

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘENÍ**

**KATEDRA KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ**



**NÁVRH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ V OBCI**

**CHORUŠICE**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: Ing. Jan Petruš

Diplomat: Tereza Žižková

© 2023 ČZU v Praze

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Fakulta životního prostředí

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Bc. Tereza Žižková

Krajinné inženýrství

Název práce

Návrh protierozních opatření v obci Chorušice

Název anglicky

Proposal of anti-erosion measures in the village of Chorušice

---

Cíle práce

Cílem této diplomové práce je analyzovat současný stav eroze v obci Chorušice a posouzení míry erozního ohrožení vybraných zemědělsky využívaných ploch. Hlavním cílem je návrh několika variant protierozních opatření na ohrožených půdních blocích v obci Chorušice.

Metodika

Na základě studia odborné literatury bude zpracována rešerše zaměřená především na problematiku eroze půdy. Praktická část práce bude zaměřena na charakteristiku zájmového území a popis současné ohroženosti erozí. Součástí vypracování této části bude terénní průzkum území včetně jeho fotodokumentace. Dále budou popsány a vyhodnoceny jednotlivé erozní faktory. Využitím univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy bude vyhodnoceno ohrožení vybraných zemědělských pozemků vodní erozí. Podle výsledků z osobního šetření a získaných dat budou provedeny návrhy protierozních opatření. Technická opatření budou dimenzována pomocí srážko-odtokového modelu. Součástí práce budou mapové výstupy vytvořené pomocí GIS.



**Doporučený rozsah práce**

dle nařízení děkana č.02/2020 – Metodické pokyny pro zpracování diplomové práce na FŽP

**Klíčová slova**

Eroze, USLE, Dlouhodobá ztráta půdy, Zemědělská půda

---

**Doporučené zdroje informací**

HAUPTMAN, I. – KUKAL, Z. – POŠMOURNÝ, K. – BIČÍK, I. – CIBULKA, J. – ČESKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, – ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Půda v České republice*. Praha: Pro Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2009. ISBN 978-80-903482-4-0.

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. – NEARING, M A. *Handbook of erosion modelling*. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, N.J.: Wiley, 2011. ISBN 9781405190107.

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 Petrů

**Garantující pracoviště**

Katedra plánování krajiny a sídel

---

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 03. 2023

---

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou/závěrečnou práci na téma:

### **NÁVRH PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ V OBCI CHORUŠICE**

Vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou/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/a, že odevzdáním diplomové/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.

V Praze dne 27.03.2023

.....  
(podpis autora práce)

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé práce Ing. Janovi Petru, který byl vždy trpělivý a ochotný kdykoli poskytnout cenné rady a odbornou pomoc. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří byli ochotní poskytnout důležité informace a podporovali mě během psaní mé diplomové práce.

## **Abstrakt**

Diplomová práce byla řešena na základě studia odborné literatury zaměřené především na problematiku eroze půdy. Práce se zabývá návrhem protierozní ochrany v obci Chorušice, která se nachází ve středočeském kraji cca 18 km od města Mělník. Obec je v důsledku vodní eroze ohrožována bleskovými povodněmi, které v pravidelných intervalech zasahují obec. Z tohoto důvodu byl při návrhu opatření kladen důraz na ochranu zastavěných částí obce. V rámci práce byly za pomoci univerzální rovnice ztrát půdy, vypočteny v geografickém informačním systému ArcGIS faktory ovlivňující erozi a následně stanovena míra erozního ohrožení. Výsledné mapy sloužily jako podklad pro návrh protierozního opatření. Pro dimenzování návrhu suché nádrže byla využita metoda SCS na základě CN křivky. Výsledkem mapových výstupů znázorňujících míru ohrožení ztráty půdy a navržených opatření byl zhodnocen současný a budoucí stav ohrožení obce Chorušice vodní erozí.

## **Klíčová slova**

Eroze, USLE, Dlouhodobá ztráta půdy, Zemědělská půda

## **Abstract**

The diploma thesis was solved based on the study of professional literature focused mainly on the issue of soil erosion. The work deals with the design of anti-erosion protection in the village of Chorušice, which is in the Central Bohemian region about 18 km from the town of Mělník. As a result of water erosion, the village is threatened by flash floods that affect the village at regular intervals. For this reason, when designing measures, emphasis was placed on the protection of built-up parts of the village. As part of the work, with the help of universal soil loss, the factors affecting erosion were determined in the ArcGIS geographic information system, and the degree of erosion threat was subsequently determined. The resulting maps served as a basis for the design of an anti-erosion measure. For sizing the design of the dry tank, the SCS method was used based on the CN curve. Map outputs showing the risk of soil loss and proposed measures, the current and future state of the threat of water erosion in the village of Chorušice was evaluated.

## **Key words**

Erosion, USLE, Long-term soil loss, Farmland

# Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíle.....	12
TEORETICKÁ ČÁST .....	13
3. Půda .....	13
4. Eroze .....	15
4.1. Druhy eroze .....	15
4.1.1 Druhy eroze podle intenzity .....	15
4.1.2 Druhy eroze podle příčiny .....	16
4.1.3 Druhy vodní eroze podle formy .....	18
4.2. Důsledky eroze .....	21
5. Stanovení míry ohrožení vodní erozí .....	22
5.1. Faktory rovnice USLE.....	23
5.1.1. Faktor erozní účinnosti deště – R.....	23
5.1.2. Faktor erodovatelnosti půdy – K.....	24
5.1.3. Faktor délky svahu – L.....	24
5.1.4. Faktor sklonu svahu – S .....	25
5.1.5. Faktor ochranného vlivu vegetace – C.....	25
5.1.6. Faktor účinnosti protierozních opatření – P .....	27
6. Protierozní ochrana zemědělských půd .....	28
6.1. Organizační opatření .....	29
6.1.1. Tvar a velikost pozemku .....	29
6.1.2. Delimitace kultur a ochranné zatravnění.....	30
6.1.3. Vhodné umístění pěstovaných plodin a pásové střídání plodin .....	30
6.2. Agrotechnická opatření .....	31
6.2.1. Vrstevnicové obdělávání půdy.....	31
6.2.2. Ochranné obdělávání.....	31
6.2.3. Setí kukuřice do úzkého řádku .....	32
6.2.4. Pásové zpracování půdy .....	32
6.2.5. Hrázkování a důlkování .....	32
6.3. Technická opatření .....	33
6.3.1. Příkopy .....	33
6.3.2. Průlehy .....	34
6.3.3. Zatravněné údolnice .....	35
6.3.4. Hrázky .....	36

6.3.5.	Ochranné nádrže.....	36
6.3.6.	Protierozní meze.....	37
6.3.7.	Terasy.....	38
6.3.8.	Terénní urovnávky.....	39
7.	Pozemkové úpravy.....	40
7.1.	Jednoduché pozemkové úpravy.....	40
7.2.	Komplexní pozemkové úpravy.....	41
	<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	42
8.	Charakteristika území.....	42
8.1	Historie obce.....	43
8.2	Přírodní podmínky.....	43
8.3	Pedologická charakteristika.....	45
8.4	Hydrologická charakteristika.....	46
8.5	Životní prostředí.....	47
8.6	Popis stávajících protierozních opatření.....	48
9.	Metodika.....	50
9.1.	Příprava dat.....	50
9.1.1.	Faktor R.....	51
9.1.2.	Faktor K.....	51
9.1.3.	Faktor LS.....	55
9.1.4.	Faktor C.....	57
9.1.5.	Faktor P.....	59
9.1.6.	Stanovení maximální přípustné ztráty půdy.....	59
9.1.7.	Stanovení reálné ztráty půdy.....	60
10.	Pravidla pro návrh opatření.....	63
10.1.	Způsoby vsakování.....	63
10.2.	Udržení dobré hospodářské činnosti.....	65
10.3.	Jakost povrchových vod.....	65
10.4.	Ochranné zatravnění.....	66
10.5.	Podpora systému ekologické stability.....	66
11.	Dimenzování opatření.....	67
11.1.	Návrhová srážka.....	67
11.2.	CN křivky.....	67
11.3.	Stanovení hydrologických parametrů pro suchou nádrž.....	69
12.	Výsledky.....	72

12.1.	Míra ohrožení vodní erozí.....	72
12.2.	Návrh agrotechnických opatření .....	73
12.2.1.	Varianta č.1 .....	75
12.2.2.	Varianta č.2 .....	77
12.2.3.	Varianta č.3 .....	79
12.3.	Návrh technických opatření .....	81
12.3.1.	Lokalita č.1 .....	82
12.3.2.	Lokalita č.2 .....	86
12.3.3.	Lokalita č.3 .....	88
12.3.4.	Lokalita č.4 .....	90
12.3.5.	Lokalita č.5 .....	92
13.	Diskuse .....	94
14.	Závěr .....	96
15.	Seznam odborné literatury .....	97
16.	Seznam internetových a ostatních zdrojů.....	99
17.	Seznam obrázků .....	100
18.	Seznam tabulek .....	101
19.	Seznam rovnic .....	102



# 1. Úvod

Vodní eroze vážně ohrožuje produkční i mimoprodukční vlastnosti půd. V současné době ztráta půdy, která je zapříčiněna vodní erozí zahrnuje v České republice (dále jen ČR) přibližně 21 mil. tun ornice za rok. (VUMOP, 2019). Hlavní příčiny vzniku a nárůstu vodní eroze, které způsobují degradaci zemědělské půdy, jsou intenzifikace zemědělství, morfologie terénu, vegetační pokryv a změna klimatu. Jedná se o stále více řešené téma. Z tohoto důvodu jsem si pro svou diplomovou práci vybrala návrh protierozních opatření v obci Chorušice, která se skládá ze čtyř katastrálních území (k. ú. Chorušice, k. ú. Velký Újezd, k. ú. Choroušky a k. ú. Zahájí). Území je pod stálým ohrožením vodní erozí, která způsobuje bleskové povodně v intravilánu obce. Míra ohrožení půdních bloků vodní erozí, je předmětem výpočtu erozních ztrát. Jednotlivé typy organizačních, agrotechnických a technických opatření byly navrženy s ohledem na jednotlivé faktory univerzální rovnice ztrát půdy (dále jen USLE) a aktuální problémy, které byly zjištěny po osobním šetření a konzultacích s místním starostou obce Chorušice.

## 2. Cíle

Cílem této diplomové práce je zanalyzovat současný stav eroze v obci Chorušice a posouzení míry erozního ohrožení vybraných zemědělsky využívaných ploch. Hlavním cílem je návrh organizačních, agrotechnických a technických protierozních opatření na půdních blocích ohrožených vodní erozí. Následné porovnání současné ztráty půdy a výsledné ztráty půdy po navržení protierozních opatření. Důvodem této práce je zajištění dostatečné protierozní ochrany pro kvalitu života současné generace obyvatel, aniž by byly ohroženy podmínky pro zemědělskou činnost a kvalitu života pro potřebu budoucích generací.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 3. Půda

Půda jako taková od prvopočátku nebyla, postupně se vytvářela. Půda je svrchní zkyprilá část zemského povrchu, která společně s vodou a vzduchem tvoří základ pro život lidí, zvířat a rostlin. Vznik půdy je založen na složkách minerálních, anorganických, organických a živých organismech. Podstatou pro její vznik jsou fyzikální, chemické a biologické procesy, které jsou mechanismem pro samostatný a přirozený půdotvorný proces. Dle slov V. R. Wiliamse, je pro půdotvorný proces nutné ponechat vrchní vrstvu půdy pod vegetačním krytem po dobu dvou až tří let. Kvalitní zdravá půda musí mít schopnost chránit kvalitu životního prostředí, podporovat produktivitu rostlin, živočichů a neohrožovat zdraví lidí (Pospíšilík, 2012, Mirzaev, 2019).

Půdou se zabývá obor pedologie. Nejdříve je nutno podotknout, že definovat půdu se snažily celé generace pedologů. Výstižná charakteristika půdy, tak odráží nejen poznání té, které doby, ale i profesní zaměření pedologů podle přírodovědeckého, agronomického, lesnického či technického směru. Doposud bylo navrženo několik desítek definic, z nich bohužel žádná neuspokojila všechny.

Podle pojmů SSSA Glossary of Soil Science, lze půdu definovat dvěma způsoby:

- Nezpevněný minerální nebo organický materiál na bezprostředním povrchu Země, který představuje přirozené médium pro růst suchozemských rostlin.
- Nezpevněná minerální nebo organická hmota na povrchu Země, která byla vystavena účinkům genetických a environmentálních vlivů, jako klima (vody, teploty), makro a mikroorganismům podmíněných reliéfem, který působí na základní materiál po určitou dobu. Půda vykazuje jiné fyzikální, chemické, biologické a morfologické vlastnosti a charakteristiky než materiál, ze kterého vznikl (Harold, 2017).

Historické pojetí může být statické nebo dynamické:

Statické pojetí, kde zcela převládá geologické hodnocení. Půda byla považována za neživou směs zvětralých hornin a odumřelých organických zbytků. Příkladem starší české definice půdy je definice profesora chemie a agrochemie Františka Farského (1903): „*Půda je nejmladší a nejsvrchnější vrstva naší Země, vzniklá z pevné kůry*

*zemské, působení vody, tepla, mrazu a jiných přírodních sil, která je podřízena vlivu rostlinstva a živočišstva“ (Hauptman, a kol., 2009).*

Dynamické pojetí, které má své základy v pracích ruského přírodovědce, geologa, petrografa a půdoznalce Vasilije Vasiljeviče Dokučajeva (1846-1903). Definice použití pro tuto práci pochází od půdoznalce a meteorologa Václava Nováka (1947), který byl jedním z prvních zastánců dynamického pojetí půdy v ČR: *„Půda je přírodní útvar, který se vyvinul z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků, jehož stavba a složení jsou výsledkem působení podnebí a ostatních půdotvorných činitelů organických i anorganických“ (Hauptman, a kol., 2009).*

Novodobější definice z roku 2006 říká, že půdu představuje: *„Soubor přírodních těles na zemském povrchu, na místech upravených nebo dokonce vytvořených člověkem z pozemských materiálů, obsahujícího živou hmotu a podporujícího nebo schopnou podporovat život rostlin“ (Canarache a kol, 2006).*

V současnosti na území ČR půdu definuje Ministerstvo životního prostředí 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 dynamický, stále se vyvíjející živý systém. Přežití a prosperita všech suchozemských biologických společenstev, přirozených i umělých, závisí na tenké vrchní vrstvě Země. Půda je proto bezesporu nejcennější přírodní bohatství. Je přirozenou součástí národního bohatství každého státu. Půdu je proto nutné chránit nejen pro současnou dobu, ale se značným výhledem do budoucna“ (MŽP, 2008).*

Nejen na venkově, ale celkově na území ČR můžeme pozorovat postmoderní změny z roku na rok. Neustále se transformující půdy a poměry způsobu využití půdy, které jsou na jedné straně ve prospěch přírodě blízkých a krajinných typů, ale na druhé straně vzniká úbytek zemědělské půdy ve prospěch zastavěného území a cestních sítí. Neustálý úbytek orné půdy souvisí s úpadkem tradičního rurálního osídlení a stěhování obyvatel za prací (Lapka, 2008).

## 4. Eroze

Eroze je přírodní proces, starší než pohoří, tvořená sedimentárními horninami. Jejím působením vznikly zajímavé reliéfové útvary, jejichž krása a unikátnost významně ovlivňuje krajinný ráz. Během eroze dochází vlivem vody a větru k rozrušování půdního povrchu vlivem transportu půdních částic a následného usazování. Působení eroze na zemský povrch vyvolává na jedné straně degradaci neboli snížení úrodnosti a využitelnosti půdy, na straně druhé dochází k agregaci, tedy hromadění a spojování usazených hmot. Výsledkem těchto dvou procesů je zarovnění zemského povrchu (Vlasák, Bartošková, 2007). Totéž ovšem nelze říct o současné erozi, která má naopak destruktivní účinky, z důvodu urychlení přirozeného procesu (Procházka, 2019). Každá půda se vyznačuje určitou protierozní odolností, která ji chrání před účinky eroze. Podmínky pro vznik současné eroze v ČR jsou poměrně specifické. Během přechodu na velkoplošné zemědělství a intenzifikaci zemědělské výroby, byl problém eroze podceněn stejně, jako jeho důsledky na produktivitu a poškození půdy ve městech. Současná eroze zemědělských půd vážně ohrožuje produkční a mimoprodukční funkce půd. Eroze vyvolává povrchovým odtokem a smyvem půdy mnohamilionové škody, nejen na hospodářsky využívaných půdách, ale také v intravilánech měst a obcí (Boardman, Poesen., 2006; Janeček, 2012; Vlasák, Bartošková, 2007).

### 4.1. Druhy eroze

Vznik a průběh eroze je zapříčiněn různými činiteli (voda, vítr, led). Erozi můžeme dělit podle intenzity, příčiny a formy.

#### 4.1.1 Druhy eroze podle intenzity

Vodní erozi můžeme dělit podle intenzity jejího průběhu, které je závislé na původu vzniku, pokud je (geologická) její proces je přirozený a pozvolný jedná se o normální erozi, pokud je proces v důsledku lidské činnosti urychlen, jedná se o erozi zrychlenou. (VUMOP, 2019)

### **Normální eroze**

Je přírodní proces, který napomáhá přírodnímu procesu a nedochází ke snižování mocnosti půdního profilu. K normální erozi se řadí eroze sezónní, která se projevuje na části území během sezóny, v níž je půda kryta plodinou málo erozně chránící a mikroeroze, při níž dochází k uvolňování půdních částic a rostlinných živin z místních vyvýšenin a následně k jejich přemístění na malé vzdálenosti. (Holý, 1994).

### **Zrychlená eroze**

Během zrychlené eroze postupně dochází vlivem erozních sil k narušení přirozeného krytu půdy, při kterém se smývají půdní částice v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem z půdního podkladu. Zrychlení eroze vzniká v důsledku intenzifikace zemědělské činnosti způsobující mimo jiné zhutnění půd, které negativně ovlivňuje produkci plodin a životní prostředí. (Weninger, 2023, Holý, 1978).

#### **4.1.2 Druhy eroze podle příčiny**

Nejčastěji dělíme erozi podle příčiny na ledovcovou, zemní, sněhovou, antropogenní, větrnou a vodní erozi. Uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat buď samostatně nebo ve vzájemných kombinacích. Na území ČR způsobují největší škody vodní a větrná eroze (Kvítek a kol., 2006).

#### **Ledovcová eroze**

Ledovce, které se pohybují působením tíže do údolí, způsobují ledovcovou erozi. Ledovec, při pohybu vynakládá převážnou část energie na erodování skalního podloží, které obrušuje, vyhlazuje a rýhuje valouny zamrzlé v ledu. Ledovec strhuje a unáší do nižších poloh velké množství horninových zvětralin, jež po uložení vytvářejí nahromaděné balvany a úlomky hornin (Holý, 1978). Ledovcová eroze se vyskytuje pouze na velehorských polohách nad sněžnou hranicí, a je proto jevem u nás bezvýznamným a dnes se prakticky nevyskytujícím. Jejimi zřetelnými stopami z dob čtvrtohorního zalednění jsou však místní morénové sedimenty, například v Krkonoších, a bludné (eratické) balvany, které byly ledovci sneseny z hor. (Cablík, Jůva, 1963).

### **Zemní eroze**

Zemní eroze je zapříčiněna gravitací, obvykle po spádnicí nebo po již vytvořené údolnici, jedná se o větší pohyb zemních hmot. Tato eroze je činností suťových proudů, které jsou vytvořeny materiálem suťovým materiálem nasyceným vodou, rychlý pohyb zeminy smíšené s vodou, také nazývaný jako „bahnotok“ (Holý, 1978).

### **Sněhová eroze**

Sněhová eroze neboli nivální eroze vzniká při pohybu velkých sněhových hmot, převážně ve formě lavin, kde při pohybu sněhu dochází k erodování hornin a jejich transportu. Z hlediska zemědělské půdy je způsobena hlavně táním sněhu, kde dochází k intenzivnímu povrchovému odtoku po půdě, která může být stále zmrzlá. V ČR není tato eroze příliš častá, ale je možno tento jev pozorovat v horských oblastech, kde se laviny vyskytují (Holý, 1994).

### **Antropogenní eroze**

Eroze způsobena vlivem člověka při obhospodařování půdy, výstavbě dopravních a vodohospodářských zařízení, nedůsledném zabezpečování děl protierozní ochranou. Eroze antropogenní zesiluje škody způsobené vodní a větrnou erozí, která v podmínkách ČR způsobuje největší škody. Činnost člověka může mít přímý a nepřímý vliv:

- Nepřímý vliv nastává při ničení vegetačního krytu a znečištění půdy odpady.
- Přímý vliv se projevuje urbanizací a realizací technických staveb (Holý, 1978).

### **Větrná eroze**

Větrná eroze vzniká rozrušováním půdy kinetickou energií větru, transportem a ukládáním uvolněných částic při poklesu energie vzdušného proudění. Větrnou erozi dělíme zpravidla na dva typy:

- Deflace – odnos a transport uvolněných částic působením větru.
- Koraze – určuje odolnost materiálu, tvar a druh částic. Výsledkem koraze je obrušování hornin půdními částicemi, které podléhají deflaci (Holý, 1978).

Větrnou erozi nejvíce ovlivňují klimatické činitele (teplota, vlhkost a povětrnostní podmínky) a půdní vlastnosti (drsnot povrchu, vegetační kryt, délka pozemku a antropogenní vlivy) (Němeček a kol, 2001).

## **Vodní eroze**

Vznik vodní eroze spočívá v rozrušování zemského povrchu kinetickou energií dešťových kapek a mechanickou silou v jehož důsledku vzniká povrchový odtok. Největší vliv na erozi mají sklon a délka pozemku, spolu s vegetačním poryvem, vlastnostmi půdy, náchylností k erozi, použitá protierozní opatření a globální oteplování. Vodní erozi lze dělit podle formy na plošnou, rýhovou, výmolovou a proudovou erozi. (Novotný a kol, 2014; Lkammarte, F. Z., a kol., 2023).

### **4.1.3 Druhy vodní eroze podle formy**

Erozi můžeme dělit podle formy odtoku na plošnou, výmolnou a proudovou. Kinetická energie jedné kapky je schopná oddělit malé půdní částičky a přemístit je na malé vzdálenosti (Morgan, Floor, 2005)

#### **Plošná eroze**

Plošná eroze nastává nejčastěji na svazích bez ochranného vlivu vegetace. Vzniká rozrušováním a rovnoměrným smýváním půdní hmoty po celé ploše půdního bloku (viz. obrázek č.1). Plošnou erozi můžeme rozdělit na selektivní a vrstvenou. Přičemž k selektivní erozi dochází v případě, že voda odnáší jemné půdní částice, to vede ke změně textury půdy a obsahu živin v půdě. Vrstvená eroze nastává při vyšší kinetické energii stékající vody v kombinaci s různými typy povrchu (střídání různě odolných vrstev půd), v tomto případě dochází ke ztrátě celé orniční půdy a eroze se projevuje po celém svahu nebo pruzích. (Hůla, 1978).





Obrázek 1: Plošná eroze (Mze, 2023)

### **Rýhová eroze**

Rýhová eroze je předstupeň eroze výmolové (viz obrázek č.2). Vniká pomalým přechodem z plošné eroze soustředěním odtoku do úzkých zářezů. Se zvyšující se silou soustředěného odtoku se postupně rýžková eroze mění v rýhovou a z té následně na brázdovou. Jedná se o hustou síť drobných úzkých zářezů (rýžek) nebo mělkých širších zářezů (brázd). Rýhová eroze, představuje stupňující se soustředění povrchově stékající vody do hlubších rýh, které se spojují a prohlubují. Tyto erozní útvary jsou v příčném řezu ostře modelované o hloubce 5–20 cm někdy i více. Hlavní příčinou odnosu půdy je vymílání vodou, které postupně rozrušuje rovný půdní povrch (Němeček a kol, 2001), (Cablík, Jůva, 1963).



Obrázek 2: Rýhová eroze (VUMOP, 2019)

### **Výmolová eroze**

Eroze výmolová nastává v okamžiku, kdy stékající voda přechází do soustředěného odtoku (viz obrázek č.3), jež vyryvá v půdním povrchu mělké zářezy, které se postupně prohlubují. Tento druh eroze představuje vyšší stupeň rýhové eroze. Jednotlivé výmoly mají nejčastěji tvary V a U. Posledním stupněm, následujícím po výmolové erozi, je stržová eroze, která je devastující, až nebezpečná. V jejím důsledku se mohou tvořit strže a z přitékající vody vznikne vodopád (Janeček, 2005).



Obrázek 3: Výmolová eroze (Mze, 2023)

### **Proudová eroze**

Proudová vodní eroze probíhá ve vodních tocích vlivem vodního proudu (viz obrázek č.4). Je-li rozrušováno pouze dno, mluvíme o erozi dnové, jsou-li rozrušovány břehy, o erozi břehové. Drnová eroze je formou podélné eroze, probíhající směrem podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze příčné, probíhající kolmo na osu toku. Nejvýrazněji se projevuje proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin (Holý, 1994).



Obrázek 4: Proudová eroze (Enviromentgo, 2021)

## 4.2. Důsledky eroze

Na území ČR je vodní erozí ohroženo cca 4 mil. ha půd, z toho 42 % je klasifikováno jako silně ohroženo nebo nejohroženější erozí. Silně erodované půdy mají snížení hektarových výnosů až o 75 %. Hlavním důsledkem vodní eroze je snížení mocnosti půdního profilu a ochuzení zemědělské půdy o její nejúrodnější část (ornici), bereme-li v úvahu, že 2-3 cm vrstvy půdy vznikají za příznivých podmínek průměrně 100 až 1000 let, jedná se o ztrátu neobnovitelnou a obtížně vyčíslitelnou (Mze, 2023).

Škody způsobené vodní erozí mohou nastat jak v místě, tak i mimo místo působení eroze. V místě působení eroze se jedná o ztrátu organické hmoty, degradaci půdní struktury, zhutnění půdního povrchu, snížení infiltrace vody, snížený přítok do zásob podzemní vody, ztrátu půdy na povrchu, zvýšení podílu hrubé půdní frakce, tvorba rýh a stržní, vykořenění rostlin a snížení úrodnosti půdy. V důsledku zanesení infrastruktury, jako jsou vodní nádrže a vodoteče, dochází k ucpání odvodňovacích sítí, změně tvaru a zanesení vodních cest, což může snížit mimo jiné i jejich protipovodňovou funkci a následně dochází k povodním (Srneček, 2010).

Přívalové neboli bleskové povodně, vznikají nejčastěji během letních bouřkových období a jsou typem povodní s nejdestruktivnějšími účinky na zemědělskou půdu, jelikož přichází nečekaně. V důsledku nich často vznikají eroze. Zasažená plocha případné zemědělské půdy nemusí být o velkých rozměrech, avšak voda zde proudí velmi rychle a má velké ničivé účinky (Státníková, 2012).

## 5. Stanovení míry ohrožení vodní erozí

Každé území na zemském povrchu má své typické klimatické podmínky, morfologii terénu a další faktory specifické pro danou oblast. Při hodnocení eroze je možné využít řadu modelů od empirických, fyzikálních, po procesní. Volba modelu by měla být kompatibilní s typem vstupních dat, které jsou dostupné. Pro účely mé práce byl zvolen čistě empirický model, který se v současné době pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy využívá nejběžněji. Jedná se o univerzální rovnici ztrát půdy z r. 1978, (dále jen USLE) dle Wischmeiera a Smithe. Rovnice je založena na principu ztráty půdy na jednotkovém pozemku o délce 22,13 m a sklonu 9 %. Vypočítává součin dvou kvantitativních faktorů a čtyř kvalitativních faktorů (viz rovnice č.1). Výsledná hodnota představuje dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy a udává množství půdy, které se z pozemku uvolňuje vodní erozí, nezahrnuje však její ukládání na pozemku či na plochách ležících pod ním. Rovnici nelze používat pro kratší než roční období a pro zjišťování ztráty půdy erozí z jednotlivých srážek nebo z tání sněhu (Holý, 1978; Morgan, 2011).

$$G = R * K * L * S * C * P$$

Rovnice 1: Základní tvar rovnice USLE (Janeček, 1992).

