

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra plánování sídel a krajiny



Česká
zemědělská
univerzita
v Praze

Návrh komplexního systému protierozní ochrany

v k. ú. Dolní Hbity

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Jan Petruš

Diplomant: Bc. Barbora Volfová

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Barbora Volfová

Regionální environmentální správa

Název práce

Návrh komplexního systému protierozních opatření v k. ú. Dolní Hbity

Název anglicky

Design of a comprehensive system of anti-erosion measures in cadastral area Dolní Hbity

Cíle práce

Cílem diplomové práce je popis problematiky eroze půdy, charakteristika jednotlivých protierozních opatření a charakteristika zájmového území. Hlavním cílem práce je návrh komplexního systému protierozní ochrany v k. ú. Dolní Hbity.

Metodika

Na základě studia odborné literatury bude zpracována rešerše zaměřená na problematiku eroze půdy. Další část práce bude věnována charakteristice zájmového území a popisu jeho současného využití. Součástí vypracování této části bude terénní průzkum území včetně jeho fotodokumentace. Následně budou popsány a vyhodnoceny jednotlivé erozní faktory. Využitím Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy bude vyhodnoceno ohrožení zemědělských pozemků vodní erozí. Pro vybrané zemědělské plochy budou navrženy protierozní opatření organizačního, agrotechnického a biotechnického charakteru.

Doporučený rozsah práce

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

Klíčová slova

půda, eroze, GIS, rovnice USLE

Doporučené zdroje informací

HOLÝ M., 1994: Eroze a životní prostředí. České vysoké učení technické, Praha: 383 s.
JANEČEK M. a kol., 2008: Základy erodologie. Česká zemědělská univerzita, Praha: 172 s.
JANEČEK M. a kol., 2012: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Česká zemědělská univerzita, Praha: 114 s.
MORGAN R.P.C., 2005: Soil Erosion and Conservation. Wiley-Blackwell, Oxford: 320 s.
SKLENIČKA P., 2003: Základy krajinného plánování. Česká zemědělská univerzita, Praha: 321 s.
TOMÁŠEK M., 2014: Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha: 112 s.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Petřů

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 16. 9. 2022

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 10. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 07. 03. 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *Návrh komplexního systému protierozní ochrany v k. ú. Dolní Hbity*, 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 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 vědoma, že odevzdáním diplomové 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: 24. 3. 2023

.....

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala především vedoucímu mé diplomové práce Ing. Janu Petřů za trpělivost, odborné vedení, ochotu a cenné rady při zpracovávání práce. Na závěr patří poděkování i mé rodině a blízkým za psychickou podporu, která mi byla projevována nejen při tvorbě diplomové práce, ale především v průběhu celého studia.

V Praze dne: 24. 3. 2023

.....

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na velmi aktuální téma erozní ohroženosti zemědělských pozemků. Řešeným územím bylo katastrální území Dolní Hbity, nacházející se v okrese Příbram. Literární část se zabývala definicí samotného pojmu eroze, popisem jejích druhů, definováním jednotlivých faktorů rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy, rovnice USLE a rovněž také charakteristikou protierozních opatření. Dále bylo popsáno katastrální území Dolní Hbity z hlediska základních údajů, historie a přírodních podmínek. V praktické části práce byly stanoveny faktory, které byly později dosazeny do zmíněné rovnice USLE. Na základě výpočtů, které probíhaly v geografickém informačním systému ArcGIS, byla stanovena ohroženost půdních bloků, vyskytujících se v daném katastrálním území. Celkem se vyhodnocovala ohroženost na 47 půdních blocích. Výsledkem bylo, že z celkové počtu vyšlo 21 půdních bloků, které vykazovaly ohroženost vodní erozí. Na ohrožených půdních blocích byla následně navržena protierozní opatření. Jednalo se o kombinace organizačních, agrotechnických a technických opatření.

Klíčová slova: půda, eroze, GIS, rovnice USLE

Abstract

This diploma thesis focuses on the very current topic of the erosion risk of agricultural land. The area in question was the cadastral area of Dolní Hbity located in the Příbram district. The literary part dealt with the definition of the term erosion itself, the description of its types, the definition of the individual factors of the equation for calculating the average long-term soil loss, the USLE equation, and also the characteristics of erosion control measures. Furthermore, the cadastral territory of Dolní Hbity was described in terms of basic data, history and natural conditions. In the practical part of the work, we figured out the factors, which were later introduced into the aforementioned USLE equation. Based on the calculations that were carried out in the ArcGIS geographic information system, we determined the erosion risk of plots located in the given cadastral territory. In total, the risk was evaluated on 47 plots. As a result, out of the total number of plots, 21 of them were found to be at risk of water erosion. Erosion control measures were subsequently proposed for the threatened plots. They were a combination of organizational, agrotechnical and technical measures.

Key words: soil, erosion, GIS, USLE equation

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce.....	11
3. Literární rešerše	12
3.1 Definice eroze	12
3.2 Druhy eroze.....	13
3.2.1 Vodní eroze	15
3.2.2 Větrná eroze.....	16
3.2.3 Ledovcová eroze	17
3.2.4 Sněhová eroze	18
3.3 Rovnice USLE	18
3.3.1 Faktor erozní účinnosti deště R.....	19
3.3.2 Faktor erodovatelnosti půdy K	20
3.3.3 Faktor délky svahu L	23
3.3.4 Faktor sklonu svahu S.....	23
3.3.5 Faktor délky a sklonu svahu LS.....	24
3.3.6 Faktor ochranného vlivu vegetace C	24
3.3.7 Faktor účinnosti protierozních opatření P	26
3.4 Opatření proti erozi.....	26
3.4.1 Organizační opatření	28
3.4.2 Agrotechnická opatření.....	31
3.4.3 Technická opatření	36
4. Charakteristika zájmového území.....	46
4.1 Poloha a popis zájmového území	46
4.2 Historie území a zemědělství v obci	47
4.3 Přírodní poměry zájmového území	49
4.3.1 Klimatické podmínky.....	49
4.3.2 Geomorfologické podmínky	51

4.3.3	Hydrologické podmínky	52
4.3.4	Půdní podmínky	53
4.3.5	Přírodní podmínky	59
5.	Metodika	60
5.1	Vyhodnocení míry erozního ohrožení	60
5.1.1	Řešené území	60
5.1.2	Digitální model terénu.....	61
5.1.3	Faktor R	64
5.1.4	Faktor K.....	64
5.1.5	Faktor LS.....	65
5.1.6	Faktor C	67
5.1.7	Faktor P.....	68
5.1.8	Výpočet rovnice USLE.....	68
5.1.9	Stanovení ohrožených půdních bloků	70
5.2	Návrh vhodných protierozních opatření	72
6.	Výsledky.....	73
7.	Diskuze	83
8.	Závěr.....	85
9.	Seznam literatury	86
10.	Přílohy.....	94

1. Úvod

Eroze. Pro lidstvo jednoznačně jeden z největších celosvětových problémů ohrožujících nejen zemědělské pozemky, ale i přilehlá okolí. Tento fakt potvrzuje i Stehlík (1975), který již před mnoha lety popsal, že následky eroze se objevují v mnoha odvětvích. Eroze podle něj neohrožuje jen zemědělskou výrobu, ale také komunikační sítě, vodní zdroje, zástavby a mnoho dalších. Jak popisují Vlasák a Bartošková (1983), je eroze z části přirozený jev, pokud jsou odnos a následná obnova půdy v rovině. Pokud je však odnos půdy větší než schopnost její obnovy, stává se z přirozené eroze negativní jev. Druhů eroze existuje hned několik. Prvenství, co se ohrožení pozemků týká, patří erozi vodní. Následována je erozí větrnou, která rovněž představuje nemalou hrozbu pro zemědělské půdní bloky.

Pro člověka je půda důležitá z mnoha důvodů. Poskytuje prostor pro vývoj rostlin a je důležitým zdrojem obživy. Proto je potřeba ji chránit před projevy eroze a jejím znehodnocováním. Ochranu lze provádět prostřednictvím souboru opatření. Ta mohou být organizačního, agrotechnického a technického charakteru. Hůla a kol. (2003) popisují, že protierozní opatření se zavádějí s cílem zachování zemědělské půdy. Opatření jsou rovněž důležitá z hlediska udržení vodohospodářských poměrů, jelikož například snižují objem povrchového odtoku nebo zlepšují kvalitu povrchové vody.

Pro zachování úrodnosti půd je důležité, aby její ochrana byla v zájmu každého jedince. Proto je podstatné rozšiřovat podědomí občanů o tomto problému.

2. Cíl práce

Záměrem této diplomové práce je popis problematiky eroze půdy, charakteristika jednotlivých protierozních opatření a charakteristika zájmového území. Na základě výpočtu ohroženosti půdy erozí, prostřednictvím Univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy, budou stanoveny půdní bloky v katastrální území Dolní Hbity, které jsou erozně ohrožené. Hlavním cílem práce poté bude návrh komplexního systému protierozní ochrany, skládající se z organizačních, agrotechnických a technických opatření.

3. Literární rešerše

V podkapitolách 3.1 až 3.4 jsou charakterizovány pojmy týkající se eroze půdy. Blíže specifikovány jsou samotná eroze, druhy eroze, rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy a možnosti protierozní ochrany.

3.1 Definice eroze

Eroze. Jeden z nejzávažnějších problémů týkající se půdy. Samotné slovo eroze je odvozeno z latinského *erodere*, které v překladu znamená rozhlodávat. V literatuře se termín eroze začal poprvé objevovat ve 30. letech 20. století, přestože byl znám již mnoho let předtím. Průkopníkem v oblasti ochrany půdy před erozí byl americký pedolog Hugh Hammond Bennett, jehož zásluhou je vymezení a zpřesnění termínu eroze (Janeček a kol., 2008).

Eroze je hlavní hrozbou pro půdní zdroje v Evropě. Z toho důvodu Evropská komise ve své tematické strategii ochrany půdy doporučuje přístup založený na indikátorech pro monitorování eroze půdy. Jimi definované hodnoty jsou zásadní pro vyhodnocení údajů z monitorování půdy (Verheijen a kol., 2009).

Poesen (2018) definuje erozi jako geomorfologický proces, při kterém se oddělují částice půdy, úlomky hornin, agregáty půdy a organická hmota. Z původního umístění jsou následně transportovány na jiné místo. Jedná se o proces degradace půdy, který může způsobit nejen škody na životním prostředí a majetku, ale také může rovněž dojít k sociálnímu a ekonomickému narušení. Kvalita půdy je snižována nejen v místě eroze, ale objevují se také problémy mimo toto místo.

Morgan (2005) uvádí, že půdní eroze je dvoufázový proces, kdy v první fázi jsou jednotlivé půdní částice z půdní hmoty odlučovány a ve druhé fázi dochází k jejich odnosu erozními činiteli, kterými jsou například tekoucí voda nebo vítr. V případě, že není dostatek energie pro transport částic, nastává ještě třetí fáze a tou je usazování.

Fakt, že eroze způsobuje řadu problémů, potvrzuje ve své knize i Stehlík (1975), který udává, že následky eroze se objevují v mnoha odvětvích. Nejen v zemědělské výrobě, ale také například v udržování komunikačních sítí, vodním hospodářství a mnohých dalších. Hůla a kol. (2003) popisují, že důsledkem eroze jsou erozní rýhy na polích, zvyšující se šterkovitost, snižování hloubky půdního profilu

a nánosy smyté zeminy na úpatí pozemků. Dochází k zakalení vody, zanášení řek a nádrží, a také k poškození obytných budov.

Neméně důležitý z hlediska negativních důsledků eroze je i vzájemný vztah mezi erozí a biodiverzitou. Vlivem odtoku půdy totiž dochází k ekologickým dopadům na společenstva (Orgiazzi a Panagos, 2018). To potvrzuje i Morgan (2005), který udává, že při smyvu půdy jsou transportována semena rostlin. Ta mohou být procesem přemístěna dokonce i mimo původní pozemek. Tím dochází k ovlivnění výnosu plodin. Půda v tu chvíli může dokonce přestat plnit své funkce.

Jak uvádí Holý (1994) znamená eroze rozrušování zemského povrchu vlivem působení exogenních sil. Konkrétně se jedná především o tyto činitele – voda, sníh, vítr, led, člověk a další. Jedná se proces zahrnující rozrušování půdního profilu, transport uvolněných půdních částic a jejich následnou sedimentaci.

Při erozi dochází zároveň ke snižování zemského povrchu a rovněž vyvyšování povrchu důsledkem hromadění usazených hmot. Tímto dochází k efektu, kterým je zarovnání zemského povrchu, odborným termínem k *planace*. Podmínkou tohoto procesu je rozpojitelnost vyvýšených částí povrchu (Janeček a kol., 2008).

Pokud jsou odnos a obnova půdy v rovině, v takovém případě se jedná o přirozený jev. V případě, že odnos půdy převažuje, je na erozi pohlíženo jako na negativní jev, který ovlivňuje krajinu (Vlasák a Bartošková, 1983).

Důležitým termínem ve vztahu k erozi je povrchový odtok. Povrchový odtok představuje tu část vody, jež odtéká z povodí po povrchu krajiny a není nijak absorbována ani zadržována půdou, ale stéká po svahu. Obvykle začíná jako plošný tok, ale jak se zrychluje a získává na erozivní síle, nakonec vytváří kanály nazývané rýhy nebo strže (Hillel, 2003).

3.2 Druhy eroze

Existuje několik způsobů, jakými je možné dělit erozi. Jedním z nich je dělení eroze podle intenzity. V takovém případě známe dva typy eroze a to – eroze *normální* (geologická) a eroze *zrychlená* (vzniklá zejména lidskou činností) – (Novotný a kol., 2014).

Eroze normální má v přírodě nezastupitelnou roli. Dochází během ní ke zpřístupnění prvků, které jsou nezbytné pro život organismů (například dusíku, fosforu a síry). Probíhá na povrchu zemské kůry v důsledku činnosti hydrosféry,

atmosféry a biosféry. Ztráta půdních částic je současně doplňována tvorbou nových částic. Oproti tomu u eroze zrychlené nemohou být půdní částice nahrazeny půdotvorným procesem, neboť se smývají ve velkém rozsahu. Jednoznačně převažuje negativní vliv na kvalitu a celkové zdraví půd. Cílem by tedy mělo být minimálně omezení všech erozí, které jsou antropického původu, jinak riskujeme ztrátu jednoho z nejcennějších přírodních zdrojů. Půda je totiž nenahraditelná (Záhora a kol., 2015). Dle Pimentel (2006) je zrychlená eroze poměrně vážný světový problém. Eroze je ohroženo téměř 80 % zemědělské půdy. Pimentel dále uvádí, že každý rok v důsledku eroze půdy ztratí asi 10 milionů ha orné půdy, což vede ke snížení produkce potravin. Mezi faktory, které ovlivňují vznik zrychlené eroze, patří například odlesnění, vegetační poměry, morfologické faktory, způsoby, jakými je půda využívána, špatné agrotechnické postupy a další (Sklenička, 2003).

Pokud bychom chtěli rozlišovat erozi podle činitelů, kteří způsobují její vznik a zároveň působí na průběh samotného erozního procesu, dělí se eroze dle Zachar (1970) na erozi:

- větrnou (eolická)
- vodní (akvatická)
- ledovcovou (glaciální)
- sněhovou (nivální)
- zemní
- antropogenní

Jednotlivé druhy se vyskytují samostatně nebo v různé kombinaci mezi sebou. Vůbec největší škody, co se světového měřítká týká, způsobují vodní a větrná eroze.

Státní pozemkový úřad a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy založily jako společný projekt Monitoring eroze zemědělské půdy, sloužící ke sledování eroze v České republice. Hlavní myšlenkou bylo vytvořit prostorovou databázi, která bude zdrojem dat a informací pro vyhodnocení a modelování erozního procesu a zároveň bude vytvářet podklady pro návrhy preventivních opatření a opatření ke snižování negativních dopadů erozních jevů. Sledování se zabývá projevy vodní eroze, větrné eroze a zemního proudění, při kterých dochází k poškození zemědělské půdy (Žížala a kol., 2016).

3.2.1 Vodní eroze

Vodní eroze se skládá se tří hlavních procesů. Prvním z nich je proces odlučování půdních částic od povrchu vlivem dopadů dešťových kapek. Následuje pozemní proudění a s ním spojený koncentrovaný odtok, který s sebou strhává a unáší půdní částice směrem dolů po svahu. Jako poslední nastává usazení strženého sedimentu (Rodrigo-Comino, 2021). Dle Hillel (2003) se vodní eroze může vyskytovat v rýhách, oblastech mezi rýhami, v roklích, korytech potoků, v lesních oblastech a na staveništích.

Závažnost vodní eroze je dána především sklonem svahu, typem půdy, schopností zadržovat vodu v půdě, povahou horninového podloží, vegetačním pokryvem, intenzitou a obdobím srážek (Van Alfen, 2014).

Jedná se o významné globální nebezpečí, které ovlivňuje dostupnost potravin prostřednictvím degradace půdy, snižuje výnos plodin a způsobuje ztrátu zemědělské půdy. Zjištění náchylnosti půdy k erozi je prvním a zásadním krokem v politice hospodaření s půdou a k její ochraně. Jedná se o složitý proces ovlivněný jak přírodními, tak i antropogenními faktory. Zejména v rozvojových zemích se v posledních letech zvyšuje tempo důsledkem populačního růstu (Golkarian a kol., 2023).

Z hlediska prevence vzniku je nejdůležitější vliv organické hmoty na stabilitu struktury půdy. Díky ní je půda schopna odolávat výkyvům počasí a jiným biotickým a abiotickým faktorům. Půdní částice jsou díky organickým látkám stmelovány do půdních jednotek, mezi kterými vznikají póry. Následná pórovitost má zásadní význam na zasakování půdy a omezení povrchového odtoku, neboť akumulární schopnost snižuje riziko povodní a sucha (Novotný a kol., 2017).

Vodní eroze se dělí na plošnou a výmolovou. Při plošné erozi dochází k rovnoměrnému smyvu půdních částic po celé ploše území, plošnému odtoku a následnému snižování mocnosti půdy. Vyplavují se především jemnozrnné frakce půdy, což má za následek změnu textury půdy a obsahu živin v ní. Zhoršuje se retenční schopnost, což vede ke snížení rezistence vůči erozi. Tento druh eroze nezanechává viditelné stopy. Při výmolové erozi dochází k postupnému soustředování plošného odtoku. Vznikají mělké zářezy, které se postupně prohlubují. Nejčastěji bývá postihován členitý terén a dlouhé svahy. Podle intenzity dělíme výmolovou erozi na rýžkovou, brázdovou, rýhovou a stržovou (Novotný a kol., 2017).

Eroze rýžková a brázdová vzniká postupným přechodem od plošné eroze hromaděním odtoku v úzkých zářezech. Důsledkem toho vzniká hustá síť úzkých rýžek přibližně 2-10 cm širokých a hlubokých. Tento jev se nazývá rýžková eroze. Pokud jsou vzniklé zářezy mělké a jejich hustota není příliš velká, jev se nazývá eroze brázdová (Holý, 1978).

3.2.2 Větrná eroze

Intenzitu větrné eroze, stejně jako vodní, ovlivňují činitelé, kterými jsou klimatické podmínky (například úhrn srážek), půdní a geologické podmínky (například velikost půdních částic), vegetační faktory (například rostlinný pokryv), a zároveň také geomorfologické podmínky (například rozložení svahů). Větrnou erozi dále ovlivňuje i člověk svou antropogenní činností (Podhrázská a kol., 2013).

Vítr působí na různě veliké částice půdy. Ty jemnější jsou odnášeny do dálky, větší jsou sunutím přemísťovány na jiné části území. Hrubozrnné vrstvy se řadí mezi erozně stálé a zůstávají na místě (Morgan, 2005). Pasák (1984) uvádí, že minimální rychlost potřebná k zahájení procesu se pohybuje v rozmezí 2 – 3 m/s.

Vliv na odnos půdních částic způsobený větrnou erozí mají zrnitost a skladba půdy. Náchylnost půdy k větrné erozi do značné míry závisí na velikosti částic. Větší částice mají tendenci rozpadat se na menší, které jsou mnohem náchylnější k erozi způsobené větrem, především potom v zimě. (Huawei a kol., 2019).

Písčité půdy jsou více erodované oproti jemně texturovaným z hlediska jejich nízké vazebné schopnosti mezi jednotlivými částicemi. Větrná eroze je více závislá na vlastnostech povrchu půdy ve výše zmíněných písčitých půdách. V půdách se zvyšujícím se podílem písku a klesajícím podílem bahna, jídlu a organické hmoty, dochází k nárůstu větrné eroze (Avecilla a kol., 2015).

Větrná eroze se vyskytuje převážně v suchých a polosuchých oblastech. Způsobuje povrchovou erozi, prašnost a ohrožení životního prostředí (Lajevardi a Shafiei, 2023).

Hillel a kol. (2005) charakterizují větrnou erozi jako dynamický fyzikální proces vedoucí k degradaci půdy. Dochází k němu v případě, kdy silný vítr vane na volné, suché a holé půdy.

Janeček a kol. (2002) zmiňují, že se vhodná protierozní opatření navrhuji na základě určení intenzity eroze, a dále dle výsledků terénních šetření. Jedná se o opatření organizační, agrotechnická a biotechnická.

Předpokladem snížení eroze je stabilita půdy, která může být zajištěna například prostřednictvím vegetace. V suchých oblastech se přistupuje k obnově původního rostlinného pokryvu prostřednictvím obnovovacích technik. Instalují se fyzické bariéry, které brání pohybu sazenic. Fyzickou bariérou je například jutová síť (Duniway a kol., 2019).

Nejúčinnější ochranu proti větrné erozi však představují větrolamy. Aby bylo toto opatření vysoce účinné, je třeba vhodně zvolit skladbu dřevin. Rozestupy mezi stromy mohou zvýšit turbulence vzduchu, což vede k emisím prachu ze zemědělské půdy. Pro snížení rychlosti větru a turbulence vzduchu je důležitá vícevrstvá svislá struktura. Pod koruny stromů jsou tedy ještě vysazovány keře, které pomáhají snižovat problém rychlosti proudění vzduchu mezi kmeny stromů (Chang a kol., 2021).

Sklenička (2003) říká, že po vodní erozi je druhým největším problémem zemědělství právě eroze větrná. Stejně jako eroze vodní, představuje rovněž nemalou hrozbu pro zemědělské půdní bloky.

3.2.3 Ledovcová eroze

Ledovcová neboli glaciální eroze zahrnuje odstranění a transport horninového prostředí nebo sedimentu třemi hlavními procesy – vytrháváním, abrazí a táním ledovců. Vytrhávání zahrnuje dva samostatné procesy, jedná se o lámání nebo drcení horninového podloží pod ledovcem a strhávání této rozdrčené horniny. K lámání dochází v případě, že ledovec tekoucí přes skalní podloží vytváří tlakové rozdíly v podložní hornině, a tím způsobuje napěťové pole, které může být dostatečné k vyvolání lomu horniny. Abrazie vzniká při skluzu těles subglaciálního sedimentu po skalním podloží. Eroze způsobená táním ledovce je výsledkem mechanických nebo chemických procesů (Selley a kol., 2005).

Studie mechaniky lomu subglaciálních hornin naznačují, že eroze je silně řízena bazální rychlostí posuvu a litologií skalního podloží. Měření rychlosti eroze související se zaledněním je náročné. Ledovcová eroze vytvořila výrazné typy krajiny odrážející rozsah, trvání a procesy původních ledovců. Reprezentativním příkladem

jsou Alpské krajiny. Krajiny dříve pokryté ledem většího měřítka vykazují širokou škálu vzhledů, od intenzivně erodovaných až po zachovalé (Shroder, 2013).

3.2.4 Sněhová eroze

Sněhová eroze neboli nivální je druhem eroze, který se u nás příliš nevyskytuje. Vzhledem k zanedbatelné kinetické energii sněhových vloček, je eroze způsobená čistě sněhem nulová. Erozi může způsobit sesuv přemokřené vrstvy po spodní vrstvě, která je ještě zmrzlá důsledkem pomalého jarního tání. Další typ je způsoben rychlým táním sněhu, kdy dochází k intenzivnímu povrchovému odtoku po zmrzlé půdě, která omezuje vsakování do půd (VÚMOP, 2019a).

Voda nahromaděná ve sněhu zajišťuje potřebu vody na začátku vegetačního období, jelikož zásobuje podzemní vodní zdroje. Obecně se dá říci, že je důležitým prvkem hydrologického cyklu (Středová a kol., 2017).

Dle Lundekwam a Skoien (1998) jsou sněhovou erozí ohroženy především státy na severu. Konkrétně se jedná o Norsko, Švédsko a Finsko.

3.3 Rovnice USLE

Samotný erozní proces je ovlivněn kombinovaným působením přírodních, ale i člověkem ovlivněných podmínek. Ať už se jedná o jeho vznik, průběh či intenzitu. Z dostupných metod nejefektivněji vyjadřuje kvantitativní účinek jednotlivých faktorů tzv. univerzální rovnice (Dufková a kol., 2005)

Rovnice USLE (*Universal Soil Loss Equation*) = Univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy, je erozní model navržený tak, aby předpovídal průměrné ztráty půdy při odtoku z konkrétních půdních ploch. Rovnice je použitelná nejen v zemědělských, ale rovněž také v nezemědělských podmínkách, například na staveništích. Vypočítá ztrátu půdy pro danou lokalitu jako součin šesti hlavních faktorů, jejichž hodnoty lze vyjádřit číselně (Wischmeier a Smith, 1978).

Rovnici (Rovnice 1) vytvořili v roce 1978 W. H. Wischmeier a D. D. Smith. USLE je postavena na principu přípustné ztráty půdy na pozemku, jehož standardní délka je 22,13 m a sklon 9 % (Morgan a Nearing, 2010). Vypočítaná hodnota se využívá pro stanovení míry erozního ohrožení pozemku. Rovnice je používána nejen na území České republiky, ale i v ostatních zemích světa (Janeček a kol., 2012).

Rovnice průměrné dlouhodobé ztráty půdy zní takto:

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

(Rovnice 1)

Jednotlivé členy jsou dle Janeček a kol. (2012) charakterizovány takto:

G → průměrná dlouhodobá ztráta půdy, vyjádřená v t.ha⁻¹.rok⁻¹

R → faktor erozní účinnosti deště

K → faktor erodovatelnosti půdy

L → faktor délky svahu

S → faktor sklonu svahu

C → faktor ochranného vlivu vegetace

P → faktor účinnosti protierozních opatření.

