

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

Vyhodnocení problematiky krajiny na území obce
Vitějovice

Diplomová práce

Bc. Šárka Schwarzová

Vedoucí práce: Ing. Eva Semančíková, Ph.D.

České Budějovice, 2023

Schwarzová Š., 2023: Vyhodnocení problematiky krajiny na území obce Vitějovice. [Evaluation of landscape issues in the territory of the municipality of Vitějovice. Mgr. Thesis, in Czech.] – 77 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

Magisterská práce se zabývá vyhodnocením krajinných poměrů v zájmovém území obce Vitějovice. Porovnala jsem současný a historický stav krajinného pokryvu v území, monitorovala jsem hydromorfologické ukazatele ekologické kvality Zlatého potoka, a především jsem se zaměřila na vyhodnocení průměrné dlouhodobé ztráty orné půdy a její ovlivnění, pokud by se do současné krajiny vrátily původní krajinné prvky.

Klíčová slova

vodní eroze, průměrná dlouhodobá ztráta půdy, krajinné plánování

Annotation

This master's thesis deals with the evaluation of landscape conditions in the territory of the municipality of Vitějovice. I compared the current and historical state of the land cover, monitored the hydromorphological indicators of the ecological quality of Zlatý potok, and above all, I concentrated on evaluating the average annual soil loss and its impact if the historical landscape elements were to return to the current landscape.

Keywords

water erosion, average annual soil loss, landscape planning

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Českých Budějovicích, dne 13. dubna 2023

Bc. Šárka Schwarzová

Poděkování

Především tímto děkuji své školitelce Ing. Evě Semančíkové, Ph. D. nejen za odborné vedení a cenné rady při psaní práce, ale také za trpělivost a slova podpory, když to bylo nejnnutnější. Dále také děkuji Mgr. Stanislavu Grillovi za odbornou pomoc při práci s GISem. Nakonec děkuji své rodině a přátelům, kteří ve mě věřili po celou tu dobu.

Zkratky

BPEJ = Bonitované půdně ekologické jednotky

ČZKÚ = Český zeměměřičský a katastrální úřad

DZES = Dobrý zemědělský a environmentální stav půdy

EÚK = Evropská úmluva o krajině

KPÚ = Komplexní pozemkové úpravy

KUK = Koncepce uspořádání krajiny

LPIS = Veřejný registr půdy

PSZ = Plán společných zařízení

USLE = Univerzální rovnice ztráty půdy

ÚHÚL = Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

ÚP = Územní plán

ÚSES = Územní systém ekologické stability

Obsah

1. Úvod.....	2
2. Literární rešerše.....	3
2.1. Nástroje plánování v České republice	3
2.1.1. Evropská úmluva o krajině.....	3
2.1.2. Územní plánování	4
2.1.2.1. Územně plánovací dokumentace	5
2.1.3. Pozemkové úpravy	6
2.2. Plánování krajiny.....	7
2.3. Hydrologický režim.....	8
2.4. Eroze.....	10
2.4.1. Definice a typy eroze.....	10
2.4.2. Hlavní důsledky vodní eroze	11
2.4.3. Konkrétní případy ohrožení degradací půd	11
2.5. Protierozní opatření	12
2.5.1. Protierozní opatření organizačního charakteru.....	12
2.5.2. Protierozní opatření agrotechnického charakteru	14
2.5.3. Protierozní opatření technického charakteru	15
3. Metodika.....	16
3.1. Vymezení zájmového území a jeho popis	16
3.2. Krajinový pokryv a jeho změny	17
3.2.1. Historický krajinový pokryv	17
3.2.2. Současný krajinový pokryv	18
3.3. Půdní poměry	19
3.4. Erozní ohrožení zemědělských půd.....	19
3.4.1. Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (USLE).....	19
3.4.2. Faktor erozní účinnosti deště (R)	20
3.4.3. Faktor erodovatelnosti půdy (K)	20
3.4.4. LS faktor.....	21
3.4.5. C faktor.....	24
3.4.6. P faktor	26
3.4.7. Výpočet G	26
3.5. Vodní režim v území	30
3.5.1. Odvodněné oblasti.....	30