- G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy (t. ha<sup>-1</sup>. r. <sup>-1</sup>)
- R = faktor erozní účinnosti dešťů – vyjádřený v závislosti na jejich četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii
- K = faktor erodovatelnosti půdy – vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a zrnitosti
- L = faktor délky svahu – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí
- S = faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí
- C = faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu – vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice
- P = faktor účinnosti protierozních opatření (Janeček, 1992).

## 5.1. Faktory rovnice USLE

Pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy se používá matematický model univerzální rovnice ztrát půdy (USLE). Pro ČR je tento model směrodatný pouze v případě plnění dobrého zemědělského standardu a environmentálního stavu (VUMOP, 2019).

### 5.1.1. Faktor erozní účinnosti deště – R

Faktor je definován jako součin kinetické energie deště a jeho maximální třicetiminutové intenzity ( $i_{30}$ ). Erozní účinnost deště je deformace půdního povrchu vlivem deště. Při dopadu dešťové kapky na půdní povrch, kde ještě není vytvořena souvislá vrstva odtékající vody, dochází k eroznímu procesu a následně k rozpadání půdních agregátů, uvolňování půdních částic a živin a jejich transportu. Roční hodnota R faktoru se určuje na základě dlouhodobých záznamů o srážkách a představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přivalových dešťů, které se v jednotlivém roce vyskytly. Nepočítá se s úhrnem menším než 12 mm a pokud v průběhu 15 min nespadlo alespoň 6,25 mm. Pro ČR byla původně stanovena průměrná roční hodnota faktoru  $R = 20$  MJ/ha.cm/h. Nově je hodnota stanovena na  $R = 40$  MJ/ha.cm/h pro převažující zemědělskou půdu na území ČR. Tato hodnota byla stanovena využitím dlouhodobých řad ombrografických záznamů ze zhruba 30 stanic Českého hydrometeorologického ústavu a provedením metodického rozboru erozní účinnosti srážek (Holý, 1978; Janeček, 2012). Faktor R může být stanoven dvěma způsoby, první je výpočtem z kinetické energie přivalového deště (viz rovnice č.2).

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

Rovnice 2: Výpočet kinetické energie přivalového deště (Janeček, 2012).

kde:

- R je faktor erozní účinnosti deště /MJ · ha-1 · cm · h-1/,
- E celkové kinetická energie deště /J · m-2/,
- $i_{30}$  max. 30minutová intenzita deště /cm · h-1/.

Celková kinetická energie deště E (viz rovnice č.3).

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

Rovnice 3: Rovnice celkové kinetické energie deště (Janeček, 2012).



kde:

- $E_i$  je kinetická energie n-tého úseku deště (viz. rovnice č.4):

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

Rovnice 4: Rovnice kinetické energie deště i-tého úseku (Janeček, 2012).

kde:

$i_{si}$  = intenzita deště i-tého úseku /cm h-1/,

$H_{si}$  = úhrn deště v i-tém úseku /cm/.

Průměrnou roční hodnotou faktoru pro ČR, kdy  $R = 40$  MJ/ha.cm/h (Janeček, 2012).

### 5.1.2. Faktor erodovatelnosti půdy – K

Erodovatelnost půdy ovlivňují vlastnosti a charakteristiky půdy jako zrnitost půdy, infiltrace, propustnost půdy a obsah humusu. Náchylnost půdy je dána půdním druhem a půdním typem. Faktor náchylnosti půdy neboli erodovatelnosti půdy je v rovnici USLE vymezen jako ztráta půdy ze standardního pozemku, vyjádřená v jednotkách t. ha-1. Před stanovení faktoru K je dobré zjistit potřebné základní údaje o půdě jako výsledky rozborů půdních vzorků přímo z terénu a mapové podklady týkající se zvoleného způsobu stanovení. Určit Faktor K lze podle:

- vztahu odvozeného pro faktor K
- nomogramu,
- hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd (Janeček, 2012)

### 5.1.3. Faktor délky svahu – L

Tento faktor je dán délkou odtokové linie. Každá délka má vlastní hodnotu, kterou můžeme určit podle tabulky, grafu nebo výpočtu (viz. rovnice č.5):

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

Rovnice 5: Rovnice pro výpočet délky svahu (Janeček, 2012).

- 22,13 – délka standardního pozemku /m/,
- l – horizontální projekce neporušené délky svahu,
- m – exponent délky svahu vyjadřující náchylnost k erozi.

Obecně se faktor L vyjadřuje jako poměr ztráty půdy na vyšetřovaném pozemku o dané délce svahu, ke ztrátě půdy z pozemku jednotkového délky 22,13 m a sklonu 9% při stejných podmínkách. Intenzita eroze roste se zvyšující se délkou svahu, která je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se buď sklon svahu snížil natolik, že začne ukládání erodovaného materiálu a nebo se odtok soustředí do odtokové dráhy (Janeček, 2012).

#### 5.1.4. Faktor sklonu svahu – S

Sklon svahu je dán sklonem odtokové linie. Je stanoven jako podíl délky a převýšení. Faktor S je významnější než délka svahu z hlediska zvyšování ztráty půdy erozí (Janeček, 2008).

Hodnotu faktoru S je možno určit stejně jako v případě délky svahu výpočtem (viz rovnice č.6 a č.7), tabulky nebo grafu.

Metoda výpočtu ze vzorce se dále dělí na:

- Výpočet faktoru S podle vztahu Renard a kol., 1977

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

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

Rovnice 6: Stanovení faktoru S dle vztahů Renard a kol., (1997)

- výpočet faktoru S při proměnlivém sklonu

Po zjištění proměnného sklonu se svah rozdělí na 10 rovnoměrných dílků a sklon se stanoví jako vážený průměr sklonu jednotlivých dílků svahu. Stanovuje se od nejvyšší polohy S<sub>1</sub> po nejnižší S<sub>10</sub> (viz rovnice č.7)

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

Rovnice 7: Rovnice pro proměnný sklon svahu (Janeček, 2012).

kde S<sub>i</sub> – hodnota faktoru S pro i-tý úsek svahu, rozděleného do úseků (Janeček, 2012).

#### 5.1.5. Faktor ochranného vlivu vegetace – C

Faktor ochranného vlivu vegetace se projevuje vlivem vegetační pokrývy na přímou ochranu povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek, zpomalování rychlosti povrchového odtoku, nepřímým působení vegetace na půdní vlastnosti, a to zejména na pórovitost a pružnost.

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu během období výskytu dešťů. Z tohoto důvodu plodiny, které chrání půdu s největším ochranným vlivem, jsou jeteloviny a traviny. Na druhou stranu plodiny pěstované běžným širokořádkovým způsobem, nechrání půdu dostatečně. Hodnoty faktoru C pro vybrané plodiny (viz tabulka č.1) představují poměr smyvu na pozemku s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy na standartním pozemku, který je udržován jako úhor (Janeček, 2012).

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5a	5b
Obilniny	Po jednom roce	OP	0,50	0,55	0,30	0,05	0,20	0,04
		St	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Po okopaninách	OP	0,65	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04
		St	0,25	0,25	0,20	0,08	0,25	0,4
	Po obilninách	Op	0,70	0,75	0,50	0,08	0,25	0,04
		St	0,70	0,75	0,45	0,08	0,25	0,04
Kukuřice	Sláma předplodiny sklizena	OP	0,70	0,90	0,70	0,35	0,70	0,40
			OK	OK	OK			
		0,25	0,25	0,25				
		St	0,70	0,70	0,5	0,25	0,60	0,30
	Sláma předplodiny nesklizena	OP	0,60	0,75	0,55	0,25	0,60	0,30
			OK	OK	OK	OK	OK	OK
		0,04	0,04	0,04	0,05	0,25	0,15	
		St	0,30	0,25	0,20	0,20	0,40	0,30
	Do herbicidem umrtveného drnu	Víceletých pícnin	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03
		Jílku jako ozimé meziplodiny	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,10
Brambory, cukrovka	V přímých řídících libovolného směru	0,65	0,80	0,65	0,30	0,70		
Vojtěška		0,02						
Jetel červený dvousečný		0,015						
Víceletá tráva, louky		0,005						

Tabulka 1: Hodnoty faktoru C ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání

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

Pro posouzení a řešení dlouhodobé erozní ohroženosti se ochranný faktor vegetace stanoví pro danou strukturu pěstovaných plodin podle postupu jejich střídání, včetně období mezi střídáním plodin a určení nástupu a způsobu agrotechnických prací v 5 obdobích (Janeček, 2012).



Pokud nelze zjistit osevní postup anebo je území, pro které se faktor C počítá rozsáhlé, lze rámcově určit tento faktor podle průměrného zastoupení plodin v dané lokalitě s využitím hodnot C faktoru uvedených v tabulce č.2. Dále lze určit faktor na základě klimatických regionů, kdy jednotlivé hodnoty pro dané území určuje první číslo kódu BPEJ (Janeček, 2012).

Plodina	C faktor	Plodina	C faktor
Pšenice ozimá	0,12	chmelnice	0,8
Žito ozimé	0,17	Řepka ozimá	0,22
Ječmen jarní	0,15	Slunečnice	0,6
Ječmen ozimý	0,17	Mák	0,5
Oves	0,1	Ostatní olejniny	0,22
Kukuřice na zrno	0,31	Kukuřice na siláž	0,72
Luštěniny	0,05	Ostatní píceiny jednoleté	0,02
Brambory rané	0,6	Ostatní píceiny víceleté	0,01
Brambory pozdní	0,44	Zelenina	0,45
Louky	0,005	Sady	0,45

Tabulka 2: Průměrné hodnoty faktoru C pro jednotlivé plodiny

### 5.1.6. Faktor účinnosti protierozních opatření – P

Hodnoty faktoru účinnosti protierozních opatření se stanovují pomocí tabulky, která přiřazuje hodnoty dle účinnosti jednotlivých protierozních opatření, které jsou uvedeny v tabulce č.3. Pokud nelze při stanovení faktoru P předpokládat, že budou dodrženy podmínky maximálních délek a počtu pásů, znamená to, že daná protierozní opatření nebudou efektivní a hodnota faktoru P se rovná 1. Tato stejná hodnota bude platit i v případě, že se na pozemku nevyskytuje žádné protierozní opatření (Podhrázká, Dufková, 2005).

Protierozní opatření	Sklon svahu			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Maximální délka pozemku po spádnici při konturovaném 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
Okopaniny s víceletými pícinami	0,30	0,35	0,40	0,45
Okopaniny s ozimými obilovinami	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování, respektive přerušované brázdování podél vrstevnic	0,25	0,30	0,40	0,45

Tabulka 3: Hodnoty faktoru P – protierozních opatření (Janeček, 2012).

## 6. Protierozní ochrana zemědělských půd

Důvodem pro narůstající potřebu protierozní ochrany je zrychlená vodní eroze, která je z velké části zapříčiněna vlivem člověka. Zemědělství bylo pravděpodobně jednou z prvních činností, která systematicky využívala půdu. Z historického hlediska se vlastnostmi půdy zabývali už lidé z oblasti Mezopotámie, starověkého Řecka, kde se začalo využívat zeleného hnojení. Později se začala ve starověkém Římu řešit ochrana půdy za pomoci technických protierozních opatření v podobě terasování (Brevik, 2005).

Úkolem protierozní ochrany je chránit dva nejcennější přírodní zdroje (půdu, vodu) a zabránit tak možným škodám. Základním požadavkem pro protierozní opatření je komplexnost. Při hodnocení erozních procesů a návrhu protierozních opatření je účelně vycházet z povodí, jako ze základní jednotky, v níž lze organickou soustavou zásahů vhodně upravit odtokové poměry (Holý, 1994). O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje požadované snížení smyvu půdy na přípustné hodnoty a zároveň je nutná ochrana objektů (vodních zdrojů, toků, nádrží, intravilánů měst a obcí atd.) a respektovat zájmy vlastníků, uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny (Janeček, 2012). Z ekonomického a ekologického hlediska je důležité se nejdříve zaměřit na organizační a agrotechnické opatření, ta následně doplnit technickým opatřením, aby se dosáhlo maximálního ochranného faktoru (Novotný a kol., 2014).

Protierozní ochrana má kromě hlavní funkce, také vedlejší efekty, které jsou její součástí. Při návrhu protierozního opatření, kterým se snižuje přímý odtok a zvyšují infiltrační vlastnost, vzniká protipovodňová ochrana území, díky které dochází k zadržení vody v půdě, což je důležitým efektem zejména v období sucha, efektem, který posiluje odolnost půdy (Kvítek a kol., 2006). Eroze samotná má nepříznivý vliv na kvalitu jakosti vody, ovšem díky posílení retenční schopnosti půdy se zamezí nánosu půdních částic a zemědělských hnojiv do vodních toků či nádrží, tím dojde ke zvýšení kvality jakosti vod. Protierozní opatření, zejména pak osevní postupy, společně se zatravněním či výsadbou napomáhají zlepšit biodiverzitu území, ekologickou stabilitu a s tím i spojený výskyt užitečných drobných živočichů (Novotný, a kol, 2014). Pro efektivní protierozní ochranu je důležité upustit od dosud používaných hodnot přípustné ztráty půdy, jelikož ty stále „zaručují“ značný odnos

a devastaci ornice. Z dlouhodobé perspektivy respektující principy trvale udržitelného zemědělství musí být intenzita eroze v rovnováze s tvorbou půdy. Při překročení intenzity odnosu půdy zejména tím, že je půda ochuzována o edafon (organickou složku), nelze udržet ani zvýšeným hnojením průmyslovými hnojivy, neboť eroze působí selektivně a erodovaná půda je ochuzována o nejjemnější a nejlehčí, převážně organické a ve vodě rozpustné látky (Janeček, 2012).

## 6.1. Organizační opatření

Organizační opatření jsou blízka přírodě, základem je vhodná volba velikosti a tvaru pozemku, protierozní rozmístování plodin, delimitace kultur a ochranné zatravňování. Organizační opatření jsou na orné půdě navrhována v součinnosti s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů (Janeček, 2012).

### 6.1.1. Tvar a velikost pozemku

Při návrhu vhodného tvaru a velikosti pozemků se vychází z dvou vzájemně se vylučujících skupin faktorů.

- Faktoru přírodního, pro který je nejlepší volba pozemek o malém rozměru. Při návrhu velikosti pozemků je nutné zajistit dostatečnou míru ekologické stability a je nutné zohlednit vlivy místních podmínek (lokalizace zeleně, protierozních opatření atd.).
- Faktor ekonomický, kde se naopak volí pro hospodaření dostatečně velký půdní celek.

Z hlediska protierozní ochrany je žádoucí, aby rozměr pozemku orné půdy nepřevyšoval ve směru sklonu přípustnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí (Janeček, 2012). Obecně je za optimální tvar pozemku z hlediska jeho obhospodařování považován obdélník o poměru stran 1:2 až 1:4. Požadavky na velikost a tvar pozemku se však mohou měnit z hlediska pěstební technologie plodiny a její sklizně. Zásadní roli na výkonnost pracovních souprav má střední délka pracovní jízdy. Obvykle se opatření navrhuje společně s agrotechnickým nebo technickým opatřením (Podhrázká, Dufková, 2005).

### 6.1.2. Delimitace kultur a ochranné zatravnění

Představuje členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice (Janeček, 2012). Do delimitace kultur řadíme ochranné zatravnění a ochranné zalesnění (Toman, 1995). Ochranné zatravnění je využito na pozemcích, které jsou z hlediska ztrát půdy erozí nevyužitelné pro zemědělskou činnost (Janeček, 2012). Ochranné zalesňování je vhodné umísťovat na horských předělech a obnažených úbočích se značným sklonem a nevhodnou expozicí, v polohách silně ohrožovaných erozí, jako jsou úžlabí, výmoly, strže, váte písků, šterkoviska apod. (Jůva a kol, 1977).

### 6.1.3. Vhodné umístění pěstovaných plodin a pásové střídání plodin

Základním principem pro umístění pěstovaných plodin je volba vhodného půdního bloku (dále jen PB) pro vybraný typ plodiny. Na neohrožených nebo mírně erozně ohrožených PB by měly být pěstovány erozně nebezpečné plodiny, oproti tomu na silně ohrožených PB (pásové podél břehů vodních toků a nádrží, dráhy soustředěného povrchového odtoku, profily průlehů, mělké půdy apod.) by měly být zatravněny (Novotný a kol, 2014).

Pásovým střídáním plodin je možné omezit ztráty půdy erozí tak, že se střídají různé široké pásové plodiny s vyšším protierozním účinkem (TTP, jetel, vojtěška atd.) s pásové plodiny erozně nebezpečných (okopaniny, kukuřice). Přičemž se stoupajícím sklonem šířka pásů klesá. Obecně je použití pásového střídání plodin vhodné na svazích do sklonu 7° (Morgan, Floor 2005), (Janeček, 2012).

Jedním z hlavních organizačních opatření, který bude navržen v obci Chorušice, je návrh osevního postupu. Tento druh opatření podporuje význam organické hmoty v půdě, která slouží jako substrát pro půdní mikroflóru. Významná část organické hmoty zmineralizuje, a tím přemění živiny.

Jedny z nejvíc zúrodňujících plodin, které společně s okopaninami tvoří klasickou kostru osevních postupů, jsou jeteloviny, které mají hluboký kořenový systém a zároveň potlačují plevel. Okopaniny jsou plodiny s dlouhou vegetační dobou a náročností na dostatek živin. Většinou se zasazují mezi dvě obilniny. Jedná se o plodiny první tratě (tedy hnojené chlévským hnojem). Obilniny jsou velmi významné, hlavním limitujícím faktorem jsou choroby. Další nevýhodou je náročnost na dusík a hrozí zde riziko zaplavení půdy plevely, proto je u obilovin důležitým

a významným faktorem předplodina. Dále v osevním postupu řadíme luskoviny, jakožto přerušovač obilních sledů a zároveň slouží jako kvalitní předplodina pro ozimé obilniny, které využívají luskovinami fixovaný dusík v půdě. Luskoviny jsou většinou samy po sobě nesnášenlivé, a proto vyžadují v osevním postupu odstup. Olejníky mohou být také využity jako předplodiny. Po většinou vyžadují olejníky delší odstup, jelikož jsou sami sobě nesnášenlivé (Křen, Neudert, 2015).

## 6.2. Agrotechnická opatření

Navazují na organizační opatření, hlavním principem je zkrátit dobu, kdy je půda bez ochranného vlivu vegetace, tedy nejnáchylnější k erozi. Pro maximální ochranu půdy před erozí pomocí vegetace by se měly dodržovat, kromě zkrácení doby bez ochranného vlivu vegetace tyto zásady: výběr vhodné agrotechniky, správný způsob obdělávání zemědělské půdy, směr orby, setí a další operace. Ve většině případů je nejvhodnějším způsobem provádění těchto operací ve směru vrstevnic (Podhrázká, Dufková, 2005).

### 6.2.1. Vrstevnicové obdělávání půdy

Hlavní zásadou je všechny operace provádět ve směru vrstevnic. Musí se volit vhodná mechanizace, která při orbě překlápí půdu proti svahu, a tím omezuje sesouvání půdy, které vede ke ztrátě půdy a zároveň přináší i energetické úspory. Toto opatření se doporučuje provádět na svahu se sklonem do 7° (Podhrázká, Dufková, 2005).

### 6.2.2. Ochranné obdělávání

Významným znakem ochranného zpracování půdy je pokrytí povrchu půdy rostlinnými zbytky předplodin nebo meziplodin, nejméně z 30% plochy PB (Janeček, 2005). Ochranný vliv závisí na stupni pokrytí půdy mulčem, výšce a rovnoměrnosti mulče a na způsobu zpracování půdy (hloubce a způsobu rozrušení půdního profilu, počtu pojezdů mechanizace atd.) Účinným opatřením je také technologie ochranného zpracování půdy, ke kterému jsou ale za potřeby speciální stroje jako otočné pluhy, secí stroje pro výsev do nezpracované půdy, radličkové a rotační kypřiče (Novotný a kol., 2014). Také řadíme do této kategorie mulčování, které spočívá v zajištění nastýlky organické hmoty v tloušťce cca 10–20 cm. Toto opatření je vysoce účinné, výrazně omezuje erozi, zmenšuje nebo vylučuje potřebu kultivace. Doporučuje se

provádět na erozně ohrožených pozemcích (12-18 %), navíc umožňuje výsadbu po spádnici. (Švehlík, 1985)

### 6.2.3. Setí kukuřice do úzkého řádku

Jde o novou technologii, která je v současné době testována, kdy je secí stroj nastaven na výsevní vzdálenost řádku kukuřice maximálně na 45 cm. Zrna jsou seta v trojúhelníkovém sponu v počtu cca 110 tisíc jedinců na 1 ha. Zúžená rozteč řádků zajistí rovnoměrnější zapojení porostu, čímž je omezena síla soustředěného povrchového odtoku a dochází k částečnému zvýšení ochrany půdy proti erozi. Tuto technologii je nezbytné kombinovat se setím do mulče (Novotný a kol., 2014).

### 6.2.4. Pásové zpracování půdy

Další opatření, které je v současné době testováno na naše podmínky, je systém strip-tillage, který se definuje jako vytvoření pásového zpracování půdy o šířce cca 15 cm, s hloubkou zpracování půdy mezi 15 až 25 cm, se současným uložením minerálního hnojiva. Tuto operaci lze provést na podzim nebo na jaře, kdy o provedení rozhodují především půdní podmínky. Jde o novou a v našich podmínkách nedostatečně odzkoušenou technologii, která se, z hlediska ekonomiky a některých nákladových položek, chová úsporně (např. spotřeba minerálních hnojiv), ale vzhledem ke specifčnosti požadované technologie se musí vyšší odpisy stroje kompenzovat dostatečnou sezónní výkonností. Do budoucna je to možný perspektivní způsob agrotechniky i u dalších erozně nebezpečných plodin např. cukrovky, čiroku a slunečnice (Novotný a kol, 2014).

### 6.2.5. Hrázkování a důlkování

Posledním protierozním opatřením v této kategorii je důlkování a hrázkování povrchu půdy. Principem tohoto opatření je vytváření nádržek v půdě, ve kterých se zadržují spadlé srážky a snižuje se povrchový odtok. Hrázkování se používá v meziřadí a důlkování na zbytku pozemku. K vytvoření těchto útvarů se využívá speciálních strojů hrázkovačů a důlkovačů.

- Hrázkování meziřadí se provádí u širokořádkových plodin, které se pěstují v hrůbcích např. brambory a doporučuje se použít toto opatření na svahy do sklonu 7° a maximální délce pozemku 300 metrů.

- Důlkování není tak účinné jako hrázkování a provádí se u všech širokořádkových plodin. Při využití těchto technologií se snižuje hodnota faktoru P (Podhrázká, Dufková, 2005).

### 6.3. Technická opatření

Technická opatření se využívají většinou až po vyčerpání organizačních a agrotechnických opatření a měla by být v návaznosti na tato opatření. Navrhují především k vyrovnání terénních nerovností a snížení podélného sklonu na velmi svažitéch pozemcích. Chrání půdu před tzv. „cizí“ vodou, vytékající z lesních porostů nebo pozemků situovaných nad ním na zemědělskou půdu a jejímu následnému neškodnému odvedení, k retardaci povrchového odtoku, zachycování smyté zeminy, k ochraně intravilánů a komunikací (Janeček, 2008). Mezi technické opatření (dále jen TPEO) se řadí:

- přerušení délky pozemku po spádnicí a bezpečné odvedení soustředěného povrchového odtoku (příkopy, průlehy, údolnice),
- zachycení smyté zeminy a povrchového odtoku, jeho zdržení a neškodné odvedení (hrázky, sedimentační, retenční a suché nádrže),
- změna sklonu pozemku (terénní urovnávky, terasování, historické meze (Janeček, 2005).

Pro efektivní přístup se doporučuje kombinovat TPEO s prvky ekologické kostry krajiny, čehož lze nejlépe dosáhnout v rámci komplexních pozemkových úprav, kdy se současně řeší majetko-právní vztahy a řada dalších otázek viz. kapitola č.7 „Pozemkové úpravy“ (Novotný a kol., 2014).

#### 6.3.1. Příkopy

Protierozní příkopy se zpravidla navrhují k zachycení cizí vody na pozemek (viz obrázek č.5). Navrhují se jako samostatné nebo v soustavě, otevřené, nezpevněné nebo zpevněné, s příčným profilem ve tvaru lichoběžníku. Zpravidla se navrhují v kombinaci s polními cestami. Příkopy dělíme na svodné, sběrné a záchytné. Sběrné příkopy se zpravidla navrhují k přerušení velké délky povrchového odtoku po spádnicí a svodné se navrhují v údolních polohách k odvádění odtoku a transportovaných splavenin ze sběrných příkopů a jsou zakončeny v recipientu. Navrhují se s vyšším podélným sklonem, a proto jsou zpravidla zpevněny (Janeček, 2012).



Obrázek 5: Protierozní příkop (Rašovice u Uhlířských Janovic (VUMOP, 2019))

### 6.3.2. Průlehy

Průleh je mělký příkop, který lze přejíždět mechanizací (viz obrázek č.6), je zatravněn, případně opevněn a může být obděláván. Maximální délka průlehu je 600 m a hloubka se pohybuje v rozmezí 20-100 cm. Rozlišuje se několik typů průlehů: záchytné, sběrné a svodné. Záchytné průlehy představují ochranu pozemku před cizí vodou. Sběrné chrání pozemky před vnitřní vodou a zároveň se dělí na průlehy sběrné vsakovací, odváděcí a kombinované. Svodné průlehy odvádí vodu ze záchytných a sběrných průlehů, a protože mají větší podélný sklon a větší průtok vody, musí být opevněny. Při využití průlehů se snižuje hodnota faktoru L (Podhrázská, Dufková, 2005).

Orientační rozměry protierozního průlehu zatravněného při střední průtočné rychlosti 1,5 m.s<sup>-1</sup> a pro ostatní podle druhu zpevnění:

- příčný profil (parabolický, příp. lichoběžníkový, sklon 1:10 až 1:5)
- max. hloubka - 100 cm
- min. hloubka - 30 cm
- min. šířka - 300 cm



podélný sklon - 0–3 % u záchytných průlehů, u svodných podle sklonu terénu  
Dimenzování průlehů se provádí na základě hydrotechnických a hydraulických výpočtů (VUMOP, 2019)



Obrázek 6: Přírodní památka Bezourek (Hana Kašpaříková)

### 6.3.3. Zatravněné údolnice

Navrhuje se zejména na příčně zvlněných pozemcích (viz obrázek č.7). Během přívalových dešťů a jarního tání dochází díky morfologii terénu k silnému soustředování odtoku, a tím dochází k vytváření hlubokých erozních rýh. Z tohoto důvodu je nezbytné chránit tyto plochy co nejdokonaleji vegetačním pokryvem, nejlépe zatravněním. Nejvíce se povrchový odtok soustřeďuje v přirozených úžlabinách a údolnicích, které mají charakter přirozených nebo upravených svodných průlehů s vegetačním zpevněním.

Příčný profil údolnice se zpravidla upravuje do tvaru paraboly, méně často do tvaru lichoběžníku nebo trojúhelníku. Parametry zatravněné údolnice se stanovují na základě hydrologického a hydraulického výpočtu. Návrhový průtok pro dimenzování drah soustředěného odtoku je minimálně  $Q_{10}$  (Janeček, 2008).