Hodnota, která je výsledkem dosazení jednotlivých členů rovnice, udává množství půdy, které je z pozemku uvolňováno prostřednictvím vodní eroze. Nezahrnuje množství půdy, které je ukládáno, ať už přímo na pozemku nebo na plochách ležících pod ním. Rovnici nelze používat pro období kratší než 1 rok nebo pro erozi způsobenou táním sněhu (Janeček a kol., 2012).

Vypočtená hodnota nese pouze informaci o intenzitě vodní eroze v dané lokalitě, nikoliv však její ohroženost. Pro stanovení míry erozní ohroženosti je třeba porovnat dlouhodobou ztrátu půdy a přípustnou ztrátu půdy. Jestliže je hodnota dlouhodobé ztráty nižší než přípustná, není lokalita ohrožena vodní erozí. Funkce i úrodnost půdy zůstávají zachovány. V opačném případě dochází k nadlimitní ztrátě, a tím pádem ke snížení úrodnosti půdy (Novotný a kol., 2014).

3.3.1 Faktor erozní účinnosti deště R

Srážkový faktor používaný k odhadu průměrné roční ztráty půdy zahrnuje kumulativní účinky mnoha středně velkých bouří, stejně tak i účinky občasných silných bouří. Číselná hodnota použitá pro faktor R v rovnici ztráty půdy musí kvantifikovat účinek dopadu dešťových kapek, a zároveň musí poskytovat relativní informace o množství a rychlosti odtoku, který souvisí s deštěm (Wischmeier a Smith, 1978). Janeček (2008) doplňuje, že hodnoty faktoru R jsou závislé na počtu výskytu srážek, kinetické energii a zároveň na intenzitě a úhrnu srážek.

Naopak Alewell a kol. (2019) vyjadřují faktor erozní účinnosti deště jako součin celkové kinetické energie deště a její maximální 30minutové intenzity. Vzájemný vztah má tento tvar (Rovnice 2):

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

(Rovnice 2)

Jednotlivými členy jsou:

R → faktor erozní účinnosti deště, vyjádřený v MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹

E → celková kinetická energie, vyjádřená v J.m⁻²

i₃₀ → maximální intenzita deště během 30 minut, vyjádřená v cm.h⁻¹

Vlny a sedimenty, které byly pozorovány po neobvykle intenzivních srážkách, vedly dříve k závěru, že výrazná eroze je spojena pouze s výjimečnými srážkovými událostmi. Více než 30 let měření v mnoha státech ale ukázalo, že tomu tak není (Wischmeier a Smith, 1978).

Do výpočtu faktoru R nevstupují všechny srážky. Z výpočtu indexu eroze jsou vynechány srážkové události, které jsou menší než 12,5 cm oddělené od ostatních dešťů více než 6 hodinami. Rovněž jsou vynechány deště, při nichž nespadlo více než 6,25 mm během 15 minut (Wischmeier a Smith, 1978).

Průměrná roční hodnota erozní účinnosti deště byla dříve pro celou Českou republiku stanovena jako R = 20 MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹. Tento údaj byl určen na základě pozorování srážek na 3 stanicích Českého hydrometeorologického ústavu. Hodnota byla později nahrazena hodnotou R = 40 MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹, která je platná pro téměř všechny zemědělské lokality v České republice (Janeček a kol., 2012).

Nejvíce dešťů, které mohou potenciálně způsobit erozi, spadne v období červen-srpen. Konkrétně téměř 80 %. V tomto období je nejdůležitější ochrana prostřednictvím vegetace (Janeček a kol., 2012).

3.3.2 Faktor erodovatelnosti půdy K

Faktor K neboli faktor erodovatelnosti půdy souvisí s vlastnostmi půdy, které ovlivňují rychlost infiltrace, propustnost a celkovou vodní kapacitu. Mohou také ovlivnit rozptyl půdních částí, abrazi a transportní síly odtoku (Alewell a kol., 2019).

Vlastnosti půdy označované jako erodovatelnost způsobují, že některé půdy erodují snadněji než jiné. Rozdíly v přirozené náchylnosti půd k erozi je obtížné kvantifikovat z terénních průzkumů. I půda s relativně nízkým faktorem erodovatelnosti může vykazovat známky vážné eroze, pokud k ní dochází na strmých svazích, oproti tomu na půdě s vysokým faktorem erodovatelnosti může docházet k mírné erozi, pokud probíhá na mírných svazích nebo pokud je praktikováno nejlepší možné hospodaření (Wischmeier a Smith, 1978).

Dle Janeček a kol. (2012) se faktor K definuje jako ztráta půdy z pozemku (v t.ha⁻¹) na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R (v MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹). Existují tři metody, kterými lze faktor K stanovit:

- ze vzorce
- z monogramu
- dle hlavních půdních jednotek kódu BPEJ (bonitované půdně ekologické jednotky)

Určení ze vzorce

V případě, že obsah prachu a práškového písku nepřesáhne 70 %, lze pro výpočet faktoru K použít vzorec (Rovnice 3):

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

(Rovnice 3)

Kde jednotlivými členy jsou:

M → (% prachu + % práškového písku) • (100 - % jílu)

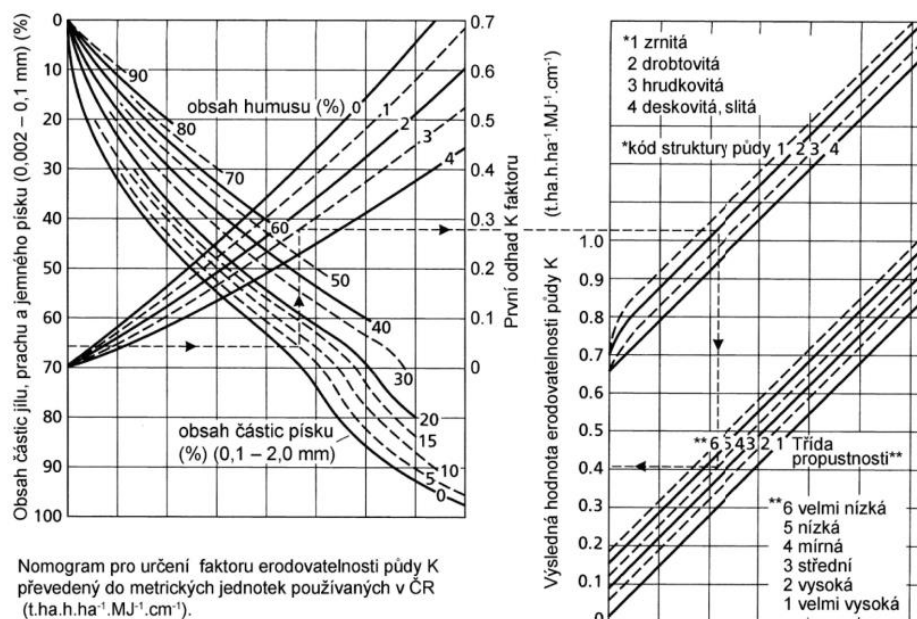
a → procentuální obsah humusu ornice

b → třída struktury ornice

c → třída propustnosti půdního profilu.

Určení z monogramu

Hodnoty K faktoru lze přímo odečíst z nomogramu (viz obrázek č. 1). Stanovení K faktoru na základě nomogramu spočívá ve vlastním odběru půdních vzorků. Následně je provedena analýza zrnitosti a stanovení obsahu organického uhlíku (Janeček a kol., 2012).



Obrázek č. 1 Nomogram ke stanovení faktoru K (Pasák, 1984)

Určení dle hlavních půdních jednotek kódu BPEJ

Posledním způsobem, kterým lze určit faktor K, je dle stanovení hlavní půdní jednotky (HPJ). Tu lze získat z 2. a 3. čísla kódu Bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ). Výsledné hodnoty jsou uvedené v tabulce č. 1. Pokud není stanovena žádná hodnota, je třeba pro stanovení faktoru využít jeden z předchozích dvou způsobů stanovení (Janeček a kol., 2012).

HPJ	K faktor	HPJ	K faktor	HPJ	K faktor
01	0,41	27	0,34	53	0,38
02	0,46	28	0,29	54	0,40
03	0,35	29	0,32	55	0,25
04	0,16	30	0,23	56	0,40
05	0,28	31	0,16	57	0,45
06	0,32	32	0,19	58	0,42
07	0,26	33	0,31	59	0,35
08	0,49	34	0,26	60	0,31
09	0,60	35	0,36	61	0,32
10	0,53	36	0,26	62	0,35
11	0,52	37	0,16	63	0,31
12	0,50	38	0,31	64	0,40
13	0,54	39	nedostatek dat	65	nedostatek dat
14	0,59	40	0,24	66	nedostatek dat
15	0,51	41	0,33	67	0,44
16	0,51	42	0,56	68	0,49
17	0,40	43	0,58	69	nedostatek dat
18	0,24	44	0,56	70	0,41

HPJ	K faktor	HPJ	K faktor	HPJ	K faktor
19	0,33	45	0,54	71	0,47
20	0,28	46	0,47	72	0,48
21	0,15	47	0,43	73	0,48
22	0,24	48	0,41	74	nedostatek dat
23	0,25	49	0,35	75	nedostatek dat
24	0,38	50	0,33	76	nedostatek dat
25	0,45	51	0,26	77	nedostatek dat
26	0,41	52	0,37	78	nedostatek dat

Tabulka č. 1 Hodnoty faktoru K dle HPJ (Janeček a kol., 2012)

3.3.3 Faktor délky svahu L

Eroze nabývá na intenzitě tím více, čím více roste délka svahu. Ta představuje horizontální vzdálenost od místa vzniku odtoku k místu, kde je sklon tak malý, že nastává usazování erodovaného materiálu nebo kde se odtok soustředí do dráhy odtoku. Hodnota délky svahu L (Rovnice 4) je stanovena ze vztahu (Janeček a kol., 2012):

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

(Rovnice 4)

Kde:

22,13 → představuje délku standardního pozemku (v m)

I → je horizontální projekce délky svahu (v potaz se bere nepřerušovaná délka svahu), nejedná se o rovnoběžnou vzdálenost s povrchem půdy

m → je exponent sklonu svahu, vyjadřuje jeho náchylnost k tvorbě rýžkové eroze.

3.3.4 Faktor sklonu svahu S

Renard a kol. (1997) definují, že ztráta půdy se zvyšuje, pokud narůstá sklon svahu, dokonce rychleji než je tomu u délky svahu. Hodnota se určuje ze vztahu (Rovnice 5):

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

$$S = 16,8 \sin \theta - 0,50 \quad \text{pro sklon} \geq 9 \%$$

(Rovnice 5)

Kde: θ vyjadřuje úhel sklonu svahu (rad nebo m/).

3.3.5 Faktor délky a sklonu svahu LS

Jak délka, tak sklon svahu mohou podstatně ovlivnit rychlost vodní eroze. Byl proto vytvořen topografický faktor, který je kombinací sklonu svahu S a nepřerušené délky svahu L. Kombinovaný faktor LS představuje poměr úbytku půdy na délce standartního pozemku 22,13 m se sklonem 9 % (Renard a kol., 1997).

3.3.6 Faktor ochranného vlivu vegetace C

Faktor C neboli faktor ochranného vlivu vegetace je druhým nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje riziko eroze půdy. Odráží vliv osevních a zemědělských postupů na míru eroze půdy (Pham a kol., 2018).

Mezi ochranným vlivem vegetace a pokrývností spolu s hustotou v době výskytu přívalových dešťů (období duben – září) je přímá úměra. Nejlepší protierozní ochranu poskytují trávy a jeteloviny. Protikladem jsou širokořádkové plodiny, mezi které patří například kukuřice a okopaniny. Tato vegetace neposkytuje dostatečnou protierozní ochranu (Podhrázská a Dufková, 2005).

V tabulce č. 2 jsou uvedeny plodiny, které znázorňují poměr eroze na pozemku s uvedenými plodinami k pozemku s úhorem.

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5a	5b
Obilniny	po 1. roce po jetelovinách	OP St	0,50	0,55	0,30	0,05	0,20	0,04
			0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	po obilninách	OP St	0,65	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04
			0,25	0,25	0,20	0,08	0,25	0,04
	po okopaninách a kukuřici	OP St	0,70	0,75	0,50	0,08	0,25	0,04
			0,70	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04
Kukuřice	sláma předplodiny sklizena	OP St	0,70	0,90	0,70			
			OK	OK	OK	0,35	0,70	0,40
			0,25	0,25	0,25	0,25	0,60	0,30
			0,70	0,70	0,55			
Kukuřice	sláma předplodiny nesklizena	OP St	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
			0,30	0,25	0,20	0,20	0,40	0,30
	do herbicidem umrtného 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 řádcích libovolného směru	0,65	0,80	0,65	0,30	0,70	
Vojtěška			0,02					
Jetel červený dvousečný			0,015					

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5a	5b
Víceletá tráva, louky			0,005					

Tabulka č. 2 Hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (Janeček a kol., 2012)

Pro posouzení dlouhodobé ohroženosti půdy erozí se faktor C stanovuje v rámci konkrétního osevního postupu. Zahrnuje se i období mezi střídáním plodin, včetně použité agrotechniky. Zahrnováno je 5 pěstebních období, tzv. fenologických fází (Wischmeier a Smith, 1978):

1. období podmínky a hrubé brázdy
2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí či sázení
3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, v případě ozimů do 30. 4.
4. období od konce 3. období sklizně
5. období strniště

Pokud jsou známy osevní postupy, stanovuje se faktor C ze skladby pěstovaných plodin a jejich střídání (viz tabulka č. 3). Váha faktoru se koriguje procentuálním rozdělením R faktoru. Jestliže není možné osevní postupy zjistit, je možné faktor C stanovit prostřednictvím plodin, vyskytujících se v dané lokalitě (Janeček a kol., 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 ozimí	0,17	mák	0,5
oves	0,1	ostatní olejnin	0,22
kukuřice na zrno	0,61	kukuřice na siláž	0,72
luštěniny	0,05	ostatní pícniny jednoleté	0,02
brambory rané	0,6	ostatní pícniny víceleté	0,01
brambory pozdní	0,44	zelenina	0,45
louky	0,005	sady	0,45

Tabulka č. 3 Průměrné hodnoty faktoru C (Janeček a kol., 2012)

Kadlec a Toman (2002) uvádějí, že v neposlední řadě lze faktor C stanovit na základě klimatického regionu. Klimatický region se zjišťuje podle prvního čísla kódu BPEJ (viz tabulka č. 4).

Klimatický region	Hodnoty faktoru C	
	orná půda	zemědělská půda
0	0,291	0,307
1	0,278	0,286
2	0,266	0,264
3	0,254	0,243
4	0,241	0,221
5	0,229	0,199
6	0,216	0,178
7	0,204	0,156
8	0,192	0,135
9	0,179	0,113

Tabulka č. 4 Hodnoty faktoru C dle klimatických regionů (Kadlec a Toman, 2002)

3.3.7 Faktor účinnosti protierozních opatření P

U faktoru P jsou uvažovány podpurné postupy hospodaření, které ovlivňují erozní proces. Jejich cílem je zpomalit odtok vody a tím snížit množství vody, která je unášena po pozemku. Mezi tyto postupy patří vrstevnicové obdělávání půdy, orba po vrstevnici, terasové systémy, pásové střídání plodin a stabilizace vodních cest (Alewell a kol., 2019). Hodnoty faktoru účinnosti protierozních opatření znázorňuje tabulka č. 5. V případě, že na pozemku není uplatňováno žádné protierozní opatření je hodnota faktoru P rovna 1 (Janeček a kol., 2012).

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
-okopanin s víceletými píceňinami	0,30	0,35	0,40	0,45
-okopanin s ozimými obilovinami	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování, resp. přerušované brázdování podél vrstevnic	0,25	0,30	0,40	0,45

Tabulka č. 5 Hodnoty faktoru protierozních opatření (Janeček a kol., 2012)

3.4 Opatření proti erozi

Orná půda patří mezi největší zdroje erozních smyvů. V rámci protierozní ochrany je třeba přistupovat jak k ochraně půdy samotné, tak k regulaci povrchového odtoku, a rovněž ke snížení škod v zastavěných územích (Hůla a kol., 2003).

Pojem protierozní opatření je definován jako soubor opatření, která mají organizační, stavební a agrotechnický charakter. Opatření se využívají na zemědělských pozemcích s cílem zachování půdy, ať už jako výrobního nástroje nebo jako důležitého prvku životního prostředí. Protierozní opatření neplní jen funkci zachování půdy, ale jsou významné i pro zachování vodohospodářských poměrů, jelikož:

- snižují objem povrchového odtoku
- slouží jako ochrana před bleskovými povodněmi
- zadržují vodu v krajině
- snižují náchylnost k suchým periodám
- mění směr povrchových odtoků
- zlepšují kvalitu povrchové vody
- zvyšují vlhkost půdy (Hůla a kol., 2003).

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (VÚMOP, 2019b) dělí opatření do následujících kategorií:

1. *Organizační opatření*
 - optimální tvar a velikost pozemku
 - pásové střídání plodin
 - ochranné zatravnění, zalesnění
 - rozmístění pěstovaných plodin
2. *Agrotechnická opatření*
 - setí nebo sázení po vrstevnici
 - ochranné obdělávání
 - setí kukuřice do úzkého řádku
 - pásové zpracování půdy
 - hrázkování, důlkování
 - plečkování, dlátování, podrývání
3. *Technická opatření*
 - protierozní příkopy (záchytný, sběrný, svodný)
 - průlehy
 - zatravněné údolnice
 - polní cesty s protierozní funkcí
 - ochranné hrázky
 - protierozní nádrže
 - terénní urovnávky

- terasy
- protierozní meze

Z hlediska financí se při návrhu protierozních opatření postupuje od návrhů, které jsou finančně levnější a realizačně nejjednodušší, tedy od organizačních a agrotechnických, až po finančně náročnější, kterými jsou opatření technického charakteru (Novotný a kol., 2014).

V praktické části diplomové práce budou protierozní opatření navrhována u těch půdních bloků, jejichž průměrná ztráta půdy přesahuje ztrátu přípustnou. Tyto hodnoty budou vypočítány prostřednictvím již zmíněné rovnice USLE.

3.4.1 Organizační opatření

Mezi základní prvky organizačních opatření se řadí situování pozemku delší stranou ve směru vrstevnic, vhodně zvolená velikost, tvar a výběr pozemků, které jsou vhodné ke změně. Opatření jsou navrhována zároveň s dalšími typy protierozních opatření. Předpokladem je jejich vzájemná spolupráce a zainteresovanost subjektů, hospodařících na daném pozemku. Důležitá je znalost příčin vzniku eroze, která je základem níže uvedených protierozních zásad:

- výsev plodin ve včasném termínu
- výsev víceletých píceň do krycí plodiny
- rozmísťování plodin dle ohroženosti pozemku (Janeček a kol., 2007).

Účinek těchto opatření se zakládá na funkci pěstovaných plodin a kultur, která je u každého druhu rozdílná. Obecně platí, že čím je porost hustší a čím déle se na pozemku vyskytuje, tím je jeho ochranná funkce účinnější. Zároveň o to více dochází k regulaci povrchového odtoku (Janeček a kol., 2002).

Optimální tvar a velikost pozemků

Základem je umístění pozemku delší stranou ve směru vrstevnic. Toto umístění stimuluje k obdělávání po vrstevnici. Zároveň dochází ke zkrácení délky po spádnici. Délka pozemku či dílu půdního bloku by neměla překračovat maximální přípustnou délku (Novotný a kol., 2017).

Optimální tvar a velikost pozemků závisí na podmínkách daného území. Nelze je tedy jednoznačně určit. Lze pouze doporučit, aby půdní bloky měly obdélníkový

tvár a jejich velikost v případě rovinných území byla do 50 ha, v případě členitějšího území se doporučuje 20 ha (VÚV TGM v.v.i., 2018).

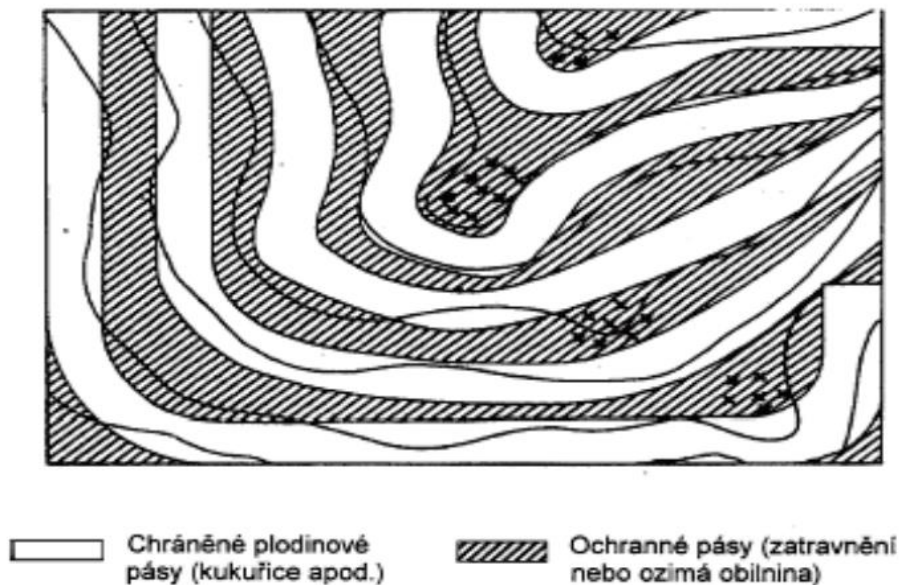
Od roku 2023 je dle Standardu Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES) plocha jedné plodiny, pakliže se jedná o silně erozně ohroženou plochu, stanovena na velikost 10 ha. Podmínka platí v případě, že půdní blok není rozdělen ochranným pásem 22 m širokým, jinou plodinou na ploše široké 110 m nebo jiným krajinným prvkem. Mezi plodiny vhodné pro ochranný pás patří například hořčice, hrách, pohanka, proso a další (Nařízení EU č. 2021/2115).

Samotná velikost je ovlivněna několika faktory. Z ekonomického hlediska je vhodné, aby pozemky byly dostatečně velké, z přírodního aby docházelo k vytváření menších půdních bloků. Velikost ovlivňuje rovněž nutnost zabezpečit dostatečnou ochranu ekologické stability. V případě rozměru pozemku je žádoucí, aby jeho sklon nepřekračoval přípustnou délku. Velikost i tvar do nemalé míry ovlivňují geografické poměry, požadavky na přístupnost pozemků a způsoby, jakými se na půdě hospodaří (Janeček a kol. 2002).

Pásové střídání plodin

Opatření spočívá ve střídání plodin chránících půdu (travní porost, jetel, vojtěška, ozimá obilnina, hrách, řepka ozimá), rozmístěných do pásů a plodin, které dosahují pouze nízkého protierozního účinku (okopaniny, kukuřice). Je nutné střídat pásy tak, aby dopadající srážky stékající z pásu s nižším protierozním účinkem, byly zachyceny na pásu s vyšším protierozním účinkem a následně infiltrovány do půdy (Dumbrovský a kol., 2021).

Šířku pásů ovlivňují například sklon a délka svahu, propustnost půdy, šířka záběru strojů a náchylnost půdy k erozi. Jako ideální šířka je uváděno 20 až 40 m v závislosti na sklonu pozemků. V ideálním případě jsou mezi stejně široké pásy plodin umístovány pásy travin či jetelovin, nestejně širokých (Janeček a kol., 2012). Struktura pásového střídání je vyobrazena na obrázku č. 2.



Obrázek č. 2 Pásové střídání plodin (Janeček a kol., 2012)

Ochranné zatravnění, zalesnění

Ochranné zatravnění je využíváno na pozemcích, které nelze využívat jako ornou půdu vlivem ztrát půdy způsobených erozí. Nejlepší ochranou je optimálně zapojený travní porost (Burian a kol., 2011). Dle Janeček a kol. (2012) poskytují trvalé travní porosty, které jsou optimálně zapojené, nejlepší protierozní ochranu. Preferují se trávy tvořící pevný drn, tzv. výběžkaté trávy.

Věstník Ministerstva životního prostředí (2008) uvádí, že je potřeba zatravněvat pozemky, které:

- mají svažitosť vyšší než 20 %
- jsou mělké (do 30 cm)
- se vyskytují na svazích 10 – 20 %, středně skeletovité na pevných svazích
- jsou zamokřené, těžké až velmi těžké.

Ochranné zalesnění je nejčastěji uplatňováno jako plošné zalesnění, případně jako ochranné lesní pásy. Dobře zapojený hustý les (v ideálním případě se jedná o les smíšený) s hojným bylinným patrem a půdou, která je krytá silnou vrstvou hrabanky, zaručuje vysokou protierozní ochranu (Burian a kol., 2011).

Podhrázská a Dufková (2005) definují, že ochranné zalesnění se využívá na svazích, jejichž sklon přesahuje 17°, dále na glejích, půdách, které jsou znehodnoceny dřevinným náletem a na těch, které nemají vyvinutý půdní profil. Je

vhodné umístit je rovněž na pozemcích, které nelze připojit k okolním. Musí však disponovat dostatečnou výměrou a tvarem, aby bylo možné jej obhospodařovat.

Ve vztahu zemědělství a zalesnění se teprve nedávno objevil pojem agrolesnictví. Jde o hospodářské odvětví, v němž se kombinuje lesní a zemědělská výroba. Významnou roli v tomto vztahu hraje člověk, který vystupuje coby aktivní hospodář, odběratel výsledných produktů a správce krajiny. Rovněž se jedná o vědní obor zkoumající agrolesnické systémy. V neposlední řadě pojem agrolesnictví popisuje postoj člověka k přírodě a krajině (Martiník a kol., 2020).

Rozmístění pěstovaných plodin

Plodiny, jejichž protierozní ochrana není dostatečná (okopaniny, kukuřice), je vhodné pěstovat na pozemcích rovinných nebo s mírným sklonem. Rozmístění plodin se řadí mezi obecné zásady ochrany půdy. Plodiny lze seřadit z hlediska jejich protierozní účinnosti od nejvyšší po nejnižší: travní porosty – jetel – vojtěška – obilnina ozimá – obilnina jarní – řepka ozimá – hrách – plodiny okopaninového charakteru (slunečnice, brambory, cukrovka, kukuřice). Na jejich protierozním účinku by mělo být založené i jejich rozmisťování po pozemcích (Janeček a kol., 2012).

3.4.2 Agrotechnická opatření

Smyslem agrotechnických opatření je pokus o zkrácení času, během kterého je zemědělská půda bez vegetačního pokryvu (Janeček a kol., 2012). Půda, která není pokrytá vegetací totiž nejvíce podléhá erozi.