3.5.2.	Záplavová území	30
3.5.3.	Metodika hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodního toku	30
4.	Analýza zájmového území a vyhodnocení problémů v území	33
4.1.	Geomorfologie území	33
4.2.	Klimatické podmínky území	33
4.3.	Zvláště chráněná území	35
4.4.	Geologie území	36
4.5.	Půdní poměry území	36
4.5.1.	Hloubka půdního profilu	40
4.6.	Vyhodnocení krajinného pokryvu v historii a současnosti	43
4.6.1.	Vyhodnocení krajinného pokryvu v historii	43
4.6.2.	Vyhodnocení krajinného pokryvu v současnosti	45
4.6.3.	Vyhodnocení změn krajinného pokryvu	46
4.6.4.	Změny krajinného pokryvu v údolní nivě toku	47
4.7.	Vyhodnocení ohrožení zemědělské půdy vodní erozí	47
4.8.	Vyhodnocení hydrologických charakteristik území	55
4.8.1.	Výsledky hydromorfologického stavu úseků Zlatého potoka	59
4.9.	Návrh řešení	64
5.	Diskuse	68
6.	Použitá literatura	72
7.	Zákony a vyhlášky	75
8.	Webové odkazy	76
9.	Přílohy	77

1. Úvod

V současnosti je naše krajina vystavena stále většímu tlaku lidské činnosti a negativním dopadům globálních klimatických změn. Mezi nejzávažnější projevy klimatických změn patří především dlouhodobá sucha, povodně v období přívalových dešťů a na ně navázaná vodní eroze. Stále intenzivněji dochází k degradaci půd, ztráty biotopů a na nich navázané biodiverzity, snižování kvality a zanášení vodních toků, ale také ohrožování zemědělské produkce.

Nezbytným nástrojem pro péči o krajinu a její ochranu může být kvalitní krajinné plánování, které bude brát v úvahu jak dlouhodobou udržitelnost využívání krajiny, tak její adaptaci na klimatické změny. Krajinné plánování by mělo zahrnovat ochranu přírodních ekosystémů a biodiverzity, a také zohlednit způsob, jakým mohou být lidé ovlivněni klimatickými změnami. Především by mělo být upřednostňováno udržitelné hospodaření s půdou a vodou a účinná opatření na ochranu před suchem, povodněmi a erozí (Albert et al., 2020).

Cílem této diplomové práce je popsat současný a historický stav krajiny v zájmovém území obce Vitějovice, s důrazem na posouzení erozního ohrožení a monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologického stavu vodního toku Zlatý potok. V rámci práce jsem si položila otázku, zda by návrat historického členění či využívání krajiny mohl v současnosti vést ke zmírnění erozního ohrožení zemědělských půd využívaných jako standardní orná půda.

2. Literární rešerše

2.1. Nástroje plánování v České republice

V těchto kapitolách se budu zabývat nástroji plánování krajiny v České republice. Na začátku zmíním Evropskou úmluvu o krajině, jako důležitý dokument Rady Evropy, díky kterému se posunulo plánování krajiny na novou úroveň. Dále vysvětlím pojmy krajinné plánování a územní plánování a jejich vzájemný vztah. Detailněji se zaměřím na základní formy současného krajinného plánování, které řeší krajinu na úrovni obce. Jsou jimi územní plán a regulační plán, popíšu, jaké jsou jejich cíle a úkoly a jakou hrají roli v rozvoji a ochraně krajiny. A na konec zmíním pozemkové úpravy, a zejména komplexní pozemkové úpravy, jako praktický nástroj realizací plánování krajiny.

2.1.1. Evropská úmluva o krajině

Úmluva Rady Evropy o krajině ve znění sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 13/2005 Sb. m. s., č. 12/2017 Sb. m. s., č. 27/2021 Sb. m. s. je mezinárodní dohoda podepsána dne 20. října 2000 ve Florencii. Česká republika přijala Úmluvu dne 28. listopadu 2002 a ratifikována byla prezidentem republiky dne 1. října 2004, kdy oficiálně vstoupila v platnost.

Jedná se o úmluvu zasvěcenou všem aspektům krajiny. Úmluva se soustředí na krajinu jako na celek, tudíž řeší jak území přírodní a venkovské, tak urbánní a příměstské. Centrem zájmu je jak výjimečná, tak běžná či narušená krajina. Úmluva podporuje udržitelný rozvoj, ochranu a zlepšování kvality krajiny, zajišťuje ochranu kulturního dědictví a podporuje participaci veřejnosti při rozhodování o krajinném plánování (Rada Evropy, 2000).

Evropská úmluva o krajině přinesla do většiny legislativních a plánovacích nástrojů zcela nové prvky. Jedná se především o samotnou definici krajiny. "Krajina" *znamená část území, tak jak je vnímána lidmi, jejíž charakter je výsledkem činnosti a vzájemného působení přírodních a/nebo lidských faktorů* (kap. I, článek I.). Také uvedla definici "plánování krajiny", kterým jsou *cílevědomé činnosti s výhledem do budoucna, zaměřené na zvyšování kvality, obnovu nebo tvorbu krajiny* (kap. I, článek I.). V České republice dochází často k záměně termínu plánování krajiny a krajinné plánování. Zatímco plánování krajiny zastřešuje soubor všech plánovacích procesů v krajině, termín krajinné plánování je zejména

v zahraničí používán pouze pro specifické plánovací postupy se zaměřením na krajinně-ekologické a humánně-ekologické aspekty rozvoje území (Salašová, 2015).