Obrázek 7: Zatravněná údolnice s dráhou soustředěného odtoku (VUMOP, 2019)

#### 6.3.4. Hrázky

Se navrhnou jednak přísně ve vrstevnicovém směru PB, zde je zapotřebí zřízení výpustného zařízení nebo na úpatí či patě pozemku, jako ochrana pozemku samotného nebo pozemku ležícího pozemku. Výška a prostor před hrázkou je navrhován, aby vyhovoval potřebě retence vody a to včetně objemu usazených erozních smyvů (Janeček, 2012).

#### 6.3.5. Ochranné nádrže

Ochranné nádrže (viz obrázek č.8) se zpravidla zřizují v horních části povodí. Jejich hlavním úkolem je chránit níže položené území před povodněmi či erozními účinky vody. Pokud je nádrž určena pouze k transformaci povodňové vlny a snižuje riziko nežádoucí eroze koryt níže položených vodoteč, je její hlavní funkce protipovodňová, ale pokud je nádrž využita k zachycení erozních smyvů, čímž brání zhoršení kvality vody navazujících vodotečí, nádržích, koryt a odstraňují-li se z vody sedimentace splaveniny, má též funkci záchytnou. Z tohoto důvodu se hospodaření s vodou v ochranné nádrži usměrňuje tak, aby byl daný prostor po většinu doby prázdný a schopen zachytit povodňovou vlnu. Po zachycení vlny se pozvolna vyprazdňuje (Janeček, 2012), (Pasák, 1984).



Obrázek 8: Protierozní nádrž (Hustopeče u Brna, foto VÚMOP.)

### 6.3.6. Protierozní meze

Protierozní meze představuje trvalou překážku pro povrchový odtok, který se díky mezi mění na odtok podpovrchový. Meze se dají dělit na historické a současné. Protierozní meze není třeba dimenzovat pomocí výpočtu. Při návrhu je nutné dodržet vrstevnicové vedení a funkční uspořádání z důvodu zajištění stability tělesa. Výhodou mezí je možná absence objektů, jako hospodářské sjezdy, jelikož mez umožňuje přejezd zemědělské techniky. Mez poskytuje příležitost ke kombinaci protierozního opatření s opatřením pro posílení ekologické stability krajiny, z tohoto důvodu jsou při řešení této diplomové práce navrženy vždy v kombinaci s pásem zeleně o min šíři 5 m, v některých případech i v kombinaci s původními druhy stromů, které nenaruší zemědělskou výrobu a nezpůsobují velké zastínění (Kadlec V. a kol., 2014).

#### **Historické meze**

V krajině vznikaly na hranicích dvou pozemků, kam byly ukládány sbírané kameny. Při orbě podél vrstevnic pak díky opakovanému dlouhodobému posunu půdy orbou směrem dolů po svahu docházelo k postupnému naorávání půdy k hranici shora a odorávání zdola. Navážené kameny pak byly často z důvodu úspory místa skládány do opěrné zídky. Vznikl tak terénní stupeň výšky často 1,5 - 2 m, převážně vrstevnicově orientovaný. Funkce historické meze tak spočívala převážně ve snižování podélného sklonu svahu (Mze, 2023).

## Současné meze

U funkcí nově navrhovaných protierozních mezí jsou spojeny dvě hlavní funkce, zachytit a odvést povrchový odtok s krajnotvornou (viz obrázek č.9). Tento druh opatření je většinou doplněn o záchytný prvek, například protierozní příkop, či průleh, popřípadě je navržen samostatně. Pokud je navržen samostatně, vždy by ji měl předcházet sedimentační pás min šíře 5 m. Maximální výška meze je 1-1,5m nad terémem ve smyslu hrázky ve sklonu 1:1,5, dále by měla být zatravněna a osázena doprovodnou zelení. Protierozní účinek spočívá především v ovlivnění směru obdělávání pozemku po vrstevnici, pásovém střídání plodin pod a nad mezemi a v mírném sklonu svahu. Pozemek s větším sklonem je zpravidla trvale zatravněn (Janeček, 2005). Z hlediska omezení využití pozemku se jedná o opatření poměrně náročné, neboť je žádoucí, aby byla mechanizací překonávána na co nejméně místech (Janeček, 2012), (Podhrázká, Dufková, 2005).



Obrázek 9: Protierozní mez (Horní Újezd, foto VÚMOP.).

### 6.3.7. Terasy

Terasy umožňují využívat pozemky, které by jinak pro jejich velké sklony a členitost nebylo možné efektivně zemědělsky využít (viz obrázek č.10). Kromě trvalého zatravnění je vybudování teras. Jedním z nejradikálnějších opatření, které je využito na pozemcích s větším sklonem než 20 % u hlubokých nebo velmi hlubokých půd (Janeček, 2005). Terasování je využito pro zmenšení velkého sklonu PB a rozdělení svahu na úseky, tak aby povrchový odtok nedosáhl nebezpečného erozního účinku. Terasy a terasové dílce jsou oproti předchozím opatřením podstatnějším zásahem do



vodního režimu území, z tohoto důvodu je možné realizovat jejich výstavbu jen v nejnútnejším rozsahu a je třeba dbát co největšího zachování a respektování krajinného rázu (Janeček, 2012), (Hůla a kol., 2003).



Obrázek 10: Široké terasy se zemními svahy (Nikolčice, foto VÚMOP).

#### 6.3.8. Terénní urovnávky

Během terénních urovnávek jde především o odstranění vertikálních nerovností přesunem zeminy, kterým se dosahuje snížení příčného sklonu, omezení soustředování povrchového odtoku, kterým může vzniknout například rýhová eroze. Tento způsob opatření je možné provádět pouze na hlubokých pozemcích (Janeček, 2005).

## 7. Pozemkové úpravy

Pozemkové úpravy jsou formou krajinného plánování a vznikly za účelem nápravy krajinného rázu, který je vlivem politického a hospodářského vlivu poškozen. V důsledku velkoplošného obdělávání, kde došlo ke ztrátě polních cest, přírodních liniových prvků a krajino tvorných elementů. Nerespektování vlastnických práv na pozemek vedlo k situaci, kdy dosud evidované parcely v Katastru nemovitostí ČR neodpovídají skutečnému stavu. Předmětem pozemkových úprav je krajina a člověk, tedy vztah těchto dvou subjektů. Jinak řečeno, pozemková úprava dává životnost všem oborům, které integruje (Mazín a kol., 2008), (Mze, 2023).

Dle zákona č. 139/2002 Sb. jsou pozemkové úpravy definovány jako prostorové a funkční uspořádání pozemků ve veřejném zájmu, které je za účelem přístupnosti a využití zabezpečují, scelují nebo dělí. Z důvodu vhodných podmínek racionálního hospodářství dochází k vyrovnání jejich hranic. V těchto souvislostech původní pozemky zanikají, a zároveň se vytvářejí pozemky nové, k nimž se uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Cílem pozemkových úprav je zajištění podmínek pro zlepšení kvality života ve venkovských oblastech včetně napomáhání diverzifikace hospodářské činnosti a zlepšování konkurenceschopnosti zemědělství, zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, lesního a vodního hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a sucha, řešení odtokových poměrů v krajině a zvýšení ekologické stability krajiny.

### 7.1. Jednoduché pozemkové úpravy

Pozemkové úpravy se dají dělit na jednoduché a komplexní. Předmětem jednoduché pozemkové úpravy je ucelení hospodářských jednotek a vyčlenění pozemků. Dochází k nim v případě, že jsou prováděny za účelem soukromého hospodaření na půdě nebo na žádost jednoho či menšího počtu vlastníků půdy v příslušném katastrálním území, o výměře zemědělské půdy menší než polovina zemědělské půdy na katastrálním území (Toman, 1995).

## 7.2. Komplexní pozemkové úpravy

V současné době je nutné při provádění komplexních pozemkových úprav věnovat pozornost protierozní ochraně a začít napravovat současné i potencionální škody. Dostatečné nástroje k zajištění protierozní a protipovodňové ochrany nám poskytuje stávající legislativa (Janeček, 2012). Komplexní pozemkové úpravy dále je „KoPÚ“ probíhají v rámci jednoho k. ú., ale mohou zasahovat i do sousedních k. ú. Vyhotovují se pro celé území v oblasti majetkové, vodohospodářské, ekologické a protierozní ochrany. Cílem KoPÚ je:

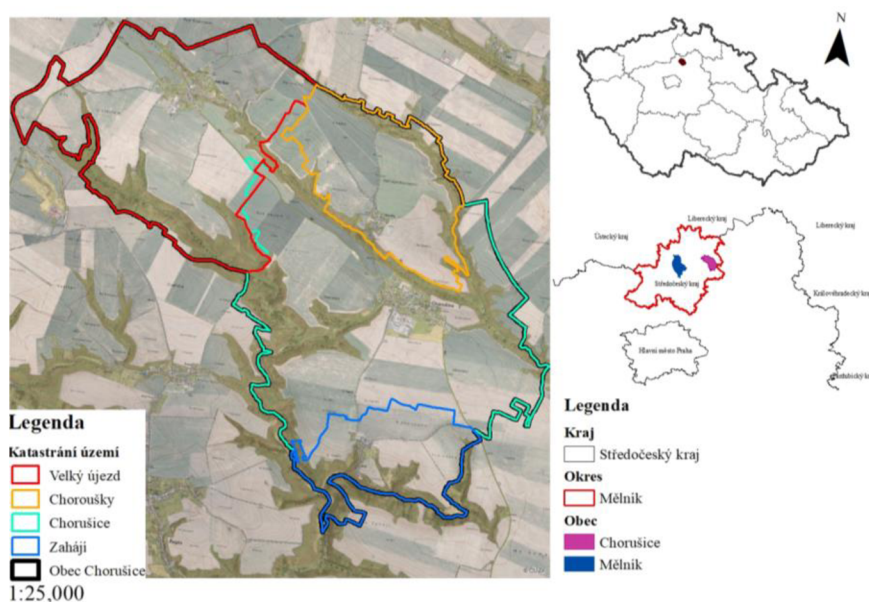
- uspořádání vlastnických práv,
- scelení roztržitých pozemků jednoho vlastníka do menšího počtu větších pozemků,
- vyrovnání hranic pozemků,
- prostorové a funkční uspořádání pozemků,
- zajištění přístupu na pozemky,
- vytvoření podmínek pro racionální hospodaření vlastníků,
- ochrana půdního fondu,
- zvýšení ekologické stability území,
- podpora zvýšené retence krajiny a protipovodňová ochrana (Mze, 2023).

V poslední době bývají KoPÚ často vyvolávány investičními záměry. Zejména dálnicemi, rychlostními komunikacemi, železničními koridory a průmyslovými zónami. V těchto případech návrh na zahájení podává investor, který se podílí na hrazení nákladů spojených s KoPÚ. Do budoucna projdou všechny obce na území ČR komplexními pozemkovými úpravami (Vlasák, Bartošková, 2007).

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 8. Charakteristika území

Obec Chorušice se skládá ze čtyř katastrálních území (Chorušice, Velký újezd, Choroušky, Zaháji) viz obrázek č. 11. Jedná se o malou venkovskou obec, která se nachází 18 km severovýchodně od okresního města Mělník, na předělu roviny Polabí a zvlněné krajiny dolnojizerské tabule, přecházející do členité krajiny Kokořinska. Díky příznivým přírodním podmínkám nastalo osídlení vybrané lokality ještě před vznikem prvních státních útvarů. Zájmová oblast spadá do CHOPAV (chráněná oblast přirozené akumulace vod) severočeská křída. Intravilán sídla je v sevřené údolnici, která je uzávěrovým profilem zemědělsky obhospodařovaného povodí na horní plošině. V údolnici není trvalá vodoteč. Převodění povrchových vod procházejících zastavěnou částí je řešeno trubním vedením DN 300/800 budovaného svépomocí. Stávající dešťová kanalizace je kapacitně nedostatečná pro odvedení povrchových vod ze spádového povodí. Jak se potvrdilo při bleskové povodni, která vznikla po přivalových deštích v květnu r. 2014. Blesková povodeň velice rychle zaplnila obě požární nádrže, které začaly přetékat, a voda se rozlila v Dolením Dole. Nejvíce byly povodní zasaženy domy na východním konci obce. Zde došlo k zaplavení zahrad a voda z nich musela být odčerpána (Obec Chorušice, 2017).



Obrázek 11: Širší vztahy obce Chorušice



## 8.1 Historie obce

Chorušice se poprvé připomínají okolo roku 1228, kdy je historicky zaznamenaná osada Pšovánů (jedna z nejstarších osad v ČR). Od jednoho ze slovanských rodů (Choroušů) je odvozen i název obce. První písemná zpráva o Chorušicích je obsažena v listině abatyše Anežky, v této době byl u dvora postaven dřevěný kostelík, přestavěn na počátku 15. století. Po třicetileté válce se začíná šířit pověst o zázračných účincích obrazu Matky Boží na hlavním oltáři, z tohoto důvodu přichází stále více poutníků věřících v jeho zázračné účinky. V 18. století již kostel nestačil kapacitou, a tak dala kněžna Antonie Černínová vystavět nový, větší kostel Nanebevzetí Panny Marie. Od dob kláštera je zmiňována škola, roku 1858 vystavěna na dnešním místě, od r. 1888 v dnešní podobě. Vzhledem k úrodným půdám se v minulosti obyvatelé zaměstnávali především polním hospodářstvím, chovem dobytka a drobnými řemesly (Obec Chorušice, 2017).

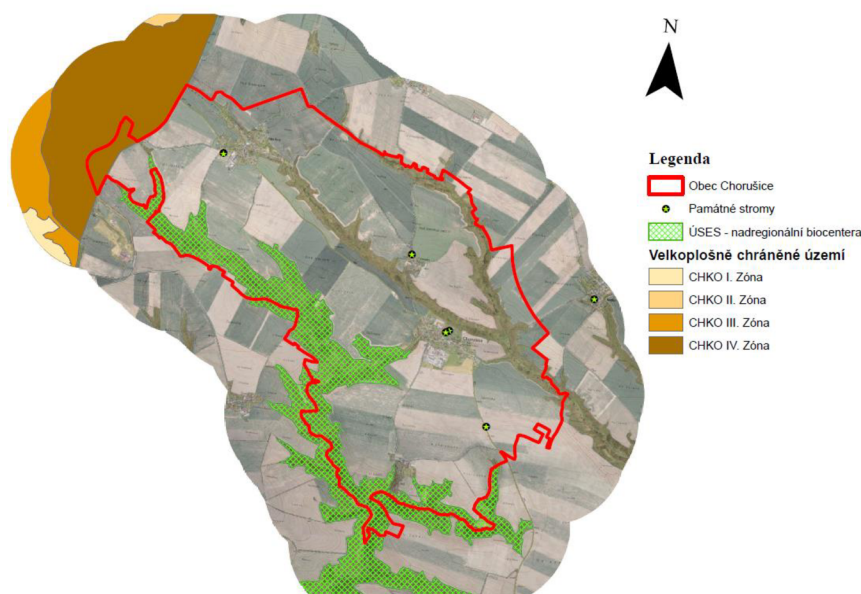
## 8.2 Přírodní podmínky

Klimatické prostředí obce se nachází v klimatickém regionu č.3, (viz tabulka č.4). Území se nachází v teplé oblasti s průměrnou roční teplotou převyšující 8 °C. Nejhodnotnějším přírodním zdrojem obce jsou jednoznačně půdy. Zdejší hlinité hnědozemě si uchovaly vysokou přirozenou úrodnost, díky rozumné zemědělské kultivaci, která je zárukou stabilní, a přitom efektivní rostlinné produkce. Oproti tomu přeměna původní krajiny v kulturní vedla k úplnému zániku původních přírodních společenstev.

Klimatický region	Symbol regionu	Charakteristika regionu	Suma teplot nad 10°C	Průměrná roční teplota [°C]	Průměrný roční úhrn srážek [mm]	Pravděpodobnost suchých vegetačních období [%]	Vláhová jistota ve vegetačním období
0	VT	Velmi teplý, suchý	2800-3100	9-10	500-600	30-50	0-3
1	T1	Teplý, suchý	2600-2800	8-9	<500	40-60	0-2
2	T2	Teplý, mírně suchý	2600-2800	8-10	500-600	20-30	2-4
3	T3	Teplý, mírně vlhký	2500-2800	(7)8-9	550-650	10-20	4-7
4	MT1	Mírně teplý, suchý	2400-2600	7-8,5	450-550	30-40	0-4
5	MT2	Mírně teplý, mírně vlhký	2200-2500	7-8	550-650	15-30	4-10
6	MT3	Mírně teplý (až teplý), vlhký	2500-2700	7,5-8,5	700-900	0-10	>10
7	MT4	Mírně teplý, vlhký	2200-2400	6-7	650-750	5-15	>10
8	MCH	Mírně chladný, vlhký	200-2200	5-6	700-800	0-5	>10
9	CH	Chladný, vlhký	<2000	<5	>800	0	>10

Tabulka 4: Rozdělení klimatických regionů (Brázda, Kapička, 2020)

V současné době se na území nenachází žádná maloplošná zvláště chráněná lokalita, evropsky významná lokalita, ptačí oblast nebo přírodní park. Do území ale částečně zasahuje velkoplošně chráněná lokalita IV. zóny a nachází se zde několik chráněných stromů jako lípa malokvětá a dub letní. Dále se na území nachází nadregionální biocentrum po celé západní straně území vedoucí až na jih katastrálního území (viz obrázek č. 12).



Obrázek 12: Přírodní podmínky

Lesy na území obce nemají příliš velké zastoupení, v současnosti je to pouhých 19 %, z důvodu lesostepního charakteru prostředí, kdy ani v historii neměly lesy dominantní zastoupení na daném území. Dalším důvodem je zastavění území, kdy převážná většina lesních prostor byla vykácena za účelem osídlení. Zbylé lesy mají charakter s vysokým zastoupením listnatých druhů (dub, buk, habr, osika, bříza), z jehličnanů převládá borovice. Jelikož se jedná o druhově rozmanitou, ale malou část území, nelze ani do budoucna počítat s významnější lesní produkcí (Obec Chorušice, 2017).

### 8.3 Pedologická charakteristika

Struktura půdy na území obce je složena ze 3/4 zemědělské a 1/4 nezemědělské půdy, přičemž v rámci nezemědělské se jedná o lesní půdu s podílem 1/5 výměry z celkového půdního fondu. Ve srovnání s širším územím se prokazuje charakter čistě venkovské obce s dominantní funkcí zemědělství (MMR ČR, 2017)

Půdy můžeme na základě jejich hydrologických vlastností rozdělit do 4 skupin (A, B, C a D), na základě infiltračních schopností půdy bez vegetačního pokryvu, s dlouhodobým nasycením. Mezi faktory ovlivňující infiltrační schopnosti půdy lze řadit:

- Klimatické poměry (intenzita, množství a časové rozložení srážek, teplotní poměry a roční doba),
- pedologické poměry (fyzikální vlastnosti půd (tj. zrnitost, struktura, pórovitost a humóznost), stav svrchní vrstvy půdy),

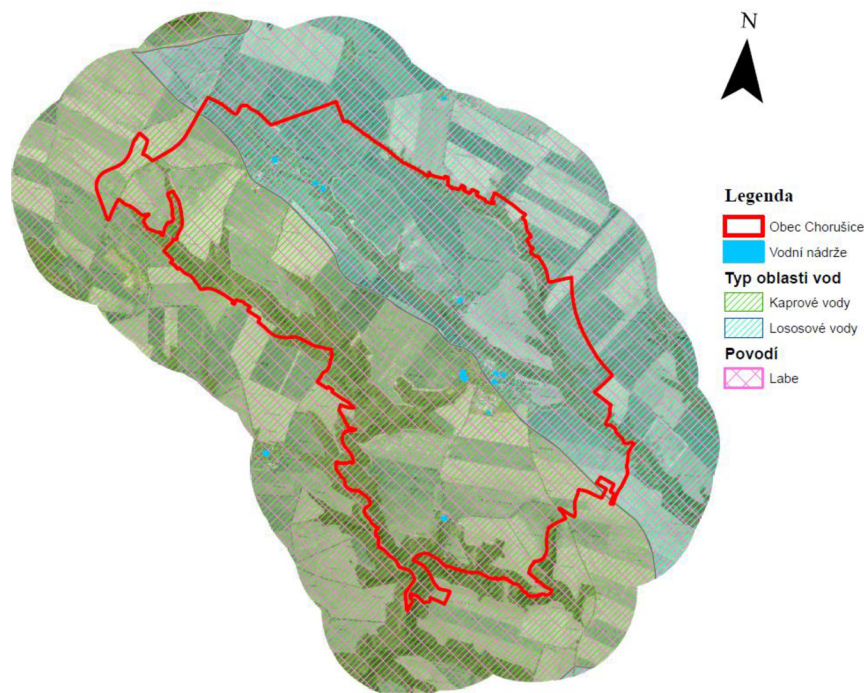
- vlhkostní poměry (půdní vlhkost, sací tlak, hydraulická vodivost a výška hladiny podzemní vody), kořenový systém a podpovrchové systémy chodbiček půdních živočichů),
- způsob využití půdy a poměry území

Pro řešené území byly použity hodnoty HPJ z odborné literatury (Janeček, 2012), které jsou zobrazeny v tabulce č.6. Řešené území je téměř celé zařazené do hydrologické skupiny B, jak je zobrazeno na obrázku č.38. Jedná se o půdy se střední rychlostí infiltrace (0,10 – 0,20 mm/min), zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité.

## 8.4 Hydrologická charakteristika

V historii se na jihovýchodním území obce nacházel vodní tok, ten je v současné době vysušen a vede zde polní cesta. Z důvodu absence vodního toku trpěla obec nedostatkem pitné vody, který byl dříve řešen pomocí kalů, které postupem času zanikly. V současné době je zásobování pitnou vodou řešeno napojením obce Chorušice na vodovodní řád Mšenské vodárny. Kvalita vody je velmi dobrá a množství odpovídá potřebě obyvatelstva (Obec Chorušice, 2017).

V obci Chorušice se nenachází žádný vodní tok, meliorační stavby, mokřady či bažiny. Celé zájmové území se nachází v 2. pásmu ochrany podpovrchových vodních toků a spadá do povodí Labe. Nachází se z poloviny v oblasti lososovitých a z poloviny v oblasti kaprovitých vod. Na celém území se nachází 19 vodních nádrží a 4 studánky. Hydrologická mapa obce Chorušice (viz obrázek č.13).



Obrázek 13: Hydrologická charakteristika

## 8.5 Životní prostředí

Z globálního pohledu je obec ovlivněna negativně působení dálkového přenosu škodlivin, ale pro životní prostředí místního obyvatelstva je rozhodující lokální problém. Obec se nachází v těsné blízkosti jedné z nejvíce poškozených lokalit na území ČR, kterou je specificky vymezený region Mělnicko. Tento region je postižen vysokým spadem plynných a prašných emisí, jak z lokálních průmyslových zón, tak i sousedních zón na severu Čech. V 80. letech se obec nacházela v zóně s průměrným ročním spadem 50 mikrogramů oxidu siřičitého na 1 metr krychlový. Na základě těchto hodnot je obec řazena mezi území se silně narušeným životním prostředím.

Hlavní problém životního prostředí v obci představuje chybějící splašková kanalizace ve všech místních částech obce. Odpadní vody se akumulují v jímkách a septicích. Jejich obsah je vyvážen na pole. Pro řešení problému vznikl v r.1992 projekt splaškové kanalizace a ČOV, která měla být umístěna cca 500 m od osídlené části obce. Problémem pro uskutečnění projektu je souhlas o vynětí zhruba 8400 m lesního půdního fondu a hlavním problémem je vysoká ekonomická náročnost. Pevný komunální odpad je odvážen na skládku do sousedního města, a přestože část obce odvoz financuje, je zde stále problém s tzv. černými skládkami (Obec Chorušice, 2017).

## 8.6 Popis stávajících protierozních opatření

Díky absenci vodních toků není potřeba řešit protipovodňovou ochranu, ovšem potenciální plochy pro protierozní opatření jsou na úrovni územního plánu předběžně vymezeny. V obci se nachází několik vodních nádrží. Jen v obci Chorušice se nachází 5 umělých vodních nádrží, které ale v současné době nemají širší využití. Nejnovější protierozní opatření v obci je nově vybudovaný poldr, průběh stavby (viz obrázek č. 15) a poldr (viz obrázek č. 16). Poldr se nachází na nejvíce ohroženém územím o rozloze 9,3 ha. Poldr je o délce 81 m a výšce 3,72 m. Samotná retenční nádrž zahrnuje prostor o rozměru 1828 m<sup>2</sup>, v dočasně záplavovém území je zahrnut prostor 11 635 m<sup>2</sup>. Stavba obec stála 4 mil. Kč, ale není dostatečnou ochranou před destruktivními účinky eroze, které v pravidelných intervalech ohrožují obec, jak je zobrazeno na obrázku č. 14. O vybudování protierozních opatření rozhodovala technická proveditelnost z pohledu terénních úprav, objednání služeb geodetů (zaměření, výškopis, polohopis), prověření možnosti „zamezení přítoku“ přívalových vod z polí do zastavěné části obce. Další alternativní řešení, která mohou být realizována, budou provedena v rámci vyhlášené KoPÚ v k. ú. Vel. Újezd.



Obrázek 14: Eroze v obci Chorušice z r.2015





Obrázek 15: Výstavba protierozního poldru v k. ú. Chorušice



Obrázek 16: Protierozní poldr v k. ú. Chorušice

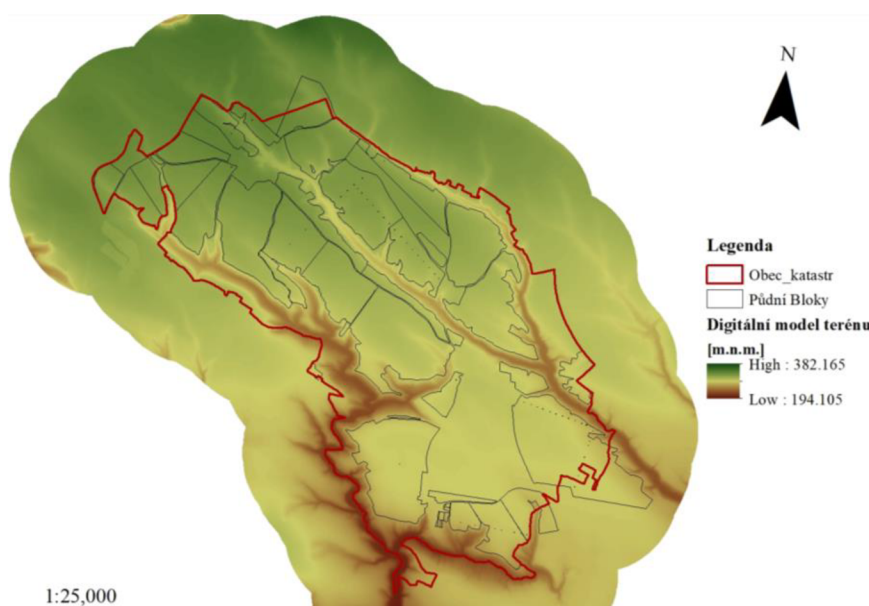
## 9. Metodika

### 9.1. Příprava dat

Pro praktickou část práce bylo zásadní stanovit míru eroze, která byla řešena metodou USLE, která byla zásadní pro stanovení výsledné průměrné dlouhodobé ztráty půdy. Rovnice USLE stanovuje ztrátu půdy v tunách na hektar za 1 rok. Výhodou metody jsou snadno dostupná data pro jednotlivé faktory bez nutnosti terénního průzkumu. Výsledný tvar a popis jednotlivých faktorů je popsán v kapitole č.5.1 „Faktory rovnice USLE“. Výpočet byl vypracován v prostředí programu ArcGIS, kde všechny výsledné faktory mají rastrovou podobu, jsou prezentovány v rastrové podobě.