Agrotechnická opatření jsou druhým krokem po návrhu organizačních opatření. Úkolem je snaha o snížení erozního vlivu za pomoci minimálních finančních nákladů (Hovorka a kol., 1990).

Opatření jsou založená na snaze zvýšit zasakovací schopnost půdy, snížit její erodovatelnost a ochránit půdu v období, kdy se vyskytuje nejvíce přívalových dešťů (v měsících červen, červenec, srpen). Během tohoto období plodiny typu kukuřice, brambory, slunečnice a další (erozně nebezpečné plodiny) neposkytují dostatečné krytí půdy (Novotný a kol., 2017).

Setí nebo sázení po vrstevnici

Důležitý způsob, jakým přispět k ochraně půdy, je orba po vrstevnici, případně s odklonem do 30 ° od vrstevnice s využitím otočných pluhů, jejichž úkol je překlápět půdu proti svahu (Novotný a kol., 2017). Vrstevnicové obdělávání je zachyceno na obrázku č. 3. K vrstevnicovému obdělávání je nutné použití mechanizačních prostředků, určených pro práci na svahu (Novotný a kol., 2014).



Obrázek č. 3 Vrstevnicové obdělávání (VÚMOP, 2019b)

Ochranné obdělávání

Cílem ochranného obdělávání je vytváření nastýlky – mulče. Technologie spočívá v uchování zbytků, které zůstanou po sklizni předplodin na povrchu půdy. Účelem je nenarušovat půdní profil, aby mohlo docházet k rozvoji přirozeným způsobem a nedocházelo k přílišnému zrychlení mineralizace živin, které způsobuje snižování humusu. Důsledkem toho je zhoršení fyzikálních vlastností půdy. Stupeň ochrany závisí na množství mulče, které pokrývá půdu, výšce a rovnoměrnosti mulče a způsobu, jakým je půda zpracována (Novotný a kol., 2014).

Postup obdělávání zahrnuje bezorebné setí (hlavní plodina je prostřednictvím bezorebného stroje zasévána do nezpracované půdy po předplodině), setí/sázení do mulče plodiny, setí do mělké podmítky, a rovněž také zasévání hlavní plodiny spolu s podplodinou do meziřadí (Novotný a kol., 2017).

Charakteristickým znakem je pokrytí plochy pozemku alespoň 30 % rostlinnými zbytky předplodin a meziplodin poté, co se zasejí následné plodiny. Aby ornice nebyla obrácena, není při hospodaření využíván radličný pluh. Většina zbytků rostlin tedy zůstává na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice. Rostlinná biomasa tedy pokrývá půdní povrch celoročně (Hůla a kol., 2003).

Hanna a kol. (1995) popisují, že v případě, kdy pokrytí půdy dosahuje alespoň výše zmíněných 30% pokrytí zbytky rostlin, je půda chráněna před vodní erozí o 50 – 90 % více, než půda, která rostlinnými zbytky pokryta není.

Setí kukuřice do úzkého řádku

Tato technologie je poměrně nová. Při setí kukuřice je stroj nastaven na vzdálenost maximálně 45 cm mezi řádky. Využívá se trojúhelníkového sponu, kdy jsou zrna seta v počtu přibližně 110 tisíc zrn na 1 ha. Smyslem je zajistit rovnoměrnější zapojení porostu, díky němuž dojde k omezení povrchového odtoku. Tím nastane omezení eroze. Postup je vhodné kombinovat se setím do mulče (Novotný a kol., 2017).

Pásové zpracování půdy

Při pěstování širokořádkových plodin jsou na celém světě neustále hledány možné postupy, které slouží k zajištění jak energetické, tak ekonomické efektivity. V rámci Evropy je ale rovněž kladen důraz na snižování degradace půdy, konkrétně eroze. Dále je žádoucí zvýšení infiltrační schopnosti půdy. Aby byly splněny výše uvedené podmínky, je vhodné využívat technologie zvané strip tillage. Tento způsob je využitelný při pěstování kukuřice, slunečnice, čiroku, cukrové řepy a také řepky ozimé (Brant a kol., 2016).

Smyslem technologie je vytváření pásového zpracování půdy širokého přibližně 15 cm a 10 – 20 cm hlubokého, za současného uložení minerálních hnojiv. Operace se provádí buď na podzim, nebo na jaře a o jeho vhodnosti rozhodují půdní podmínky (Novotný a kol., 2014).

Pásové zpracování půdy (viz obrázek č. 4) má mnoho výhod. Patří mezi ně například:

- snižování eroze – důsledkem menšího narušování půdy a pokrytím zbytků
- teplejší půda na jaře

- přesnější aplikace hnojiva
- snižování utužení půd – v důsledku sníženého počtu přejezdů přes pole
- šetření času – spousta systémů strip till počítá s obděláváním jen na jaře nebo na podzim
- šetření paliva – vzhledem ke snížené množství přejezdů
- zlepšení kvality půdy – při menším obdělávání zde mohou prospívat žížaly, houby a další půdní organismy (Darapuneni a kol., 2019).



Obrázek č. 4 Pásové zpracování půdy (Kvítek a Tippl, 2003)

Hrázkování, důlkování

Metoda hrázkování se využívá při pěstování brambor. Strojem nazývaným hrázkovač se založí hrázky mezi hrůbky ve stejné vzdálenosti od sebe. Tím vznikne řada menších akumulčních příkopů bránících vzniku soustředěného odtoku. Příkopy rovněž pomáhají zadržovat vodu přímo na pozemku. Postup je následující: technologie se provede bezprostředně po výsadbě brambor, řádky jsou vedeny po vrstevnicích, nepřerušovaná délka pozemku je maximálně 300 metrů (MZe, 2011).

Důlkování je rovněž technologie využívaná při pěstování brambor. Zde jsou ovšem místo hrázek vytvářeny důlky. Důlky se vytvářejí v meziřadí o vzdálenosti 30 - 40 cm. V meziřadí dochází k omezení povrchového odtoku a zvýšení zasakování vody. Na 1 ha je možné vytvořit 28 000 důlků. Postup je následující: technologie se provádí bezprostředně po výsadbě brambor, řádky jsou vedeny po vrstevnicích,

nepřerušená délka svahu je maximálně 300 m (MZe, 2011). Na obrázku č. 5 lze vidět jak vypadá důlkování v řádku brambor.



Obrázek č. 5 Důlkování brambor (VÚMOP, 2019b)

Plečkování, dlátování, podrývání

Metoda plečkování se využívá u širokořádkových plodin (kukuřice, slunečnice, cukrovka, brambory). Vedle snížení množství používaných herbicidů je výhodou i protierozní efekt, jelikož nakypřená vrstva v meziřadí omezuje zrychlený odtok povrchové vody. Tak dochází k omezení eroze (MZe, 2011).

Technologie dlátování se používá převážně u cukrové řepy. Efektu zvýšení zasakování povrchové vody lze dosáhnout pasivními dláty, kterými se zdokonaluje meziřadí rostlin (VÚMOP, 2019b).

Podrývání je založeno na technologii omezující účinek vodní eroze. Při této technice rovněž dochází ke snížení úrodnosti půd. Spočívá ve velmi hlubokém kypření (minimální hloubka je 35 cm). Lze využít dlátové kypřiče, kombinované kypřiče nebo podrýváky. Podrývání zlepšuje zasakovací schopnosti půdy. Hloubka podrývání by měla být alespoň o 5 – 10 cm větší než hloubka orby využívaná zemědělcem (Novotný a kol., 2017).

3.4.3 Technická opatření

Technických opatření je využíváno na pozemcích, na nichž nepříznivé následky povrchového odtoku ohrožují cenná území – intravilán obce, liniové zástavby, vodní nádrže, vodní zdroje a další (Janeček a kol., 2012).

Samotná protierozní opatření lze navrhovat a uskutečňovat v rámci dotačních programů na protierozní ochranu (v rámci Ministerstva životního prostředí), protipovodňovou ochranu (v rámci Ministerstva zemědělství), případně rozvoj venkova (rovněž v rámci Ministerstva zemědělství). Principy technických protierozních opatření (Kadlec a kol., 2014):

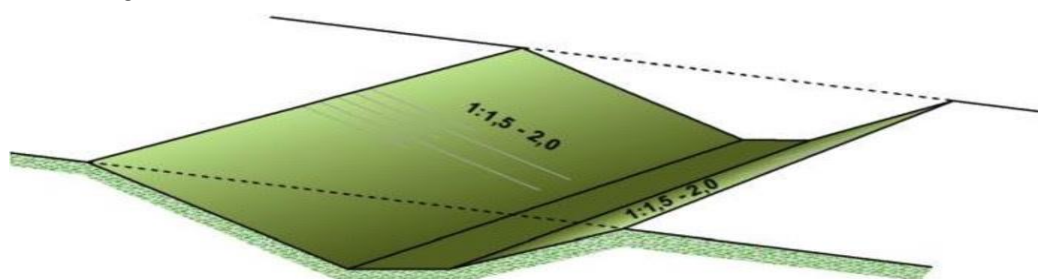
- změna sklonu pozemku (terénní urovnávky, terasování, historické meze)
- přerušení volné délky svahu, odvedení povrchového odtoku prostřednictvím příkopů, průlehů, protierozních mezí a údolnic
- zadržení odtoku a splavenin a odvedení prostřednictvím hrázek, nádrží, vsakovacích prvků

Technická protierozní opatření se řadí mezi opatření s investičním charakterem, podléhající stavebnímu zákonu č. 183/2006 Sb. Je důležité nejen zajištění protierozní ochrany pozemku, ale rovněž zajištění schopnosti plnit svou funkci v předem definovaných podmínkách (Novotný a kol., 2017).

Navrhovaná opatření plní také estetickou a ekologickou funkci. V případě, že je systém liniových technických opatření kombinován se zelení, stává se významnou součástí územních systémů ekologické stability (Janeček a kol., 2012).

Protierozní příkopy

Příkopy jsou budovány jako otevřené, zpevněné a nezpevněné. Při navrhování profilu je třeba brát v potaz základní hydraulické vztahy pro dimenzování otevřených koryt (Janeček a kol., 2007). Řez příkopem představuje obrázek č. 6.



Obrázek č. 6 Řez protierozním příkopem (VÚV TGM v.v.i., 2018)

Jedná se o liniový prvek, který se umísťuje na pozemku bez přerušení svahu. Lze jej kombinovat s dalšími prvky, například s mezí, biokoridorem a dalšími. Je orientován vrstevnicově a má mírný podélný sklon. Příkopy se dimenzují na období minimálně 5 let, pokud je středem zájmu ochrana vlastního pozemku. Pokud se buduje jako ochrana intravilánu případně jiného subjektu, pracuje se s obdobími 10 – 50 let, ve výjimečných případech i 100 let. Při výstavbě se upřednostňují hladké betonové povrchy. Přírodě bližší volbou, která zároveň umožňuje zasakování, je stabilizace pomocí šterkového pohozu. Rozlišují se příkopy záchytné, sběrné a svodné (Kadlec a kol., 2014).

Záchytný příkop se buduje nad uvažovaným pozemkem. Jeho funkcí je zabránění přítoku cizích vod na pozemek. Vnější plochou je les, nezemědělská plocha, případně sousední zemědělský pozemek. Cílem je zadržet povrchový odtok a následně jej odvést mimo pozemek (Novotný a kol., 2017). Záchytný příkop v praxi znázorňuje obrázek č. 7.



Obrázek č. 7 Záchytný protierozní příkop (VÚMOP, 2019b)

Sběrný příkop se buduje přímo na uvažovaném pozemku. Jeho funkcí je zpomalení povrchového odtoku. Na základě erozní ohroženosti se navrhuje jeho vzdálenost od horní hranice pozemku, případně mezi jednotlivými příkopy. Podélný a příčný profil se navrhuje dle hydrologických metod, určuje kapacitu příkopu a zároveň rychlost proudění. Preferují se příkopy nezpevněné, jelikož jsou snadnější

na údržbu a jejich realizační cena je přijatelná (VÚMOP, 2019b). Sběrný příkop je zachycen na obrázku č. 8.



Obrázek č. 8 Sběrný protierozní příkop (VÚV TGM v.v.i., 2018)

Svodný příkop je liniový prvek, sloužící k regulovanému odvodu povrchového odtoku. Nedoporučuje se jej realizovat samostatně, ale v kombinaci s příkopem záchytným, ze kterých odvádí vodu. Svodné příkopy regulují povrchový odtok, zejména pak jeho rychlost a objem (VÚV TGM v.v.i., 2018).

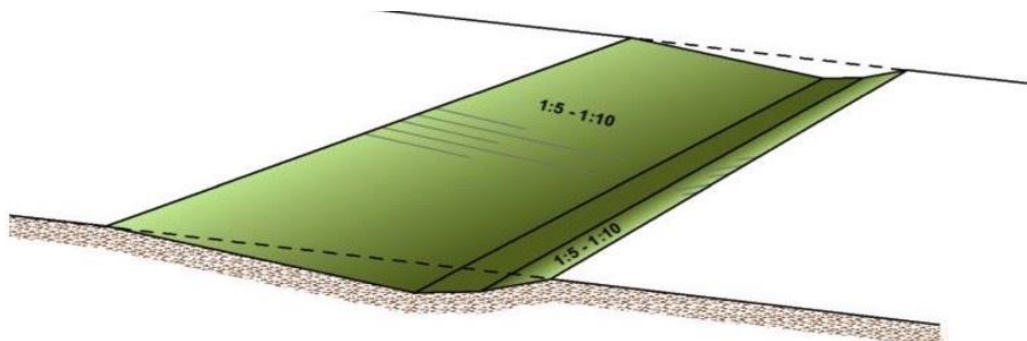
Příkopy mají příčný profil s trojúhelníkovým, parabolickým a lichoběžníkovým tvarem a dále:

- podélný sklon do 3 %, v případě svodných příkopů dle sklonu terénu a druhu zpevnění
- maximální délku 800 m
- maximální hloubku 100 cm
- minimální hloubku 40 cm
- sklon 1:1,5 až 1:2 (VÚV TGM v.v.i., 2018).

Průlehy

Opatření, které je svou funkcí příbuzné příkopům. Průleh je mělký, široký příkop s malým sklonem, který by neměl překročit 1:5. Průleh se navrhuje pro pozemky, jejichž sklon je menší než 10 %. Jedná se o poměrně rizikové opatření, jelikož při překročení kapacity hrozí přelití. Je tedy vhodné, aby byl řešen odvod zachycené vody. Profil se nejčastěji zatravnjuje. Vhodným doplňkem je zatravněný

pás, široký minimálně 5 m, který slouží k zachycení smyté zeminy. Dále je žádoucí vysazení vegetace podél průlehu. Je možné také kombinovat průleh s mezí (Novotný a kol., 2017). Na obrázku č. 9 je znázorněn řez průlehu.



Obrázek č. 9 Řez protierozního průlehu (VÚV TGM v.v.i., 2018)

Stejně jako příkopy i průlehy se rozlišují záchytné, svodné a sběrné. Průleh záchytný zachycuje a dále odvádí vodu ze svahu do průlehu svodného, případně přímo do recipientu. Navrhuje se s mírným podélným sklonem. Průleh zlepšuje vsakování vody do půdy, zpomaluje odtok a snižuje jeho objem. Dále přerušuje délku svahu a dráhu odtoku. Rovněž chrání objekty vyskytující se na svahu pod ním před zatopením (VÚV TGM v.v.i., 2018). Na obrázku č. 10 je zachycen záchytný průleh.



Obrázek č. 10 Záchytný protierozní průleh (VÚV TGM v.v.i., 2018)

Svodný průleh je liniový prvek, který odvádí povrchový odtok ze záchytného průlehu. Má podélný sklon, který kopíruje terén. Voda je pomocí svodného průlehu bezpečně odváděna z průlehů záchytných. Jedná se tak o komplexní systém opatření (VÚV TGM v.v.i., 2018).

Sběrný průleh má nulový podélný sklon. Voda ze sběrných průlehů ústí převážně do zatravněných údolnic nebo zpevněných příkopů (Burian a kol., 2011).

Zatravněné údolnice

Zatravněné údolnice (viz obrázek č. 11) jsou místa, kde dochází ke hromadění odtékající vody. Mohou soustřeďovat nebo odvádět odtok z pozemků. Případně jsou recipientem příkopů nebo průlehů. Mezi riziková místa patří přechod mezi plochou pozemku a prostorem zatravněné údolnice, kde během obdělávání vzniká brázda nebo hrázka. Ty poté brání přítoku vody do údolnice a vytváří soustředěný odtok. Vzhledem k profilu údolnice, který je tvořen trvalým drnem, je vhodné, aby byl pravidelně udržován. Jedná se o bezproblémové opatření, jelikož údolnice umožňuje přejezd (Novotný a kol., 2014).



Obrázek č. 11 Zatravněná údolnice (VÚMOP, 2019b)

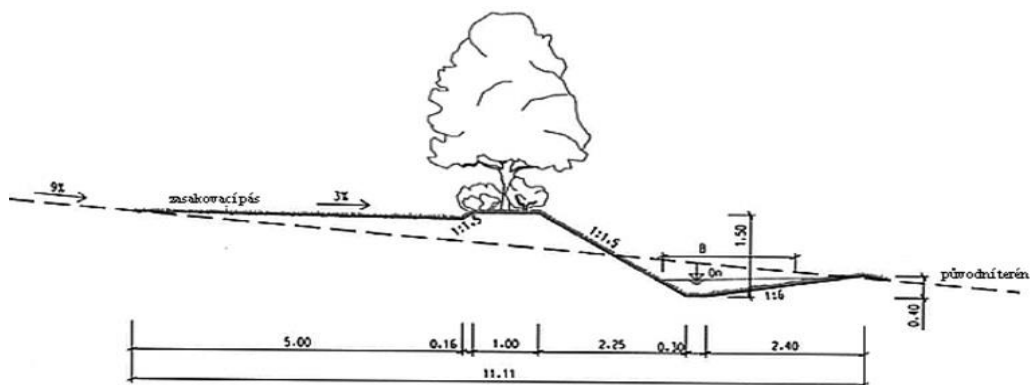
Polní cesty s protierozní funkcí

Polní cesta je charakterizována jako běžná místní komunikace, která je vedena ve směru vrstevnice a je umístěna na pozemku v místě, kde je vhodné přerušit dlouhý a z hlediska eroze ohrožený svah. Na straně, která se nachází proti svahu, se doplňuje cestním příkopem, jež nejen odvodňuje komunikaci, ale zároveň

zachycuje povrchový odtok z pozemku, ležícího výše. V případě křížení cesty s údolnicemi, vzniká riziko vytváření bezodtokových míst. Je proto důležité v nejnižším místě vystavět propustek. Cesty mají minimální dopad na využívání pozemku, jelikož zajišťují bezproblémový přístup na přilehlé pozemky (VÚMOP, 2019b).

Protierozní meze

V ideálním případě by se měly skládat ze tří částí: zasakovacího pásu, vlastního těla a odváděcího průlehu nacházejícím se pod mezí. Fungují jako trvalá překážka soustředěného povrchového odtoku. Pokud jsou navrhovány bez průlehu, je vhodné, aby byly do pásů zařazeny plodiny nebo kultury. Výška meze by měla být maximálně 1-1,5 metrů a sklon 1:1,5. Vhodné je zatravnění, případně osázení doprovodnou zelení (Janeček a kol., 2012). Na obrázku č. 12 je znázorněn průřez protierozní meze s průlehem. Mez v terénu je poté na obrázku č. 13.



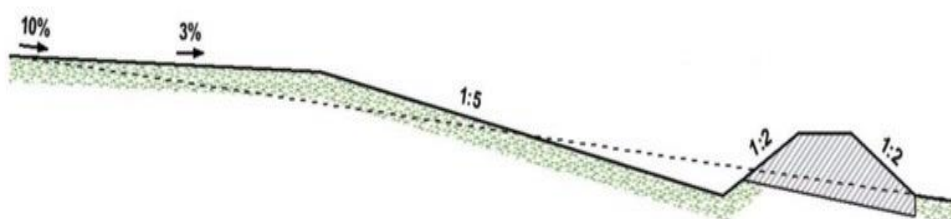
Obrázek č. 12 Protierozní mez s průlehem (Dumbrovský a Mezera, 2000)



Obrázek č. 13 Protierozní mez s průlehem (VÚMOP, 2019b)

Ochranné hrázky

Ochranné hrázky jsou budovány buď se záchytným příkopem, průlehem nebo samostatně. Jejich úkolem je ochrana pozemku před povrchovým odtokem z pozemků, které se nacházejí výše. Hrázka se buduje na dolním okraji pozemku. Při tvorbě návrhu je nejdůležitější vézt hrázku po vrstevnicích s mírným odklonem. Navrhují se bez míst, kde by hrozila koncentrace přitékající vody a její následné přelítí. Hrázky zachycují odtok a odvádějí ho mimo ohrožený pozemek (MZe, 2011). Řez hrázkou představuje obrázek č. 14. Protierozní hrázka v praxi je poté znázorněna na obrázku č. 15.



Obrázek č. 14 Řez protierozní hrázkou (VÚV TGM v.v.i., 2018)



Obrázek č. 15 Protierozní hrázka (VÚV TGM v.v.i., 2018)

Protierozní nádrže

Nádrže (viz obrázek č. 16) jsou zařízeními, které reguluje odtok vody a zachycuje splaveniny. Navrhují se v místech, kde i přes kroky provedené v povodí dochází k ohrožení zastavěných území a dalších staveb. Záchytný prostor se dimenzuje tak velký, aby zachytil objem vody z přívalového deště nebo jarního tání.

Průměrná doba opakování je 50 let. Jakmile jsou zachyceny splaveniny, z nádrže odtéká čistá voda (Janeček a kol., 2008).

Cílem je plnění dvou funkcí. Jednak zachycení smyté zeminy a dále také odvedení povodňové vlny mimo zemědělské pozemky (VÚMOP, 2019b).

Zpravidla jsou navrhovány suché protierozní nádrže, sloužící ke krátkodobému zachycení odtoku nebo jako nádrže se stálým obsahem. Mezi hlavní objekty patří: hráz, výpustné zařízení, výpust, bezpečnostní přeliv a nápuštný objekt. Jelikož je realizace těchto opatření nákladná, je vhodné funkci protierozní spojit i s jinými funkcemi, například protipovodňovou (Janeček a kol., 2012).



Obrázek č. 16 Záchytná protierozní nádrž (VÚMOP, 2019b)

Terénní urovnávky

Smyslem terénních urovnávek je odstranění nerovností a terénních útvarů, které ovlivňují směr a soustřeďování odtoku. Nejčastěji jsou odstraňovány mělké údolnice. Urovnávky je možné realizovat pouze na hlubokých půdách prostřednictvím přesunu zeminy. Jedná se o opatření, které je prováděno spíše výjimečně, neboť se jedná o náročnou úlohu (Kadlec a kol., 2014).

Terasy

Terasy (viz obrázek č. 17) se řadí mezi nejvyšší formu protierozní ochrany zemědělského pozemku. Jsou vhodné pro velmi svažité a ohrožené pozemky, jejichž

sklon přesahuje 20 %. Dělí se na úzké, široké a terasové dílce. Jsou buď technicky stabilizované (například pomocí opěrné zdi z betonu) nebo bez technické stabilizace (v tom případě je svah stabilizován prostřednictvím vegetace). Finančně a technicky náročnější jsou terasy s technickou stabilizací, na druhou stranu zabírají méně místa. Oproti tomu terasy se zemním svahem jsou sice finančně a technicky méně náročné, ale zase jsou nevýhodnější z hlediska velké plochy, kterou zaujímají (VÚMOP, 2019b).

Terasování je opatření, při kterém se velké sklony zmenšují prostřednictvím terénních stupňů. Jedná se o jednu z nejstarších metod protierozní ochrany svahových polí. Aktuálně se aplikuje převážně ve specifických kulturách, například na vinicích (Kubátová, 2001).

Plocha teras je dimenzována tak, aby vytvořila optimální tvar vyhovující využití teras a rovněž okolních pozemků. Zároveň musí umožňovat přístup pro mechanizaci a poskytuje vodohospodářské řešení. Terasy se skládají z terasových plošin, terasových svahů, případně je doplňují doprovodné objekty (Janeček a kol., 2012).



Obrázek č. 17 Protierozní terasy (VÚV TGM, 2018)

Mokřady

Mokřad se charakterizuje jako lokální prohlubeň sahající pod hladinu podzemní vody. Pokud leží v dráze povrchového odtoku s nepropustným dnem, slouží k trvalému nadržení mělké vody. Území je zarostlé mokřadní vegetací.

Umístění mokřadu se váže na podmínky dané lokality (například půdní). Dostatek vody je nepostradatelným aspektem pro plnění ekologických funkcí (ČVUT, 2020)

Retenční tůň

Retenční tůň je uměle vytvořený prostor, budovaný v drahách soustředěného odtoku. Jejich cílem je zachycení povrchového odtoku. Rovněž jsou důležité z hlediska ekologie. V případě, že mají trvalou hladinu posouvají se mezi tůně a trvalý mokřad (ČVUT, 2020).