Dle EÚK představuje krajinné plánování důležitý nástroj pro řízení a ochranu krajiny. Krajina je jako objekt plánování různorodý a dynamický soubor systémů, který se skládá jak ze složek přírodních, tak člověkem vytvořených.

Cílem krajinného (krajinně-ekologického) plánování je zajištění udržitelného vývoje krajiny společně s ochranou životního prostředí pro současné i budoucí generace. Má za úkol stanovit limity a kapacitu využívání krajiny člověkem, zásady její prostorové organizace, dále komplexně řeší funkční využívání krajiny ve shodě s udržitelným rozvojem společnosti (Rada Evropy, 2000). V neposlední řadě je úkolem krajinného plánování vytvářet podklady pro další plánovací činnosti, které jsou uplatňovány ve spolupráci s územním plánováním (Salašová, 2015).

V České republice dosud nedošlo k implementaci krajinného plánování do legislativy, ani není jasně definované postavení krajinného plánování v systému plánovací praxe. V praxi pak dochází ke zpracování krajinného plánu formou různých studií (např. krajinářské studie či územní studie krajiny), které se mohou stát územně analytickým podkladem při zpracování nebo aktualizaci územních plánů podle zákona č. 283/2021 Sb., stavebního zákona. V současné době není sjednocená metodika, podle které by byly výše zmíněné studie vypracovány, proto se často liší jejich úroveň (Salašová, 2015).

Jak již bylo zmíněno, proces krajinného plánování není v České republice právně ukotven a nemá jednotnou metodiku. Pokud však chceme krajinu optimálně využívat, a přitom respektovat její potenciál a zachovat její ekologickou rovnováhu, měl by krajinný plán být založený na krajinně-ekologických poznatcích. Výsledek krajinného plánování by pak měl mít roli výchozího podkladu pro následné územní plánování.

2.1.2. Územní plánování

Územní plánování je proces, kterým se řídí rozvoj území a využívání jeho přirozených zdrojů s ohledem na potřeby společnosti a ochranu životního prostředí. Jeho cílem je dle zákona č. 283/2021, stavebního zákona *soustavně a komplexně řešit funkční využití území, stanovovat zásady jeho plošného a prostorového uspořádání a vytvářet předpoklady pro*

udržitelný rozvoj území spočívající ve vyváženém vztahu podmínek pro příznivé životní prostředí, pro hospodářský rozvoj a pro soudržnost společenství obyvatel území, který uspokojuje potřeby současné generace, aniž by ohrožoval podmínky života generací budoucích.

Dle stavebního zákona je úkolem územního plánování zjišťovat a posuzovat stav území a jeho přírodní, kulturní a civilizační hodnoty, stanovovat koncepci rozvoje území a posuzovat potřebu změn v něm. Dále má vytvářet podmínky pro snížení nebezpečí ekologických a přírodních katastrof, jako například povodní a sucha, přírodě blízkým způsobem. Územní plánování se zaměřuje na funkční využití území a vytváří návrhy pro budoucí výstavbu na daném území za předpokladu jeho udržitelného rozvoje (Rozmanová et al., 2016).

Nástroji územního plánování je celá řada dokumentů, které mají prosazovat cíle a úkoly územního plánování. Jedná se o dokumenty na různých úrovních od národní, přes regionální po místní. Jsou to územně plánovací podklady, kterými jsou zejména územně analytické podklady a územní studie. Dále to jsou územně plánovací dokumentace, jako územní rozvojový plán, zásady územního rozvoje, územní plán a regulační plán (zák. č. 283/2021 Sb.).