Při výpočtu bylo nejdříve nutné vytvořit mapu digitálního modelu terénu (dále jen DTM), (viz obrázek č.17), pomocí mračka bodů nesoucích údaje o nadmořské výšce. Data poskytl portál CUZK v rozlišení DMR 4G, která byla převedena na textový formát, který byl v excelu přeložen do formátu textového dokumentu, a následně byl otevřen v programu ArcGIS, jako data XY.

Pomocí funkce *Create TIN* byly body převedeny na TIN, a následně funkcí *Tin to Raster* byl vytvořen raster „DTM“. Další vrstvy zobrazené na obrázku č.17 zobrazují PB, staženy z veřejného registru půdy (LPIS) a vrstvu bonitovaných půdních ekologických jednotek (dále jen BPEJ).



Obrázek 17: Výsledný digitální model terénu v obci Chorušice



### 9.1.1. Faktor R

Faktor erozní účinnosti deště je po celém území České republiky stabilní. Popis charakteristiky faktoru R je uveden v kapitole č.5.1.1 „Faktor erozní účinnosti deště – R“. Pro účely této práce byla zvolena průměrná roční hodnota faktoru  $R = 40$  MJ/ha.cm/h, která byla dosazena do rovnice při výpočtu reálné ztráty půdy.

### 9.1.2. Faktor K

Popis charakteristiky faktoru je uveden v kapitole č. 5.1.2 „Faktor erodovatelnosti půdy – K“. Pro účely této práce byla využita metoda určení faktoru K na základě kódu BPEJ, tedy její druhé a třetí číslice, kterou představují hlavní půdní jednotky (dále jen HPJ). Jednotlivé hodnoty HPJ byly převzaty z odborné knihy Janeček a kol. 2012, uvedené v tabulce č.5. Podle daných hodnot byla vytvořena excelová tabulka obsahující hodnoty K faktoru.

HPJ	K	HPJ	K
1	0.41	40	0.24
2	0.46	41	0.33
3	0.35	42	0.56
4	0.16	43	0.58
5	0.28	44	0.56
6	0.32	45	0.54
7	0.26	46	0.47
8	0.49	47	0.43
9	0.6	48	0.41
10	0.53	49	0.35
11	0.52	50	0.33
12	0.5	51	0.26
13	0.54	52	0.37
14	0.59	53	0.38
15	0.51	54	0.4
16	0.51	55	0.25
17	0.4	56	0.4
18	0.24	57	0.45
19	0.33	58	0.42
20	0.28	59	0.35
21	0.15	60	0.31
22	0.24	61	0.32
23	0.25	62	0.35
24	0.38	63	0.31
25	0.45	64	0.4
26	0.41	65	nedostatek dat
27	0.34	66	nedostatek dat
28	0.29	67	0.44
29	0.32	68	0.49
30	0.23	69	nedostatek dat
31	0.16	70	0.41
32	0.19	71	0.47
33	0.31	72	0.48
34	0.26	73	0.48
35	0.36	74	nedostatek dat
36	0.26	75	nedostatek dat
37	0.16	76	nedostatek dat
38	0.31	77	nedostatek dat
39	nedostatek dat	78	nedostatek dat

Tabulka 5: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ (Janeček, 2012).

V prvním kroku byla oříznuta vrstva BPEJ o námi řešené území, za pomoci funkce *Clip*. Z této vrstvy byly odstraněny polygony s hodnotou BPEJ 99, představující lesní pozemky. Do atributové tabulky vrstvy „BPEJ\_CLIP“ byl přidán sloupec „HPJ“ (viz obrázek č.18), do kterého byly opsány 2. a 3. číslice ze sloupce BPEJ. Nakonec byly propojeny hodnoty z vytvořené excelové tabulky a vrstvy „BPEJ\_CLIP“ podle hodnoty HPJ, pomocí funkce Joins and relates (viz obrázek č.19).

BPEJ_CLIP							
FID	Shape	B5	BPEJ	TO_ZPF	Cena	LastUpdate	HPJ
0	Polygon	20200	2.02.00	1	17.15	4/1/2021	2
1	Polygon	20810	2.08.10	2	11.78	4/1/2021	8
2	Polygon	20810	2.08.10	2	11.78	4/1/2021	8
3	Polygon	20810	2.08.10	2	11.78	4/1/2021	8
4	Polygon	20810	2.08.10	2	11.78	4/1/2021	8
5	Polygon	20840	2.08.40	4	9.44	4/1/2021	8
6	Polygon	20840	2.08.40	4	9.44	4/1/2021	8
7	Polygon	20840	2.08.40	4	9.44	4/1/2021	8
8	Polygon	20840	2.08.40	4	9.44	4/1/2021	8
9	Polygon	20850	2.08.50	3	10.09	4/1/2021	8
10	Polygon	20850	2.08.50	3	10.09	4/1/2021	8
11	Polygon	20850	2.08.50	3	10.09	4/1/2021	8
12	Polygon	21000	2.10.00	1	15.82	4/1/2021	10
13	Polygon	21000	2.10.00	1	15.82	4/1/2021	10
14	Polygon	21010	2.10.10	2	14.64	4/1/2021	10
15	Polygon	21010	2.10.10	2	14.64	4/1/2021	10


Obrázek 18: Tvorba sloupce HPJ

Join Data ✕

Join lets you append additional data to this layer's attribute table so you can, for example, symbolize the layer's features using this data.

What do you want to join to this layer?

Join attributes from a table

- Choose the field in this layer that the join will be based on:
- Choose the table to join to this layer, or load the table from disk:  
   
 Show the attribute tables of layers in this list
- Choose the field in the table to base the join on:

Join Options

Keep all records  
All records in the target table are shown in the resulting table. Unmatched records will contain null values for all fields being appended into the target table from the join table.

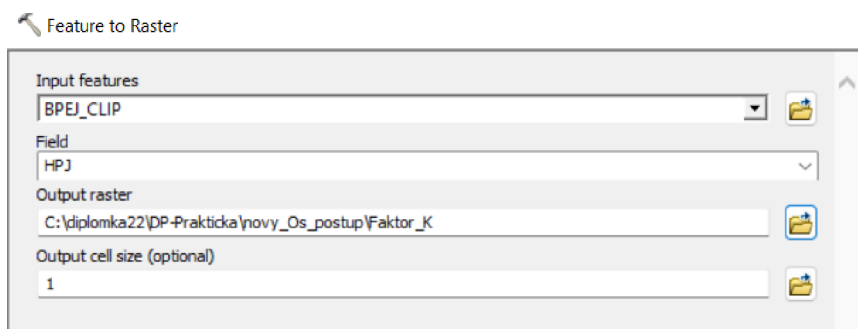
Keep only matching records  
If a record in the target table doesn't have a match in the join table, that record is removed from the resulting target table.

Validate Join

[About joining data](#) OK Cancel

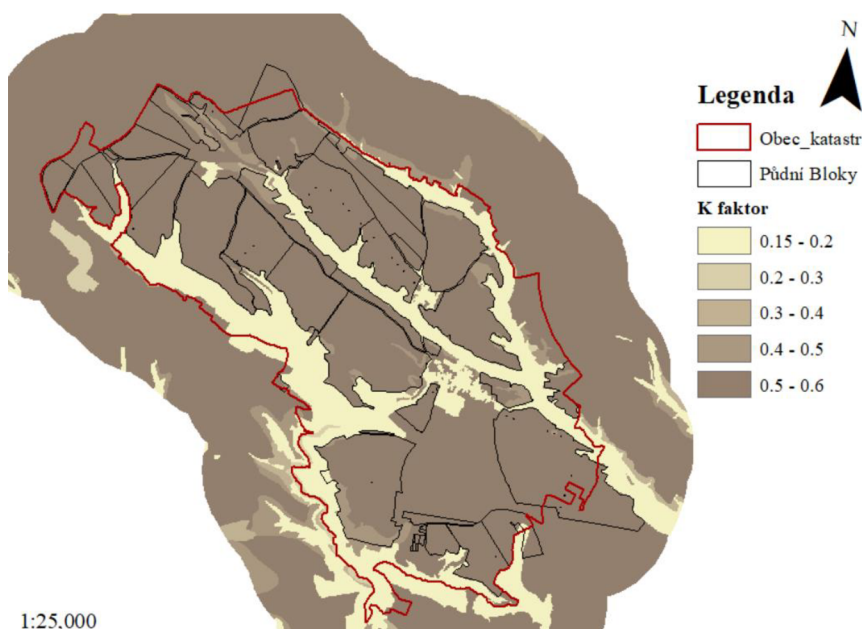
Obrázek 19: Propojení tabulek za pomoci funkce "Joins and relates"

Posledním krokem bylo vytvoření rastru z vrstvy "BPEJ\_CLIP", za pomoci funkce *Feature to raster*, postup zobrazen na obrázku č.20.



Obrázek 20: Tvorba rastru faktor K

Zobrazení rastru „K faktoru“ je zobrazeno na obrázku č.21. Rastr ukazuje, že na všech řešených PB v obci Chorušice se nachází půdy náchylné na ztrátu (viz tabulka č.6).



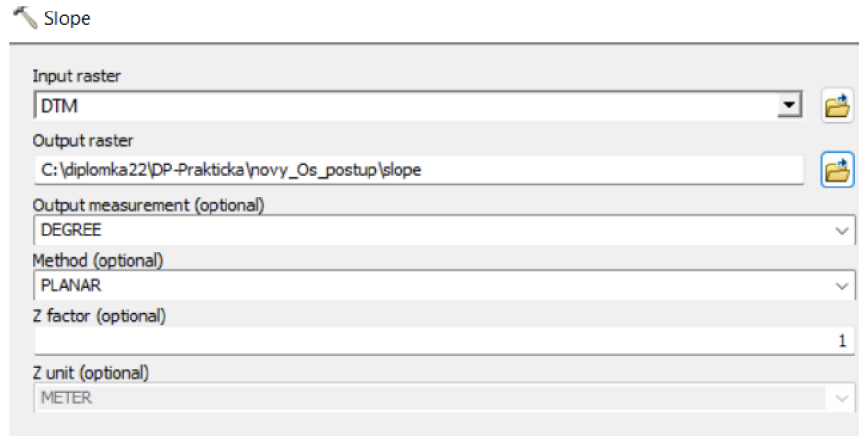
Obrázek 21: Výsledný rastr faktoru K

Kategorie	Hodnota K faktoru	Stav
1	0,15-0,2	Nenáchylné půdy
2	0,21-0,3	Slabě náchylné půdy
3	0,31-0,4	Středně náchylné půdy
4	0,41-0,5	Silně náchylné půdy
5	0,51-0,6	Nejnáchylnější půdy

Tabulka 6: Stav hodnot faktoru K

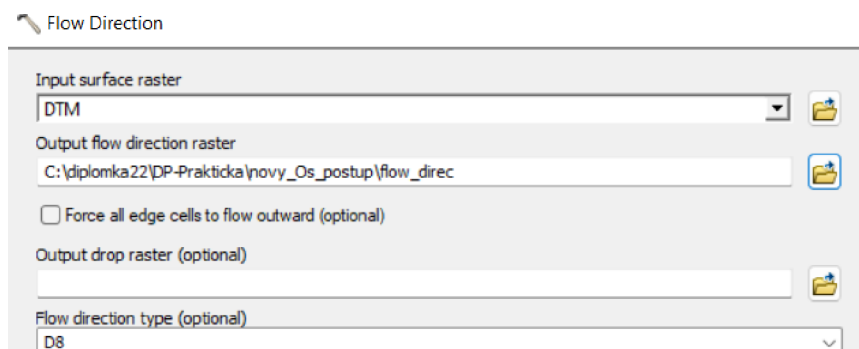
### 9.1.3. Faktor LS

Faktor L(délka) i faktor S (sklon) jsou faktory topografie terénu, z tohoto důvodu se často výsledný rastr provádí jako kombinace délky a sklonu. Výsledný faktor představuje ztrátu půdy, která by vznikla na běžném pozemku o délce 22,13 m a sklonu 9 %. Pro výsledný rastr byl nejprve vytvořen sklon terénu pomocí funkce *Slope* viz obrázek č.22.

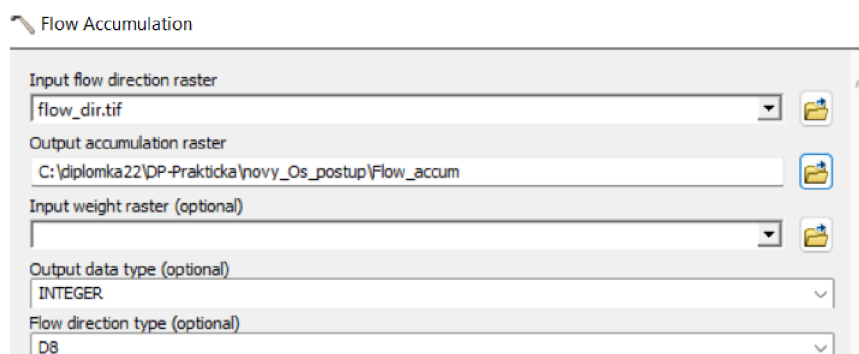


Obrázek 22: Tvorba vrstvy slope ve stupních

Další vrstvou potřebnou pro výsledný rastr byl směr povrchového odtoku a akumulace povrchového odtoku. Pro směr odtoku byla využita funkce *Flow direction* (viz obrázek č.23). Pro akumulaci odtoku byl vytvořen rastr pomocí funkce *Flow accumulation*. Výsledný rastr zobrazuje počet buněk, kterými protekl povrchový odtok (viz obrázek č.24).



Obrázek 23: Tvorba rastru směru povrchového odtoku



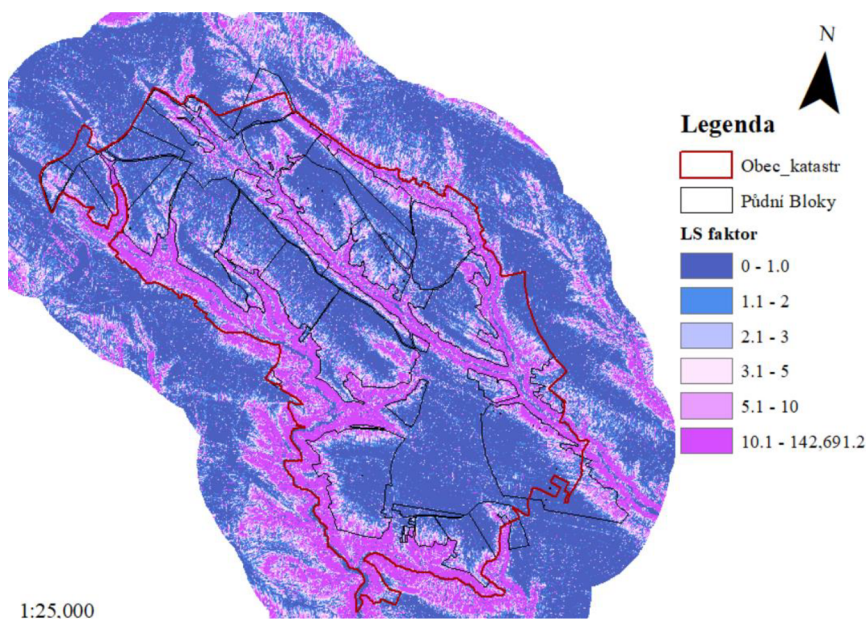
Obrázek 24: Tvorba akumulace odtoku povrchových vod

Posledním, krokem při tvorbě LS faktoru bylo dosažení vrstvy „SLOPE“ a „FLOW\_ACCUMULATION“ do rovnice č.8. Pro výpočet byla využita funkce *Raster calculator*

$$(\text{„flow accumulation“} * 10/22.13,0.6) * \text{POWER}(\text{Sin(„slope“} * 0.01745)/0.09,1.3) * 1.6$$

Rovnice 8: Rovnice pro výpočet faktoru LS

Výsledný rastr (viz obrázek č.25) ukazuje vliv morfologie terénu na vznik a vývoj erozních procesů (viz tabulka č.7)



Obrázek 25: Výsledný rastr faktoru LS

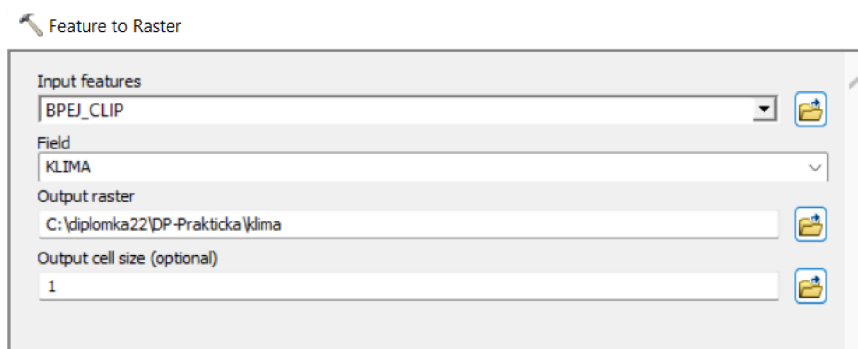
Kategorie	Hodnota LS faktoru	Popis
1	≤ 1.0	Svahy bez ohrožení
2	1.1–2.0	Svahy náchylné
3	2.1–3.0	Svahy mírně ohrožené
4	3.1–5.0	Svahy ohrožené
5	5.1–10.0	Svahy silně ohrožené
6	>10.1	Svahy nejohroženější

Tabulka 7: Popis hodnot faktoru LS (Brázda, Kapička, 2020)

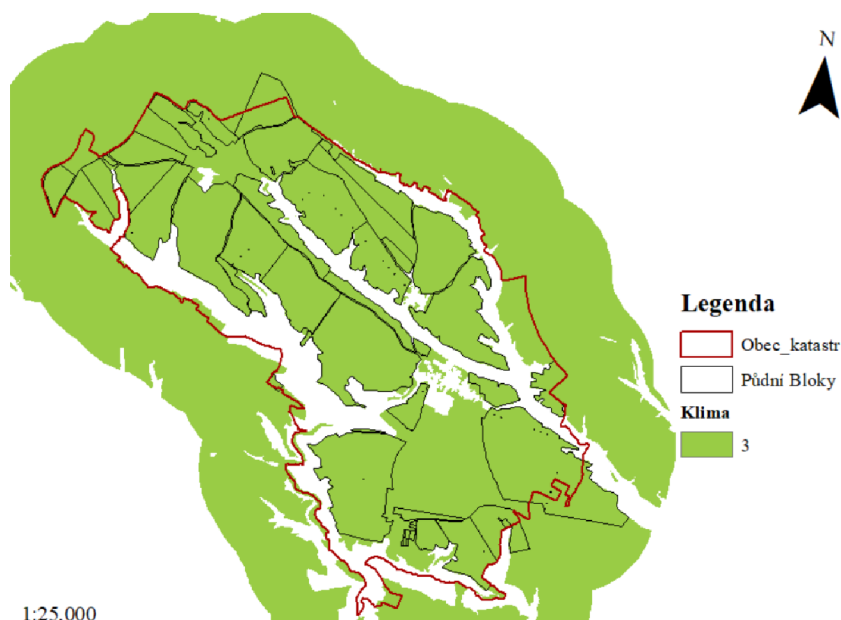
### 9.1.4. Faktor C

Pro vytvoření rastru ochranného vlivu vegetace byl využit klimatický region, vytvořen na základě kódu BPEJ, kde klimatický region představuje 1. číslice kódu. Celé území se nachází z větší části v klimatickém regionu 3, který je charakteristický jako teplý a mírně vlhký region s průměrnou roční teplotou 8-9 °C, úhrn srážek 550–650 mm, rozmezí suchého vegetačního období 10-20 %.

V prvním kroku byl vytvořen nový sloupec v atributové tabulce vrstvy „BPEJ\_CLIP“. Tento sloupec s názvem „KLIMA“ byl vyplněn 1. číslem z kódu BPEJ. Následně nástrojem *Feature to raster* byl vytvořen ze sloupce klima (viz obrázek č.26) rastr Klíma (viz obrázek č.27).



Obrázek 26: Tvorba rastru klimatického regionu



Obrázek 27: Rastr klimatického regionu

Hodnoty C faktoru byly stanoveny na základě dostupných údajů z portálu VUMOP v.v.i., kde je ke klimatickému regionu 3 přiřazena pro jednotlivé funkční plochy hodnota C faktoru:



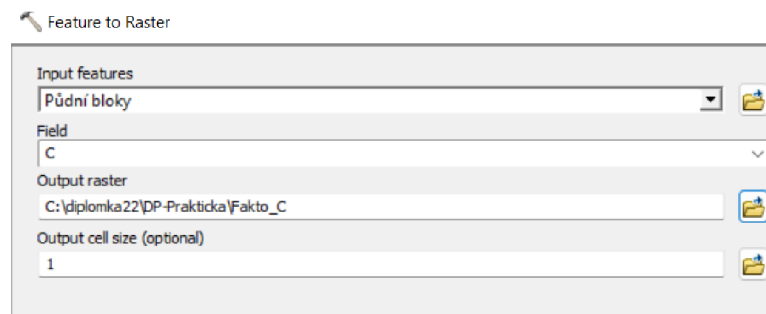
- Orná půda= 0.254
- Louky a pastviny=0.01
- Sady, chmelnice a plantáže=0.3

Tyto hodnoty byly přidány do nově vytvořeného sloupce „C“ v atributové tabulce vrstvy „PŮDNÍ BLOKY“ (viz obrázek č.28).

ZPUSOB	NEZPUSOB	UPO	KULTURANAZ	C	rozloha	rozloha_ha
0.91	0	NE	trvalý travní porost	0.01	9100.406238	0.910041
4.52	1.13	NE	trvalý travní porost	0.01	56453.062763	5.645306
0.27	0	NE	trvalý travní porost	0.01	2731.600268	0.27316
0.35	0	NE	trvalý travní porost	0.01	3492.908534	0.349291
0.26	0	NE	trvalý travní porost	0.01	2614.724592	0.261472
1.14	0.01	NE	trvalý travní porost	0.01	11523.134771	1.152313
4.49	0	NE	trvalý travní porost	0.01	44918.09311	4.491809
0.25	0.14	NE	trvalý travní porost	0.01	3876.570895	0.387657
0.01	0	NE	trvalý travní porost	0.01	147.642038	0.014764
4.03	0	NE	trvalý travní porost	0.01	40330.981365	4.033098
0.08	0	NE	trvalý travní porost	0.01	754.701623	0.07547
0.41	0	NE	trvalý travní porost	0.01	4132.933389	0.413293
0.57	0	NE	trvalý travní porost	0.01	5661.997575	0.5662
1.77	0	NE	trvalý travní porost	0.01	17749.460255	1.774946
62.03	0	NE	standardní orná půda	0.254	620257.135537	62.025714
49.49	0	NE	standardní orná půda	0.254	494899.988771	49.489999
88.45	0	NE	standardní orná půda	0.254	884459.173911	88.445917
30.87	0	NE	standardní orná půda	0.254	308684.166211	30.868417
4.92	0	NE	standardní orná půda	0.254	49154.492215	4.915449
23.36	0	NE	standardní orná půda	0.254	233636.512754	23.363651
54.28	0	NE	standardní orná půda	0.254	542757.123737	54.275712
11.27	0	NE	standardní orná půda	0.254	112736.051472	11.273605
30.63	0	NE	standardní orná půda	0.254	306319.807681	30.631981
12.89	0	NE	standardní orná půda	0.254	128913.574179	12.891357
2.34	0	NE	standardní orná půda	0.254	23429.620081	2.342962
4.49	0	NE	standardní orná půda	0.254	44867.273969	4.486727
14.19	0	NE	standardní orná půda	0.254	141887.030954	14.188703

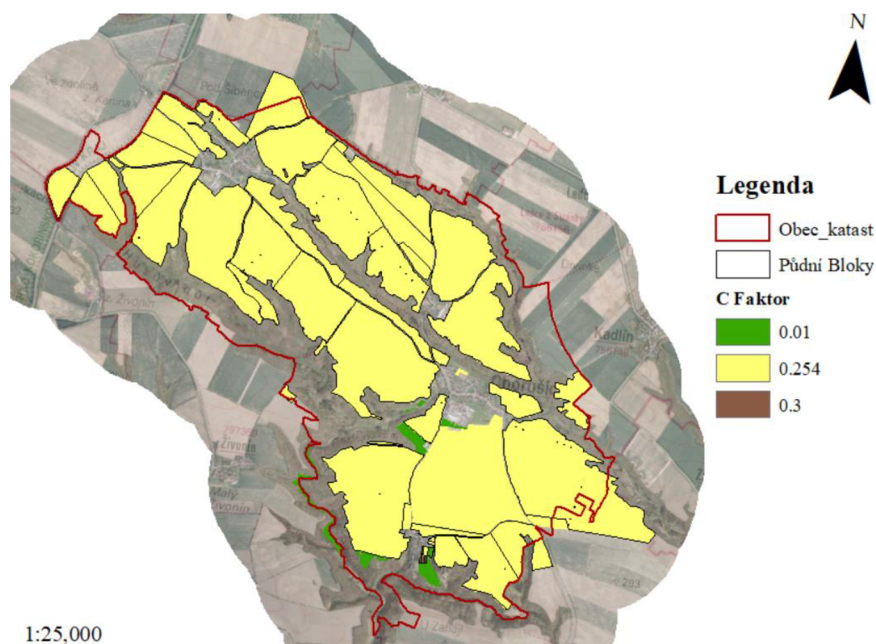
Obrázek 28: Tvorba sloupce pro hodnoty C faktoru

Z hodnot v atributové tabulce na obrázku č.28 byl vytvořen za pomoci funkce *Feature to raster* (viz obrázek č. 29), výsledný raster faktoru C (viz obrázek č.30).



Obrázek 29: Tvorba faktoru C





Obrázek 30: Výsledný rastr faktoru C

### 9.1.5. Faktor P

Představuje opatření, která zmírňují účinky eroze pomocí protierozních opatření. Podrobný popis faktoru je uveden v kapitole č. 5.1 „Faktory rovnice USLE“. Pro účely mé práce byla na všech PB použita hodnota 1. Při stanovení reálné ztráty půdy byla ve výpočtu rovnice USLE dosazena hodnota 1.

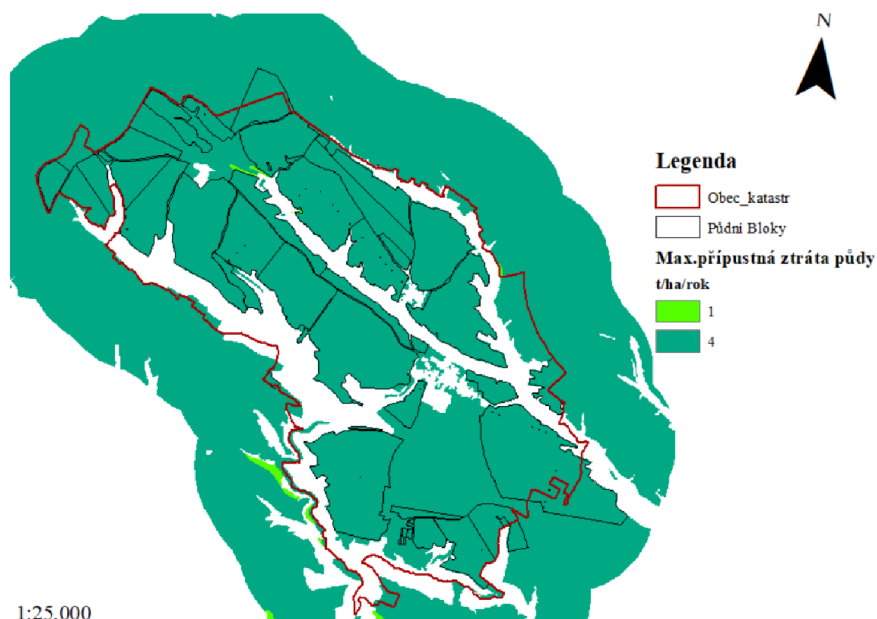
### 9.1.6. Stanovení maximální přípustné ztráty půdy

Mapa, představující maximální přípustnou ztrátu půdy (dále jen  $G_p$ ) na pozemku, byla stanovena na základě kódu BPEJ. V prvním kroku byl přidán nový sloupec do atributové tabulky BPEJ, s názvem hloubka, kde byla dosazena hodnota 5. čísla kódu BPEJ. Následně byl vytvořen sloupec „ $G_p$ “, kde je hodnota přípustné ztráty stanovena podle hloubky (viz tabulka č.8).