Malé vodní nádrže (MVN)

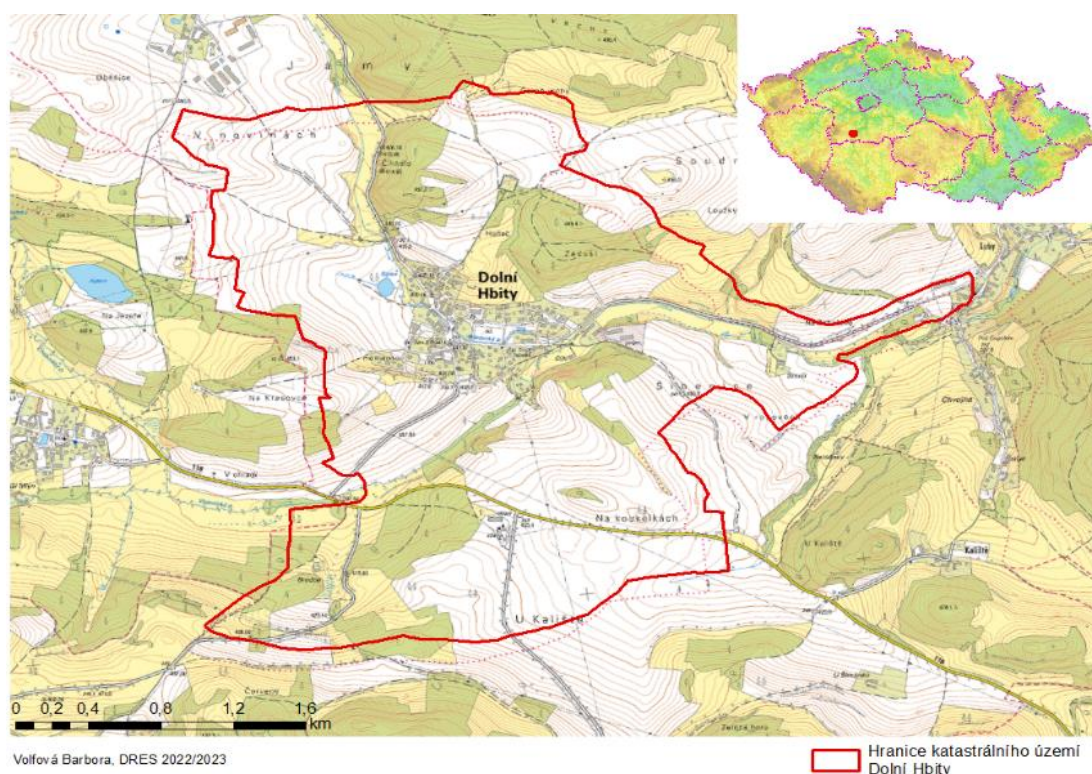
Malé vodní nádrže jsou nejčastěji navrhovány jako poslední článek v protierozní ochraně. V rámci protierozní ochrany se nejčastěji využívají malé vodní nádrže se stálým nadržem, případně suché retenční nádrže. Jsou navrhovány v místech, kde dochází k soustředěnému odtoku. Nádrže chrání území nebo objekty před transportem půdních částic. Z hlediska technických parametrů je jejich maximální hloubka rovna 9 m a maximální objem ovladatelného prostoru je 2 000 000 m³ (VÚV TGM v.v.i., 2018).

4. Charakteristika zájmového území

V podkapitolách 4.1 až 4.3 je charakterizována zájmová oblast, kterou představuje katastrální území Dolní Hbity. Jednotlivé kapitoly obsahují základní údaje, historii a přírodní charakteristiky.

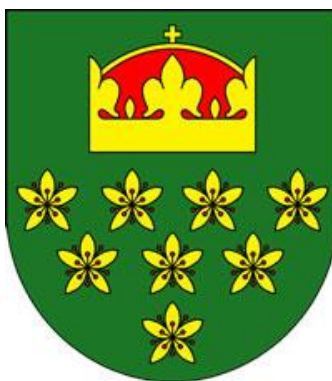
4.1 Poloha a popis zájmového území

Katastrální území Dolní Hbity leží ve Středočeském kraji, konkrétně v okrese Příbram, přibližně 60 km jihozápadně od Prahy. Je součástí obce Dolní Hbity a spadá pod obec s rozšířenou působností Příbram. Nachází se uprostřed kopcovité a turisticky zajímavé krajiny, v oblasti Středního Povltaví. Umístění v rámci České republiky vykresluje obrázek č. 18. Obcí protéká Jelenecký a Vápenický potok, který se u obce Velká vleává do Vltavy. Dominantou obce je kostel svatého Jana Křtitele, který je postaven v novorománském stylu.



Obrázek č. 18 Katastrální území Dolní Hbity (zdroj: © Esri 2022)

Do správního území obce Dolní Hbity patří 8 částí: Dolní Hbity, Jelence, Luhy, Káciň, Nepřejov, Horní Líšnice, Třtí a Kaliště. Tyto části symbolizují květiny ve znaku obce, který znázorňuje obrázek č. 19 (Dolní Hbity, 2022).



Obrázek č. 19 Znak obce Dolní Hbity (Dolní Hbity, 2023)

Rozloha obce činí 2569 ha. Samotné katastrální území Dolní Hbity z toho zaujímá plochu 324,28 ha. Zastoupení jednotlivých druhů pozemků vyobrazuje tabulka č. 6. Dle Českého statistického úřadu zde k datu 1. 1. 2022 žije 896 obyvatel. Obec se tyčí do výšky 399 m n. m. (RIS, 2021).

Druh pozemku	Výměra (ha)	Zastoupení v %
Orná půda	202,73	62,52
Zahrada	6,53	2,01
Travní porost	22,06	6,80
Lesní pozemky	47,01	14,50
Vodní plochy	3,88	1,20
Zastavěná plocha	4,79	1,48
Ostatní plochy	37,28	11,50
Celkem	324,28	100

Tabulka č. 6 Zastoupení jednotlivých druhů pozemků v k. ú. Dolní Hbity (ČÚZK, 2022)

4.2 Historie území a zemědělství v obci

Historie obce je velmi bohatá. Vznikla pravděpodobně ve 12. století na tzv. solné stezce. Tato stezka vedla ze Solenic přes Kamýcký hrad – Vrš až do Prahy. Název vesnice je jediný v Čechách. První písemná zmínka je z roku 1325, kdy Jan Lucemburský, tehdejší český král, prodával kamýcké lovčí lesy s přilehlými vesnicemi. Dle pověsti nese vesnice název podle události, při které král Karel IV. zabloudil v těchto místech. Protože udělal chybu, nechal zde postavit kapličku, kterou

nazval Chybity. Z tohoto názvu později vznikl dnešní název obce - Hbity. Během husitské války husité zbořili a spálili původní kostel. V období třicetileté války celé Hbity vyhořely (Stejskalová, 2005).

V padesátých letech minulého století hospodařilo samostatně na místních pozemcích 27 zemědělců. Místní hospodáři projevovali značnou nedůvěru k založení Jednotného zemědělského družstva (JZD), kvůli silným politickým vlivům a nesplnitelným nařízením o dodávkách zemědělských produktů. Díky tomu vzniklo JZD v Dolních Hbitech až v roce 1957, po dlouhých přesvědčovacích akcích Komunistické strany Československa (KSČ), Okresního národního výboru (ONV) a Krajského národního výboru (KNV). Tehdejším předsedou byl zvolen střední zemědělec František Vopička. Družstvo obhospodařovalo 122 ha zemědělské půdy. Byla provedena hospodářsko-technická úprava půdy, spočívající v rozorání mezí. Zároveň se uskutečňovalo společné hospodaření (Stejskalová, 2005).

Jelikož celkové výnosy z rostlinné i živočišné výroby nedosáhly stanoveného plánu, došlo v roce 1960 ke sloučení se Státním statkem, ředitelství Kamýk nad Vltavou. Prvním ředitelem byl p. Houška. V roce 1975 se k Československým státním statkům (ČSSS) připojují i JZD Káciň a Luhy (Stejskalová, 2005).

Obrázek č. 20 zachycuje historický snímek obce. Jedná se o ortofoto mapu z 50. let minulého století.



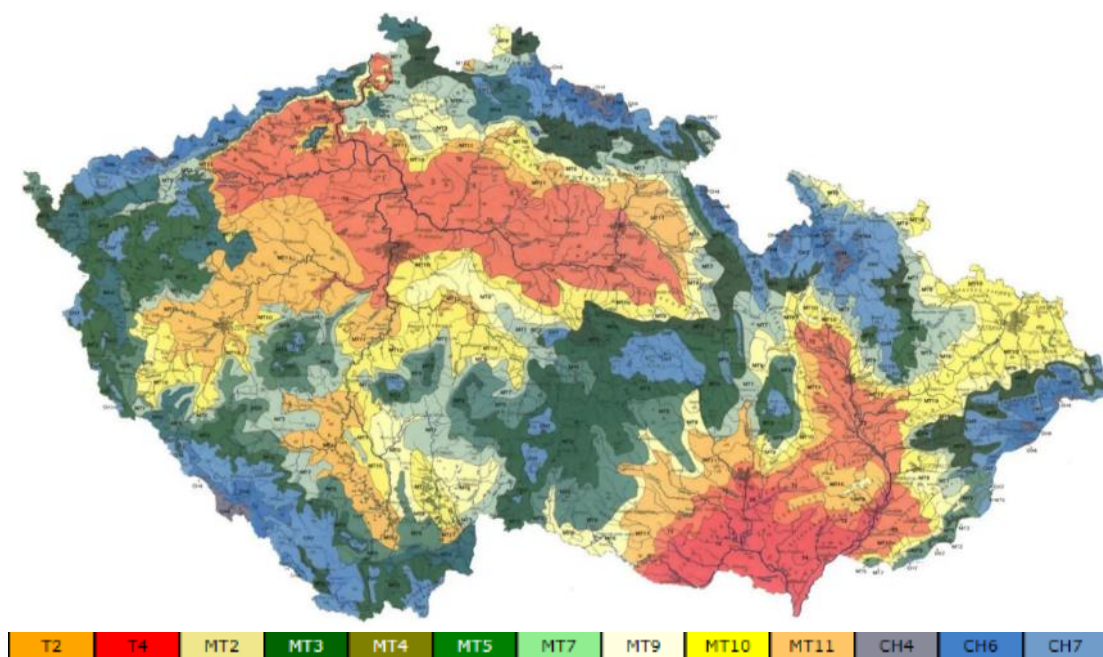
Obrázek č. 20 Ortofoto k.ú. Dolní Hbity z 50. let (zdroj: © Esri 2022)

4.3 Přírodní poměry zájmového území

V podkapitolách 4.3.1 až 4.3.4 jsou charakterizovány přírodní podmínky. Jedná se o popis klimatických, geomorfologických, hydrologických a půdních podmínek.

4.3.1 Klimatické podmínky

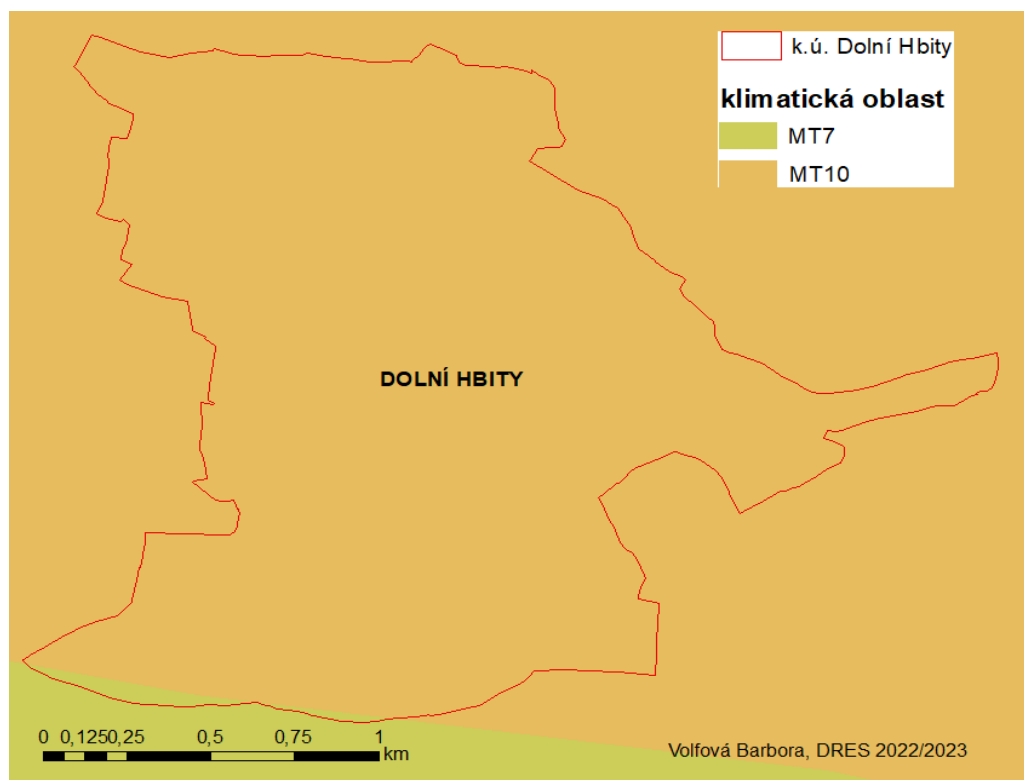
Katastrální území Dolní Hbity se rozprostírá převážně v klimatickém regionu s označením MT7 a částečně v regionu s označením MT10 (viz obrázky č. 21 a 22).



Obrázek č. 21 Klimatické zařazení dle Quitt (1971)

Dle Quitt (1971) se jaro v oblasti MT7 vyznačuje tím, že je krátké a mírné, léto mírné, mírně suché a normálně dlouhé. Podzim krátký a mírně teplý. Zima je normálně dlouhá, suchá až mírně suchá a mírně chladná.

V oblasti MT10 se jaro vyznačuje tím, že je krátké a mírně teplé. Léto naopak dlouhé, suché a teplé. Podzim je poté krátký a mírně teplý, zima krátká velmi suchá a mírně teplá (Quitt, 1971). Podrobnější charakteristiku obou oblastí nabízí tabulka č. 7.



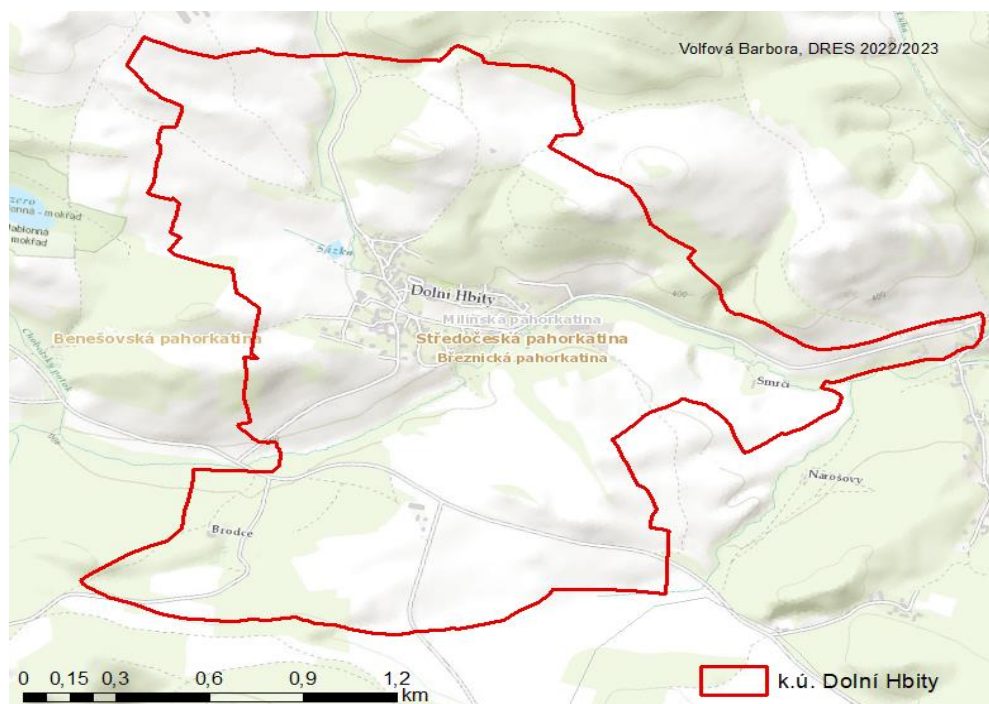
Obrázek č. 22 Klimatické oblasti v katastrální území Dolní Hbity (zdroj: © Esri 2022)

Klimatická charakteristika oblasti	MT7	MT10
Počet letních dní	30 – 40	40 – 50
Počet dní s mrazem	110 – 130	110 – 130
Počet ledových dní	40 – 50	30 – 40
Průměrná lednová teplota (°C)	-2 až -3	-2 až -3
Průměrná dubnová teplota (°C)	6 – 7	7 – 8
Průměrná červencová teplota (°C)	16 – 17	17 – 18
Průměrná říjnová teplota (°C)	7 – 8	7 – 8
Suma srážek ve vegetačním období	400 – 450	400 – 450
Suma srážek v zimním období	250 – 300	200 – 250
Počet dní se sněhovou pokrývkou	60 – 80	50 – 60
Počet zatažených dní	120 – 150	120 – 150
Počet jasných dní	40 – 50	40 – 50

Tabulka č. 7 Charakteristika klimatické oblasti MT10 (Qiutt, 1971)

4.3.2 Geomorfologické podmínky

Jak můžeme vidět na obrázku č. 23, je katastrální území Dolní Hbity zařazeno do Milínské vrchoviny. Ta spadá do Březnické pahorkatiny. Hierarchii členění popisuje tabulka č. 8.



Obrázek č. 23 Geomorfologické zařazení k. ú. Dolní Hbity (zdroj: © Esri 2022)

Geomorfologické členění	
Geomorfologický systém	Hercynský systém
Geomorfologický subsystém	Hercynská pohoří
Geomorfologická provincie	Česká Vysočina
Geomorfologická subprovincie	Česko-moravská subprovincie
Geomorfologická oblast	Středočeská pahorkatina
Geomorfologický celek	Benešovská pahorkatina
Geomorfologický podcelek	Březnická pahorkatina
Geomorfologický okrsek	Milínská vrchovina

Tabulka č. 8 Hierarchie geomorfologického členění (Bína a Demek, 2012)

Milínská vrchovina se rozkládá na ploše 201,11 km². Jedná se o plochu vrchovinu převážně v povodí Vltavy a na jihozápadě Skalice. Je tvořena

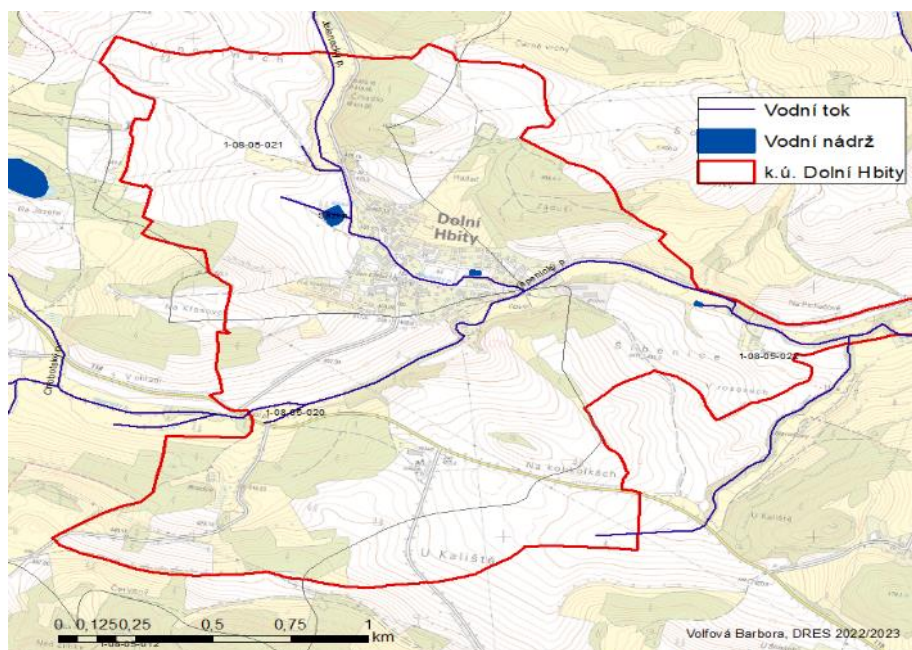
na granodioritech, tonalitech a granitech převážně milínského plutonu, s tělesy gaber a hornblenditů, a na proterozoických metabazitech jílovského pásma. Nejvyšším bodem je Levín s výškou 612,2 m. Vrchovina je z 50% zalesněná. Tvoří ji smrkové porosty s modřínem a borovicí, místy směsi borovice a dubu a borové porosty (Demek a kol., 2006).

Březnická pahorkatina je podcelkem Benešovské pahorkatiny. Zaujímá plochu 913,35 km². Je definována jako členitá pahorkatina v povodí Vltavy a Otavy. Nachází se na granitoidech středočeského plutonu, proterozoických a staropaleozoických kontaktně metamorfovaných horninách. Povrch je silně rozčleněný, erozně denudační a tektonicky porušený. Nejvyšším bodem je Stráž 637,6 m vysoká (Demek a kol., 2006).

4.3.3 Hydrologické podmínky

V katastrálním území se nachází jeden rybník – Sázka o obsahu cca 1500 m³ a jedna požární nádrž o obsahu cca 250 m³ (Dolní Hbity, 2007). Obcí zároveň protékají již dva zmíněné potoky – Jelenecký (hydrologické pořadí 1-08-05-021) a Vápenický (hydrologické pořadí 1-08-05-02), jak znázorňuje obrázek č. 24. Z hlediska hydrologického členění spadají tyto vody do I. řádu povodí Labe, II. řádu Dílčího povodí Dolní Vltavy, III. řádu Vltava od Otavy po Sázavu.

Vápenický potok pramení ve výšce 545 m n. m. jihovýchodně od obce Háje. U obce Velká se vlévá do Vltavy. Plocha povodí činí 41,5 km² a délka toku je 16,5 km (Viček, 1984).



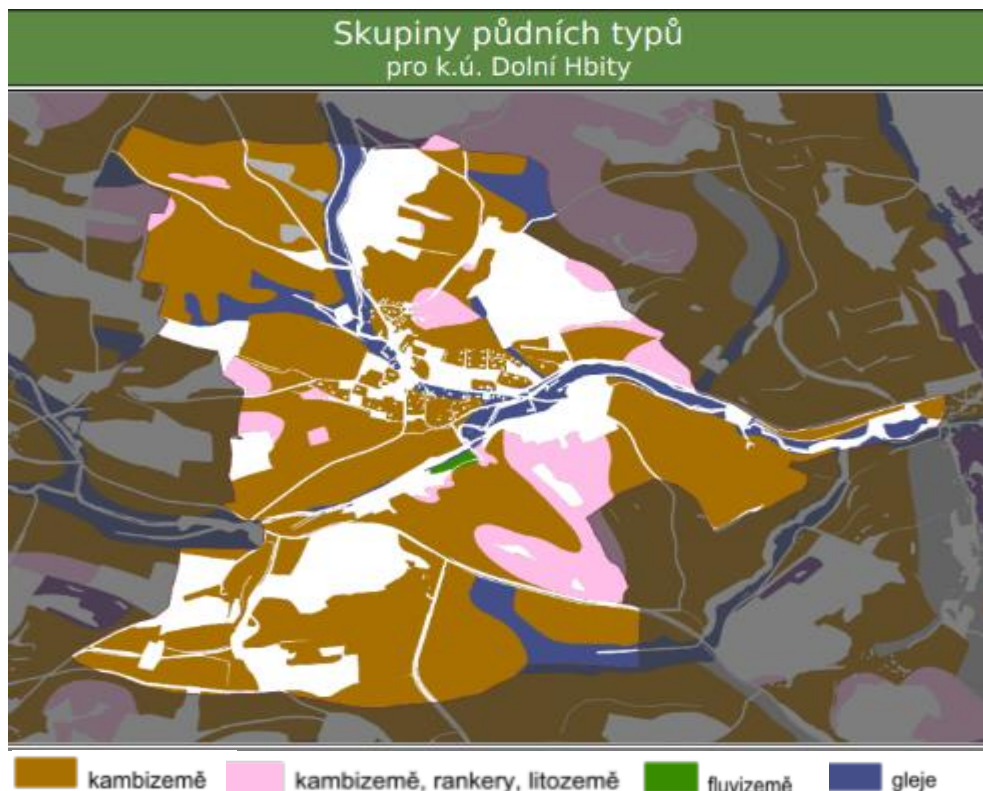
Obrázek č. 24 Hydrologické podmínky v k. ú. Dolní Hbity (zdroj: © Esri 2022)

4.3.4 Půdní podmínky

Půdní složení v katastrálním území znázorňuje obrázek č. 25. Z celkové velikosti území, tedy 324 ha, představuje hodnocenou plochu území o velikosti 232 ha. Z toho vůbec největší část zaujímají kambizemě s rozlohou téměř 178 ha. Následuje skupina půd kambizemě, rankery, litozemě, která se rozprostírá na ploše velikosti 27 ha. Jen nepatrně menší území patří glejům, celkem 25 ha. Nejmenší část o velikosti 1 ha jsou fluvizemě (VÚMOP, 2020).

Kambizemě (dřívější pojmenování zní hnědé půdy) jsou nejrozšířenějším typem půd, který se vyskytuje na území České republiky, zaujímají přibližně 50 % území. Najdeme je nejčastěji v pahorkatinách a vrchovinách. Převažuje mírně teplé klima, roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí od 500 do 900 mm, průměrná roční teplota 4 až 9 °C. Mezi původní vegetace patří listnaté lesy. Mezi základní substráty patří téměř všechny horniny skalního podkladu. Jedná se například o žuly, čediče, pískovce, břidlice a jiné. Nejvíce rozšířeny jsou v polohách mezi 450 až 800 m n. m. a jsou spojovány se členitým reliéfem, například svahy, vrcholy a podobně. Při jejich vzniku je hlavním půdotvorných rysem intenzivní půdní zvětrávání (Tomášek, 2014).

Dalším typem vyskytujícím se v k. ú. Dolní Hbity je skupina půd kambizemě, rankery a litozemě. Vyznačuje se malou mocností půdního profilu a převážně výraznou skeletovostí (VÚMOP, 2020).



Obrázek č. 25 Mapa znázorňující skupiny půdních typů (VÚMOP, 2020)

Fluvizemě neboli nivní půdy jsou vývojově mladými půdami. Půdotvorný proces byl často periodicky přerušován akumulací činností vodního toku během záplav. Původně byly fluvizemě tvořeny lužními lesy, poté údolními loukami. Substrátem, který je tvoří, jsou výhradně nivní uloženiny. Půdní profil má většinou hnědou nebo šedohnědou barvu. Zrnitost půd silně kolísá v závislosti na rychlosti toku. Obsah humusu je střední, složení humusu je příznivé. Sorpční schopnosti jsou dobré, zejména poté u zvláště těžkých půd (Tomášek 2014).

Gleje jsou půdy, které jsou rozšířeny po celém území České republiky, převážně v pravidelně zaplavovaných územích. Středem rozšíření jsou pahorkatiny a vrchoviny. Původně byly tvořeny luhy, poté zamokřenými kyselými loukami. Půdotvorný proces, který je tvoří, se nazývá glejový pochod. Zemina je zbarvena do zelena a modra vlivem trojmocného železa, které se redukuje na dvojmocné. Gleje poznáme podle charakteristického zápachu. Ten vzniká při tvorbě sirovodíku. Sorpční vlastnosti jsou krajně nepříznivé (Tomášek, 2014).

V katastrálním území Dolní Hbity se vyskytuje celkem 10 hlavních půdních jednotek (HPJ). Jejich charakteristika dle Vyhlášky č. 227/2018 Sb. je popsána v tabulce č. 9.

