VÚMOP, 2023: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (online) [cit. 2023-03-08] dostupné z <<https://kalkulacka.vumop.cz/docs/manual.pdf>>

WISCHMEIER W. H. & SMITH D. D., 1978: Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 703. (online) [cit. 2023-02-10] Dostupné z <<http://naldc.nal.usda.gov/download/CAT79706928/pdf>>

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Kód BPEJ (www.vumop.cz, 2023).....	12
Tabulka 2: Skeletovitost (Vyhláška č. 327/1998 Sb. www. eagri.cz, 2023).....	13
Tabulka 3: Hloubka půdy (Vyhláška č. 327/1998 Sb., www. eagri.cz, 2023).....	13
Tabulka 4: Sklonitost (Vyhláška č. 327/1998 Sb., www. eagri.cz, 2023).	13
Tabulka 5: Expozice (Vyhláška č. 327/1998 Sb., www. eagri.cz, 2023).....	14
Tabulka 6: Klimatické regiony (Vyhláška č. 327/1998 Sb. www. eagri.cz, 2023). ..	14
Tabulka 7: Průměrné rozdělení faktoru R přívalových dešťů do měsíců vegetačního období v ČR (Janeček a kol., 2012).	28
Tabulka 8: Hodnoty C faktoru ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání (Janeček a kol., 2012).....	33
Tabulka 9: Hodnoty faktoru protierozního opatření P (Janeček a kol., 2012).....	34
Tabulka č.10: Výměra katastrálního území (www. čuzk, 2023).....	43
Tabulka č. 11: Faktor C dle klimatického regionu (Kadlec M., Toman F., 2002).....	58
Tabulka č.12: Průměrná ztráta půdy na pozemek	65

11 Seznam obrázků

Obrázek 1: Potenciální ohrožení zemědělské půdy vodní erozí v ČR (www.vumop.cz, 2023).....	18
Obrázek 2: Mapa rizika ohrožení orné půdy větrnou erozí podle katastrů (www.vumop.cz, 2023).....	19
Obrázek 3: Nomogram pro určení faktoru K (Janeček a kol., 2012).....	30
Obrázek č.4: Obecní znak, vlajka (www.hluboka.cz, 2023).....	43
Obrázek č.5: Poloha k.ú. Hluboká nad Vltavou (www.mapy.cz, 2023).	43
Obrázek č.6: Klimatické podmínky (mapy.vumop.cz, 2023)	45
Obrázek č.7: Hydrologické podmínky k.ú. (www.ags.cuzk.cz, 2023).	46
Obrázek č.8: Geologické podmínky k.ú. (www.mapy.geology.cz, 2023).....	48
Obrázek č. 9: Legenda mapy geologických podmínek (www.mapy.geology.cz, 2023).	48
Obrázek č.10: Zájmové území	50

Obrázek č. 11: Digitální model terénu	51
Obrázek č. 12: Sklonitost	52
Obrázek č.13: Směr povrchového odtoku	53
Obrázek č. 14: Akumulace odtoku	54
Obrázek 15: Faktor erodovatelnosti půdy (K faktor)	55
Obrázek č. 16: Topografický faktor (LS faktor)	57
Obrázek č. 17: Faktor ochranného vlivu vegetace (Faktor C)	59
Obrázek č. 18: Míra erozního ohrožení vodní erozí na každou buňku	61
Obrázek č..19: Průměrná ztráta půdy vodní erozí pro každý pozemek	62

12 Seznam rovnic

Rovnice č.1: Univerzální rovnice dle Wischmeiera a Smithe (1978).....	26
Rovnice č. 2: Faktor erozní účinnosti deště (Janeček a kol., 2012).	27
Rovnice č.3: Celková kinetická energie deště (Janeček a kol., 2012).	27
Rovnice č.4: Kinetická energie pro E_i (Janeček a kol., 2012).	28
Rovnice č.5: K faktor (Janeček a kol., 2012).	29
Rovnice č. 6: LS faktor (Wischmeier a Smithe, 1978).	30
Rovnice č.7: L faktor (Janeček a kol., 2012).	31
Rovnice č.8: Faktor S (Janeček a kol., 2012).	31
Rovnice č. 9: LS faktor (Mitášová, 1996).	56

13 Seznam použitých zkratk

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
ČR	Česká republika
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DMT	Digitální model terénu
GAEC	Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy
GIS	Geografický informační systém
HPJ	Hlavní půdní jednotka
HPKJ	Hlavní půdně klimatická jednotka
KR	Klimatické regiony
k. ú.	Katastrální území
LPIS	Veřejný registr půd
iLPIS	Registr půdy pro farmáře
MKSP	Morfo – genetického klasifikačního systému
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PB	Půdní blok
PEO	Protierozní opatření
RUSLE	Revidovaná univerzální rovnice ztráty půdy
TPEO	Technická protierozní opatření
USLE	Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd
ZPF	Zemědělský půdní fond