Charakteristika	Kód BPEJ (5. číslice)	Maximální přípustná ztráta půdy [t/ha/rok]
Půda mělká (<30 cm)	5,6,8,9	1
Půda hluboká a středně hluboká (>60 cm)	0,1,2,3,4,7	4

Tabulka 8: Stanovení přípustné ztráty vodní erozí (Janeček, 2012).

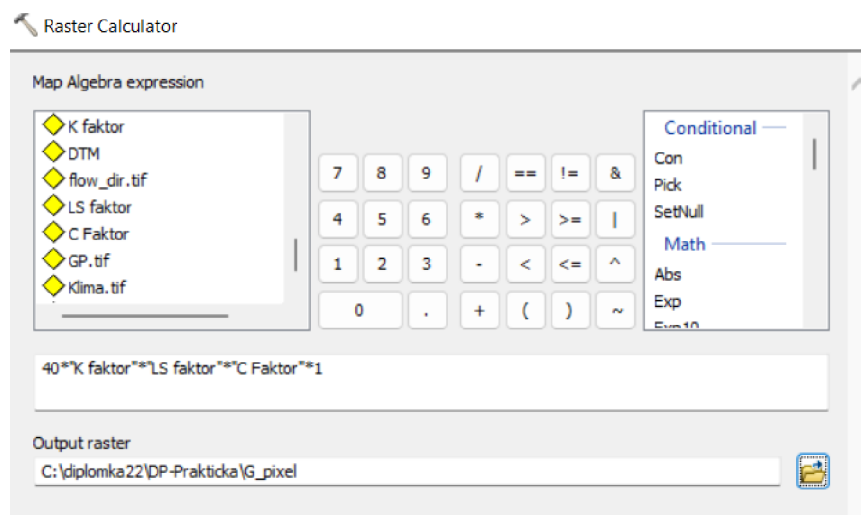
Na základě sloupců „HLOUBKA“ a „ $G_p$ “ byl vytvořen pomocí funkce *Feature to raster*, rastr maximální přípustné ztráty půdy na pozemku (viz obrázek č.31).



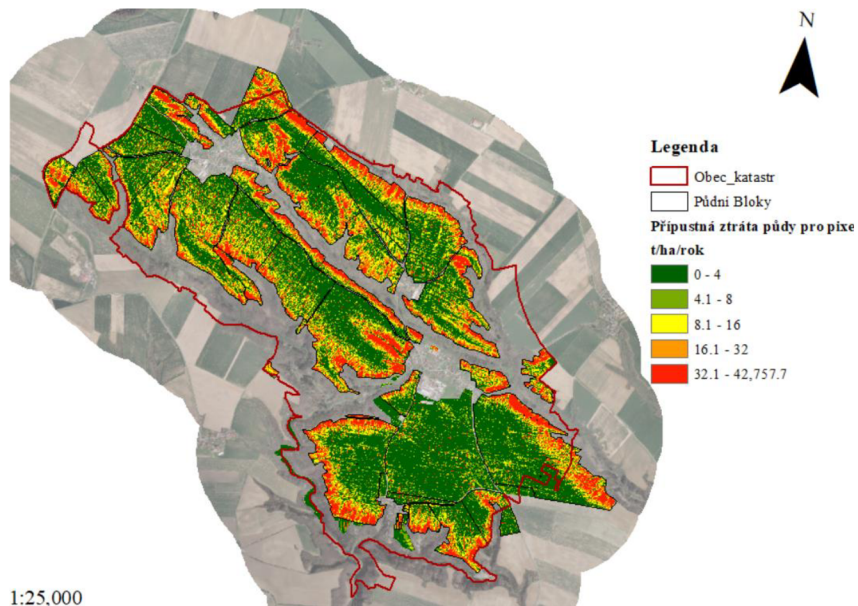
Obrázek 31: Rastr maximální přípustné ztráty půdy

### 9.1.7. Stanovení reálné ztráty půdy

Stanovení průměrné ztráty půdy pro každý pixel v zájmovém území je určeno za pomoci rovnice USLE. Pro vypočtení rovnice ve tvaru,  $G = R * K * LS * C * P$  byla využita funkce *Raster calculator* (viz obrázek č. 32). Výsledný rastr je zobrazen na obrázku č.33.

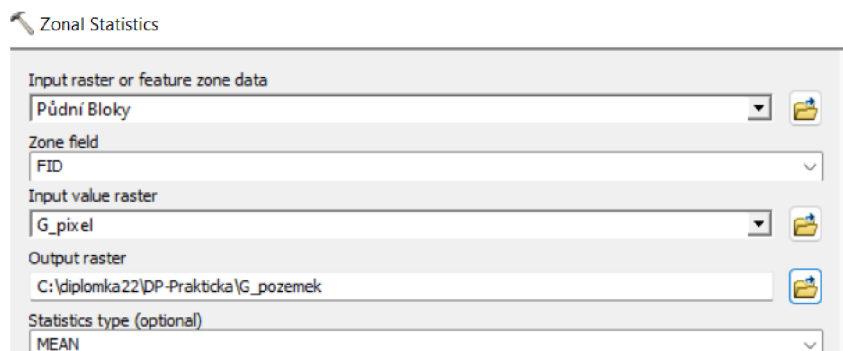


Obrázek 32: Výpočet rovnice USLE

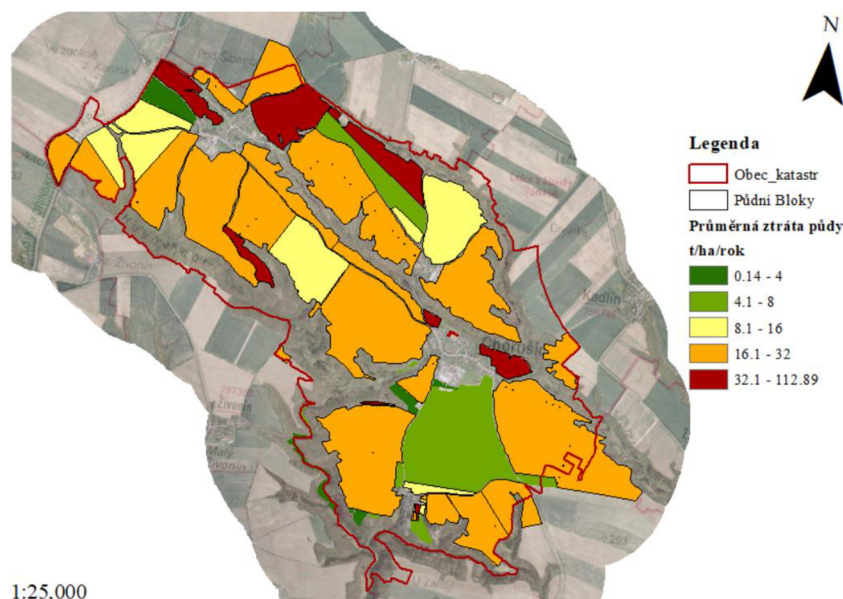


Obrázek 33: Průměrní ztráta půdy pro každý pixel

Rastr průměrné ztráty půdy pro pozemek byl vytvořen pomocí rastru na obrázku č.33 a funkce *Zonal statistic* (viz obrázek č.34). Ve výsledku byla ke každému PB přiřazena reálná hodnota průměrné ztráty půdy (viz obrázek č.35).

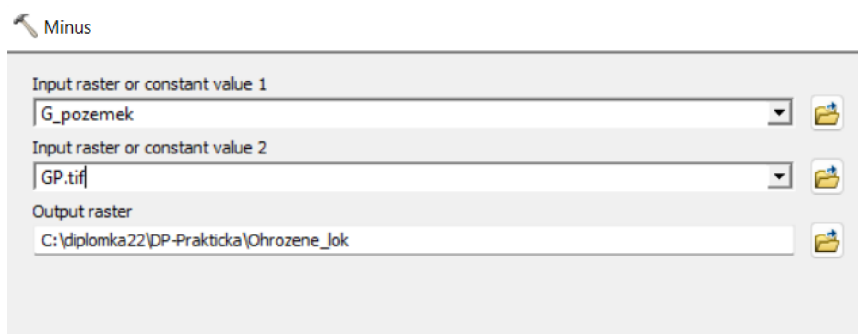


Obrázek 34: Tvorba rastru průměrné ztráty půdy

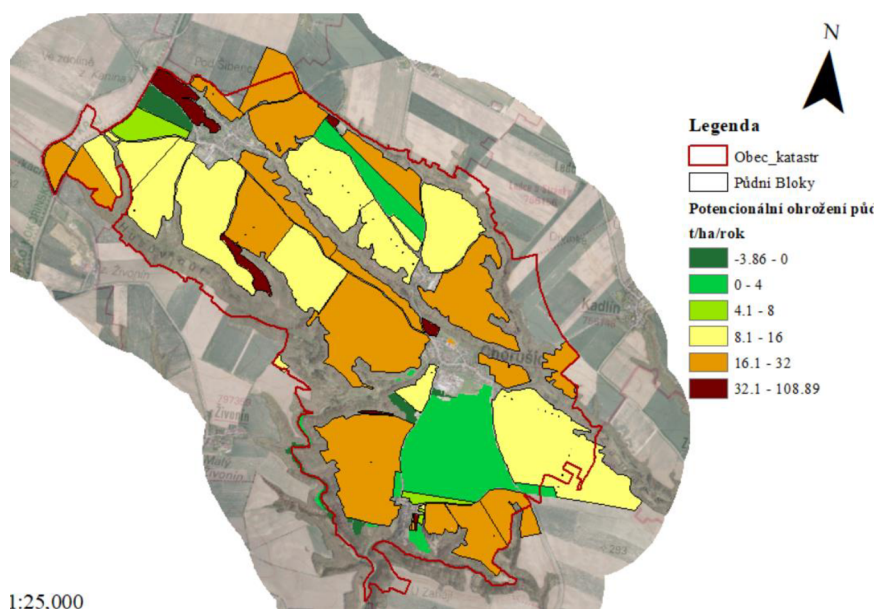


Obrázek 35: Rastr průměrné ztráty půdy pro pozemek

Pro stanovení ohrožených lokalit vodní erozí byla využita funkce *Minus* (viz obrázek č.36), která vyselektovala pozemky, jež nepřekročily hodnotu přípustné ztráty půdy (viz obrázek č.37). Pro účely této práce byly pro návrh protierozních opatření řešeny pouze PB středně erozně ohrožené až nejohroženější (viz tabulka č.9).



Obrázek 36: Tvorba rastru ohrožení lokalit



Obrázek 37: Rastr stanovení ohrožených lokalit

Kategorie	Ztráta půdy t/ha/rok	Kategorie stupňů erozního ohrožení
1	-3,86 - 0	Eroze žádná
2	0-4	Eroze žádná až nepatrná
3	4,1-8	Střední eroze
4	8,1 – 16	Silná eroze
5	16,1 – 108,89	Velmi silná eroze

Tabulka 9: Stupně erozního ohrožení



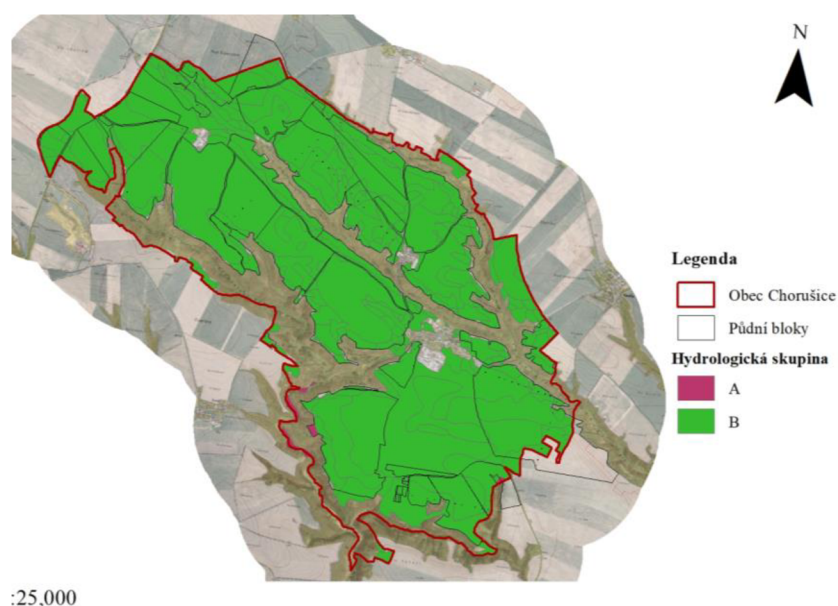
## 10. Pravidla pro návrh opatření

Jedním z podkladů pro návrh protierozního opatření je mapa určení míry ohroženosti vodní erozí (viz obrázek č. 37). Pro účely této práce byly využity pouze pozemky, které překročily přípustnou míru ztráty půdy 4t/rok/ha. Podrobný popis stanovení je v kapitole č. 9.1 „Příprava dat“.

### 10.1. Způsoby vsakování

Pro návrh vsakovacích opatření je zvoleno vsakování povrchové půdy přímo na pozemku. Tento druh vsaku je závislý na typu hydrologické skupiny, jelikož tento způsob opatření je možný uplatnit pouze na půdách hydrologické skupiny A nebo B.

Rozdělení HPJ přiřazených podle druhé a třetí číslice kódu BPEJ je do hydrologických skupin (dále jen HSP) rozděleno na základě tabulky č.10. Na obrázku č.38 je zobrazen rastr, zobrazující HPS v obci Chorušice.

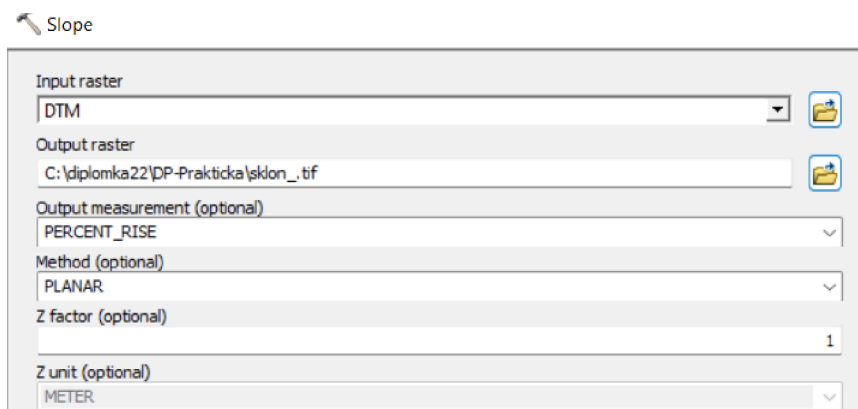


Obrázek 38: Hydrologická skupina na jednotlivých půdních blocích

HPJ (2. a 3. č. BPEJ)	HSP	HPJ (2. a 3. č. BPEJ)	HSP	HPJ (2. a 3. č. BPEJ)	HSP
1	B	27	B	53	D
2	B	28	B	54	D
3	C	29	B	55	A
4	A	30	B	56	B
5	A	31	A	57	C
6	C	32	A	58	C
7	D	33	B	59	D
8	B	34	B	60	B
9	B	35	B	61	D
10	B	36	B	62	C
11	B	37	B	63	D
12	B	38	B	64	C
13	B	39	C	65	C
14	B	40	B	66	D
15	B	41	B	67	D
16	B	42	B	68	D
17	A	43	B	69	D
18	B	44	C	70	D
19	B	45	C	71	D
20	D	46	C	72	D
21	A	47	C	73	D
22	B	48	C	74	D
23	C	49	D	75	C
24	B	50	C	76	D
25	B	51	C	77	C
26	B	52	C	78	C

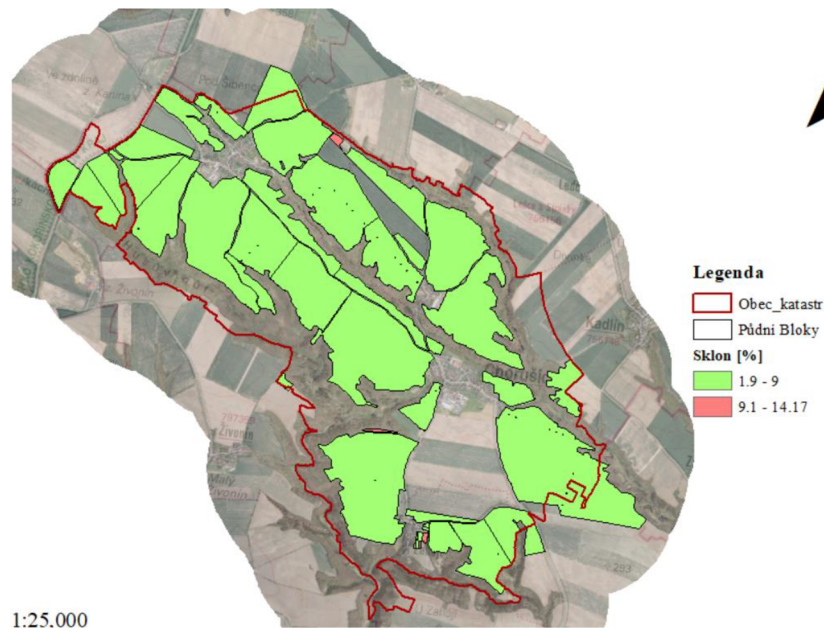
Tabulka 10: Hydrologická skupina pro jednotlivé HPJ

Druhá podmínka při návrhu zasakovacích opatření říká, že sklon terénu nesmí být vyšší než 9 %. Zjištění sklonitosti bylo provedeno za pomoci funkce *Slope* (viz obrázek č.39).



Obrázek 39: Tvorba rastru sklonu terénu

Následně pomocí funkce *Zonal statistic* byla zjištěna průměrná hodnota sklonu jednotlivých PB (viz obrázek č.40).



Obrázek 40: Rastr sklonu půdních bloků [%]

## 10.2. Udržení dobré hospodářské činnosti

Jednotlivé prvky by neměly narušit obvyklý způsob obdělávání půdy. Pozemky by měly mít výhodný tvar i délku. Důležitý je návrh vhodných plodin, které jsou určeny k pěstování v námi řešené oblasti. Popřípadě kombinace osevních postupů s vhodným agrotechnickým opatřením.

Řešené území se nachází čistě v řepkařské oblasti, s ohledem na tento fakt byly provedeny jednotlivé varianty osevních postupů (popis variant osevních postupů v kapitole č.12 „Návrh agrotechnických opatření“). Technická opatření byla navržena tak, aby byl možný průjezd technických strojů. Z toho důvodu je rozestup mezi jednotlivými opatřeními dimenzován na šířku zemědělského stroje v násobcích 22 m, aby nebylo nutné navrhovat velké množství hospodářských sjezdů. Většina technických opatření je navržena ve směru po vrstevnici.

## 10.3. Jakost povrchových vod

V zájmové lokalitě se nenachází říční tok ani jiný vodní útvar. Jediná přirozená místa vodního výskytu jsou 4 studánky, nacházející se v obci Chorušice. Z tohoto důvodu hlavního omezení, je zamezit kontaktu odtokových vod z PB do těchto studánek. Veškeré protierozní opatření, jako svodné příkopy, svodné průlehy a další, budou svedeny do vytvořené suché nádrže. Většina protierozních opatření bude řešena formou vsaku.

#### 10.4. Ochranné zatravnění

Na území se nachází PB o malých rozměrech, ale vysokém erozním smyvu. Z hlediska ztráty půdy a jejich rozměru, by po návrhu jiného protierozního opatření, než trvalého zatravnění, nebylo možné dále zemědělsky využívat. Dále jsou zatravněné některé údolnice. Zejména tam, kde je dráha soustředěného odtoku nejagresivnější.

#### 10.5. Podpora systému ekologické stability

Možnost využít navrhovaná protierozní opatření také jako prvky ekologické stability, je výhodný vedlejší efekt. Protierozní opatření, kde je to umožněno rozlohou, jsou obohacena o zatravněovací pásy v min. šíři 5 m a často jsou osázeny doprovodnou zelení, například ovocnými stromy (jabloň, hrušeň, třešeň, ale i běžné stromy jako bříza, olše nebo lípa). Na mnoha místech mohou tvořit kombinace zeleně biokoridor, který je veden do blízkého lesa, který obklopuje celé území.



## 11. Dimenzování opatření

### 11.1. Návrhová srážka

Podkladem pro výpočet návrhové srážky byla využita dostupná data z programu DES\_RAIN, vytvořeného fakultou životního prostředí na České zemědělské univerzitě. Konkrétní hodnoty byly převzaty pro měrnou stanici Mšeno (viz tabulka č.11), která se nachází 10 km od zájmového území.

Průměr n-let	n2	n5	n10	n20	n50	n100
Měsíční úhm [mm]	33.8	45.06	53.1	61	70.6	78.2

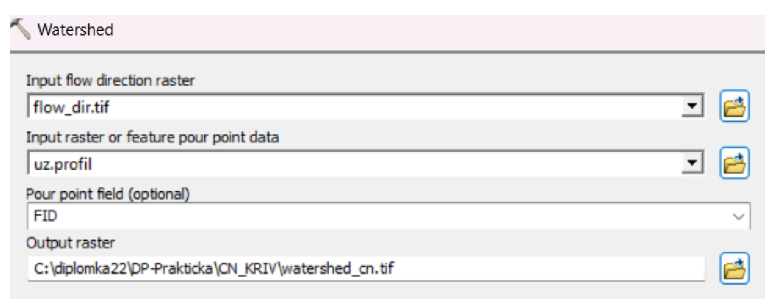
Tabulka 11: Přehled N-letých úhrnů, stanice Mšeno

Pro účely navržení vhodné suché nádrže v obci Chorušice byla požita návrhová srážka pro období n100.

### 11.2. CN křivky

Pro návrh suché nádrže na návrhovou srážku N-100, tedy vyskytující s jednou za 100 let, byla využita metoda čísel odtokových křivek CN. Jedná se o jednoduchý srážkoodtokový model, který byl vyvinut pro stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku způsobeného návrhovým deštěm. Model byl vyvinut v USA pro potřeby Služby pro ochranu půdy (SCS – Soil Conservation Service). Metoda CN počítá výšku srážky, která představuje přímý odtok jako funkci kumulativního srážkového úhrnu, půdního pokryvu, využití území a předchozího nasycení povodí.

Pro stanovení vybraného povodí pro suchou nádrž byl využit program ArcMap. Na základě nově vytvořené bodové vrstvy uzávěrového profilu a rastru FLOW DIRECTION (popis tvorby rastru v kapitole č.9.1 „Příprava dat“ byla stanovena funkcí *Watershed* plocha povodí (viz obrázek č.41).



Obrázek 41: Tvorba plochy povodí

Po vytvoření rastru WATERSHED byla zjištěna plocha povodí 0.43 Km<sup>2</sup>.

Dalším údajem pro stanovení objemu odtoku bylo stanovení maximální délky povrchového odtoku (L). Pro stanovení byla použita vrstva FLOW DIRECTION, která je vstupem pro funkci *Flow length*, směr výpočtu byl nastaven na „UPSTREAM“. Následně byl vytvořen nový liniový shapefile „MAXIMÁLNÍ DÉLKA“ a pomocí vektorizace byla ručně změřena nejdelší odtoková linie v řešeném povodí.

Maximální délka povrchového odtoku  $L = 1.13$  km

Posledním potřebným údajem je hodnota CN (curve number) určena na základě využití území a HSP (viz kapitola č. 10.1 „Způsoby vsakování“). Celé území se nachází HSP B. Hodnoty CN jsou zobrazeny na obrázku č. 42.

Současné využití povrchu	HSP			
	A	B	C	D
orná půda	72	81	88	91
chmelnice	72	81	88	91
vinice	59	74	82	86
ovocný sad	59	74	82	86
travní porost	49	69	79	84
jiná kultura	59	74	82	86
zalesněno	45	66	77	83
porost bez rozlišení	36	60	73	79
ostatní	59	74	82	86
intravilán	59	74	82	86
silnice, dálnice	74	84	90	92
železnice včetně náspu	59	74	82	86

Obrázek 42: Stanovení HPS na základě využití území

Využití území vymezeného povodí v obci Chorušice a následné stanovení CN je uvedeno v tabulce č. 12.

Využití území	Plocha [ha]	Zastoupení ploch na území [%]	HPS
Intravilán obce	2.1	5	74
Vodní nádrž	0.45	1	74
Ovocný sad	0.39	1	74
Orná půda	39.3	93	81
Výsledné CN	75.75		

Tabulka 12: Stanovení hodnoty CN

### 11.3. Stanovení hydrologických parametrů pro suchou nádrž

Na základě již známých údajů, plocha povodí  $P_p=0.43 \text{ km}^2$ , maximální délka povrchového odtoku  $L=1.13 \text{ km}$ , hodnota  $CN=75.75$ , byl určen objem přímého odtoku z povodí podle následujících výpočtů.

Výška přímého odtoku byla vypočtena na základě potencionální retence území „A“ (viz rovnice č. 9) a úhrnu návrhové srážky. Pro účely této diplomové práce bylo počítáno s úhrnem stanoveným jednou za 100 let, tedy  $H_s=78,2 \text{ [mm]}$ , podrobný přehled v kapitole č.11.1 „Návrhová srážka“.

Výpočet potencionální retence půdy:

$$A = 25,4 (1000/CN - 10)$$

$$\underline{A = 61.48 \text{ mm}}$$

Rovnice 9: Potencionální retence půdy [A] (Janeček, 2012)

Stanovení počáteční ztráty (viz rovnice č. 10) je na základě experimentálního měření 20% retence půdy, tedy:

$$I_a = 0,20 * A$$

$$\underline{I_a = 12.29 \text{ mm}}$$

Rovnice 10: Počáteční ztráta [I<sub>a</sub>] (Janeček, 2012)

Stanovení výšky přímého odtoku (viz rovnice č. 10) musí splňovat podmínku, že návrhová srážka ( $H_s$ ) musí být větší nebo rovna počáteční ztrátě  $I_a$ .

$$H_o = (H_s - 0.2A) / (H_s + 0.8A)$$

$$\underline{H_o = 88.29 \text{ mm}}$$

Rovnice 11: Výška přímého odtoku (Janeček, 2012)

Objem přímého odtoku (viz rovnice č.12) byl stanoven na základě výšky přímého odtoku ( $H_o$ ) a ploše povodí ( $P_p$ ).

$$O_{qh} = 1000 * P_p * H_o$$

$$\underline{O_{qh} = 37.96 \text{ m}^3}$$

Rovnice 12: Objem přímého odtoku (Janeček, 2012)

Pro stanovení kulminačního průtoku pro N-100 byla využita metodika Janeček 2012 (viz rovnice č.13), ze které byl stanoven opravný součinitel pro mokřady a rybníky  $f=1$  a pomocí grafu byl určen jednotkový kulminační průtok  $q_{ph}=425$ .

$$Q = 0.0043 * q_{ph} * P_p * H_o * f$$

$$\underline{Q = 69.38 \text{ m}^3 * \text{s}^{-1}}$$

Rovnice 13: Kulminační průtok (Janeček, 2012)

Nakonec byla stanovena doba koncentrace ( $T_c$ ), výpočet zobrazen v rovnici č.15, která říká, za jak dlouho se dostane voda z jednoho hydraulicky nejvzdálenějšího konce povodí na druhé. Tato doba je vyjádřena pomocí doby zdržení ( $T_{lag}$ ), výpočet je zobrazen v rovnici č. 14.