Hlavní půdní jednotka (HPJ)	Charakteristika půdní jednotky
26	Kambizemě modální eubazické a mezobazické, včetně slabě oglejených variet na břidlicích, hadcích, slaběji bazických horninách, popřípadě nerozlišitelném střídání hornin bazických s neutrálními až kyselými (např. jílovské pásmo, některé metamorfované diabasy apod.) převážně středně těžké, až středně skeletovité, s příznivými vláhovými poměry
29	Kambizemě modální eubazické až mezobazické, včetně slabě oglejených variet, na rulách, svorech, fylitech, amfibolitech, gabrech, gabrodioritech, nerozlišeném střídání hornin bazických, neutrálních, kyselých, popřípadě žulách, středně těžké až středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, s převažujícími dobrými vláhovými poměry.
32	Kambizemě modální eubazické až mezobazické, kambizemě arenické, včetně slabě oglejených variet, na hrubých zvětralinách, propustných, minerálně chudých substrátech, žulách, syenitech, granodioritech, gabrodioritech, křemenných dioritech, méně ortorulách, lehké s vyšším obsahem grusu, bez skeletu až středně skeletovité, propustné, výsušnější, vláhově příznivější ve vlhčím klimatu.
37	Kambizemě litické, kambizemě rankerové, rankery modální, pararendziny litické na pevných substrátech bez rozlišení, v podorniči od 0,3 m silně skeletovité nebo s pevnou horninou, lehké až lehčí středně těžké (v 9. KR i středně těžké a těžké), do 0,3 m slabě až středně skeletovité, výjimečně silně skeletovité, převážně výsušné, závislé na srážkách.
39	Litozemě modální a téměř všechny litické subtypy ostatních půdních typů na substrátech bez rozlišení, s mělkým drnovým horizontem zpravidla 0,1 až 0,15 m mocným, s výchozy pevných hornin, s různou zrnitostí, s nepříznivými vláhovými poměry.
50	Kambizemě oglejené a glejové, pseudogleje modální, kambické, dystrické na žulách, rulách, svorech, fylitech, ryolitech, dacitech, ryolitových tufech, porfyrech, porfyritech, keratofyrech, znělcích, trachytech, amfibolitech, gabrech, gabrodioritech, hadcích, peroditech, pikritech a opukách, bazických vyvřelinách a jejich tufech s lehčí středně těžkou zeminou a na všech substrátech v KR 9, převážně středně těžké lehčí až středně těžké, slabě až středně skeletovité, se sklonem k dočasnému zamokření.
58	Fluvizemě modální eubazické až mezobazické, fluvizemě kambické, fluvizemě stratifikované, koluvizemě modální, včetně karbonátových a oglejených subtypů na nivních uloženinách (> 0,7 m), často s podložím teras, glaciofluviálních štěrkopísků, středně těžké lehčí až středně těžké, zpravidla bez skeletu až slabě skeletovité, vláhově příznivé.
67	Gleje, pseudogleje glejové na různých substrátech často vrstevnatě uložených, v polohách širokých depresí a rovinných celků, lehčí středně těžké, středně těžké až velmi těžké, bez skeletu až slabě skeletovité, při vodních tocích závislé na výšce hladiny toku, těžko odvodnitelné.

Hlavní půdní jednotka (HPJ)	Charakteristika půdní jednotky
68	Gleje včetně zrašelinělých, gleje histické, černice glejové zrašelinělé na píscích, jílech, slínech, svahovinách, (nivních uloženinách) v okolí menších vodních toků, půdy úzkých depresí včetně svahů, obtížně vymežitelné, převážně bez skeletu až středně skeletovité, lehčí středně těžké, středně těžké až velmi těžké, nepříznivý vodní režim.
78	Hluboké strže přesahující 3 m, s nemapovatelným zastoupením hydromorfních půd - glejů, pseudoglejů a koluvizemí všech subtypů s rozdílnými, spíše nepříznivými vlhkostními poměry, pro zemědělství nevhodné.

Tabulka č. 9 Charakteristika hlavních půdních jednotek

V tabulce č. 10 jsou charakterizovány půdní jednotky dle BPEJ. Jedná se o všechny půdní jednotky, vyskytující se v daném katastrálním území.

Kód BPEJ	Charakteristika půdní jednotky	Kód BPEJ	Charakteristika půdní jednotky
5.26.11	Kambizemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční.	5.37.15	Kambizemě, rankery, litozemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu 10 - 25 %. Půdy mělké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.
5.29.01	Kambizemě převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a málo produkční.	5.37.16	Kambizemě, rankery, litozemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu 25 - 50 %. Půdy mělké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.
5.29.11	Kambizemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční.	5.37.46	Kambizemě, rankery, litozemě převážně na středních svazích s jižní expozicí (jihozápadní až jihovýchodní) a celkovým obsahem skeletu 25 - 50 %. Půdy mělké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.

Kód BPEJ	Charakteristika půdní jednotky	Kód BPEJ	Charakteristika půdní jednotky
5.29.14	Kambizemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu 25 - 50 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.	5.39.29	Kambizemě, rankery, litozemě převážně na mírných svazích s jižní expozicí (jihozápadní až jihovýchodní) a celkovým obsahem skeletu 0 - 100 %. Půdy hluboké, středně hluboké až mělké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.
5.29.41	Kambizemě převážně na středních svazích s jižní expozicí (jihozápadní až jihovýchodní) a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční.	5.39.39	Kambizemě, rankery, litozemě převážně na mírných svazích se západní či východní expozicí (jihozápadní až severozápadní či jihovýchodní až severovýchodní) nebo se severní expozicí (severozápadní až severovýchodní) a celkovým obsahem skeletu 0 - 100 %. Půdy hluboké, středně hluboké až mělké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.
5.29.44	Kambizemě převážně na středních svazích s jižní expozicí (jihozápadní až jihovýchodní) a celkovým obsahem skeletu 25 - 50 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.	5.50.01	Pseudogleje převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční.
5.32.01	Kambizemě převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a málo produkční.	5.58.00	Fluvizemě převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Půdy hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a málo produkční.
5.32.11	Kambizemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční.	5.67.01	Gleje převážně na rovině nebo úplné rovině se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.

Kód BPEJ	Charakteristika půdní jednotky	Kód BPEJ	Charakteristika půdní jednotky
5.32.14	Kambizemě převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu 25 - 50 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.	5.68.11	Gleje převážně na mírných svazích se všesměrnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.
5.32.44	Kambizemě převážně na středních svazích s jižní expozicí (jihozápadní až jihovýchodní) a celkovým obsahem skeletu 25 - 50 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.	5.78.69	Gleje převážně na výrazných svazích s jižní expozicí (jihozápadní až jihovýchodní) a celkovým obsahem skeletu 0 - 100 %. Půdy hluboké, středně hluboké až mělké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a produkčně málo významné.
5.32.51	Kambizemě převážně na středních svazích se západní či východní expozicí (jihozápadní až severozápadní či jihovýchodní až severovýchodní) nebo se severní expozicí (severozápadní až severovýchodní) a celkovým obsahem skeletu do 25 %. Půdy hluboké až středně hluboké v mírně teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu a velmi málo produkční.		

Tabulka č. 10 Charakteristika půdních jednotek (VÚMOP, 2022)

V tabulce č. 11 jsou vypsány hydrologické skupiny půd vyskytujících se v daném území. Ty byly určeny z tabulky Kulasová a kol. (2004) na základě hlavních půdních jednotek.

Hydrologická skupina půd (HSP)	Hlavní půdní jednotka (HPJ)
A – půdy s vysokou rychlostí infiltrace	32
B – půdy se střední rychlostí infiltrace	26, 29, 37,
C – půdy s nízkou rychlostí infiltrace	39, 50, 58, 78
D – půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace	67, 68

Tabulka č. 11 Hydrologické skupiny půd (Kulasová a kol., 2004)

4.3.5 Přírodní podmínky

Přímo v katastrálním území Dolní Hbity se nevykystují žádná Zvláště chráněná území. Nejbližším významným prvkem je Přírodní památka a zároveň Evropsky významná lokalita „Jablonná – mokřad“, nacházející se přibližně 1,5 km od obce Dolní Hbity.

5. Metodika

5.1 Vyhodnocení míry erozního ohrožení

Pro stanovení míry erozního ohrožení v katastrálním území Dolní Hbity byla využita univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí – USLE. Výpočet probíhal v programu ArcGIS 10.7.1., kam byla nahrána následující data:

- *Data BPEJ* – stránky Státního pozemkového úřadu (SPÚ, 2022)
- *Vodní toky* – stránky DIBAVOD (DIBAVOD, 2022)
- *LPIS vybraného katastrálního území* – stránky veřejného registru půdy (LPIS, 2022)
- *DMR4G* – digitální model reliéfu České republiky 4. generace – zakoupeno od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK, 2022b)
- *Mapa katastrálního území* – online dostupné na ČÚZK (ČÚZK, 2022a)
- *Prohlížeč služba WMS – ZM 10* – online dostupné na ČÚZK (ČÚZK, 2023)

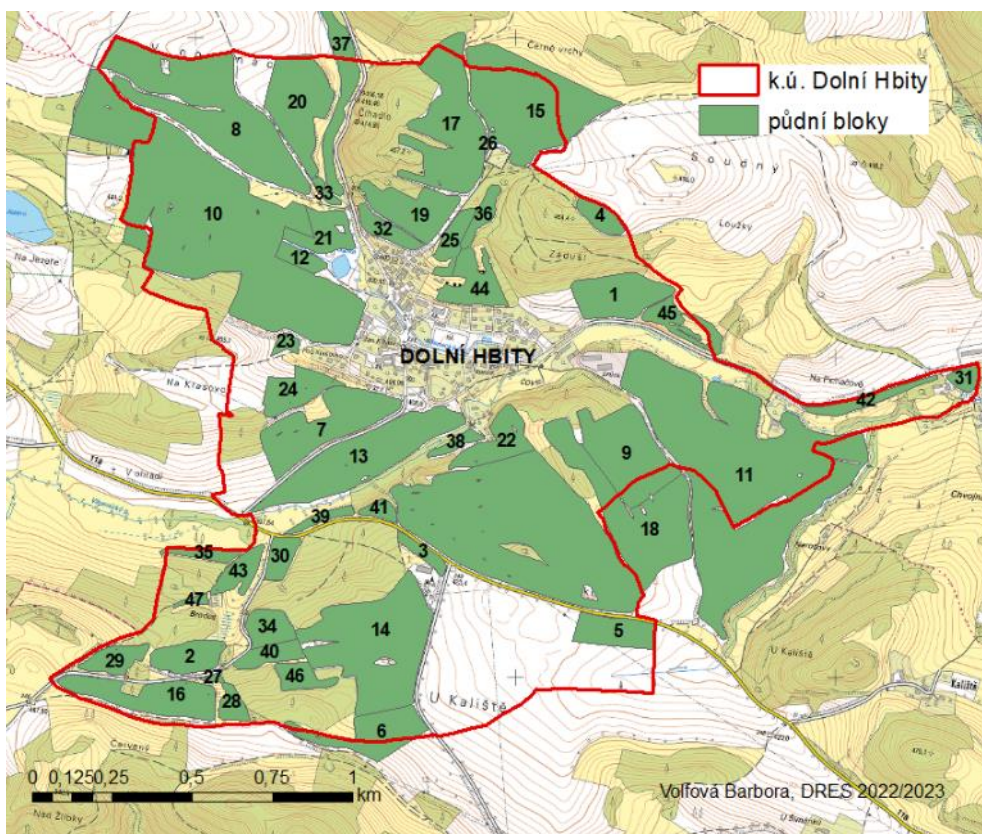
5.1.1 Řešené území

Ze stránek ČÚZK byla stažena shapefilová vrstva, představující katastrální území Dolní Hbity, která je veřejně dostupná. Ta představovala vstupní část pro vytvoření zájmového území. Dále byla z veřejného registru půd – LPIS, stažena vrstva znázorňující bloky zemědělských půd v daném katastrálním území. V k. ú. Dolní Hbity hospodaří několik zemědělských subjektů, z nichž nejvíce pozemků vlastní ZS Dublovice a.s.

V daném území se nachází celkem 47 půdních bloků, které znázorňuje obrázek č. 26. Členěny jsou do následujících kategorií:

- travní porost na orné půdě - 4 půdní bloky
- trvalý travní porost - 23 půdních bloků
- standardní orná půda – 21 půdních bloků.

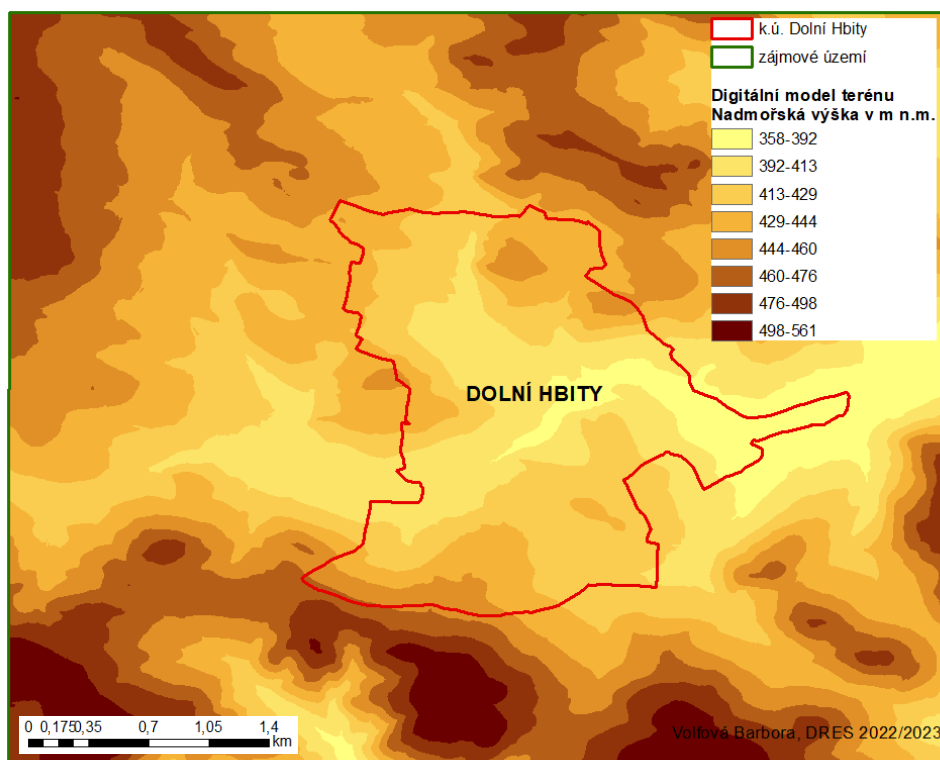
Fotodokumentaci vybraných půdní bloků zachycuje příloha č. 1.



Obrázek č. 26 Jednotlivé půdní bloky k. ú. Dolní Hbity (zdroj: © Esri 2022)

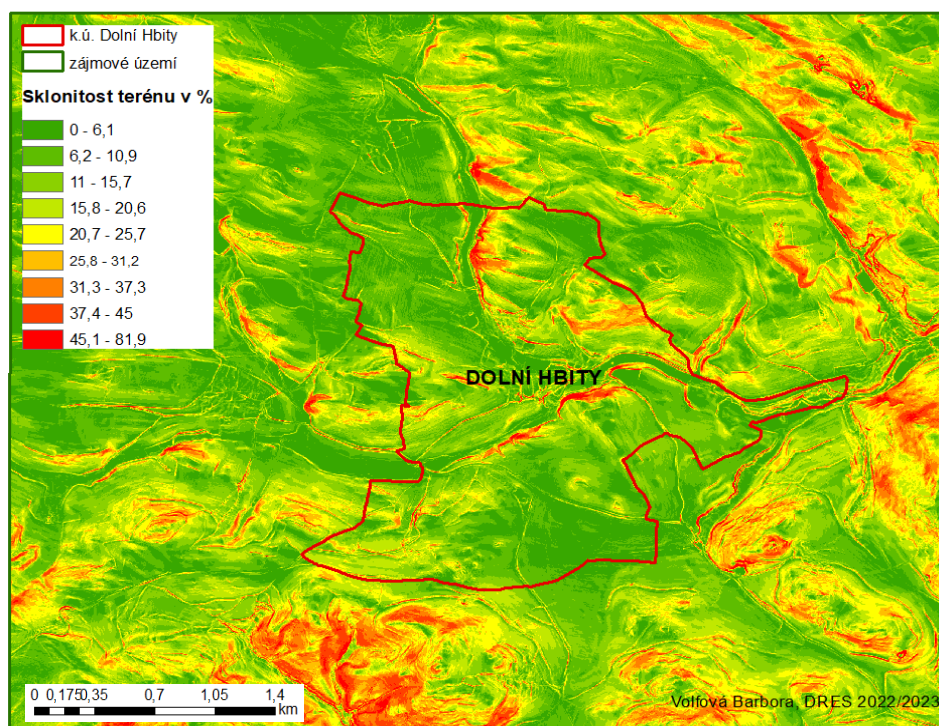
5.1.2 Digitální model terénu

Pro vykreslení digitálního modelu terénu byla použita vrstva DMR4G, která byla zakoupena od ČÚZK. Data byla v podobě souřadnic, a tak bylo nutné je převést do rastrové podoby. Prostřednictvím funkce **Table to dBASE** byly importovány souřadnice v textovém souboru. Funkcí **Add Data XYZ** byla data nahrána tak, aby zobrazovala bodovou vrstvu. Digitální model terénu byl vytvořen pomocí funkce **Create Tin**. Vrstvami, které vstupovaly do této funkce, byly vrstvy DMR4G, vlastnoručně vytvořená vrstva zájmového území (představující 4 mapové listy získané od Státního pozemkového úřadu) a vrstva vodních toků. Výsledný digitální model terénu byl funkcí **Tin to Raster** převeden na rastr. Jeho velikost byla nastavena na 2 m. Nakonec byla prostřednictvím funkce **Fill** odstraněna bezodtoková místa. DMT vyobrazuje obrázek č. 27.



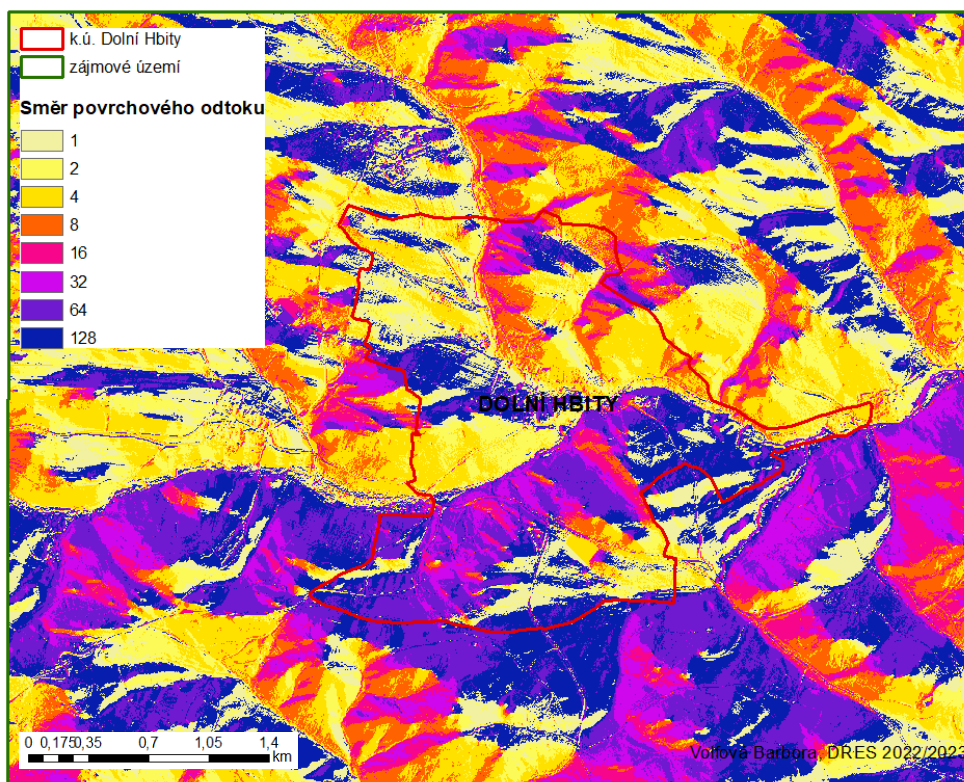
Obrázek č. 27 Digitální model terénu (zdroj: © Esri 2022)

Pro analýzu sklonitosti terénu byla využita funkce **Slope**, která vycházela z rastrového modelu terénu. Hodnota rastru představující sklonitost byla nastavena ve stupních – **DEGREE**. Výsledný rastr je znázorněn na obrázku č. 28.



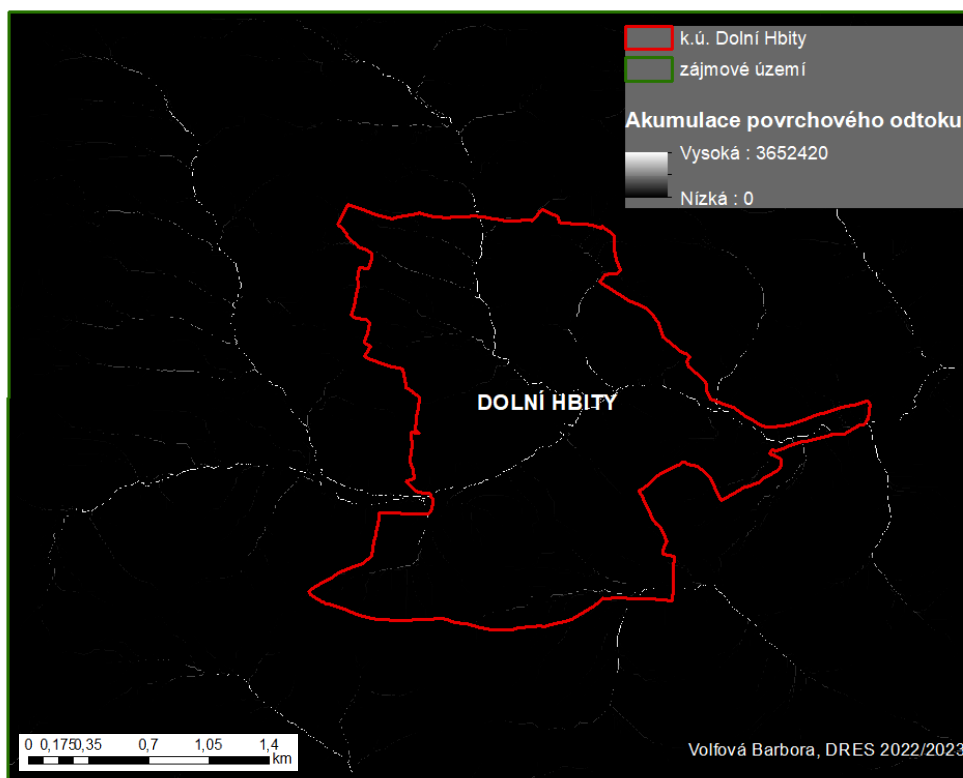
Obrázek č. 28 Rastr sklonitosti terénu (zdroj: © Esri 2022)

Dále byl za pomoci funkce **Flow Direction** vytvořen směr povrchového odtoku, který pro každou buňku určí směr proudění podle největšího rozdílu hodnot mezi sousedními buňkami a následně vytvoří nový rastr (viz obrázek č. 29). Hodnota výstupních dat byla nastavena na typ **INTEGER**. Vstupní vrstvou byl digitální model terénu.



Obrázek č. 29 Rastr směru povrchového odtoku (zdroj: © Esri 2022)

Funkcí **Flow Accumulation** byl vytvořen rastr, který představuje akumulaci povrchového odtoku. Vstupní vrstvou byl rastr povrchového odtoku, na jehož základě byl sečten počet buněk, z nichž přitéká voda do dané buňky. Rastr akumulace povrchového odtoku představuje obrázek č. 30.



Obrázek č. 30 Rastr akumulace povrchového odtoku (zdroj: © Esri 2022)

5.1.3 Faktor R

Faktor R představuje faktor erozní účinnosti deště. Janeček (2012) uvádí, že tento faktor závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu. Pro většinu zemědělských půd v České republice je jeho hodnota stanovena na **40 MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹**

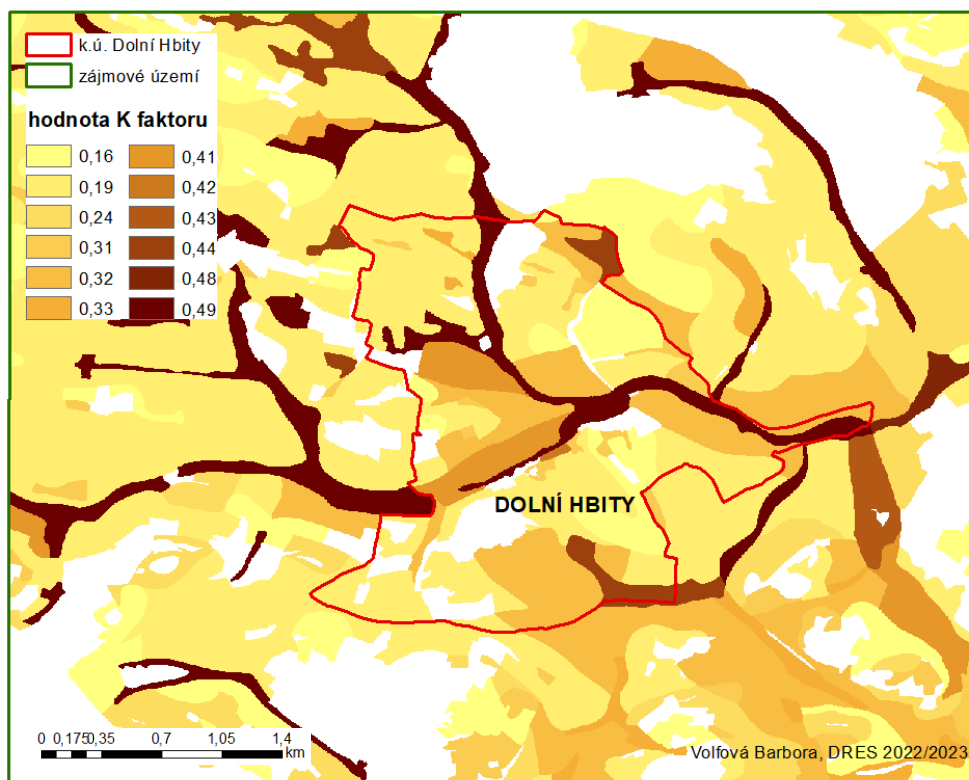
5.1.4 Faktor K

Faktor K představuje faktor erodovatelnosti půdy. Jeho hodnota byla stanovena podle vektorové vrstvy BPEJ, která byla stažena ze stránek Státního pozemkového úřadu. Pomocí funkce **Clip** byla data oříznuta na velikost zájmového území.