Pro stanovení doby zdržení bylo zapotřebí znát průměrný sklon povodí ( $Y$ ), který byl stanoven v prostředí ArcMap za pomoci funkce *Slope*, kde vyšlo, že  $Y = 8.75 \%$  (pomocí funkce *slope*). Dále maximální délka odtoku v povodí  $L=1132$  [m], kde byly pro účely tohoto vzorce převedeny jednotky z délky [m] na stopu = 3713 [ft]. Poslední potřebnou hodnotou je maximální potencionální retence  $A=61.48$  [mm], kde byly pro účely následující rovnice převedeny jednotky na palce=2.42 [in]

$$T_{lag} = \frac{L^{0,8}(S + 1^{0,7})}{1900 * \sqrt{Y}}$$

$$T_{lag} = 0.43 [h]$$

Rovnice 14: Doba zdržení (Janeček, 2012)

$$T_c = 1,67 * T_{lag}$$

$$T_c = 0.72 \text{ h}$$

Rovnice 15: Doba koncentrace (Janeček, 2012)

Jako poslední byl stanoven retenční koeficient (viz rovnice č.16), který byl vypočten podle parametrů stanovených pro Českou republiku ( $A=80$ ,  $B=0.342$  a  $C=0.79$ ), maximální délky  $L=1132$  [m]. Pro účely této rovnice byla hodnota převedena jednotka na míle= 0,70 [mi] a sklonu nejdelší odtokové linie  $S_{1132}$ , určeného na základě odečtení nejvyšší a nejnižší nadmořské výšky, kdy sklon je uveden v mílich.  $S_{1132}=0.160$  [mi]

$$R = A * L^B * S_{1132}^C$$

$$R = 16.64$$

Rovnice 16: Retenční koeficient (Janeček, 2012)

Výsledné hodnoty pro návrh objemu suché nádrže jsou uvedeny v tabulce č. 13.

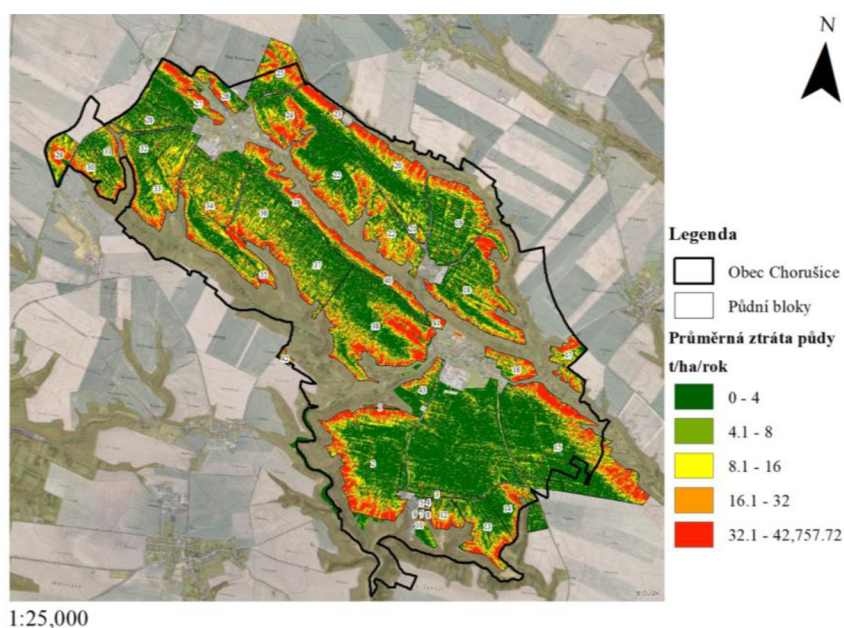
	Značení	Hodnota	Jednotky
Úhrn srážky (100 let)	Hs	78.2	[mm]
Hodnota CN	-	75.75	-
Plocha povodí	Pp	0.43	[m <sup>2</sup> ]
Počáteční ztráta	Ia	12.29	[mm]
Výška přímého odtoku	Ho	88.29	[mm]
Objem přímého odtoku	Q <sub>ph</sub>	37 960	[m <sup>3</sup> ]
Kulminační průtok	Q	69.38	[m <sup>3</sup> *s <sup>-1</sup> ]
Maximální délka odtoku v povodí	L	1132	[m]
Maximální délka odtoku v povodí	L	0.7	[mi]
Maximální délka odtoku v povodí	L	3713	[ft]
Maximální potencionální retence	A	61.48	[mm]
Maximální potencionální retence	A	2.42	[in]
Průměrný sklon povodí	Y	8.75	[%]
Doba zkrácení	T <sub>LAG</sub>	0.43	[h]
Doba koncentrace	Tc	0.72	[h]
Retenční koeficient	R	16.64	-
Sklon mezi 10 % a 85 % délky	S <sub>1132</sub>	0.16	[mi]

Tabulka 13: Hodnoty povodí stanovené na základě výpočtů

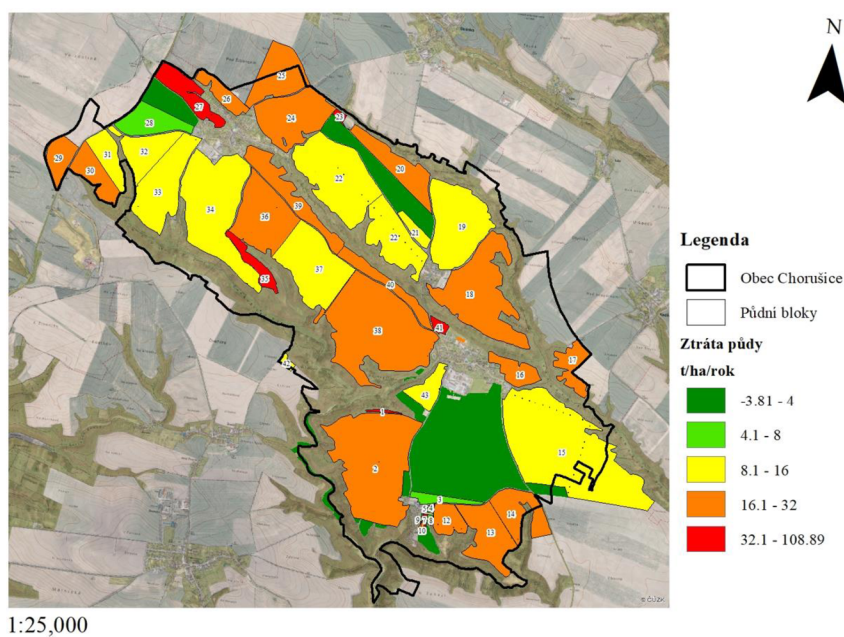
## 12. Výsledky

### 12.1. Míra ohrožení vodní erozí

Pomocí rovnice USLE byla stanovena současná ohroženost PB vodní erozí. Výsledkem byl rastr průměrné ztráty (viz obrázek č. 43), který ukazuje místa s největším smyvem půdy vlivem eroze. Dalším výstupem byl rast reálné ztráty půdy na jednotlivých PB, z nichž bylo vybráno 43 PB, které překračují povolenou maximální ztrátu půdy (viz obrázek č.44).



Obrázek 43: Rastr průměrné ztráty půdy



Obrázek 44: Míra ztrát půdy vodní erozí

## 12.2. Návrh agrotechnických opatření

Při návrhu agrotechnického opatření byly navrženy tři osevnické postupy, kterými se mohou zemědělci v obci řídit. Tabulka č. 14 znázorňuje rozdělení území (řešené PB jsou uvedeny v kapitole č. 12.1 „Míra ohrožení vodní erozí“) na hony. Velikost honu je spočítána s ohledem na zvolený n-letý osevnický postup. Hon se skládá z jednoho nebo více PB, v některých případech byl PB rozdělen na dvě části z důvodu vhodné velikosti jednotlivých honů. Pro zjednodušení reprezentace výsledků byly jednotlivé hony rozděleny do třech oblastí, z nichž každá oblast zahrnuje 7 honů. Některé PB byly z důvodu malé rozlohy trvale zatravněny. V tabulce č. 14 je uveden ochranný vliv faktoru C před a po aplikaci jednotlivých osevnických postupů. Pro variantu č. 1 je uveden počet a rozloha jednotlivých honů s v tabulce č. 15-20. Podrobný přehled pěstovaných plodin, jejich zastoupení v OS postupu a výsledný C faktorem, je zobrazen v tabulkách č. 21-22. Pro variantu č. 2 je uveden počet a rozloha jednotlivých honů v tabulce č. 23-28. Podrobný přehled pěstovaných plodin, jejich zastoupení v OS postupu a výsledný C faktorem, je zobrazen v tabulkách č. 29-30. Pro variantu č.3 je uveden počet a rozloha jednotlivých honů v tabulce č. 31-36. Podrobný přehled pěstovaných plodin, jejich zastoupení v OS postupu a výsledný C faktorem, je zobrazen v tabulkách č. 37-38.

Oblast č.	Půdní blok č.	Rozloha [ha]	Poznámky	Faktor C						
				Původní	Varianta č.1		Varianta č.2		Varianta č.3	
1	1	0.87	TTP	0.254	0.001		0.001		0.001	
	2	89.91		0.254	0.045	0.018	0.045	0.002	0.045	0.04
	3	5.53		0.254	0.108		0.013		0.055	
	4	0.31		0.254	0.108		0.013		0.055	
	5	0.26		0.254	0.108		0.013		0.055	
	6	0.12	TTP	0.254	0.01		0.001		0.001	
	7	0.59	TTP	0.254	0.01		0.001		0.001	
	8	0.57	TTP	0.254	0.00		0.001		0.001	
	9	0.12	TTP	0.254	0.001		0.001		0.001	
	10	0.3	TTP	0.254	0.001		0.001		0.001	
	11	0.16	TTP	0.254	0.001		0.001		0.001	
	12	10.42		0.254	0.128		0.141		0.06	
	13	28.02		0.254	0.128		0.141		0.06	
	14	22.4		0.254	0.128		0.141		0.06	
	15	122.97	Rozdělení PB	0.254	0.128	0.154	0.141	0.144	0.06	0.121
	16	11.27		0.254	0.026		0.157		0.065	
	17	12.89		0.254	0.026		0.157		0.065	
	18	62.02	Rozdělení PB	0.254	0.026	0.014	0.157	0.109	0.065	0.113
2	19	49.48		0.254	0.045		0.045		0.045	
	20	23.36		0.254	0.018		0.002		0.04	
	21	4.91		0.254	0.018		0.002		0.04	
	22	88.44	Rozdělení PB	0.254	0.108	0.154	0.013	0.141	0.06	0.121
	23	1.25	TTP	0.254	0.01		0.01		0.01	
	24	38.41		0.254	0.128		0.144		0.065	
	25	27.81		0.254	0.026		0.157		0.113	
	26	9.92		0.254	0.026		0.157		0.113	
	27	16.87		0.254	0.026		0.157		0.113	
	28	18.57		0.254	0.014		0.109		0.113	
	29	11.2		0.254	0.014		0.109		0.113	
	30	16.55		0.254	0.014		0.109		0.113	
3	31	13.91		0.254	0.045		0.045		0.045	
	32	21.05		0.254	0.045		0.045		0.045	
	33	38.65		0.254	0.045	0.018	0.045	0.002	0.045	0.04
	34	71.99	Rozdělení PB	0.254	0.018	0.108	0.002	0.013	0.04	0.55
	35	8.54	Rozdělení PB	0.254	0.108		0.013		0.55	
	36	40.52		0.254	0.154		0.141		0.06	
	37	47.23	Rozdělení PB	0.254	0.154	0.128	0.141	0.144	0.06	0.121
	38	93.3	Rozdělení PB	0.254	0.128	0.26	0.144	0.157	0.121	0.65
	39	23.56		0.254	0.014		0.109		0.113	
	40	14.18		0.254	0.014		0.109		0.113	
	41	2.34		0.254	0.014		0.109		0.113	
	42	1.58		0.254	0.014		0.109		0.113	
	43	10.81		0.254	0.014		0.109		0.113	
Faktor C celkem				0.254	0.62		0.87		0.693	

Tabulka 14: Varianty osevních postupů a výsledný faktor C



### 12.2.1. Varianta č.1

Oblast č. 1	
PB 2-5, 12-18	Rozloha [ha]
Hon 1	45.39
Hon2	53.36
Hon 3	60.84
Hon 4	61.49
Hon 5	61.49
Hon 6	55.17
Hon 7	31.01

Tabulka 15: Velikost honů v oblasti č.1

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	52.29
<b>Celková rozloha [ha]</b>	366.00	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 16: Počet honů a rozloha v oblasti č.1

Oblast č. 2	
PB 19-22,24-30	Rozloha [ha]
Hon 8	49.48
Hon 9	28.27
Hon10	44.22
Hon 11	44.22
Hon 12	38.41
Hon 13	54.60
Hon 14	46.32

Tabulka 17: Velikost honů v oblasti č.2

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	43.65
<b>Celková rozloha [ha]</b>	305.52	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 18: Počet honů a rozloha v oblasti č.2

Oblast č. 3	
PB 31-43	Rozloha [ha]
Hon 15	54.29
Hon 16	55.32
Hon 17	44.535
Hon 18	64.135
Hon 19	70.265
Hon 20	46.65
Hon 21	52.47

Tabulka 19: Velikost honů v oblasti č.3

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	55.38
<b>Celková rozloha [ha]</b>	387.66	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 20: Počet honů a rozloha v oblasti č.3

PB 1, 6-11, 23	Rozloha [ha]
<b>Změna kultury na louky, pastviny</b>	<b>3.98</b>

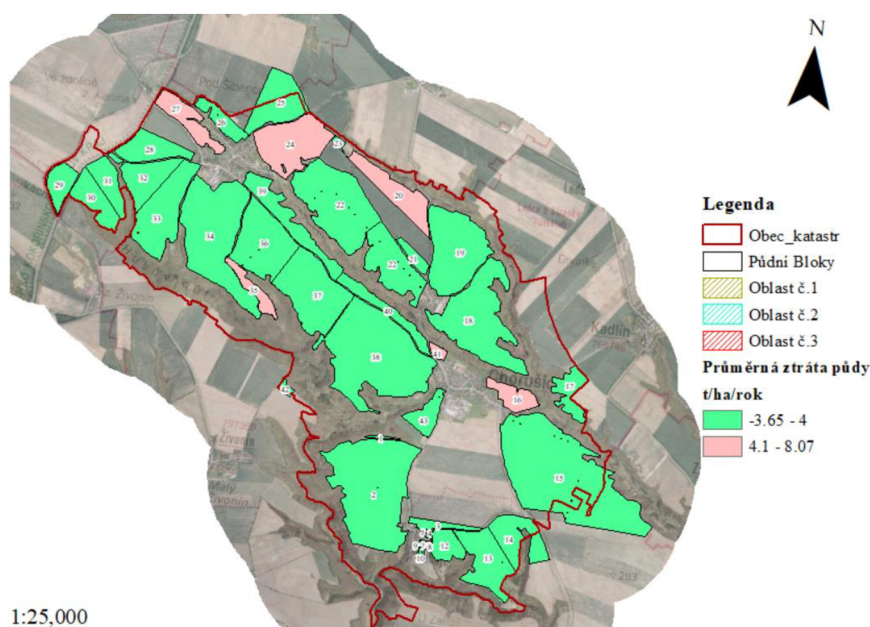
Rok	Plodiny osevního postupu		Agrotechnika	Faktor C
	Plodina	zařazení		
1	Vojtěška Setá	Hl. plodina	Podsev do předplodiny	0,045
2	Bob setý	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma ponechána	0,018
3	Pšenice Jarní	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma ponechána	0,108
4	Řepka Ozimá	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma sklizena	0,128
5	Oves setý	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma ponechána	0,154
6	Jetel luční	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma sklizena	0,026
7	Pšenice Jarní	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma sklizena	0,014
Faktor C			0,062	

Tabulka 21: Výsledný faktor C osevního postupu č.1

Zastoupení plodin	Zastoupení [%]
Jeteloviny	28.56 %
Luskoviny	14.28 %
Olejniny	14.28 %
Obiloviny	42.84 %

Tabulka 22: Zastoupení plodin v osevním postupu [%]

Po aplikaci osevního postupu, který je aplikován od roku 2023-2030, zůstalo v ohrožení erozí 6 PB, u kterých je vhodné aplikovat další protierozní opatření (viz obrázek č. 45).



Obrázek 45: Výsledný faktor C osevního postupu č.1

12.2.2. Varianta č.2

Oblast č.1	
PB 2-5, 12-18	Rozloha [ha]
Hon 1	45.39
Hon2	53.36
Hon 3	60.84
Hon 4	61.49
Hon 5	61.49
Hon 6	55.17
Hon 7	31.01

Tabulka 23: Velikost honů v oblasti č.1

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	52.29
<b>Celková rozloha [ha]</b>	366.00	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 24: Počet honů a rozloha v oblasti č.1

Oblast č.2	
PB 19-22,24-30	Rozloha [ha]
Hon 8	49.48
Hon 9	28.27
Hon10	44.22
Hon 11	44.22
Hon 12	38.41
Hon 13	54.60
Hon 14	46.32

Tabulka 25: Velikost honů v oblasti č.2

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	43.65
<b>Celková rozloha [ha]</b>	305.52	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 26: Počet honů a rozloha v oblasti č.2

Oblast č.3	
PB 31-43	Rozloha [ha]
Hon 15	54.29
Hon 16	55.32
Hon 17	44.535
Hon 18	64.135
Hon 19	70.265
Hon 20	46.65
Hon 21	52.47

Tabulka 27: Velikost honů v oblasti č.3

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	55.38
<b>Celková rozloha [ha]</b>	387.66	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 28: Počet honů a rozloha v oblasti č.3

PB 1, 6-11, 23	Rozloha [ha]
<b>Změna kultury na louky, pastviny</b>	3.98

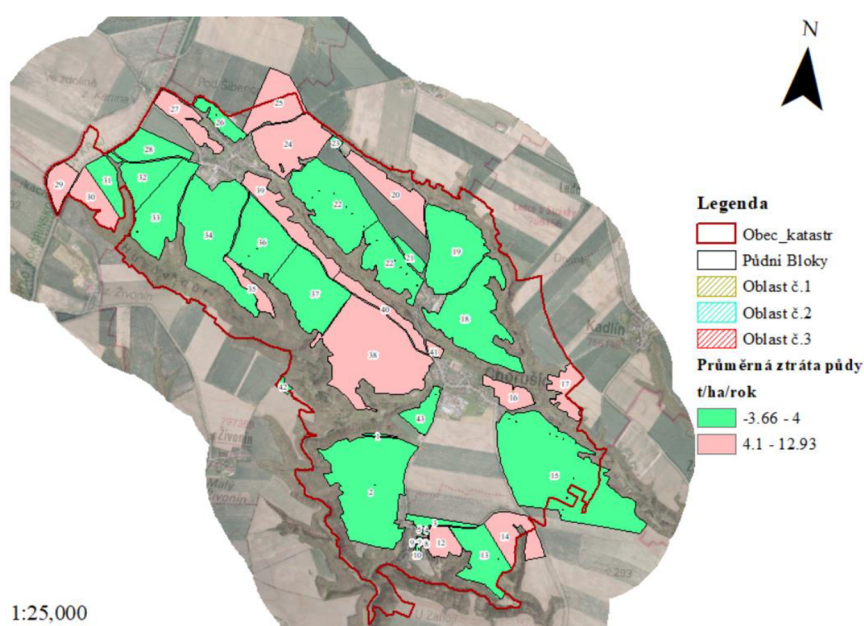
Rok	Plodiny osevního postupu		Agrotechnika	Faktor C
	plodina	zařazení		
1	Vojtěška Setá	Hl. plodina	Čistosev, další užitkové roky	0,045
2	Vojtěška Setá	Hl. plodina	Podsev do předplodiny	0,002
3	Pšenice ozimá	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma ponechána	0,013
4	Ječmen Jarní	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma ponechána	0,144
5	Žito ozimé	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma ponechána	0.141
6	Bob setý	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma sklizena	0.157
7	Pšenice Jarní	Hl. plodina	Setí do strniště, sláma sklizena	0.109
Faktor C			0,087	

Tabulka 29: Výsledný faktor C osevního postupu č.2

Zastoupení plodin	Zastoupení [%]
Jeteloviny	28.56 %
Luskoviny	14.28 %
Olejniny	0.00 %
Obiloviny	57.12 %

Tabulka 30: Zastoupení plodin v osevním postupu [%]

Po aplikaci osevního postupu, který je aplikován od roku 2023-2030, zůstalo v ohrožení erozí 15 PB, u kterých je vhodné aplikovat další protierozní opatření (viz obrázek č. 46). Tento osevní postup bude vyžadovat pro dosažení úplného zamezení ztráty půdy kombinaci více technických nebo agrotechnických opatření než při aplikaci varianty č. 1.



Obrázek 46: Výsledný faktor C osevního postupu č.2

### 12.2.3. Varianta č.3

Oblast č.1	
PB 2-5, 12-18	Rozloha [ha]
Hon 1	45.39
Hon2	53.36
Hon 3	60.84
Hon 4	61.49
Hon 5	61.49
Hon 6	55.17
Hon 7	31.01

Tabulka 31: Velikost honů v oblasti č.1

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	52.29
<b>Celková rozloha [ha]</b>	366.00	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 32: Počet honů a rozloha v oblasti č.1

Oblast č.2	
PB 19-22,24-30	Rozloha [ha]
Hon 8	49.48
Hon 9	28.27
Hon10	44.22
Hon 11	44.22
Hon 12	38.41
Hon 13	54.60
Hon 14	46.32

Tabulka 33: Velikost honů v oblasti č.2

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	43.65
<b>Celková rozloha [ha]</b>	305.52	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 34: Počet honů a rozloha v oblasti č.2

Oblast č.3	
PB 31-43	Rozloha [ha]
Hon 15	54.29
Hon 16	55.32
Hon 17	44.535
Hon 18	64.135
Hon 19	70.265
Hon 20	46.65
Hon 21	52.47

Tabulka 35: Velikost honů v oblasti č.3

Počet honů	7	Průměrná rozloha 1 honu [ha]	55.38
<b>Celková rozloha [ha]</b>	387.66	Velikost honu [%]	14.28

Tabulka 36: Počet honů a rozloha v oblasti č.3

PB 1, 6-11, 23	Rozloha [ha]
<b>Změna kultury na louky, pastviny</b>	<b>3.98</b>

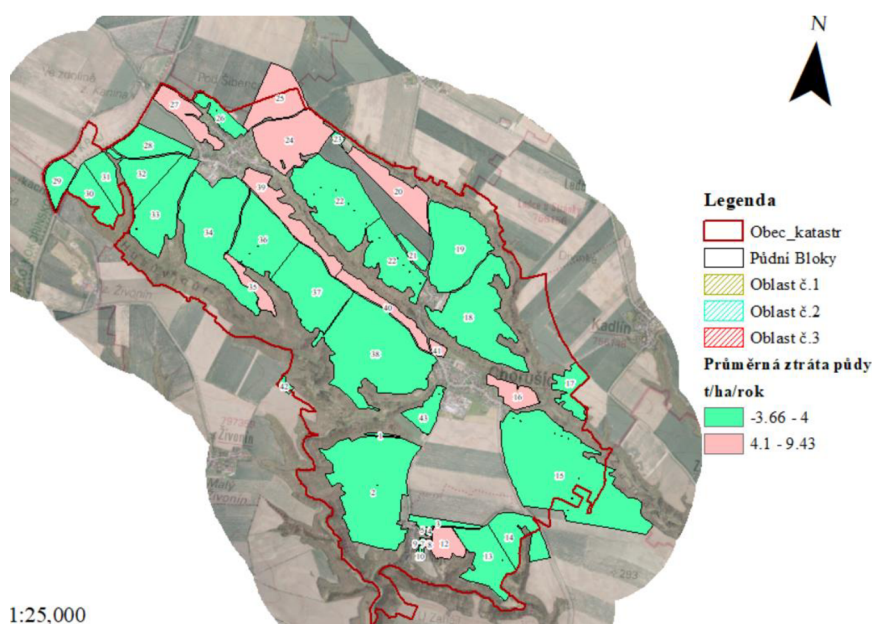
Rok	Plodiny osevního postupu		Agrotechnika	Faktor C
	plodina	zařazení		
1	Vojtěška Setá	Hl. plodina	Čistosev, další užitkové roky	0,045
2	Vojtěška Setá	Hl. plodina	Radličky do 10 cm, sláma ponechána	0,040
3	Pšenice ozimá	Hl. plodina	Radličky do 10 cm, sláma ponechána	0,055
4	Zelené hnojení	Mezplodina	Radličky do 10 cm, sláma ponechána	0,067
5	Ječmen jarní	Hl. plodina	Radličky do 10 cm, sláma ponechána	0,053
6	Řepka ozimá	Hl. plodina	Radličky do 10 cm, sláma ponechána	0,121
7	Hořčice Bílá	Mezplodina	Radličky do 10 cm, sláma ponechána	0,071
8	Oves setý	Hl. plodina	Radličky do 10 cm, sláma ponechána	0,059
9	Žito ozimé	Hl. plodina	Radličky do 10 cm, sláma ponechána	0,113
Faktor C			0,069	

Tabulka 37: Výsledný faktor C osevního postupu č.3

Zastoupení plodin	Zastoupení [%]
Jeteloviny	28.56 %
Okopaniny	0.00 %
Olejniny	14.28 %
Obiloviny	57.12 %

Tabulka 38: Zastoupení plodin v osevním postupu [%]

Po aplikaci osevního postupu, který je aplikován od roku 2023-2030, zůstalo v ohrožení erozí 10 PB, u kterých je vhodné aplikovat další protierozní opatření (viz obrázek č. 48). Tento osevní postup je účinnější než varianta č. 2, ale pro dosažení úplného zamezení ztráty půdy bude vyžadovat kombinaci více technických nebo agrotechnických opatření než při aplikaci varianty č.1.

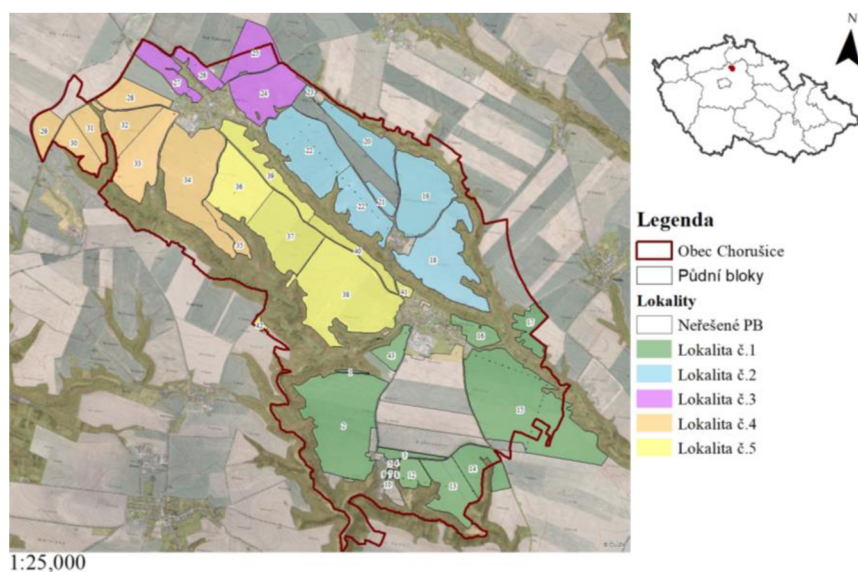


Obrázek 47: Výsledný faktor C osevního postupu č.3



### 12.3. Návrh technických opatření

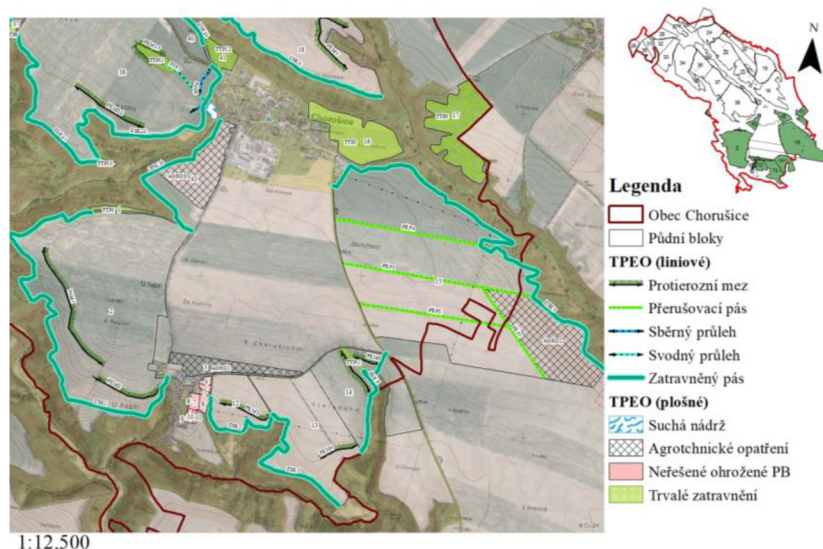
Pro návrh technických a agrotechnických opatření byla obec z důvodu snadnější interpretace výsledků rozdělena na 5 lokalit (viz obrázek č. 48). Výsledkem navržených opatření bylo snížení povrchového odtoku, který je téměř po celém území soustředěn do intravilánu obce a lesních ploch obklopujících celé území obce. Zejména v místní části Chorušice a zahájí představuje tento soustředěný odtok problémy na okolních lesních pozemcích. Po konzultacích provedené s místním starostou panem Martinem Bauerem, který poukázal na destrukci lesních cest pod vlivem odtokové vody, byly navrženy zasakovací pásy po hranicích PB a lesních pozemků u většiny PB, které pomohou jednak infiltrovat vodu, dále budou sloužit jako filtrační pásy, a tím napomohou ke snížení přítoku vodu na tyto cesty. Naopak na území k. ú. Velký Újezd a Chorušice je povrchový odtok soustředěn do intravilánu. Pro efektivní ochranu byla navržena řada komplexních technických protierozních opatření.



Obrázek 48: Rozdělení řešených lokalit v obci Chorušice

### 12.3.1. Lokalita č.1

Přehled navržených technických a agrotechnických opatření je zobrazen na obrázku č. 49.



Obrázek 49: Technická opatření v lokalitě č.1

#### PB. č.1

Tento půdní blok o rozloze 0.87 ha a ztrátě půdy 63.77 t/ha/rok, je trvale zatravněn (TTP1). Případný návrh jiného technického opatření se nedoporučuje, z důvodu ztížení podmínek pro zemědělskou činnost.

#### PB č.2

Ztráta půdy pro PB č. 2 činí 18.24 t/ha/rok, je zde navržen zasakovací pás (ZKS1) po hranici s lesními pozemky, který je přístupný z místní komunikace a z PB č.1. ZSK1 o délce 2,83 km v minimální navržené šířce 44 m. To umožní obousměrný průjezd zemědělských strojů. Na PB jsou navrženy dvě protierozní meze (PEM1 a PEM2), doplněné o pás trvalého drnu v minimální šířce 5 m, které zkracují délku odtokové linie. PEM1 je navržena o délce 890 m ve vzdálenosti 100 m od ZSK1 a PEM2, má délku 480 m, navazuje na zachytý pás, díky tomu je snadno přístupný pro udržování travního drenu umístěného ve směru odtoku povrchové vody.



### **PB č.3**

Pro tento půdní blok, který má ztrátu půdy 6.39 t/ha/rok, bylo zvoleno pouze agrotechnické opatření AGRO1, z důvodu mírného ohrožení pozemku a malého rozměru 5.5 ha. Účinek navrženého agrotechnického opatření (viz tabulka č. 39).

Půdní blok č.	Stanovení erozního ohrožení		Doporučené agrotechnické opatření
	Před	Po	
3	6.39 t/ha/rok	4.3 t/ha/rok	Pásové střídání plodin okopanin s ozimými obilovinami

Tabulka 39: Agrotechnické opatření PB č. 3

### **PB č. 4-11**

Jedná se o půdní bloky využívané pro osobní účely. Tyto PB jsou o velmi malých rozměrech (největší PB je o rozměru 0.58 ha) s průměrnou ztrátou půdy 27.29 t/ha/rok. Z důvodu PB nevyužívaných pro jiné než osobní využití jsou ponechány bez navržení protierozních opatření.

### **PB č.12**

Je půdní blok se ztrátou půdy 26.59 t/ha/rok a rozloze 10,4 ha. Protierozní ochranu zde představuje zasakovací pás (ZSK2), který je vedený po hranici PB a lesního pozemku o délce 670 m a minimální šíři 44 m, nájezd na zasakovací pás je umožněn z místní komunikace. Je vedený tak, že protíná místo s největším soustředěným odtokem, na zatravněvací pás je situována protierozní mez (PEM3) o délce 362 m v kombinaci s pásem trvalého zatravnění v minimální šíři 5 m. Napojení PEM3 na ZSK2 umožňuje přístup strojů pro celoroční údržbu. Díky kombinaci protierozní meze a zatravněného pásu nám nově vytvořená mez plní funkci nejen protierozní, ale i krajinytvornou.

### **PB č.13**

Jedná se o půdní blok se ztrátou 18.64 t/ha/rok a rozloze 28.05 ha. Nově navržený zasakovací pás (ZSK3) o minimální šířce 22 m a délce 1100 m, vedený na hraně PB a lesního pozemku je ukončen v místě, kde sousedí orná a neúrodná půda ZSK3. Je zpřístupněn pro zemědělské stroje ze dvou stran. První vjezd je umožněn ze ZSK2, umístěného na sousedním PB č.12. Druhý vjezd je umožněn z polní cesty mezi PB. č. 12 a 13. Další navržené opatření je protierozní mez (PEM4) o délce 250 m v kombinaci se zatravněným pásem. PEM4 vede od nejvyššího místa svahu PB, mez je navržena tak, aby chránila tu část PB, která není chráněna ZSK3 a zároveň je velmi zatížena ztrátou půdy.

#### **PB č. 14**

Z půdní blok je 20.05 t/ha/rok a rozloha 22.05 ha. Jedním protierozním opatřením je rozdělení PB na dvě části (PB č. 14a a PB č. 14b).

PB č. 14a je chráněn zasakovacím pásem (ZSK4) o délce 740 m, pás je veden podél hranice lesa a pokračuje v navrženém místě rozdělení PB, které je navrženo kolmo na vrstevnice, od křižovatky místní komunikace a silnici č. II/27. Dále chrání PB č. 14a zatravněná údolnice, která je napojena na již stávající propustek, vedoucí skrz místní komunikaci. Údolnici z obou stran chrání protierozní meze PEM5 o délce 337 m a PEM6 o délce 195 m, které jsou v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šíři 5 m a jsou vedeny vrstevnicově od zatravněné údolnice, na kterou jsou napojeny a tím zpřístupněny pro celoroční údržbu stroji.

PB č. 14 b, který má po rozdělení rozlohu 718 ha, není ohrožen erozí v takové míře, aby zde bylo nutné navrhovat další protierozní opatření. Jediné, co zde chrání PB, je ZSK4 v místě rozdělení PB č. 14a a 14b.

#### **PB č. 15**

Teto půdní blok je ohrožen ztrátou půdy v míře 14.21 t/ha/rok, jedná se o největší PB v řešeném území o rozloze 122,97 ha. Jako protierozní ochrana byl tento PB rozdělen na pět částí o průměrné rozloze 25 ha, pomocí přerušovacích pásů (PŘP1-5) o minimální šířce 24 m. Pro založení přerušovacích pásů je vhodné sázet určité druhy plodiny jako hořčice, hrách, jetel, pohanka, proso, ředkev, svazenka, štirovník, vojtěška, koriandr, len, řeřicha, trávy čeledi lipnicovité s výjimkou obilnin. Jednotlivé PŘP jsou přístupné buď ze zasakovacího pásu (ZSK5) v min šíři 44 m a o délce 3785 m, zpřístupněného pro zemědělské stroje ze silnice II. třídy, který je veden na hranici PB a lesního pozemku anebo z jiných PŘP. Jeden z nově vytvořených PB ohraničených PŘP 1 a částečně PRP3 je navíc opatřen agrotechnickým opatřením (AGRO2) viz tabulka č. 40.

Půdní blok č.	Stanovení erozního ohrožení		Doporučené agrotechnické opatření
	Před	Po	
15	14, 21 t/ha/rok	9,98 t/ha/rok	Konturované obdělávání

Tabulka 40: Agrotechnické opatření PB č.15

**PB č. 16**

Půdní blok je ohrožen o ztrátě 30.81 t/ha/rok a rozloze 11.27 ha, z důvodu silného ohrožení a malé rozloze je doporučeno PB trvale zatravnit (TTP2). Navržení jiného protierozního opatření by bylo ekonomicky náročné a z pohledu zemědělství neefektivní.

**PB č. 17**

Půdní blok je ohrožen erozí o ztrátě 24,72 t/ha/rok a o rozloze 12.8 ha. Z důvodu silného ohrožení a malé rozloze je doporučeno PB trvale zatravnit (TTP3). Navržení jiného protierozního opatření by bylo ekonomicky náročné a z pohledu zemědělství neefektivní.

**PB č. 43**

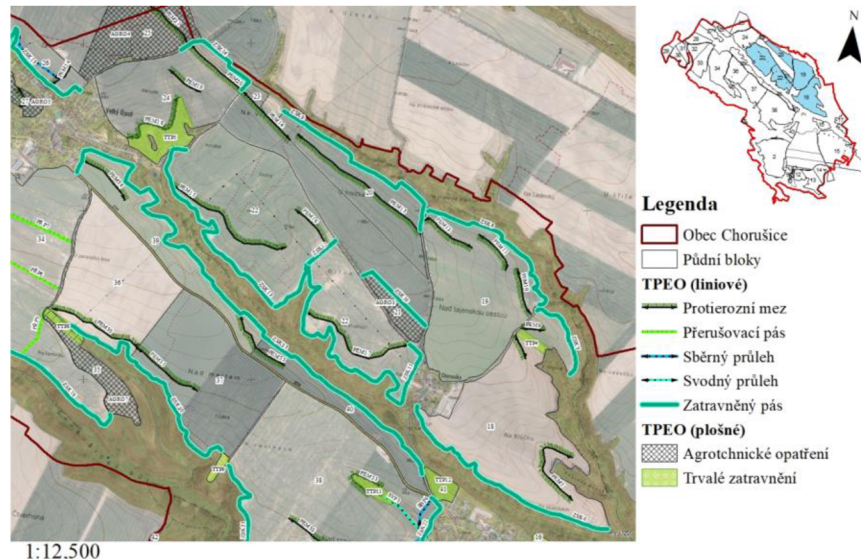
Půdní blok je ohrožen ztrátou půdy 12.33 t/ha/rok o ploše 10.81 ha, je chráněn zasakovacím pásem (ZSK26) vedeným na hranici PB a lesa o délce 1110 m a minimální šířce 44 m. ZSK26 je přístupný z místní komunikace. Tento PB je navíc chráněn agrotechnickým opatřením (AGRO9) viz tabulka č. 41.

Půdní blok č.	Stanovení erozního ohrožení		Doporučené agrotechnické opatření
	Před	Po	
43	12, 33 t/ha/rok	9,01 t/ha/rok	Konturované obdělávání

Tabulka 41: Agrotechnické opatření PB č.43

### 12.3.2. Lokalita č.2

Přehled navržených technických a agrotechnických opatření je zobrazen na obrázku č. 50.



Obrázek 50: Technická opatření v lokalitě č.2

#### **PB č. 18**

Půdní blok je ohrožen ztrátou 17.70 t/ha/r. Jedná se o jeden z větších PB v zájmovém území o velikosti 62.02 ha. Na jižní části půdního bloku je navržen zasakovací pás (ZSK6) o délce 1480 m a minimální šíři 44 m, který je přístupný z místní komunikace v Chorouškách, vede podél hranice PB a lesního pozemku. PB leží nad královskou roklí, v této části je PB chráněn pomocí protierozní mez (PEM7) o délce 522 m v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šíři 5 m. A také nad údolím „V rasovně“, kde je údolnice trvale zatravněna (TTP4) v rozsahu 0,95 ha, dále jsou na TTP4 napojeny dvě protierozní meze (PEM8) o délce 160 m a (PEM9) o délce 140 m v kombinaci s trvale zatravněným pásem v minimální šíři 5 m, situovaným ve směru povrchového odtoku. Severní část PB je také chráněna zasakovacím pásem (ZSK7) o délce 530 m a minimální šíři 44 m.

#### **PB č. 19**

Tento půdní blok se ztrátou 11.97 t/ha/rok a rozloze 49.48 ha je chráněn pomocí tří protierozních mezí (PEM10, PEM 11 a PEM 12) v kombinaci s trvale zatravněným pásem v minimální šíři 5 m situovaným ve směru povrchového odtoku. PEM10 vede vrstevnicově od PB č. 18 o délce 290 m, nad ní je navržena PEM 11 o délce 290 m vedena vrstevnicově a začínající v místě ukončení PEM10, výše a rovněž vrstevnicově

je vedena PEM12 o délce 350 m. Dále chrání PB zasakovací pás (ZSK8) o délce 1080 m a minimální šíři 44 m, vedeny po hranici PB a lesních pozemků.

#### **PB č. 20**

Půdní blok se ztrátou 29.5 t/ha/rok o rozloze 49.9 ha je chráněn zasakovacím pásem o min. šíři 44 m. Podél hranice PB a lesního pozemku je navržen zasakovací pás (ZSK9) o délce 1220 m a minimální šíři 44 m. Dále je zde navržena protierozní mez (PEM13) o délce 950 m v kombinaci s pásem trvalého zatravnění v minimální šíři 5 m, ZSK9 a PEM13 jsou zpřístupněny pro zemědělské stroje z polní cesty vedoucí po hranici PB.

#### **PB č. 21**

Půdní blok se ztrátou půdy 11.71 t/ha/rok a rozloze 23.36 ha. Je chráněn zasakovacím pásem (ZSK10) v minimální šíři 22 m. ZSK10 je zpřístupněn pro zemědělské stroje oboustranně z polních cest mezi PB č. 21 a 20, a zároveň PB č. 21 a č. 22. Dále je PB chráněn agrotechnickým opatřením (AGRO3) viz tabulka č. 42.

Půdní blok č.	Stanovení erozního ohrožení		Doporučené agrotechnické opatření
	Před	Po	
21	11,71 t/ha/rok	6,75 t/ha/rok	Pásové střídání okopanin s ozimými obilovinami

Tabulka 42: Agrotechnické opatření PB č.21

#### **PB č. 22**

Půdní blok ohrožen ztrátou půdy 14.5 t/ha/rok o rozloze 88,5 ha je rozdělen na dva PB pomocí Zasakovacího pásu (ZSK12). Po rozdělení vznikly dva PB č. 22a o rozloze 30.8 ha a PB č. 22b o rozloze 57.7 ha.

PB č. 22a je chráněn navrženým zasakovacím pásem (ZSK11) o délce 2420 m vedoucí podél hranice PB a lesního pozemku v minimální šíři 22 m. ZSK11 je zpřístupněna pro zemědělské stroje oboustranně. Dále je zde navržena protierozní mez (PEM17) o délce 770 m vedoucí vrstevnicově po celé šíři PB v kombinaci se zatravněvacím pásem v minimální šíři 5 m.

PB č. 22b je chráněn zasakovacím pásem (ZSK13) o délce 1480 m v minimální šíři 22 m. Dále je chráněn pomocí dvou protierozních mezí (PEM15) o délce 840 m a (PEM16) o délce 300 m. Obě meze jsou v kombinaci se zatravněvacím pásem o minimální šíři 5 m.

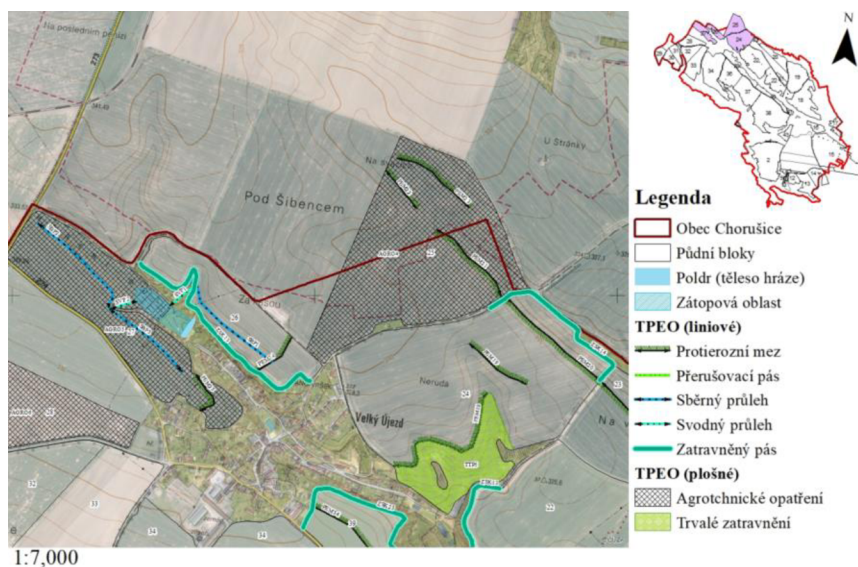
#### **PB č. 23**

Půdní blok je vysoce ohrožen ztrátou půdy 84.03 t/ha/rok, ale o malé rozloze 1.25 ha. PB je chráněn protierozní mezí (PEM14) o délce 410 m, která je vedena vrstevnicově

po hraně PB č. 23 a dále částečně zasahuje na PB č. 20, PEM14 je navržena v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šíři 5 m.

### 12.3.3. Lokalita č.3

Přehled navržených technických a agrotechnických opatření je zobrazen na obrázku č. 51.



Obrázek 51: Technické opatření v lokalitě č. 3

#### **PB č. 24**

Půdní blok se ztrátou půdy 31.9 t/ha/rok o rozloze 38.4 ha. Problémy způsobené vodní erozí na řečeném PB mají negativní dopady nejen na zemědělství, ale také pro intravilán obce Velký Újezd. Z tohoto důvodu je zde navrženo více technických opatření. Prvním technickým opatřením je plocha trvalého zatravnění (TTP5) o rozloze 6 ha, tato plocha také zahrnuje již stávající remízek. Podél TTP5 vede protierozní mez (PEM18) o délce 540 m, která kopíruje tvar vrstevnice. Na PB jsou navrženy další dvě protierozní meze. (PEM19) o délce 230 m umístěna ve středu PB a (PEM20) vedena po vrstevnici, navazující na PEM14, ve vzdálenosti nejnižšího bodu 66 m od zasakovacího pásu (ZSK14), který má délku 590 m a minimální šíři 44 m.

#### **PB č. 25**

Půdní blok je silně ohrožen ztrátou eroze v míře 25.9 t/ha/rok o rozloze 27.8 ha. Tento pozemek je dalším silně ohrožujícím PB pro intravilán obce, má velmi specifickou morfologii terénu a je zde větší množství údolnic a hřbetnic. Pro jeho specifickou morfologii zde byly navrženy tři protierozní meze (PEM21) o délce 320 m, (PEM22) o délce 170 m a (PEM23) o délce 300 m. Všechny PEM jsou vedeny vrstevnicově v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šíři 5 m, umístěným nad opatřením

ve směru povrchového odtoku. Dále je zde navrženo agrotechnické opatření (AGRO4), které je zobrazeno v tabulce č. 43.

Půdní blok č.	Stanovení erozního ohrožení		Doporučené agrotechnické opatření
	Před	Po	
25	25.9 t/ha/rok	14.49 t/ha/rok	Pásové střídání okopanin s ozimými obilovinami

Tabulka 43: Agrotechnické opatření PB č.25

### **PB č. 26**

Půdní blok se ztrátou půdy 18.02 t/ha/rok a rozlohou 9.92 ha je chráněn na východní straně protierozní mezí (PEM24) o délce 120 m v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šíři 5 m. Dále je voda z PB svedena sběrným průlehem SBP1 o délce 390 m v minimální šířce 10 m, SBP1 je následně napojen na sběrný průleh (SVP1) o délce 120 m, která odvádí vodu do nově vybudovaného poldru, nacházejícího se mezi PB č. 26 a PB č. 27. Zároveň je podél hranice PB a hranice lesa veden zasakovací pás (ZSK15) o délce 900 m a minimální šíři 22 m, kde je vjezd pro zemědělské stroje obousměrně přístupný.

### **PB č. 27**

Půdní blok se ztrátou půdy 40.54 t/ha/rok a rozloze 16.87 ha je vysoce ohrožený a zároveň nebezpečný PB pro intravilán obce. Je zde navržena protierozní mez (PEM25) o délce 160 m v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šíři 5 m. Dále jsou zde navrženy dva sběrné průlehy o šířce 10 m (SBP2) v délce 400 m a (SBP3) v délce 320 m. Oba průlehy se spojují v místě, kde je navržen svodný průleh (SVP2) v délce 100 m, který odvádí vodu do stávajícího poldru. Zároveň se zde nachází agrotechnické opatření (AGRO6), které je zobrazeno v tabulce č. 44.

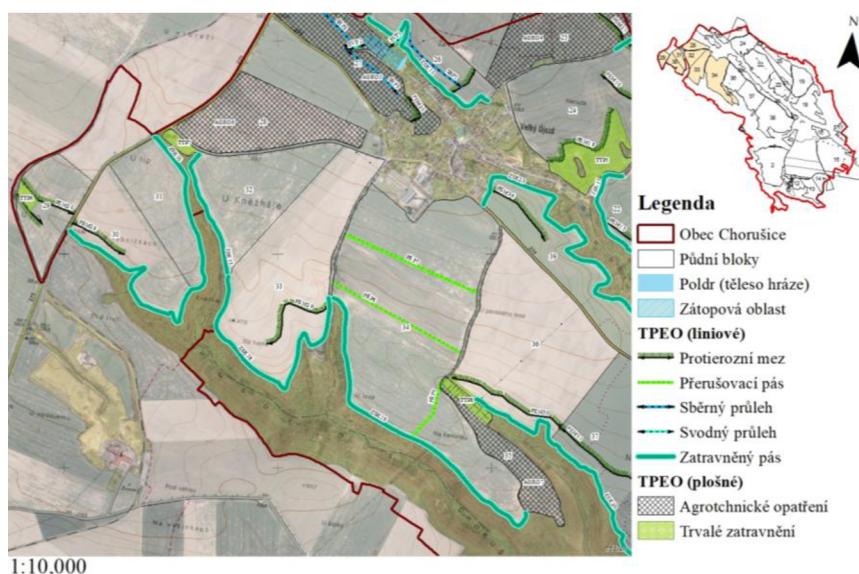
Půdní blok č.	Stanovení erozního ohrožení		Doporučené agrotechnické opatření
	Před	Po	
27	40.54 t/ha/rok	26.73 t/ha/rok	Konturované obdělávání

Tabulka 44: Agrotechnické opatření PB č.27



### 12.3.4. Lokalita č.4

Přehled navržených technických a agrotechnických opatření je zobrazen na obrázku č.52.



Obrázek 52: Technická opatření v lokalitě č .4

#### **PB č. 28**

Půdní blok je ohrožen ztrátou půdy 7.18 t/ha/rok o rozloze 18.57 ha. Z důvodu mírného ohrožení vodní erozí je zde navrženo čistě agrotechnické opatření (AGRO7), které je znázorněno v tabulce č. 45.

Půdní blok č.	Stanovení erozního ohrožení		Doporučené agrotechnické opatření
	Před	Po	
28	7.18 t/ha/rok	3,24 t/ha/rok	Pásové střídání okopanin s víceletými pícevinami

Tabulka 45: Agrotechnické opatření PB č.28

#### **PB č. 29**

Půdní blok je ohrožen ztrátou půdy v míře 23.87 t/ha/rok o rozloze 11.02 ha. Je zde navrženo zatravnění údolnice (TTP6) o rozloze 0.67 ha. Dále PB chrání dvě protierozní meze (PEM27) o délce 190 m a (PEM26) o délce 300 m, obě PEM jsou v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šíři 5 m, situovaným směrem odtoku povrchové vody.

#### **PB č. 30**

Půdní blok se ztrátou půdy 21.66 t/ha/rok a rozloze 16.55ha je chráněn proti vodní erozi pomocí zasakovacího pásu (ZSK16), který vede přes PB š. 30 a 31, na PB č. 30 je ZSK16 o délce 970 m, který je veden na hranici PB a lesního pozemku v minimální šíři 22 m. Dále je zde navržena protierozní mez (PEM28) o délce 290 m v kombinaci



se zatravněným pásem. PEM28 je napojena na ZSK16, a tím je zpřístupněna pro údržbu zemědělskými stroji.

#### **PB č. 31**

Půdní blok se ztrátou půdy 11.76 t/ha/rok a rozlohou 13.91 ha je chráněn proti vodní erozi ZSK16 vedoucí z PB č. 30. Na tomto PB o délce 960 m.

#### **PB č. 32**

Půdní blok je ohrožen ztrátou půdy 11.56 t/ha/rok a rozloha PB je 21.05 ha. Je na úseku o rozloze 0,9 ha trvale zatravněn (TTP7), od TTP7 je veden podél hranice PB a lesního pozemku zasakovací pás (ZSK17) o délce 610 m a minimální šíři 44 m.

#### **PB č. 33**

Půdní blok se ztrátou půdy 14.85 t/ha/rok a rozloze 38.65 ha je chráněn zasakovacím pásem (ZSK18) o délce 1830 m, který vede mezi PB a lesním pozemkem v minimální šíři 44 m. Dále je zde navržena protierozní maz (PEM29) o délce 460 m v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šíři 5 m.

#### **PB č. 34**

Půdní blok se ztrátou půdy 11.43 t/ha/ a rozlohou 72 ha je rozdělen na 4 části o velikosti od maximálně 26 ha, pomocí rozdělovacích pásů (PŘP5-7) o minimální šířce 24 m. Pro založení přerušovacích pásů je vhodné sázet určité druhy plodiny jako hořčice, hrách, jetel, pohanka, proso, ředkev, svazenka, štirovník, vojtěška, koriandr, len, řeřicha, trávy čeledi lipnicovité s výjimkou obilnin. Jednotlivé PŘP jsou přístupné z polních cest podél PB a zasakovacího pásu (ZSK19) o délce 1580 m, který je navržen na hranici PB a lesního pozemku v minimální šíři 44 m.

#### **PB č. 35**

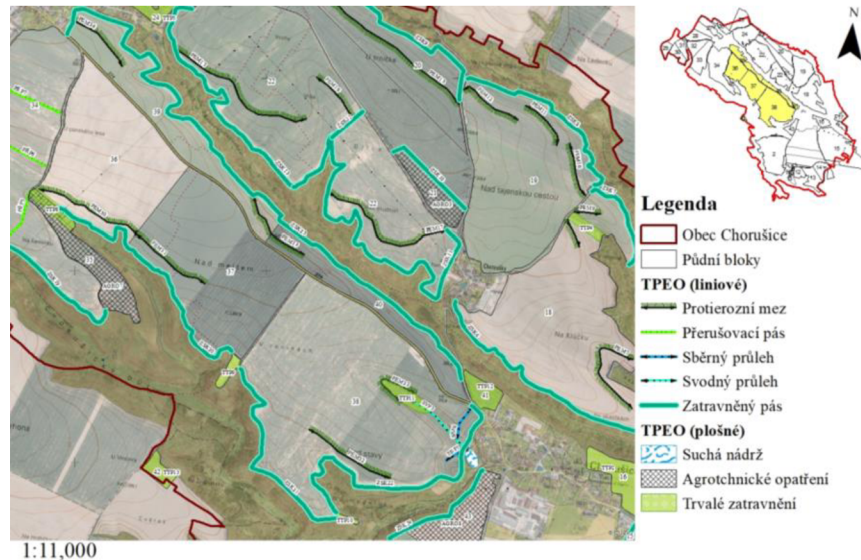
Půdní blok se ztrátou 45.42 t/ha/rok o rozloze 8.5 ha je chráněn agrotechnickým opatřením (AGRO7), zobrazeným v tabulce č. 46. Dále je na rozhraní PB č. 35 a 36 navrženo trvalé zatravnění údolnice (TTP8) o rozloze 1.48 ha.