Ze získané vrstvy byla pomocí atributové tabulky zjištěna hlavní půdní jednotka. Následně byl do atributové tabulky oříznuté vrstvy BPEJ přidán nový sloupec HPJ, představující hlavní půdní jednotku. Jako typ sloupce byl vzolen Short Integer. K vyplnění tabulky byl využit **Field Calculator**, pomocí něhož byl sloupec HPJ automaticky vyplněn dle druhé a čtvrté číslice BPEJ.

Následujícím krokem bylo přidání dalšího sloupce s názvem K_faktor. Údaje v něm obsažené byly stanoveny dle tabulky Janeček (2012), představující hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ.

Na obrázku č. 31 je zobrazen výsledný K faktor, který vznikl převedením oříznutého rastru BPEJ. K tomu byla využita funkce **Feature to Raster**.



Obrázek č. 31 Rastr K faktoru (zdroj: © Esri 2022)

5.1.5 Faktor LS

Aby bylo možno stanovit hodnotu LS faktoru, což je topografický faktor, využila jsem matematického vzorce dle Mitášová (1996), který znázorňuje rovnice (6):

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

(Rovnice 6)

Kde:

A = plocha

s = sklon terénu

m = kalibrační koeficient

n = kalibrační koeficient

22,13 = délka standardního pozemku

0,0896 = sklon standardního pozemku

K vytvoření rastru představujícího LS faktor (viz obrázek č. 32) byly využity již vytvořené rastrové vrstvy. Konkrétně se jednalo o rastr digitálního modelu terénu, rastr sklonitosti a rastr akumulace povrchového odtoku. Zmíněné vrstvy byly dosazeny do rovnice prostřednictvím funkce **Raster Calculator**. Rovnice tedy zněla:

$$\text{Power}(\text{FlowAccumulation}^2/22.13,0.56)*\text{Power}(\text{Sin}(\text{Slope}*0.01745)/0.0896,1.3)*1,56$$

Hodnoty, které byly dosazeny:

Flow Accumulation = rastr akumulace povrchového odtoku

2 = velikost rastru

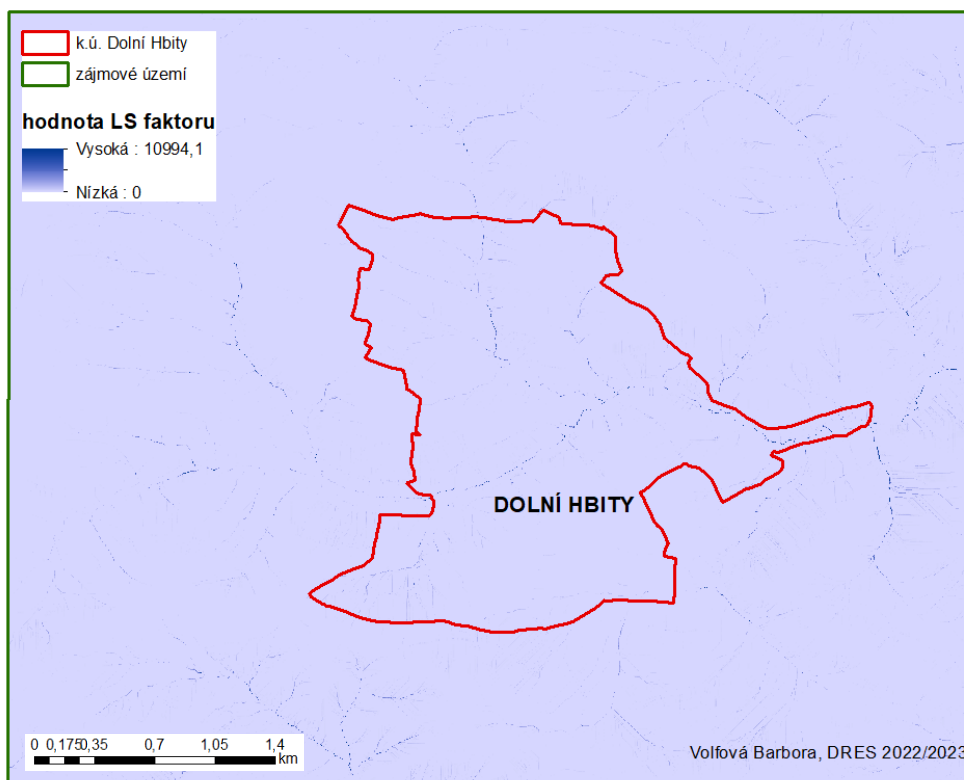
22,13 = délka standardního pozemku

0,56 = kalibrační koeficient

Slope = rastr sklonitosti terénu

0,0896 = sklon standardního pozemku

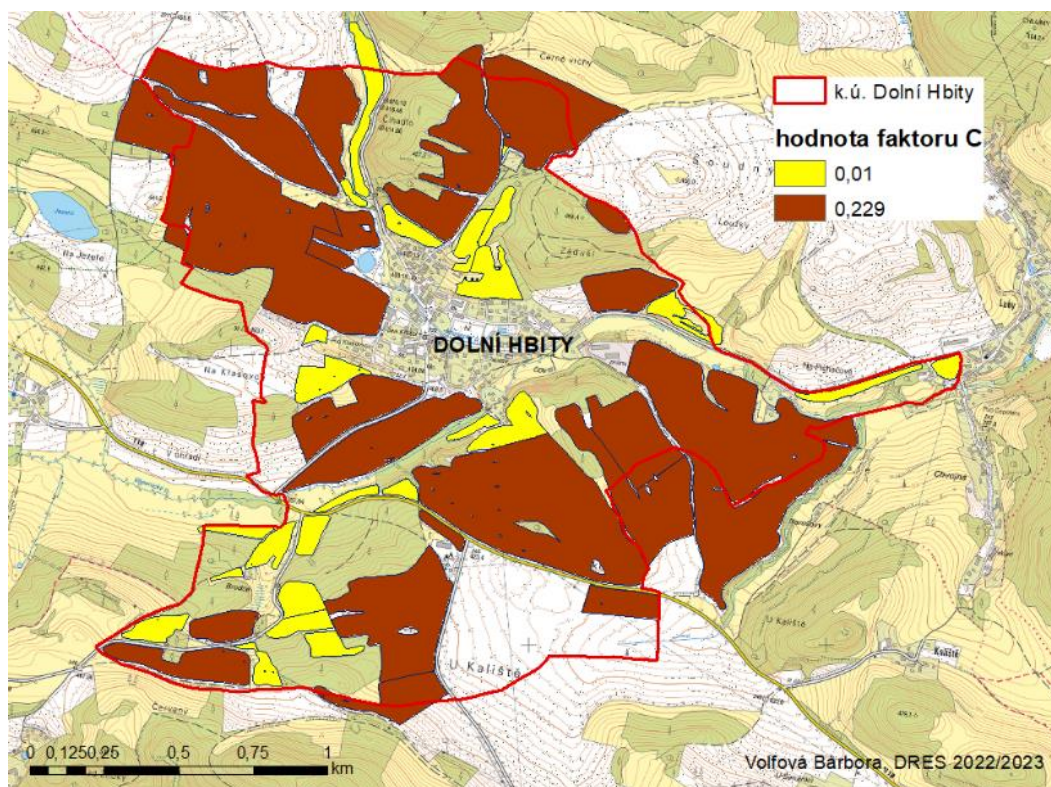
1,3 = kalibrační koeficient



Obrázek č. 32 Rastr LS faktoru (zdroj: © Esri 2022)

5.1.6 Faktor C

Standardním způsobem se faktor C získává prostřednictvím informací o osevních postupech. Ty se získat nepodařilo, a tak byl faktor stanoven prostřednictvím klimatického regionu. Do atributové tabulky oříznuté vrstvy LPIS byl přidán sloupec faktor_C (typ sloupce float), do kterého byla pro standardní ornou půdu doplněna hodnota 0,229 a pro pozemky označené jako trvalý travní porost a travní porost (na orné půdě) hodnota 0,01. Vrstva byla následně upravena na rastr prostřednictvím funkce **Feature to Raster**. Rastr faktoru C představuje obrázek č. 33.



Obrázek č. 33 Rastr C faktoru (zdroj: © Esri 2022)

5.1.7 Faktor P

V případě, že v zájmovém území není protierozní ochrana nijak řešena, tudíž se zde nevyskytují žádná protierozní opatření, stanovuje Janeček (2012) faktor P na hodnotu $P = 1$.

5.1.8 Výpočet rovnice USLE

Jedním z posledních kroků ke stanovení míry erozního ohrožení je výpočet rovnice USLE (Rovnice 7). Ta byla vypočítána za pomoci funkce **Raster Calculator**. Mezi členy patřily vytvořené rastrové vrstvy faktoru K, LS a C. Členy představující faktor R a P byly dosazeny dle výše definovaných hodnot jednotlivých faktorů.

$$G = R \times K \times LS \times C \times P$$

Rovnice (7)

Dosazené hodnoty:

G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$

$R = 40$

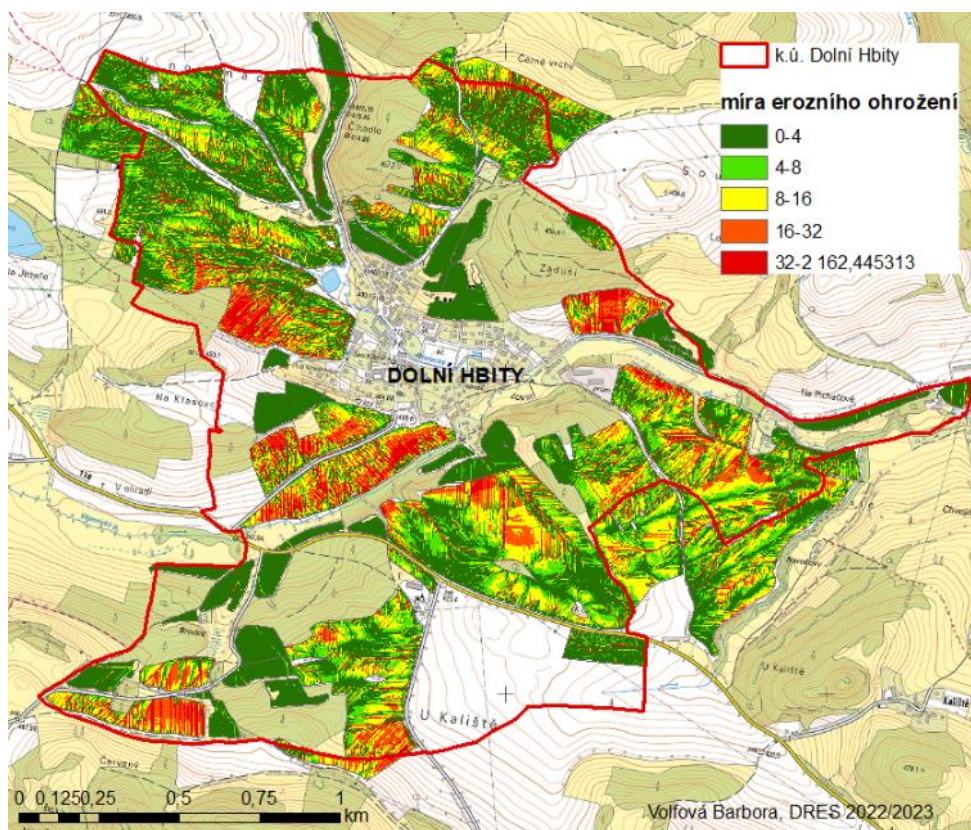
K = rastrová vrstva faktoru K

LS = rastrová vrstva topografického faktoru LS

C = rastrová vrstva faktoru C

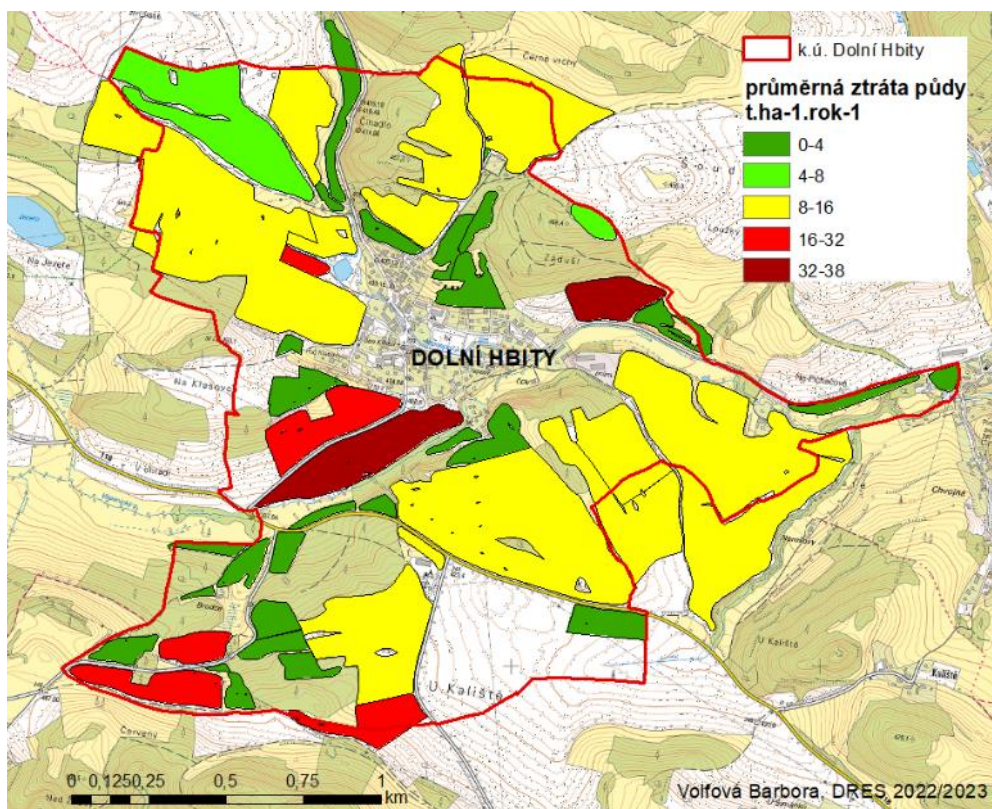
P = 1

Výsledkem je rastrová vrstva představující míru ohroženosti zemědělských ploch erozí pro každou buňku (viz obrázek č. 34).



Obrázek č. 34 Rastr míry erozního ohrožení (zdroj: © Esri 2022)

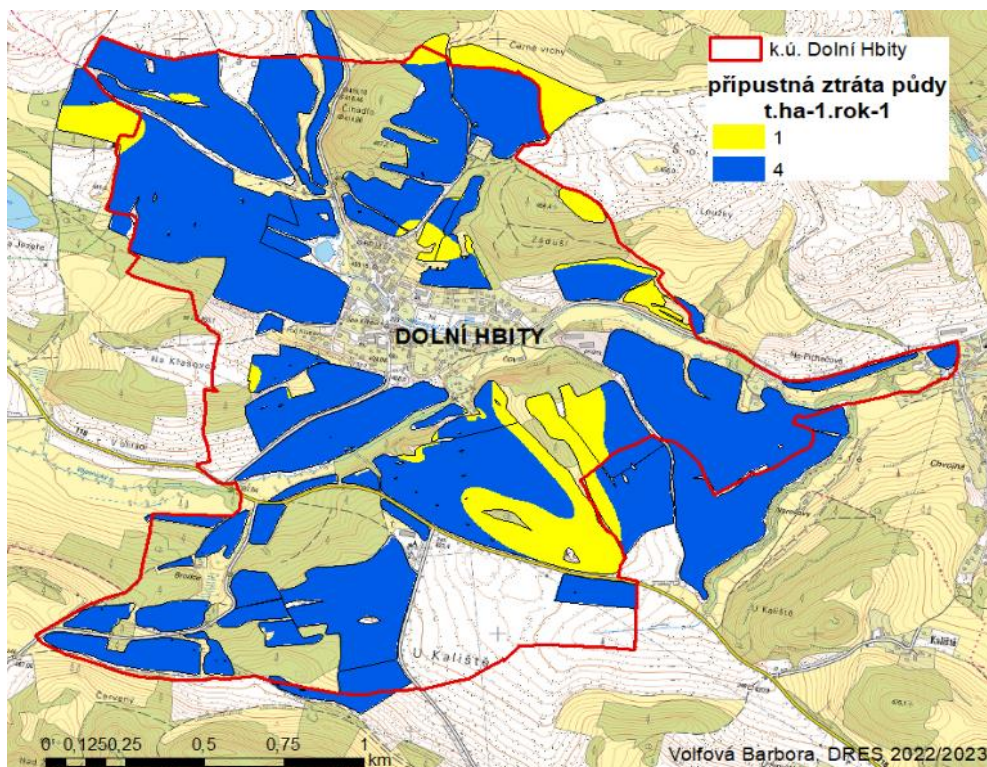
Následně bylo potřeba stanovit průměrné ztráty půdy pro jednotlivé půdní bloky. K tomu posloužila funkce **Zonal Statistics**. Vstupní vrstvou byla získaná polygonová vrstva jednotlivých půdních bloků a rastrová vrstva představující míru erozního ohrožení. Jako typ byl vybrán MEAN, který představuje průměrnou hodnotu pro každý půdní blok v k. ú. Dolní Hbity. Vznikla nová vrstva znázorňující ztráty půdy pro každý půdní blok. Hodnoty byly v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ a byly klasifikovány do celkem 5 kategorií (0-4, 4-8, 8-16, 16-32, >32). Na obrázku č. 35 je vidět rastr ztráty půdy pro dané půdní bloky.



Obrázek č. 35 Rastr ztrát půdy pro jednotlivé půdní bloky (zdroj: © Esri 2022)

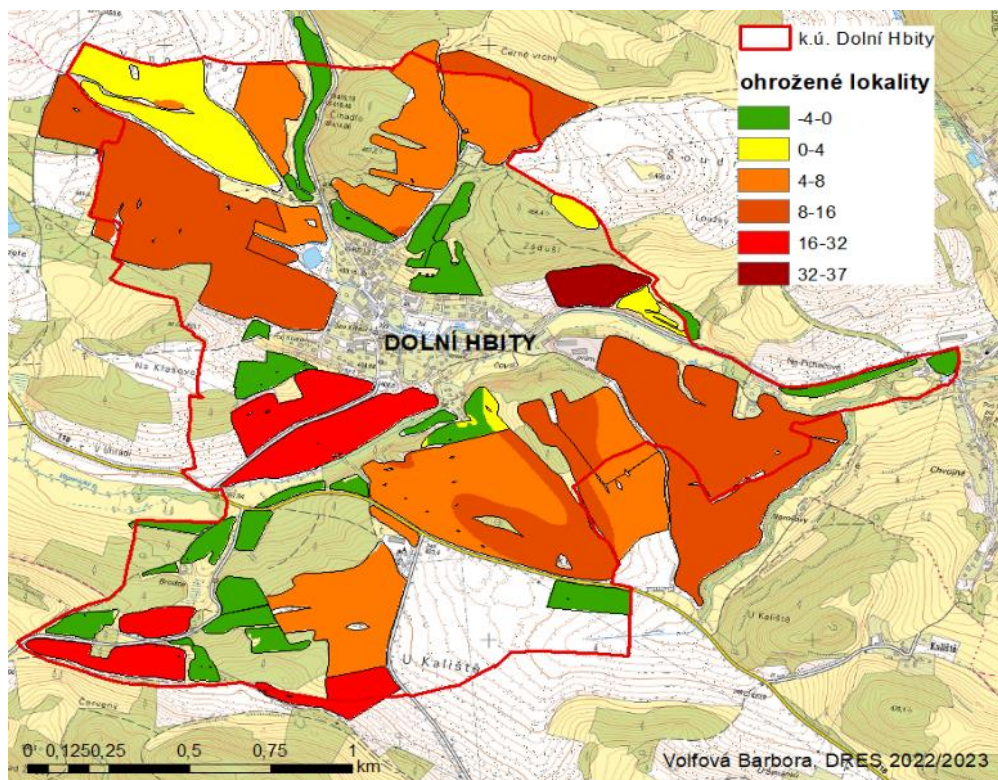
5.1.9 Stanovení ohrožených půdních bloků

Pro stanovení ohrožených lokalit, tedy lokalit, jejichž reálná ztráta půdy přesahuje přípustnou hodnotu, bylo potřeba tuto hodnotu vypočítat. Do atributové tabulky vrstvy BPEJ byly přidány dva sloupce. První byl vyplněn dle 5. čísla kódu BPEJ a druhý představoval maximální přípustnou ztrátu půdy dle hloubky půdy. Nástrojem **Feature to Raster** byla vytvořena nová vrstva, kterou můžeme vidět na obrázku č. 36.



Obrázek č. 36 Rastr přípustné ztráty půdy (zdroj: © Esri 2022)

Výsledným stanovením půdních bloků, které jsou ohrožené, bylo dosaženo porovnáním hodnot průměrné ztráty půdy a maximální přípustné ztráty pro jednotlivé půdní bloky. K tomu byla využita funkce **Minus**. U půdních bloků, u kterých vyšla záporná hodnota ztráty půdy, nebyla řešena protierozní ochrana. U pozemků, kde je výsledná hodnota více než nula, bylo třeba navrhnout vhodná protierozní opatření. Výsledný rastr ohrožených lokalit znázorňuje obrázek č. 37.



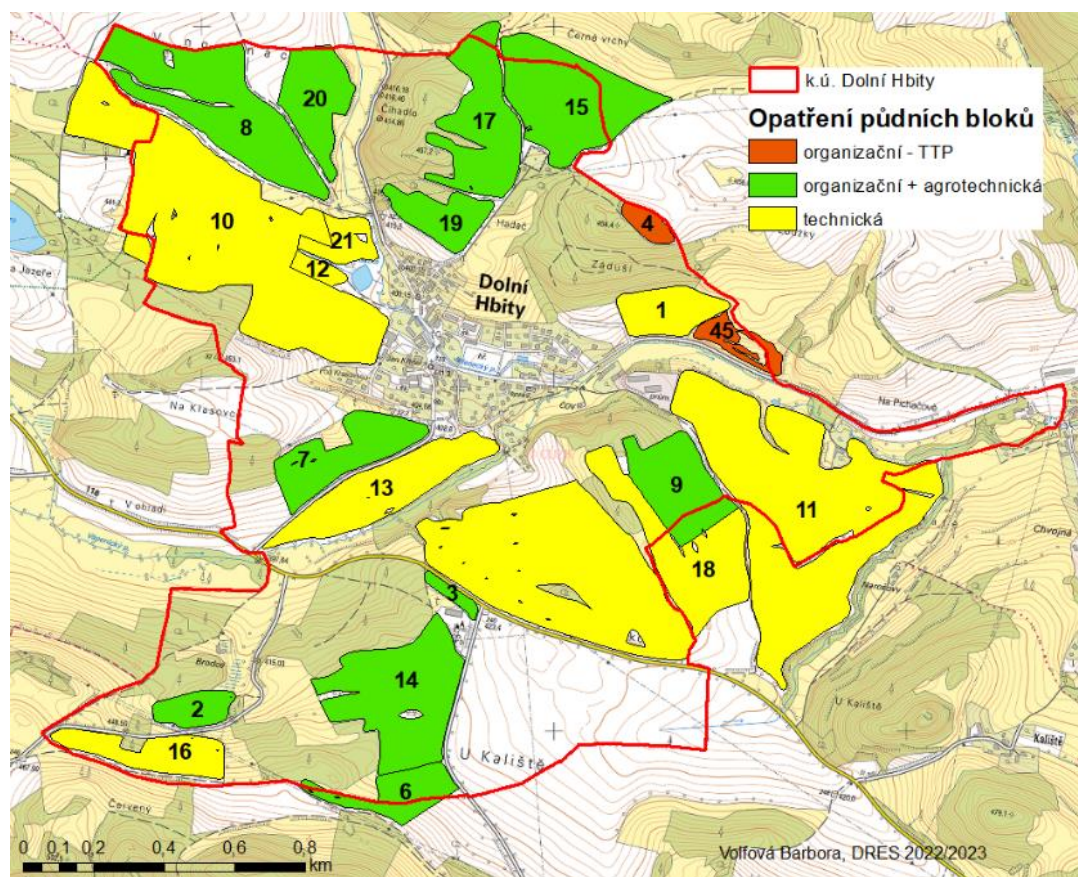
Obrázek č. 37 Rastr ohrožených lokalit (zdroj: © Esri 2022)

5.2 Návrh vhodných protierozních opatření

Ze získaných výsledků dosažených výpočtem rovnice USLE bylo zjištěno, že v katastrálním území Dolní Hbity se z celkového množství 47 půdních bloků u 21 z nich objevuje míra eroze vyšší, než je přípustná. Jedná se o pozemky vedené jako orná půda a v současné době pravidelně obhospodařované. U každého erozně ohroženého pozemku byla navržena vhodná protierozní opatření, skládající se z organizačních, agrotechnických a technických návrhů.

6. Výsledky

V návaznosti na zjištěnou skutečnost, které půdní bloky jsou ohroženy vodní erozí, bylo přistoupeno k navrhování protierozních opatření s cílem snížit míru eroze pod přípustnou hodnotu. Postupovalo se od opatření finančně méně náročných, tedy organizačních a agrotechnických, až po technická opatření, která jsou finančně nákladnější. Jednotlivé varianty protierozních opatření jsou vyobrazeny na obrázku č. 38.



Obrázek č. 38 Návrh systému protierozních opatření (zdroj: © Esri 2022)

Organizační opatření

Smyslem organizačních opatření bylo převedení pozemků na trvalý travní porost. Tento způsob lze provádět u pozemků, jejichž hloubka půdy je menší než 30 cm. Podmínku splnily pouze dva půdní bloky. Převedení bylo možné aplikovat na půdní bloky č. 4 a 45. Půdní blok č. 4 nacházející se severozápadně od obce Dolní Hbity je téměř po celé ploše obklopen stromovou vegetací. Vykazoval průměrnou ztrátu půdy $4,78 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Půdní blok č. 45 nacházející se západně od obce, u silnice spojující obce Dolní Hbity a Luhy, vykazoval průměrnou ztrátu půdy 1,32 t.ha⁻¹.rok⁻¹.

Převedením těchto pozemků na trvalý travní porost, byla snížena erozní ohroženost pod přípustnou roční ztrátu půdy. Další opatření již nebylo potřeba.

Organizační a agrotechnická opatření

Organizační a agrotechnická opatření spočívala ve stanovení doporučených osevních postupů. Jednalo se o zařazení plodin společně s využitím technologií, chránících půdu před erozí. Cílem bylo, aby hodnota těchto postupů byla nižší než původní hodnota faktoru C. Ta byla v daném katastrálním území pro ornou půdu stanovena na 0,229. Osevní postupy byly zvoleny na základě maximální přípustné hodnoty faktoru C, která byla vypočtena pro každý půdní blok. Celkem byly navrženy tři doporučené osevní postupy (viz tabulky č. 12, 13, 14).

Doporučený osevní postup (1)	
Plodina	Agrotechnika
Jetel plazivý	podsev do předplodiny
Žito ozimé	setí do zorané půdy, sláma ponechána
Pšenice jarní	setí do strniště, sláma ponechána
Pšenice jarní	setí do strniště, sláma ponechána
Oves setý	setí do strniště, sláma sklizena
Výsledný C faktor	0,084

Tabulka č. 12 Doporučený osevní postup (1)

Doporučený osevní postup (2)	
Plodina	Agrotechnika
Řepka ozimá	setí do strniště, posklizňové zbytky ponechány
Pšenice ozimá	setí do strniště, sláma ponechána
Ječmen jarní	setí do strniště, sláma ponechána
Hrách setý	setí do zorané půdy, posklizňové zbytky ponechány
Pšenice ozimá	setí do strniště, sláma ponechána
Výsledný C faktor	0,166

Tabulka č. 13 Doporučený osevní postup (2)

Doporučený osevní postup (3)	
Plodina	Agrotechnika
Hrách setý	setí do zorané půdy, posklizňové zbytky ponechány
Pšenice ozimá	setí do strniště, sláma ponechána
Ječmen jarní	setí do strniště, sláma ponechána
Řepka ozimá	setí do strniště, posklizňové zbytky ponechány
Pšenice ozimá	setí do strniště, sláma ponechána

Ječmen jarní	setí do strniště, sláma ponechána
Výsledný C faktor	0,181

Tabulka č. 14 Doporučený osevní postup (3)

Půdní bloky č. 2, 6, 7 a 9

U výše jmenovaných půdních bloků byla stanovena přípustná hodnota faktoru C v rozmezí od 0,112 až 0,122. Proto byl navržen osevní postup s nízkou hodnotou faktoru C – 0,084 (viz tabulka č. 12). Průměrná roční ztráta půdy u BP č. 9 převyšovala 11 t.ha⁻¹.rok⁻¹. U PB č. 2, 6 a 7 byla ztráta dokonce vyšší než 23 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Tento osevní postup se ukázal jako dostatečný z hlediska snížení erozní ohroženosti pod přípustnou roční ztrátu.

Půdní bloky č. 3, 8, 14 a 15

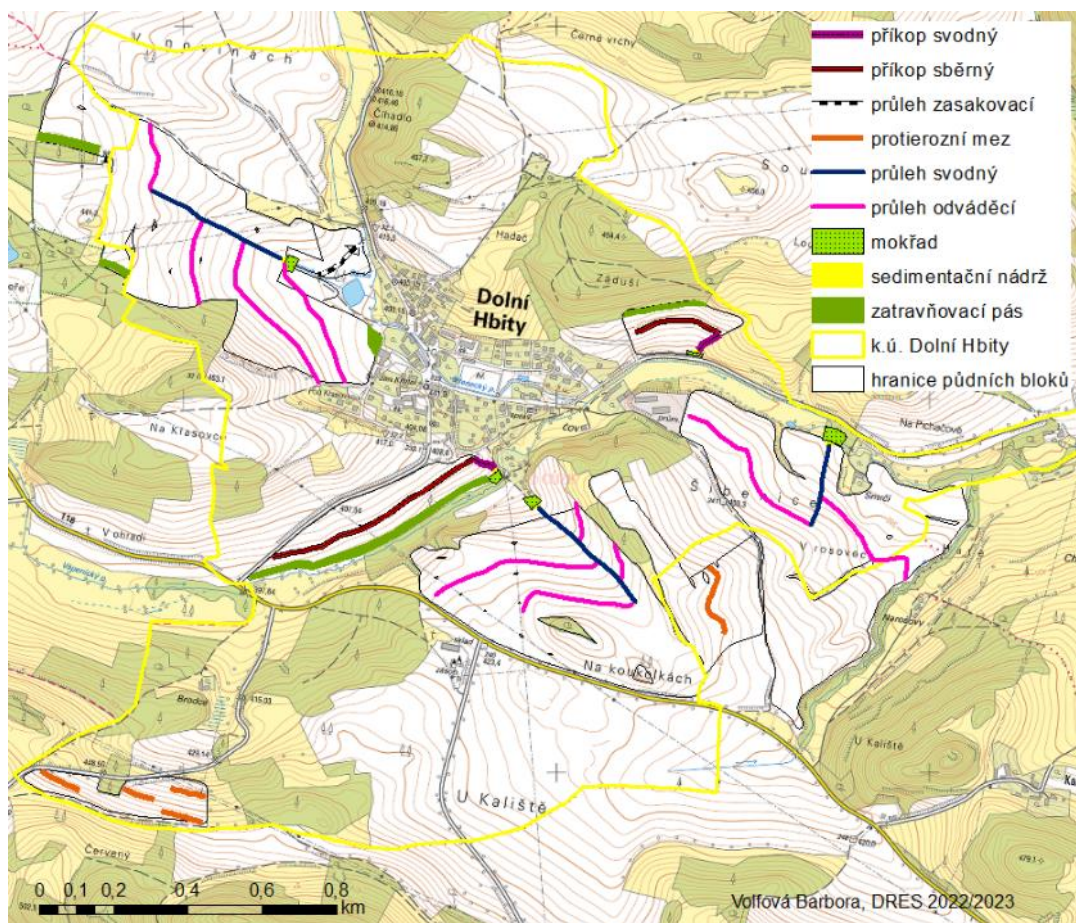
U výše zmíněných půdních bloků byla stanovena přípustná hodnota faktoru C v rozmezí od 0,170 do 0,181. Navržený osevní postup měl výslednou hodnotu faktoru C – 0,166 (viz tabulka č. 13). Průměrná roční ztráta půdy u těchto půdních bloků převyšovala 7 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Tento osevní postup byl dostatečný pro snížení erozního ohrožení daných půdních bloků.

Půdní bloky č. 17, 19 a 20

U výše jmenovaných půdních bloků byla stanovena přípustná hodnota faktoru C od 0,190 do 0,223. Navržený osevní postup měl výslednou hodnotu faktoru C – 0,181 (viz tabulka č. 14). Průměrná roční ztráta půdy u těchto půdních bloků převyšovala 8 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Přepočítáním bylo zjištěno, že tento osevní postup je vhodný z hlediska ochrany půdy před erozí, jelikož se snížila roční ztráta půdy.

Technická opatření

Technická opatření (viz obrázek č. 39) byla navrhována na půdních blocích č. 1, 10, 11, 12, 13, 16, 18 a 21. Tyto pozemky byly vybrány z důvodu jejich polohy, jelikož se nacházejí v blízkosti intravilánu obce Dolní Hbity nebo v blízkosti vodních zdrojů.



Obrázek č. 39 Technická protierozní opatření (zdroj: © Esri 2022)

Důležitým krokem pro navrhování technických opatření je stanovení přípustné délky pozemku l_p . Ta byla vypočítána pomocí rovnic (7), skládající se z členů rovnice USLE. Jako první byl stanoven maximální přípustný faktor L_p a z něho následně vypočítána maximální přípustná délka l_p . Výsledné přípustné délky pozemku pro návrh technických opatření byly zaznamenány v tabulce č. 14.

$$L_p = G_p / R \cdot K \cdot S \cdot C \cdot P$$

$$L_p = 22,13 \cdot m \sqrt{L_p}$$

Rovnice (7)

Kde: G_p = maximální přípustná ztráta půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$

R = faktor R

K = faktor K

S = faktor S

C = faktor C

P = faktor P

m = koeficient

Půdní blok	Délka půdního bloku (m)	Největší přípustná délka dle USLE (m)
1	314	40
10	816	160
11	794	110
12	161	65
13	692	40
16	498	35
18	628	110
21	185	375

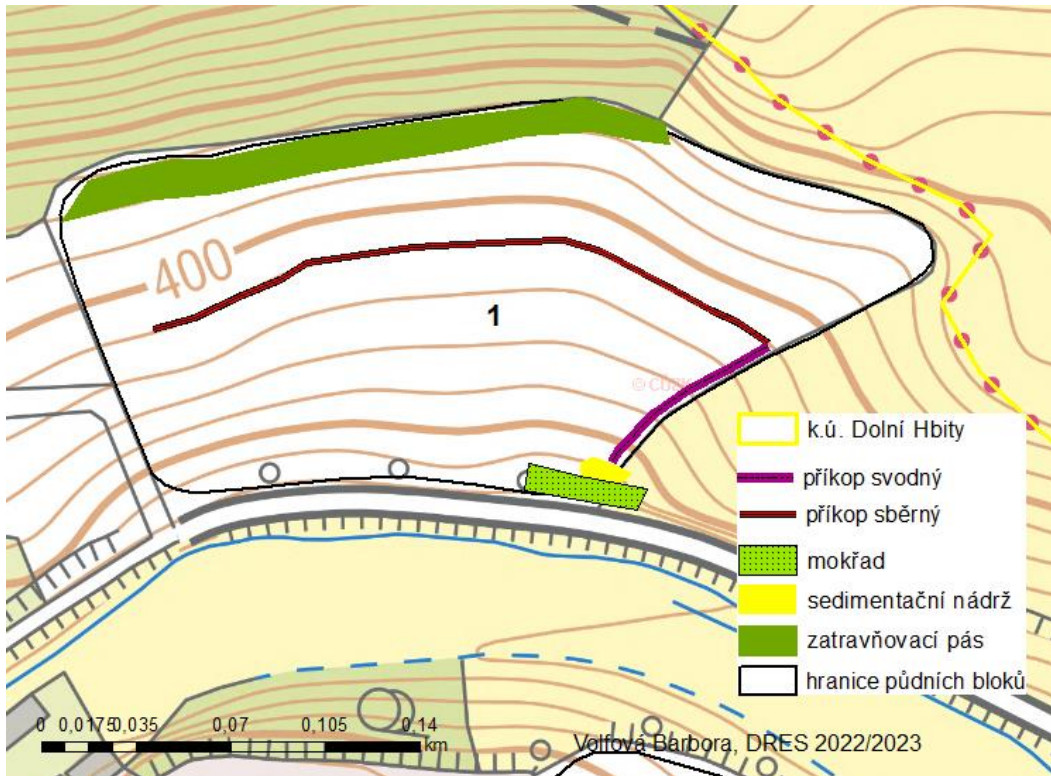
Tabulka č. 14 Přípustná délka pozemků jednotlivých půdních bloků

Půdní blok č. 1

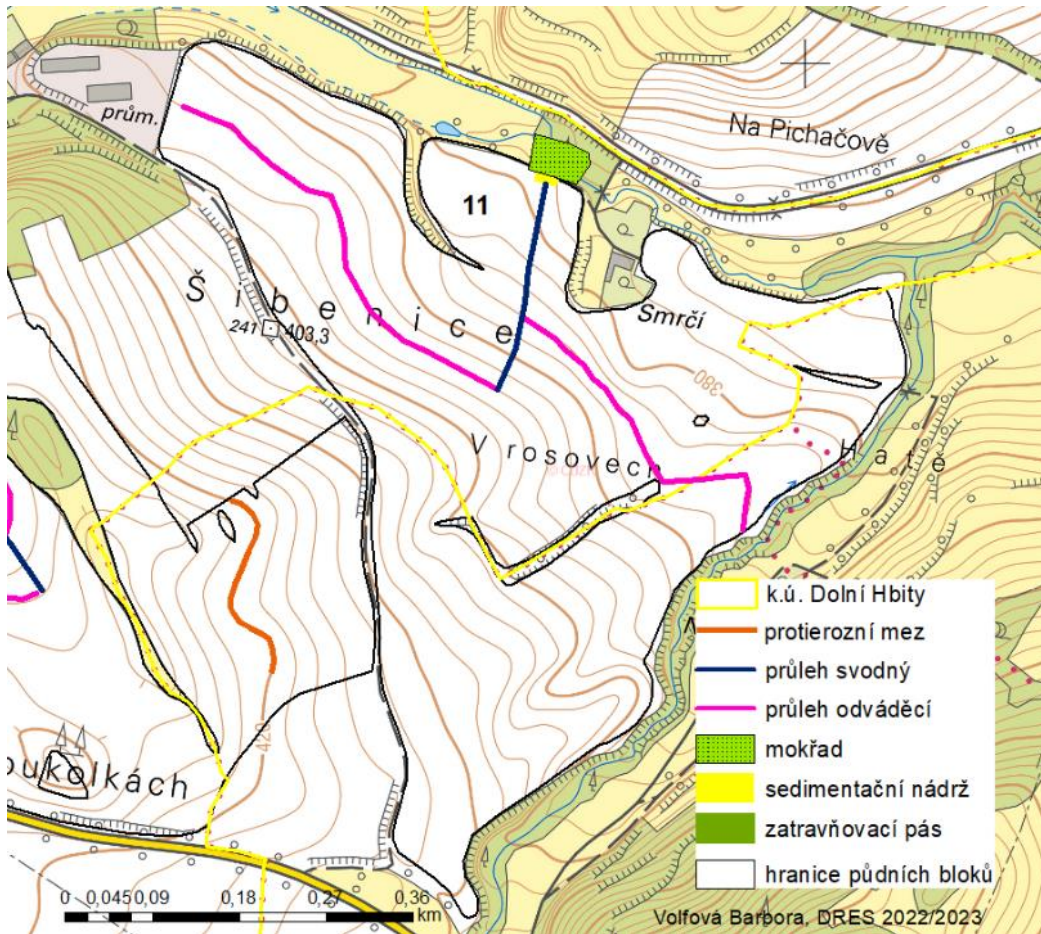
Jmenovaný půdní blok vykazuje průměrnou roční ztrátu půdy 38,26 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Sklon tohoto pozemku dosahuje hodnoty 16,53 %. Na úpatí lesa byl navržen zatravněovací pás široký 25 m, sloužící ke zmírnění odtoku z lesa. Z důvodu velkého sklonu pozemku byl navržen sběrný příkop, který je ve východní části pozemku napojen na příkop svodný. Svodný příkop je tvořen betonovými žlabovkami. Na konci svodného příkopu byla navržena sedimentační jímka. Ta bude navazovat na mokřad, jehož vyústění bude vedeno pod přilehlou pozemní komunikací do Vápenického potoka. Detail opatření je znázorněn na obrázku č. 40.

Půdní blok č. 11

Tento půdní blok vykazuje průměrnou roční ztrátu půdy 13,67 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Sklon pozemku je 9 %. Na úpatí lesa byl navržen zatravněovací pás široký 25 m. Dále byl navržen odváděcí průleh doplněný zatravněným pásem, šířky 5 m. Přibližně uprostřed půdního bloku je odváděcí průleh sveden do průlehu svodného. Svodný průleh je veden po spádnici a na konci ústí do sedimentační jímky, která zadržuje sedimenty. Následně bude voda odvedena do mokřadu. Z něj bude vyústěna do Vápenického potoka. Obrázek č. 41 znázorňuje navržená technická opatření.



Obrázek č. 40 Technická opatření půdního bloku č. 1 (zdroj: © Esri 2022)



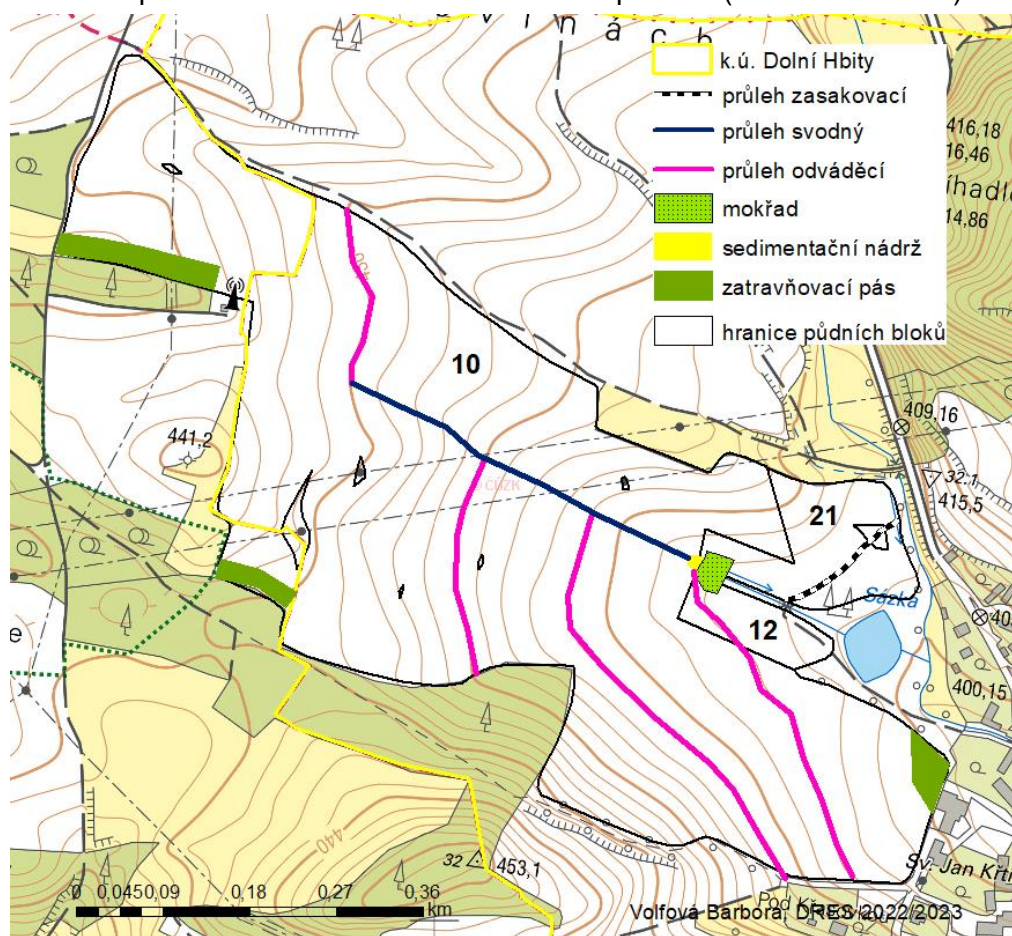
Obrázek č. 41 Technická opatření půdního bloku č. 11 (zdroj: © Esri 2022)

Půdní bloky č. 10, 12, 21

Půdní blok č. 10 vykazuje průměrnou roční ztrátu půdy $15,80 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Sklon daného pozemku je 8 %. Hydrologické skupiny půd jsou A/B. Na daném pozemku byl v místech přiléhání lesního porostu navržen zatravnovací pás široký 25 m. Dále byly na půdním bloku navrženy čtyři odváděcí průlehy, rovněž doplněny zatravněným pásem 5 m širokým, které ústí do průlehu svodného. Posledními články systému jsou sedimentační jímka a následně mokřad, který bude sloužit k čištění splavené půdy. Voda bude odvedena do drobného vodního toku, kterým je Jelenecký potok. Na spodní části pozemku, kde půdní blok přiléhá k intravilánu obce, byl ke zvýšení protierozní ochrany navržen zatravněný pás široký 20 m, vedený po vrstevnici.

Ochranou půdního bloku č. 12 bude protierozní systém navržený na půdním bloku č. 10, neboť jeden z odváděcích průlehů bude veden přes tento pozemek.

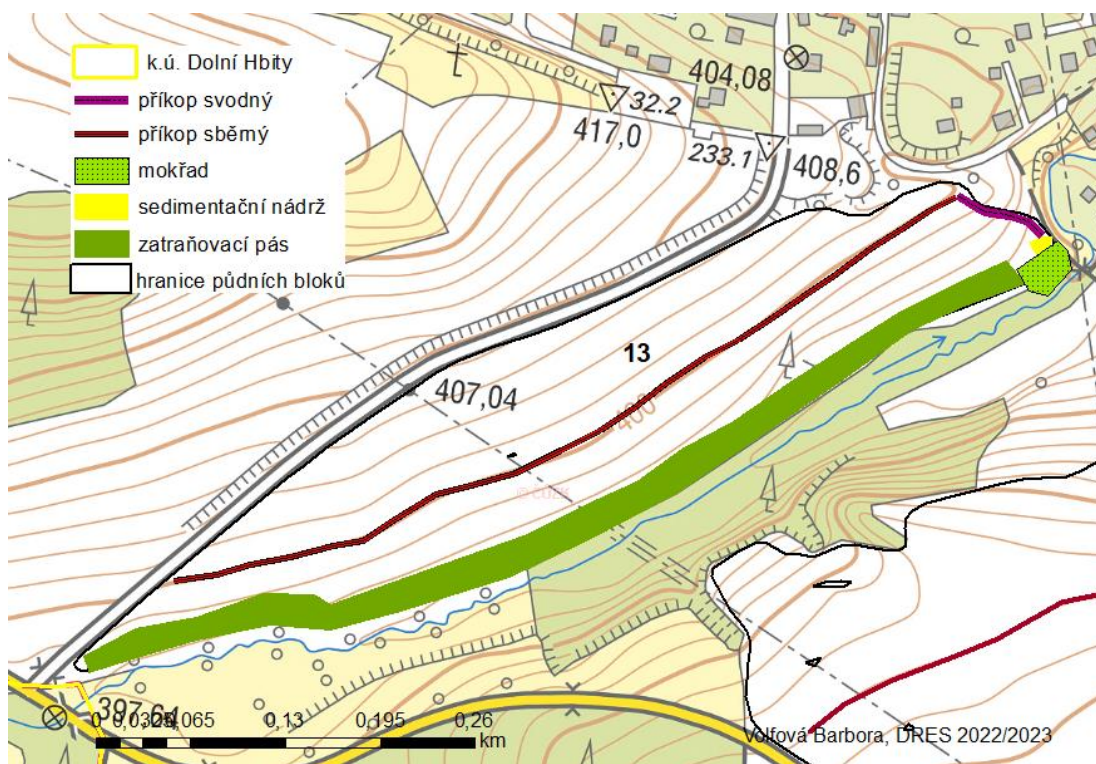
Na půdním bloku č. 21 byla hodnota průměrné roční eroze vypočtena na hodnotu $8,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Jelikož se na tomto pozemku vyskytuje hydrologická skupina půd B a sklon pozemku je 6 %, je pozemek vhodný k zasakování. Ochrana bude řešena pomocí zatravněného zasakovacího průlehu (viz obrázek č. 42).



Obrázek č. 42 Technická opatření půdních bloků č. 10, 12, 21 (zdroj: © Esri 2022)

Půdní blok č. 13

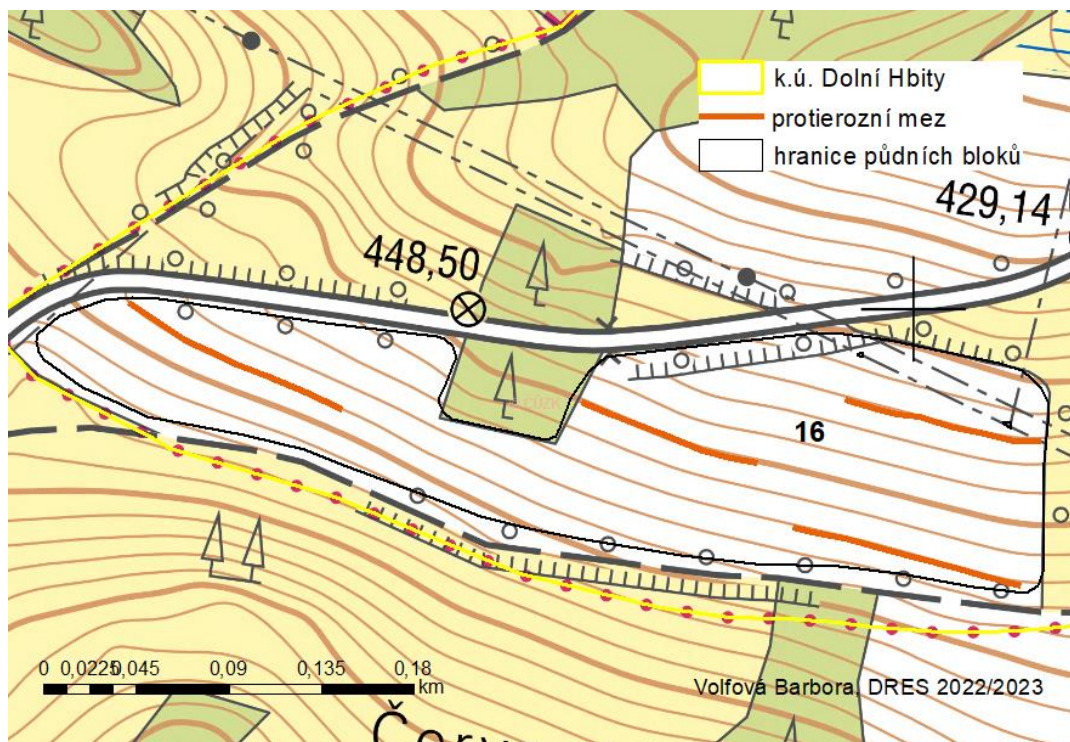
Tento pozemek dosahuje průměrné roční ztráty $32,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ a jeho sklon je téměř 12 %. Z tohoto důvodu byl přibližně uprostřed pozemku navržen sběrný příkop sloužící k zachycení povrchového odtoku a jeho následné odvedení do příkopu svodného. Svodný příkop byl navržen na severovýchodní části pozemku, následně ústící do mokřadu. Z něj bude voda poté odvedena do vodního toku – Vápenického potoka. Na spodní straně pozemku, která kopíruje zmíněný Vápenický potok, byl navržen zatravněný pás, šíře 25 m, který bude sloužit jako ochrana vodního toku. Znázornění je na obrázku č. 43.



Obrázek č. 43 Technická opatření půdního bloku č. 13 (zdroj: © Esri 2022)

Půdní blok č. 16

Zmíněný pozemek je ohrožen erozním smyvem, jehož průměrná roční ztráta dosahuje $30,05 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Půdní blok je poměrně svažité se sklonem 16 %. Z tohoto důvodu zde byly navrženy čtyři protierozní meze, sloužící ke zpomalení povrchového odtoku. Navrhovány jsou na úrovni vrstevnic, doplněné o zeď v podobě bylinného, keřového i stromového patra. Jednotlivá opatření jsou znázorněna na obrázku č. 44.