Půdní blok č.	Stanovení erozního ohrožení		Doporučené agrotechnické opatření
	Před	Po	
35	45.42 t/ha/rok	27.08 t/ha/rok	Konturované obdělávání

Tabulka 46: Agrotechnické opatření PB č. 35

### 12.3.5. Lokalita č.5

Přehled navržených technických a agrotechnických opatření je zobrazen na obrázku č. 53.



Obrázek 53: Technická opatření v lokalitě č. 5

#### **PB č. 36**

Půdní blok se ztrátou půdy 12.63 t/ha/rok o rozloze 40.52 ha. Je chráněn navrženým zasakovacím pásem (ZSK20), který pokračuje na PB č.37, na řešeném PB má ZSK20 délku 500 m a je navržen v minimální šíři 44 m. Dále je zde navržena protierozní mez (PEM30), vedenou vrstevnicově v kombinaci se zatravněným pásem a minimální šířce 5 m.

#### **PB č. 37**

Půdní blok má ztrátu půdy 10.30 t/ha/rok a rozlohu 47.23 ha. PB je chráněn ZSK20, který je veden na hranici PB a lesního pozemku o délce na řešeném území 940 m a minimální šíři 44 m. Dále je zde navržena protierozní mez (PEM31), která vrstevnicově navazuje na PEM30.

#### **PB č. 38**

Půdní blok o ztrátě půdy 20.43 t/ha/rok a rozloze 93.3 ha je další PB, který ohrožuje intravilán obce. Z tohoto důvodu je zde navrženo více technických opatření. Jsou zde zatravněny tři plochy (TTP9) o rozloze 0.9 ha, (TTP10) o rozloze 0.28 ha a (TTP11) o rozloze 1.63 ha. TTP11 je navrženo jako zatravnění údolnice, TTP11 je opatřeno protierozní mezí (PEM33) o délce 365 m, která je navržena v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šířce 5 m. Na TTP11 je situovaný svodný průleh (SVP3) o délce 415 m a šířce minimálně 10 m, který odvádí vodu z TTP1 a zároveň ze dvou sběrných průlehu v minimální šířce 10 m situovaných vrstevnicově (SBP4)

o délce 200 m a (SBP5) o délce 120 m. SVP3 odvádí vodu do nově navržené suché nádrže, která je navržena v místě vodní nádrže, která neměla širší využití. V kapitole č. 11 „Dimenzování opatření“ je dle výpočtů stanoveno, že suchá nádrž musí být navržena na objem přímého odtoku 37 960 m<sup>3</sup>. Dále jsou zde navrženy dva zasakovací pásy mezi PB a lesním pozemkem v minimální šířce 44 m. ZSK21 o délce 1200 m a ZSK22 o délce 1630 m.

#### **PB č. 39**

Půdní blok se ztrátou půdy 27.30 t/ha/rok a rozloze 23.56 ha. PB je chráněn navrženým zasakovacím pásem (ZSK23), který pokračuje na PB. Č 40. ZSK23 je veden po hranici PB a lesního pozemku o délce 2040 m v minimální šířce 44 m. Dále je zde navržena Protierozní mez (PEM34) o délce 360 m a také na PB částečně zasahuje (PEM35) o délce 220 m. PEM jsou v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šířce 5 m.

#### **PB č. 40**

Půdní blok se ztrátou půdy 25,77 t/ha/rok a rozloze 14.18 ha. PB je podobně situovaný jako PB č. 39, i jeho protierozní ochrana je řešena obdobně, je zde navržen zasakovací pás (ZSK23) o délce 1200 m, který je navržen v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šířce 44 m. Dále je zde navržena protierozní mez (PEM35) o délce 200 m, která je v kombinaci se zatravněným pásem v minimální šířce 5 m.

#### **PB č. 41**

Půdní blok se ztrátou půdy 39.21 t/ha/rok o rozloze 2.34 ha je trvale zatravněn (TTP12). Případný návrh jiného technického opatření se nedoporučuje, z důvodu ztížení podmínek pro zemědělskou činnost.

#### **PB č. 42**

Půdní blok se ztrátou půdy 1420 t/ha/rok a rozlohou 1.51 ha je trvale zatravněn (TTP13). Případný návrh jiného technického opatření se nedoporučuje, z důvodu ztížení podmínek pro zemědělskou činnost.

## 13. Diskuse

Každé území na zemském povrchu má své typické klimatické podmínky, proto je třeba při výpočtu faktorů ovlivňujících vodní erozi brát v úvahu všechny parametry typické pro danou oblast (Morgan, 2011). Pro mou práci bylo zásadní stanovit faktory ovlivňující míru erozního ohrožení vypočtených na základě rovnice USLE. Tato rovnice je oblíbená pro snadnou dostupnost podkladových dat, ale má i řadu nevýhod. Jako všechny empirické modely, které jsou odvozeny na základě statistické analýzy velkého množství dat, je potřeba dávat pozor na rozdíly mezi odvozenými daty pro celé území ČR a konkrétními daty v řešeném území, protože realita se může lišit (Krása, 2004). Snadná dostupnost podkladových dat způsobuje, že i navzdory nevýhodám je rovnice USLE nejrozšířenější metodou v ČR. Výsledkem analýzy území byla zjištěna průměrná roční ztráta půdy způsobená vlivem vodní eroze. Pro účely této práce byla použita erozní účinnost deště jako průměrná hodnota pro ČR 40 MJ/ha.cm/h. Kvalita výsledků byla závislá na skutečnosti, je-li pro území obce průměrná erozní účinnost deště skutečně 40 MJ/ha.cm/h a skutečnost všech faktorů odvozených na základě statistického průměru pro celou ČR.

V současné době jsou vodní erozí silně ohroženy produkční i mimoprodukční funkce zemědělských půd. Eroze způsobuje milionové škody nejen na hospodářsky využívaných půdách, ale i v intravilánech obce, vlivem povrchového odtoku a smyvem půdy (Janeček, 2012). Navržením agrotechnických opatření, které jsou uvedeny v kapitole č. 12 „Výsledky“, byla snížena ztráta půdy vodní erozí u většiny PB pod maximální přípustnou hodnotu 4 t/ha/rok. Varianta č. 2 se prokázala jako nejméně účinná. Po její aplikaci zůstalo v ohrožení vodní erozí stále 15 PB, oproti tomu varianta č. 3 se prokázala s vyšší účinností, zde zůstalo ohroženo 10 PB. Nejvíce účinná se projevila varianta č. 1, po její aplikaci zůstalo ze 43. PB pouze 6 mírně erozně ohrožených PB, kde nejvíce ohrožený pozemek má hodnotu ztráty půdy 8.07 t/ha/rok. Pro úplné zamezení eroze je nutné navržení dalšího typu protierozní ochrany. Pokud bychom uvažovali o posílení protierozní ochrany, bylo by vhodné zvážit různé aspekty jako ztrátu půdy, ekonomickou náročnost a přirozenou zemědělskou činnost. Přestože protierozní ochrana na základě změny osevního postupu a využití agrotechniky není 100 %, další opatření bude více ekonomicky náročné. Obvykle se technická opatření navrhuje, až po vyčerpání ostatních možností (VUMOP, 2019). Proto byla při návrhu nejprve řešena možnost čistě agrotechnické ochrany po zjištění, že pouze

agrotechnické opatření neuchrání území celé obce, byla navržena varianta agrotechnického a technického charakteru. Návrhem technického opatření může vzniknout ztížení zemědělské činnosti. Záleží tedy na bilanci mezi ohrožením erozí, zemědělství a ekonomickou stránkou obce, která musí být schopná zajistit všechny podmínky pro návrh opatření a zajistit následnou péči o ně.

V druhé možnosti protierozní ochrany bylo navrženo 24 zasakovacích pásů, 14 ploch trvalého zatravnění, 35 protierozních mezí, 5 sběrných průlehů, 3 svodné průlehy a suchá nádrž. Technický typ protierozní ochrany může být znemožněn vlastníkem pozemku, který nesouhlasem znemožní realizaci. Rovněž vybudování suché nádrže, které bylo stanoveno na objem přímého odtoku 39 700 m<sup>3</sup>, musí být povoleno vodoprávním úřadem a může být znemožněno nedostatkem ekonomických zdrojů a vlastnickými spory. Z tohoto důvodu je důležité při volbě protierozních opatření přihlídnout k jednoduchosti provedení a efektivitě účinnosti jak z pohledu zemědělců, tak obce. V případě obce Chorušice je ale dalším důležitým bodem zájmu ochrana majetku a životů lidí, kteří jsou pod stálým ohrožením bleskových povodní, z tohoto důvodu je možná potřebné sáhnout po radikálnějším druhu opatření než čistě organizačního či agrotechnického typu.

## 14. Závěr

Analytickou částí práce byla stanovena přípustná ztráta půdy v obci Chorušice na 4 t/ha/rok a průměrná ztráta půdy pro PB. Zhodnocením mapových výstupů zůstalo v řešení 43 PB překračujících přípustnou ztrátu. Jedná se o většinu PB nacházejících se v obci Chorušice.

Samotný návrh protierozní ochrany byl rozdělen na dvě části, agrotechnická a technicko-agrotechnická. První varianta založená na čistě agrotechnické ochraně byla provedena v prostředí ArcGIS, jelikož jedinými ovlivnitelnými faktory při výpočtu rovnice USLE jsou faktor ochranného vlivu vegetace a faktor protierozních opatření, bylo možné při změně hodnoty C faktoru a P faktoru přepočítat rovnici a graficky znázornit změny ztrát půdy, které byly porovnány a zhodnoceny dle účinnosti. Varianta technicko-agrotechnická byla navržena předně pro ochranu lesních pozemků a intravilánů obce, které jsou ohrožovány bleskovými povodněmi. Důležitým opatřením je již stávající poldr, který je nejnovější ochranou v obci a byl využit pro svod povrchového odtoku z okolních PB, které nejvíce ohrožují intravilán k. ú. Velký Újezd. Dalším opatřením je nově navržená suchá nádrž umístěná na okraji intravilánu obce Chorušice a byla nadimenzována pro objem přímého odtoku 37 960 m<sup>3</sup> pomocí metody CN křivek.

Podle návrhů osevních postupů byla Varianta č. 1 vyhodnocena jako nejúčinnější. Po její aplikaci zůstalo v ohrožení 6 PB s nejvyšší mírou ztráty půdy 8.09 t/ha/rok. Při návrhu agrotechnického i technického opatření bylo pohlíženo ze stránky protierozní ochrany, zachování kvalitní hospodářské činnosti, estetiky, udržitelnosti a zvýšení celkové hodnoty lokality obce Chorušice.

## 15. Seznam odborné literatury

Boardman, J., Poesen, J., 2006: Soil erosion in Europe. John Wiley & Sons, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex. ISBN-10 0-470-85910-5.

Brázda J., Kapička J., 2020: Aktualizace vrstvy erozní ohroženosti zemědělských půd, výzkumný ústav meliorací a ochrany půd v.v.i, Praha. s. 1-8

Brevik E. C., 2005: Land Use, Land Cover And Soil Sciences., ©Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). s.3

Cablík J., Jůva K., 1963: Protierozní ochrana půdy: celostátní vysokoškolská učebnice: určeno studentům vysokých škol zemědělských a technických. 2., přepracované a rozšířené vydání, Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Canarache A. Vintila I.I., Munteanu I., 2006: Elsevier's Dictionary of Soil Science, Amsterdam. ISBN 978-00-8056-131-8

Harold M. Van ES., 2017: A new definition of soil, Cornel University., CSA News, s.21

Hauptman, I., a kol., 2009: Půda v České republice, Pro Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství Praha, Consult. ISBN 978-80-903482-4-0.

Holý M., 1978: Protierozní ochrana. Učebnice pro stavební fakulty. Praha, SNTL.

Holý M., 1994: Eroze a životní prostředí. Praha, ČVUT, ISBN 80-01-01078-3

Hůla J.; Janeček M., Kovaříček, P., Bohuslávka J., 2003: Agrotechnická protierozní opatření, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha. ISBN 1211-3972.

Janeček M. a kol., 1992: Ochrana zemědělské půdy před erozí, Praha. ISBN 0231-9470.

Janeček M., a kol., 2005: Ochrana zemědělské půdy před erozí. 2. vyd. Praha, ISV nakladatelství, ISBN 80-86642-38-0

Janeček M. a kol., 2007: Ochrana zemědělské půdy před erozí, VÚMOP, Praha. ISBN 978-80-154-0973-2

Janeček M. a kol., 2008: Základy erodologie, ČZU, vydavatel, Praha. ISBN 978-80-213-1842-7

Janeček M., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha, Powerprint, ISBN 978-80-87415-42-9.

Jůva K., Hrabal A., Tlapák V., 1977: Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší. SZN, Praha. ISBN 07-053-77

Kvítek T., Gergel J., Ondr P., Zámešková K., 2006: Zemědělské meliorace. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, ISBN 80-7040-858-8.



- Lapka M., 2008: Univerzita Karlova. Úvod do sociologie krajiny. Praha: Karolinum, ISBN 978-80-246-1595-0.
- Lkammarte, F. Z., a kol., 2023: Analysis Of The Vulnerability Of Agriculture To Climate And Anthropogenic Change In Marrakech Safi Region, Morocco. Applied Ecology And Environmental Research, s: 519-544.
- Mazín V., Váchal J., Kvítek T., 2008: Postupy a činnosti při projektování pozemkových úprav, Metodika Českomoravské komory pozemkových úprav, Středočeská pobočka. ISBN 978-80-7394-003-4.
- Mirzaev B., a kol., 2019: Technologies and technical means for anti-erosion differentiated soil treatment system. In E3S Web of Conferences, s. 2-3
- MMR ČR, 2017: Program rozvoje obce Chorušice pro období 2017-2023, Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha.
- Morgan R. P. C., Floor J. A., 2005: Soil erosion and conservation. Blackwell Science Ltd. 3rd edition
- Morgan R.P.C., Nearing M. A., 2011: Handbook of erosion modeling. Chichester, West sussex, UK, Hoboken, N. J., Wiley. ISBN 978-14-0519-010-7
- Mze., 2009: Vodní eroze, Pozemkové úpravy a tvorba krajiny 2009-2023, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha.
- MŽP, 2008: Definice půd 2008-2015. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha.
- Němeček J., a kol., 2001: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, Česká zemědělská univerzita, s 78
- Novotný I. a kol., 2014: Příručka ochrany proti vodní erozi. 2. vydání. Praha, Ministerstvo zemědělství, ISBN 978-80-87361-33-7.
- Pasák V., 1984: Ochrana půdy před erozí. SZN, Praha, s.160
- Podhrázká J., Dufková J., 2005: Protierozní ochrana půdy. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN80-7157-856-8.
- Pospíšilík J., 2012: Prameny zdraví, z. s. Člověk a půda. Praha, Roztocká. ČR E7115 S. 1-3. ISSN 5973
- Sánka M., Materna J., 2004: Identifikátory kvality zemědělských a lesních půd v ČR, Ministerstvo životního prostředí, s.84 ISSN 1213-3393
- Státníková P., 2012: Povodně a záplavy. Zmizelá Praha. ISBN 978-80-7432-182-5.
- Švehlík R., 1985: Větrná eroze půdy na jihovýchodní Moravě, Nakladatelství, Státní zemědělské nakladatelství v Praze.
- Toman F., 1995: Pozemkové úpravy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-148-8
- Vlasák J., Bartošková K., 2007: Pozemkové úpravy. Praha. Nakladatelství ČVUT, ISBN 978-80-01-03609-9.

## 16. Seznam internetových a ostatních zdrojů

- Kadlec V. a kol., 2014: Metodika, Návrh technických protierozních opatření, VUMOP, v.v.i., ČVUT v Praze [cit 2023.02.01], dostupné z:  
[http://www.cmkpu.cz/upload/files/Metodika\\_TPEO.pdf](http://www.cmkpu.cz/upload/files/Metodika_TPEO.pdf)
- Kráska J., 2004: Hodnocení erozních procesů ve velkých povodích za podpory programu GIS, ČVUT, v Praze [cit 2023.03.03], dostupné z:  
[https://storm.fsv.cvut.cz/data/files/osobni%20stranky/Krasa%20Josef/Dizertace\\_krasa.pdf](https://storm.fsv.cvut.cz/data/files/osobni%20stranky/Krasa%20Josef/Dizertace_krasa.pdf)
- Křen J., Neudert L., 2015: Zásady střídání plodin a osevní postupy, Ústav agrosystémů a bioklimatologie AF MENDELU [cit. 2022.08.12], dostupné z:  
[https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/nove/Agrolesnictvi/Osevní\\_postupy.pdf](https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/nove/Agrolesnictvi/Osevní_postupy.pdf)
- Obec Chorušice, ©2017: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Program rozvoje obce v letech 1994-2017 [cit. 2022.07.11.], dostupné z:  
[https://www.chorusice.cz/e\\_download.php?file=data/editor/222cs\\_5.pdf&original=3.Vnit%C5%99n%C3%AD+faktory+rozvoje+obce.pdf](https://www.chorusice.cz/e_download.php?file=data/editor/222cs_5.pdf&original=3.Vnit%C5%99n%C3%AD+faktory+rozvoje+obce.pdf)
- Procházka T., 2019: Eroze půdy v České republice [cit. 2021.07.11.], dostupné z:  
<https://eagronom.com/cs/blog/eroze-pudy-v-cesku/>
- Srneček L., 2010: Zemědělská půda-význam, péče, ochrana. Sluňákov, Horka nad Moravou, [cit. 2022.12.06], dostupné z:  
[https://aa.ecn.cz/img\\_upload/410697af7dfcb092dfd4e3937dd69e3f/lubomir\\_smrceka\\_ni.pdf](https://aa.ecn.cz/img_upload/410697af7dfcb092dfd4e3937dd69e3f/lubomir_smrceka_ni.pdf)
- VUMOP v.v.i., ©2019: Legislativa v oblasti ochrany půdy [cit.2023.01.15], dostupné z:  
[https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/LEGISLATIVA\\_V\\_OBLASTI\\_OCHRANY\\_P%C5%AEDY](https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/LEGISLATIVA_V_OBLASTI_OCHRANY_P%C5%AEDY)
- Weninger T., a kol., 2023: Sensing of vegetation dynamics as an indirect assessment of soil compaction. Vienna. EGU General Assembly [cit. 2023.03.05], dostupné z:  
<https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU23/EGU23-8891.html>
- Tesařová A., 2019: Zemědělská a. s. Chorušice [cit 2023. 03. 0.1], dostupné z:  
<https://www.lzas-chorusice.cz/index.php/o-podniku/roslinna-vyroba/>

## 17. Seznam obrázků

Obrázek 1: Plošná eroze (Mze, 2023).....	19
Obrázek 2: Rýhová eroze (VUMOP, 2019).....	19
Obrázek 3: Výmolová eroze (Mze, 2023).....	20
Obrázek 4: Proudová eroze (Enviromentgo, 2021) .....	21
Obrázek 5: Protierozní příkop (Rašovice u Uhlířských Janovic (VUMOP, 2019)....	34
Obrázek 6: Přírodní památka Bezourek (Hana Kašpaříková).....	35
Obrázek 7: Zatrávněná údolnice s dráhou soustředěného odtoku (VUMOP, 2019)..	36
Obrázek 8: Protierozní nádrž (Hustopeče u Brna, foto VÚMOP.) .....	37
Obrázek 9: Protierozní mez (Horní Újezd, foto VÚMOP.) .....	38
Obrázek 10: Široké terasy se zemními svahy (Nikolčice, foto VÚMOP). .....	39
Obrázek 11: Širší vztahy obce Chorušice .....	42
Obrázek 12: Přírodní podmínky .....	45
Obrázek 13: Hydrologická charakteristika.....	47
Obrázek 14: Eroze v obci Chorušice z r.2015.....	48
Obrázek 15: Výstavba protierozního poldru v k. ú. Chorušice.....	49
Obrázek 16: Protierozní poldr v k. ú. Chorušice.....	49
Obrázek 17: Výsledný digitální model terénu v obci Chorušice .....	50
Obrázek 18: Tvorba sloupce HPJ.....	53
Obrázek 19: Propojení tabulek za pomoci funkce "Joins and relates" .....	53
Obrázek 20: Tvorba rastru faktor K .....	54
Obrázek 21: Výsledný rastr faktoru K .....	54
Obrázek 22: Tvorba vrstvy slope ve stupních.....	55
Obrázek 23: Tvorba rastru směru povrchového odtoku.....	55
Obrázek 24: Tvorba akumulace odtoku povrchových vod .....	56
Obrázek 25: Výsledný rastr faktoru LS .....	56
Obrázek 26: Tvorba rastru klimatického regionu .....	57
Obrázek 27: Rastr klimatického regionu.....	57
Obrázek 28: Tvorba sloupce pro hodnoty C faktoru.....	58
Obrázek 29: Tvorba faktoru C .....	58
Obrázek 30: Výsledný rastr faktoru C .....	59
Obrázek 31: Rastr maximální přípustné ztráty půdy .....	60
Obrázek 32: Výpočet rovnice USLE .....	60
Obrázek 33: Průměrná ztráta půdy pro každý pixel .....	61
Obrázek 34: Tvorba rastru průměrné ztráty půdy .....	61
Obrázek 35: Rastr průměrné ztráty půdy pro pozemek .....	61
Obrázek 36: Tvorba rastru ohrožení lokalit .....	62
Obrázek 37: Rastr stanovení ohrožených lokalit .....	62
Obrázek 38: Hydrologická skupina na jednotlivých půdních blocích.....	63
Obrázek 39: Tvorba rastru sklonu terénu.....	64
Obrázek 40: Rastr sklonu půdních blocích [%].....	65
Obrázek 41: Tvorba plochy povodí.....	67
Obrázek 42: Stanovení HPS na základě využití území.....	68
Obrázek 43: Rastr průměrné ztráty půdy .....	72
Obrázek 44: Míra ztrát půdy vodní erozí .....	72
Obrázek 45: Výsledný faktor C osevního postupu č.1.....	76

Obrázek 46: Výsledný faktor C osevního postupu č.2.....	78
Obrázek 47: Výsledný faktor C osevního postupu č.3.....	80
Obrázek 48: Rozdělení řešených lokalit v obci Chorušice .....	81
Obrázek 49: Technická opatření v lokalitě č.1.....	82
Obrázek 50: Technická opatření v lokalitě č.2.....	86
Obrázek 51: Technické opatření v lokalitě č. 3.....	88
Obrázek 52: Technická opatření v lokalitě č.4.....	90
Obrázek 53: Technická opatření v lokalitě č. 5.....	92

## 18. Seznam tabulek

Tabulka 1: Hodnoty faktoru C ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání....	26
Tabulka 2: Průměrné hodnoty faktoru C pro jednotlivé plodiny .....	27
Tabulka 3: Hodnoty faktoru P – protierozních opatření (Janeček, 2012). .....	27
Tabulka 4: Rozdělení klimatických regionů (Brázda, Kapička, 2020).....	44
Tabulka 5: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ (Janeček, 2012). .....	52
Tabulka 6: Stav hodnot faktoru K.....	54
Tabulka 7: Popis hodnot faktoru LS (Brázda, Kapička, 2020).....	56
Tabulka 8: Stanovení přípustné ztráty vodní erozi (Janeček, 2012). .....	59
Tabulka 9: Stupně erozního ohrožení .....	62
Tabulka 10: Hydrologická skupina pro jednotlivé HPJ .....	64
Tabulka 11: Přehled N-letých úhrnů, stanice Mšeno.....	67
Tabulka 12: Stanovení hodnoty CN.....	68
Tabulka 13: Hodnoty povodí stanovené na základě výpočtů.....	71
Tabulka 14: Varianty osevních postupů a výsledný faktor C .....	74
Tabulka 15: Velikost honů v oblasti č.1.....	75
Tabulka 16: Počet honů a rozloha v oblasti č.1 .....	75
Tabulka 17: Velikost honů v oblasti č.2.....	75
Tabulka 18: Počet honů a rozloha v oblasti č.2 .....	75
Tabulka 19: Velikost honů v oblasti č.3.....	75
Tabulka 20: Počet honů a rozloha v oblasti č.3 .....	75
Tabulka 21: Výsledný faktor C osevního postupu č.1 .....	76
Tabulka 22: Zastoupení plodin v osevním postupu [%] .....	76
Tabulka 23: Velikost honů v oblasti č.1.....	77
Tabulka 24: Počet honů a rozloha v oblasti č.1 .....	77
Tabulka 25: Velikost honů v oblasti č.2.....	77
Tabulka 26: Počet honů a rozloha v oblasti č.2 .....	77
Tabulka 27: Velikost honů v oblasti č.3.....	77
Tabulka 28: Počet honů a rozloha v oblasti č.3 .....	77
Tabulka 29: Výsledný faktor C osevního postupu č.2 .....	78
Tabulka 30: Zastoupení plodin v osevním postupu [%] .....	78
Tabulka 31: Velikost honů v oblasti č.1.....	79
Tabulka 32: Počet honů a rozloha v oblasti č.1 .....	79
Tabulka 33: Velikost honů v oblasti č.2.....	79
Tabulka 34: Počet honů a rozloha v oblasti č.2 .....	79
Tabulka 35: Velikost honů v oblasti č.3.....	79
Tabulka 36: Počet honů a rozloha v oblasti č.3 .....	79

Tabulka 37: Výsledný faktor C osevního postupu č.3 .....	80
Tabulka 38: Zastoupení plodin v osevním postupu [%] .....	80
Tabulka 39: Agrotechnické opatření PB č. 3 .....	83
Tabulka 40: Agrotechnické opatření PB č.15 .....	84
Tabulka 41: Agrotechnické opatření PB č.43 .....	85
Tabulka 42: Agrotechnické opatření PB č.21 .....	87
Tabulka 43: Agrotechnické opatření PB č.25 .....	89
Tabulka 44: Agrotechnické opatření PB č.27 .....	89
Tabulka 45: Agrotechnické opatření PB č.28 .....	90
Tabulka 46: Agrotechnické opatření PB č. 35 .....	91

## 19. Seznam rovnic

Rovnice 1: Základní tvar rovnice USLE (Janeček, 1992).....	22
Rovnice 2: Výpočet kinetické energie přívalového deště (Janeček, 2012).....	23
Rovnice 3: Rovnice celkové kinetické energie deště (Janeček, 2012).....	23
Rovnice 4: Rovnice kinetické energie deště i-tého úseku (Janeček, 2012). ....	24
Rovnice 5: Rovnice pro výpočet délky svahu (Janeček, 2012). ....	24
Rovnice 6: Stanovení faktoru S dle vztahů Renard a kol., (1997).....	25
Rovnice 7: Rovnice pro proměnný sklon svahu (Janeček, 2012). ....	25
Rovnice 8: Rovnice pro výpočet faktoru LS.....	56
Rovnice 9: Potencionální retence půdy [A] (Janeček, 2012).....	69
Rovnice 10: Počáteční ztráta [Ia] (Janeček, 2012).....	69
Rovnice 11: Výška přímého odtoku (Janeček, 2012) .....	69
Rovnice 12: Objem přímého odtoku (Janeček, 2012).....	69
Rovnice 13: Kulminační průtok (Janeček, 2012).....	69
Rovnice 14: Doba zdržení (Janeček, 2012).....	70
Rovnice 15: Doba koncentrace (Janeček, 2012) .....	70
Rovnice 16: Retenční koeficient (Janeček, 2012).....	70