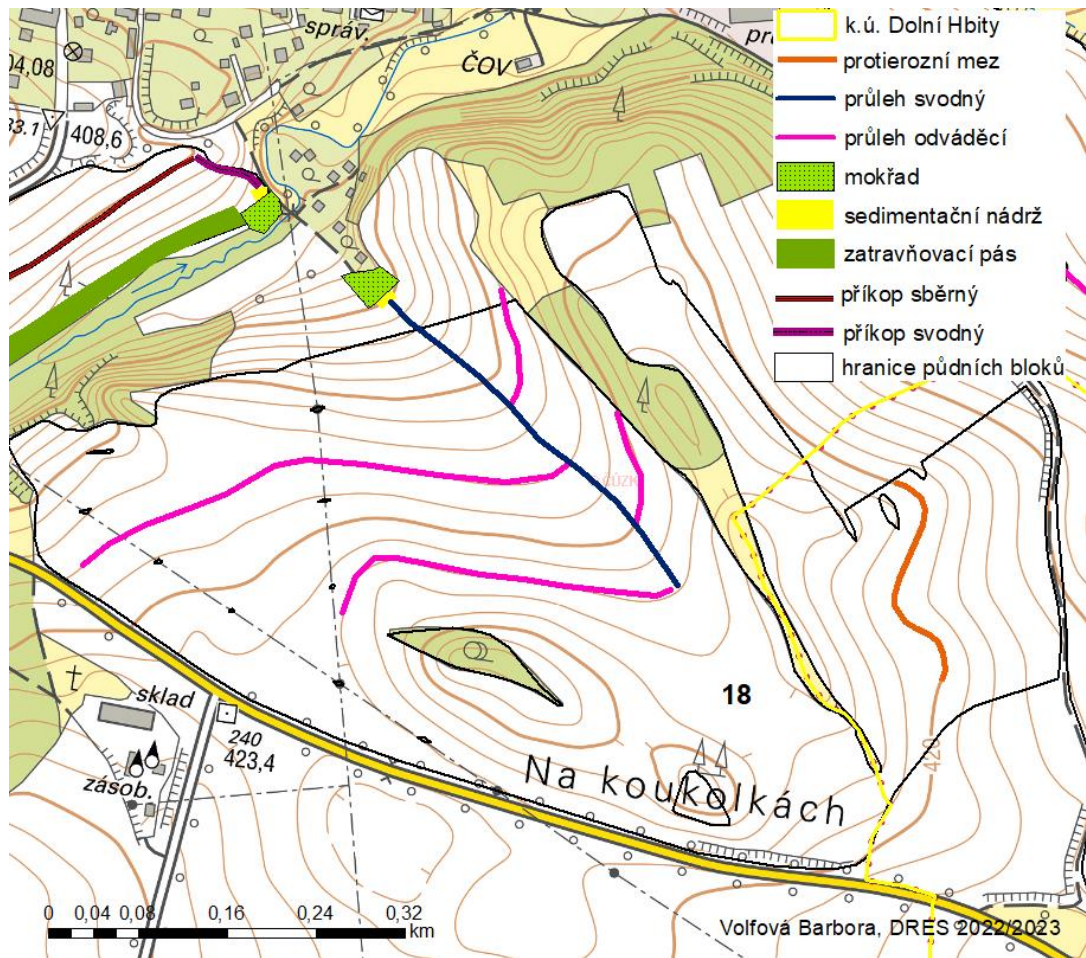
Obrázek č. 44 Technická opatření půdního bloku č. 16 (zdroj: © Esri 2022)

Půdní blok č. 18

Tento půdní blok vykazuje průměrnou roční ztrátu půdy $9,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Jedná se o poměrně sklonitý pozemek se sklonem 9 %.

Na východní části daného půdního bloku byl navržen systém čtyři odváděcích průlehů vedených po vrstevnici. Každý průleh doplňují zatravněné pásy široké 5 m. Průlehy odváděcí následně ústí do průlehu svodného. Půdní blok č. 18 přechází v půdní blok č. 22, který je veden jako trvalý travní porost. Zde je tento systém vyústěn do sedimentační jímky, jejímž cílem je zachytit smytou zeminu, která byla transportována spolu s odtokem po pozemku. Rovněž může sloužit potřebám nedaleké chatové oblasti. Sedimentační jímka bude následně trubní výpustí vedena do Vápenického potoka.

V západní části půdního bloku byla navržena protierozní mez kopírující vrstevnici. Jelikož se skládá se jak z keřové, tak stromové vegetace, plní zároveň funkci ochrany před větrnou erozí. Celkové zpracování návrhu opatření představuje obrázek č. 45.



Obrázek č. 45 Technická opatření půdního bloku č. 18 (zdroj: © Esri 2022)

7. Diskuze

Van Alen (2014) udává jako jeden z faktorů vzniku eroze sklon svahu. S tím souhlasím. Katastrální území Dolní Hbity se nachází v kopcovitém terénu, a tak se dalo předpokládat, že spousta půdních bloků bude ohrožena erozí. Nejvyšší sklonitost, která byla půdními bloky dosažena, byla téměř 19 %. Prostřednictvím výpočtu průměrné dlouhodobé ztráty půdy rovnicí USLE bylo zjištěno, že téměř 44 % půdních bloků spadá do kategorie ohrožených. Celkem se jednalo o 21 pozemků z celkových 47. Výsledek tedy nebyl žádným překvapením.

Alewell a kol. (2019) popisují, že prostřednictvím vhodných postupů hospodaření, kterými jsou například pásové střídání plodin nebo vrstevnicové obdělávání, lze významně riziko eroze snížit. Vzhledem k tomu, že v daném území se žádná protierozní opatření neprojektují, riziko eroze je zde velmi vysoké.

Je zajímavé, že i přes zjištěné hodnoty, kdy na dvou půdních blocích dosahuje průměrná roční ztráta půdy více než $32 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, nebyl intravilán obce nikdy splaven půdními odnoy. Domnívám se, že to může být způsobeno například rozdílným sklonem jednotlivých částí půdních bloků. V některých místech jsou půdní bloky téměř v rovině, v jiných naopak velmi sklonité. Že území nebylo nikdy splaveno odnosem z polí může být dále způsobeno vhodnými osevními postupy, které se od zemědělců ovšem nepodařilo získat. Faktor C byl tedy určován prostřednictvím klimatického regionu.

Za zmínku určitě stojí, že výsledky erozní ohroženosti jednotlivých půdních bloků vycházejí z matematického modelu a mohou tím pádem vyjít zkresleně. Rovnice USLE například předpovídá průměrnou roční ztrátu půdy a nebere v potaz smyv v průběhu mimořádné srážky. Rovnice dále nepočítá s usazováním zeminy. Odhaduje množství ztráty půdy, nikoliv však její sedimentaci. Rovněž se nebere v úvahu závislost na sklonu svahu v oblastech intenzivních srážek. Stejně tak se nepracuje s odtokovým množstvím a jeho rychlostí (Alewell a kol., 2019).

Podhrázká a Dufková (2005) upozorňují, že širokořádkové plodiny v podobě kukuřice a okopanin neposkytují dostatečnou protierozní ochranu. Bohužel v dnešní době se kukuřice v daném území pěstuje velice často. Předpokládám, že je to z důvodu snahy o co nejvyšší výnosy. Dle mého názoru je toto problém nejen v daném katastrálním území, ale napříč celou Českou republikou. Spousta zemědělců mnohem více zajímá jejich výnos a případnou protierozní ochranou se příliš nezabývají.

V případě návrhu technických opatření, jejichž nevýhodou je zábor částí pozemků, může dojít k situaci, kdy zemědělci nebudou dané návrhy schvalovat. Z jejich pohledu to pro ně bude jakási překážka při obdělávání pozemků. Z pohledu občanů, jejichž majetek by mohl být erozním smyvem ohrožen, je však důležité, aby hospodařící subjekty dbaly na protierozní ochranu, ať už vhodně zvolenými osevními postupy nebo vybudováním některé varianty z technických opatření.

Navržený systém protierozních opatření je pouze doporučením, kterým by se zemědělci mohli inspirovat. K jejich realizaci by bylo potřeba podrobných návrhů v podobě dimenzování velikosti, kapacity nebo přesného umístění.

8. Závěr

Diplomová práce se zabývala aktuálním tématem, kterým je eroze půdy. Cílem bylo stanovit míru erozního ohrožení půdních bloků v katastrálním území Dolní Hbity. Ke stanovení lokalit, které jsou ohroženy erozí, byla využita Univerzální rovnice ztráty půdy, rovnice USLE. Výpočet probíhal v programu ArcGIS, kde byly stanoveny jednotlivé faktory potřebné pro výpočet dané rovnice. Na základě zjištěných výsledků, byl následně navržen komplexní systém protierozních opatření.

V zájmovém území se nachází celkem 47 půdních bloků. Ohroženost erozí po výpočtu rovnice USLE vykazovalo celkem 21 z nich. Na dvou půdních blocích dosahovala eroze dokonce hodnoty vyšší než $32 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Výsledky nebyly překvapivé, jelikož se dané katastrální území nachází v kopcovité krajině a pozemky jsou zde poměrně svažité. Na půdních blocích, které byly stanoveny jako ohrožené, byla postupně navrhována opatření k eliminaci eroze. Jako první byla navržena opatření organizačního charakteru. Ta spočívala v převedení dvou půdních bloků na trvalý travní porost, jelikož se jednalo o mělké půdy. Následně bylo přistoupeno ke kombinaci organizačních a agrotechnických opatření, z důvodu jejich nižší finanční nákladnosti. Jelikož hospodařícími subjekty nebyly poskytnuty osevnické postupy a faktor C byl tedy stanoven dle klimatického regionu, byly navrženy doporučené osevnické postupy. Ty zahrnovaly doporučené plodiny s využitím agrotechniky tak, aby byla snížena průměrná roční ztráta půdy pod přípustnou hodnotu. Jako agrotechnický postup bylo nejčastěji zvoleno setí do strniště, následně s ponechanou slámou. Posledním krokem bylo navržení technických opatření. Technická opatření byla navrhována na těch půdních blocích, které by svou polohou při případném erozním smyvu půdy ohrožovaly intravilán obce Dolní Hbity nebo vodní zdroje, ležící nedaleko daných pozemků.

Výsledky diplomové práce by mohly být poskytnuty hospodařícím subjektům, jelikož poskytují informace o erozní ohroženosti jejich pozemků. Nejvíce půdních bloků v katastrálním území Dolní Hbity obhospodařuje ZS Dublovice a.s.

9. Seznam literatury

Literární zdroje:

ALEWELL CH., BORRELLI P., MEUSBURGER K., PANAGOS P., 2019: *Using the USLE: Chances, challenges and limitations of soil erosion modelling*. International Soil and Water Conservation Research 7, 203-225.

AVECILLA F., PANEBIANCO J. E., BUSCHIAZZO D. E., 2015: *Variable effects of saltation and soil properties on wind erosion of different textured soils*. Aeolian Research 18: 145-153.

BÍNA J., DEMEK J., 2012: *Z nížin a hor – Geomorfologické jednotky České republiky*. Academia, Praha: 344 s.

BRANT V. A KOLEKTIV., 2016: *Pásové zpracování půdy (strip tillage)*. Profi Press s.r.o., Praha: 136 s.

BURIAN Z., VÁCHAL J., NĚMEC J., HLADÍK J., 2011: *Pozemkové úpravy*. Consult, Praha: 207 s.

ČVUT, 2020: *Přírodě blízká protipovodňová opatření – Katalog opatření pro snižování povodňových škod v zemědělské krajině*. Fakulta stavební ČVUT, Praha: 74 s.

DARAPUNENI M K., LAURIAULT L., DODLA S. K., IDOWU O. J., GROVER K., MARTINEZ G., DJAMAN K., ANGADI S. V., 2019: *Temporal variations in plant and soil characteristics following strip-till manure application*. Soil and Tillage Research 194: ISSN: 0167-1987.

DEMEK J., MACKOVČIN P., BALATKA B., BUČEK A., CIBULKOVÁ P., CULEK M., ČERMÁK P., DOBIÁŠ D., HAVLÍČEK M., HRÁDEK M., KIRCHNER K., LACINA J., PÁNEK T., SLAVÍK P., 2006: *Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR*. Ministerstvo životního prostředí ČR, Brno: 582 s.

DUFKOVÁ J., TOMAN F., ŠŤASTNÁ M., 2005: *Srovnání metod stanovení faktoru erodovatelnosti půdy*. In: Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity, Brno: 197-206.

DUMBROVSKÝ M., ŠARAPATKA B., BEDNÁŘ M., SOBOTKOVÁ V., PRAŽAN J., KONEČNÁ M. M., 2021: *Vrstevnicové obdělávání a pásové střídání plodin – Metodický návod*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha: 19 s.

DUMBROVSKÝ M., MEZERA J., 2000: *Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Brno: 200 s.

DUNIWAY M. C., PFENNINGWERTH A. A., FICK S. E., NAUMAN T. W., BELNAP J., BARGER N. N., 2019: *Wind erosion and dust from US drylands: a review of causes, consequences, and solutions in a changing world*. *Ecosphere* 10/3: DOI: 10.1002/ecs2.2650.

GOLKARIAN A., KHOSRAVI K., PANAHI M., CLAGUE J. J., 2023: *Spatial variability of soil water erosion: Comparing empirical and intelligent techniques*. *Geoscience Frontiers* 14: DOI:10.1016/j.gsf.2022.101456.

HANNA H., MELVIN M., POPE S. W., R.O., 1995: *Tillage implement operational effects on residue cover*. *Applied Engineering in Agriculture* 11: 205-210.

HILLEL D., 2003: *Introduction to Environmental Soil Physics*. Academic Press, Cambridge: 498 s.

HILLEL D., HATFIELD J. H., POWLSON D. S., ROSENZWEIG C., SCOW K. M., SINGER M. J., SPARKS D. L., 2005: *Encyclopedia of Soils in the Environment*. Elsevier, Amsterdam: 2200 s.

HOLÝ M., 1978: *Protierozní ochrana*. Nakladatelství technické literatury. Státní nakladatelství technické literatury, Praha: 283 s.

HOLÝ M., 1994: *Eroze a životní prostředí*. Vydavatelství ČVUT, Praha: 383 s.

HOVORKA V. A KOL., 1990: *Projektová příprava protierozních opatření*. Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd. Praha: 26 s.

HUAWEI P., HUGGINS D. R., SHARRATT B., 2019: *Dry aggregate stability of soils influenced by crop rotation, soil amendment, and tillage in the Columbia Plateau*. *Aeolian Research* 40: 65-73.

HŮLA J., JANEČEK M., KOVAŘÍČEK P., BOHUSLÁVEK J., 2003: *Agrotechnická protierozní opatření*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha: 48 s.

CHANG X., SUN L., YU X., LUI Z., JIA G., WAND Y., ZHU X., 2021: *Windbreak efficiency in controlling wind erosion and particulate matter concentrations from farmlands*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 308: DOI:10.1016/j.ag-ee.2020.107269.

JANEČEK M. A KOL., 2002: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Institut sociálních věcí, Praha: 201 s.

JANEČEK M. A KOL., 2007: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha: 76 s.

JANEČEK M. A KOL., 2008: *Základy erodologie*. Česká zemědělská univerzita, Praha: 165 s.

JANEČEK M. A KOL., 2012: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Česká zemědělská univerzita, Praha: 117 s.

KADLEC V., DOSTÁL T., VRÁNA K., KAVKA P., KRÁSA J., DEVÁTÝ J., PODHRÁZSKÁ J., POCHOP M., KULÍŘOVÁ P., HEŘMANOVSKÁ D., NOVOTNÝ I., PAPAJ V., 2014: *Navrhování technických protierozních opatření – Metodika*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha: 100 s.

KADLEC V., TOMAN F., 2002: *Závislost faktoru protierozní účinnosti vegetačního pokryvu C na klimatickém regionu*. In: Bioklima – Prostředí – Hospodářství. 544 – 550.

KUBÁTOVÁ E., 2001: *Protierozní ochrana půdy – cvičení*. Česká zemědělská univerzita, Praha: 51 s.

KULASOVÁ B, ŠERCL P., BOHÁČ M., 2004: *Verifikace metod odvození hydrologických podkladů pro posuzování bezpečnosti vodních děl za povodní*. Český ústav hydrometeorologický, Praha: 128 s.

KVÍTEK T., TIPPL M., 2003: *Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha: 53 s.

LAJEVARDI S. H., SHAFIEI H., 2023: *Investigating the biological treatment effect on fine-grained soil resistance against wind erosion: An experimental case study*. *Aeolian Research* 60.

LUNDEKVAM H., SKOIEN S., 1998: *Soil erosion in Norway. An overview of measurements from soil loss plots*. Soil use and management 14/2: 84-89.

MARTINÍK A., LOJKA B., EHRENBERGEROVÁ L., WEGER J., DOLEŽALOVÁ H., KALA L., JOBBIKOVÁ J., HOUŠKA J., KOTRBA R., BLAŽEJOVÁ A., CHLÁDOVÁ A., 2020: *Když se řekne agrolesnictví, Didaktická pomůcka – stručně a přehledně o agrolesnictví*. Mendelova univerzita, Brno: 66 s.

MITÁŠOVÁ H. a kol., 1996: *Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS*. Int. Journal of Geographic Information Systems: 629-641.

MORGAN R. P. C., 2005: *Soil erosion and conservation*. Willey-Blackwell, Oxford: 320 s.

MORGAN R. P.C., NEARING M. A., 2010: *Handbook of erosion modelling*. Willey-Blackwell, Oxford: 416 s.

MZE, 2011: *Příručka ochrany proti vodní erozi*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha: 58 s.

Nařízení Evropské unie č. 2021/2115, ze dne 2. prosince 2021 v platném znění.

NOVOTNÝ I., MISTR M., PAPAJ V., a kol., 2014: *Příručka ochrany proti vodní erozi*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha: 58 s.

NOVOTNÝ I., PAPAJ V., PODHRÁZSKÁ J., KAPIČKA J., VOPRAVIL J., KRISTENOVÁ J., MISTR M., ŽÍŽALA D., KINCL D., SRBEK J., POCHOP M., 2017: *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha: 86 s.

ORGIAZZI A., PANAGOS P., 2018: *Soil biodiversity and soil erosion: It is time to get married Adding an earthworm factor to soil erosion modelling*. Global Ecology and Biogeography 27/10: 1155-1167.

PASÁK V., 1984: *Ochrana půdy před erozí*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 164 s.

PHAM T. G., DEGENER J., KAPPAS M., 2018: *Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A*

Sap basin: Central Vietnam. International Soil and Water Conservation Research 6: 99-110.

PIMENTEL D., 2006: *Soil erosion: a food and environmental threat*. Environment, Development and Sustainability 8/1: 119-137.

PODHRÁZSKÁ J., DUFKOVÁ J., 2005: *Protierozní ochrana půdy*. Mendelova univerzita v Brně, Brno: 95 s.

PODHRÁZSKÁ J., KUČERA J., CHUCHMA J., STŘEDA F., STŘEDOVÁ H., 2013: *Effect of changes in some climatic factors on wind erosion risks – the case study of South Moravia*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 6: 1829-1837.

POESEN J., 2018: *Soil erosion in the Anthropocene: Research needs*. Earth Surface Processes and Landforms 43/1: 64-84.

QIUTT E., 1971: *Klimatické oblasti Československa – Climatic regions of Czechoslovakia*. Geografický ústav ČSAV, Brno: 73 s.

RENARD K. G., FOSTER G. R., WEESIES G. A., MCTOOL D. K., YODER D. C., 1997: *Predictin Soil Erosion by Water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss eyuation (RUSLE)*. U. S. Department of Agriculture, Washington: 384 s.

RODRIGO-COMINO J., 2021: *Precipitation. Earth Surface Responses and Processes*. Elsevier, Amsterdam: 588 s.

SELLEY R. C., COCKS R., PLIMAR I., 2005: *Encyclopedia of Geology*. Academic Press, Cambridge: 2750 s.

SHRODER J. F., 2013: *Treatise od Geomorphology*. Academic Press, Cambridge: 6386 s.

SKLENIČKA P., 2003: *Základy krajinného plánování*. Česká zemědělská univerzita, Praha: 321 s.

STEJSKALOVÁ K., 2005: *Dolní Hbity 1325 – 2005, 680 let obce*. Obecní úřad Dolní Hbity, Dolní Hbity: 133 s.

STEHLÍK O., 1975: *Potenciální eroze půdy proudící vodou na území ČSR*. Geografický ústav ČSAV. Brno: 147 s.

STŘEDOVÁ H., STŘEDA T., ROŽNOVSKÝ J., 2017: *Snow as a cause of soil erosion – methodical approach of determination*. In: Šiška B.: *Snow an ecological phenomenon*. Smolenice.

TOMÁŠEK M., 2014: *Půdy České republiky*. Česká geologická služba, Praha: 112 s.

VAN ALFEN N. K., 2014: *Encyclopedia of Agriculture and Food systems*. Academic Press, Cambridge: 464 s.

VERHEIJEN F.G.A., JONES R.J.A, RICKSON R.J., SMITH C.J., 2009: *Torable versus actual soil erosion rates in Europe*. *Earth-Science Reviews* 94/1-4, 23-38.

Věstník Ministerstva životního prostředí (2008): *Metodika odboru ochrany vod, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodě blízkých opatření*. MŽP, XVIII (11), 1-64 s.

VLASÁK J., BARTOŠKOVÁ K., 2009: *Pozemkové úpravy*. České vysoké učení technické, Praha: 168 s.

VLČEK V., 1984: *Vodní toky a nádrže*. Academia, Praha: 316 s.

VÚV TGM v.v.i., 2018: *Katalog přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha: 110 s.

Vyhláška č. 227/2018 Sb., o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu jejich vedení a aktualizaci přílohy č. 2, v platném znění

WISCHMEIER W. H., SMITH D. D., 1978: *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. U. S. Department of Agriculture, Washington: 58 s.

ZÁHORA J., URBÁNKOVÁ O., ELBL J., HYNŠT M., STROBLOVÁ M., TŮMA I., KINTL A., PLOŠEK L., ZÁHORA J., 2015: *Půda, místo pro život*. Mendelova univerzita, Brno: 107 s.

ZACHAR D., 1970: *Erózia pôdy*. Slovenská akadémia vied, Bratislava: 528 s.

ŽÍŽALA D., KAPIČKA J., NOVOTNÝ I., 2016: *Monitoring soil erosion of agricultural land in Czech Republic and data assessment of erosion events from spatial database*.

Proceedings of the International Conference Soil—The Non-Renewable Environmental Resource, Brno: 354-370.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v platném znění.

Elektronické zdroje:

ČÚZK, 2022a: *Data katastrální mapy ve formátu SHP*. Český úřad zeměměřičský a katastrální, [online]: service.cuzk.cz, [cit. 6. 11. 2022].

ČÚZK, 2022b: *ZABAGED – Výškopis – DMR 4G. Digitální model reliéfu České republiky 4. generace*. [online]: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(dhk5ekold1ox1wpgktxb-ryxg\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR-4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301](https://geoportal.cuzk.cz/(S(dhk5ekold1ox1wpgktxb-ryxg))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR-4G-V&head_tab=sekce-02-gp&menu=301), [cit. 6.11. 2022].

ČÚZK, 2023: *Prohlížeč služba WMS – ZM10*. Český úřad zeměměřičský a katastrální, [online]: https://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSService.aspx [cit. 20. 1. 2023].

DIBAVOD, 2022: *Struktura DIBAVOD*. [online]: <https://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html>, [cit. 10. 11. 2022].

DOLNÍ HBITY, 2007: *Požární řád obce*. [online]: https://www.dolni-hbity.cz/e_download.php?file=data/editor/75cs_5.htm&original=Metodick%C3%A9+doporu%C4%8Den%C3%AD+k+vyd%C3%A1n%C3%AD+obecn%C4%9B+z%C3%A1vazn%C3%A9+vyhl%C3%A1%C5%A1ky+obce.htm, [cit. 20. 1. 2023].

DOLNÍ HBITY, 2022: *Dolní Hbity – oficiální stránky obce*. [online]: <https://www.dolni-hbity.cz/obec-1/soucasnost/>, [cit. 1. 11. 2022].

DOLNÍ HBITY, 2023: *Znak obce - oficiální stránky obce Dolní Hbity*. [online]: <https://www.dolni-hbity.cz/obec-1/znak-obce/>, [cit. 1. 1. 2023].

ESRI, 2022: ArcGIS Desktop verze 10.7.1.

LPIS, 2022: *Veřejný registr půdy – LPIS*. [online]: <https://eagri.cz/public/app/lpi-sext/lpis/verejny2/plpis/>, [cit. 12. 11. 2022].

MAPY.CZ, 2022: [online]: <https://mapy.cz/19stoleti?q=doln%C3%AD%20hbity&source=muni&id=4321&ds=2&x=14.1638379&y=49.6568545&z=15>, [cit. 8. 11. 2022].

MZE, 2022: *Klimatické regiony*. Ministerstvo zemědělství, [online]: <https://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/legislativa/tematicke-prehledy-pravnich-predpisu-mze/103408820.html>, [cit. 8. 11. 2022].

SPÚ, 2022: *Celostátní databáze BPEJ*. [online]: <https://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej>, [cit. 6. 11. 2022].

RIS, 2021: *Regionální informační servis – Dolní Hbity (okres Příbram)*. [online]: <https://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/540129-dolni-hbity>, [cit. 7. 11. 2022].

VÚMOP, 2019a: *Webová encyklopedie – Teoretické minimum k vodní erozi*. [online]: https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/TEORETICKÉ_MINIMUM_K_VODNÍ_ER_OZI, [cit. 31. 1. 2023].

VÚMOP, 2019b: *Webová encyklopedie – Ochrana proti vodní erozi*. [online]: https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/OCHRANA_PROTI_VODNÍ_ER_OZI, [cit. 4. 2. 2023].

VÚMOP, 2020: *Půda v číslech – katastrální území Dolní Hbity*. [online]: <https://statistiky.vumop.cz/?core=stat&typ=ku&kod=629057>, [cit. 1. 2. 2023].

VÚMOP, 2022: *eKatalog BPEJ*. [online]: <https://bpej.vumop.cz>, [cit. 1. 2. 2023].

10. Přílohy

Příloha č. 1 Fotodokumentace vybraných půdních bloků



Pohled na půdní bloky 10, 12, 21



Pohled na půdní blok 13



Pohled na půdní blok 15



Pohled na půdní blok 16



Pohled na půdní blok 18



Pohled na půdní blok 19