2.1.2.1. Územně plánovací dokumentace

Na úrovni obce se nejčastěji setkáme s územním plánem. Územní plán může být chápán jako základní dokument územního rozvoje, protože určuje závazná pravidla, dle kterých se musí řídit další využívání území a umisťování staveb na něm (zák. č. 283/2021 Sb.). Člení území obce na plochy s rozdílným způsobem využití, vymezuje plochy a koridory, a stejně tak vymezuje zastavitelná území. Navrhuje veřejně prospěšná opatření a změny v území. Dle zákona č. 283/2021, stavebního zákona, rozhoduje o pořízení územního plánu zastupitelstvo obce, a když není dáno jinak, je vydáván pro celé území obce. V zadání územního plánu nesmí chybět hlavní cíle a požadavky obce na zpracování návrhu územního plánu. V procesu pořizování územního plánu hraje důležitou roli i veřejné projednání v podobě veřejného shromáždění, kde je návrh ÚP prezentován a diskutován s širokou veřejností. ÚP je zastupitelstvem vydán po ověření, že není v rozporu s politikou územního rozvoje nebo s územně plánovací dokumentací vydanou krajem. Minimálně jednou za 4 roky by mělo docházet k vyhodnocení územního plánu a sledování jeho uplatňování.

Cílem územního plánu je zlepšování dosavadního stavu celého území obce, stanovení požadavků na jeho rozvoj a ochranu hodnot. Z pohledu krajiny v obci je důležitou součástí územního plánu návrh koncepce uspořádání krajiny (KUK) (zák. č. 283/2021 Sb.). Podkladem pro KUK by měla být územní studie krajiny, nebo krajinný plán, který by určil priority a limity hospodaření v krajině s ohledem na její ochranu. Tento krajinný plán by se tak stal praktickým nástrojem pro zajišťování funkčnosti ekosystémů a tím i ekosystémových služeb, které nám krajina poskytuje (Salzmann et al., 2020). KUK bere v potaz jak krajinu zvláště chráněnou, tak obecnou. V rámci KUK tak dochází k vymezení prvků územního systému ekologické stability (ÚSES), ploch postižených erozí nebo ploch vhodných k zatravnění či zalesnění. Územně plánovací dokumentace má tak díky KUK velký potenciál v řešení problematiky krajiny na území obcí a krajů (Semančíková, 2020).

2.1.3. Pozemkové úpravy

Z pohledu plánování krajiny jsou, dle aktuálně platné legislativy, vedle územního plánu důležité i komplexní pozemkové úpravy. Jde o jeden z nejsilnějších a nejkomplexnějších nástrojů plánování krajiny. Konkrétně se pozemkové úpravy zabývají racionálním uspořádáním zemědělských a lesních pozemků a vlastnických vztahů k nim. Legislativně jsou pozemkové úpravy ukotveny v zákoně č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech. Dle tohoto zákona jsou pozemkové úpravy nástrojem pro prostorové a funkční uspořádání pozemků ve veřejném zájmu. Může docházet k scelování či dělení pozemků, zabezpečování přístupnosti k nim a celkově vytvoření podmínek pro racionální hospodaření vlastníků půdy.

Cílem pozemkových úprav je zajistit lepší kvalitu života na venkově, posílit konkurenceschopnost zemědělství a v neposlední řadě chránit a zúrodňovat půdní fond, lesní hospodářství a vodní hospodářství hlavně v rámci snižování negativních důsledků povodní a sucha, řešení odtokových poměrů v krajině a zvýšení ekologické stability krajiny (zák. č. 139/2002 Sb.).

Zákon o pozemkových úpravách definuje dvě formy pozemkových úprav, a to jednoduché a komplexní pozemkové úpravy. Zatímco jednoduché pozemkové úpravy řeší konkrétní lokalitu a v jejích rámci nemusí být vyhotovován plán společných zařízení, co se komplexních pozemkových úprav týče, ty se zabývají celým katastrálním územím a je zde

vždy vyhotovován plán společných řízení. Plán společných zařízení (PSZ) tvoří neopomenutelný podklad v územním plánování. PSZ navrhuje koncepci zemědělské krajiny v řešeném katastrálním území a projektuje navržená opatření na úrovni podkladů pro rozhodování. Jsou v něm obsaženy jak protierozní vodohospodářská a krajinnotvorná opatření, tak se zabývá cestní sítí a územním systémem ekologické stability (ÚSES) (Salašová, 2015). Společná zařízení jsou umisťována na pozemky ve veřejném vlastnictví, případně se souhlasem vlastníka pozemku. PSZ je dle souvisejících předpisů realizován z veřejných zdrojů státu (zák. č. 139/2002 Sb.).

I když se jedná o složitý a komplexní nástroj, pozemkové úpravy jsou důležitým předpokladem pro plnění či vznik dalších místních iniciativ. Formou pozemkových úprav lze dosáhnout obnovy průchodnosti krajiny a oživení zapomenutých míst, která ztratila svou kontinuitu v krajině. Správně provedená komplexní pozemková úprava jak ve své projekční části, tak v navržených opatření v PSZ, mohou mít velkou realizační a motivační sílu.

2.2. Plánování krajiny

Krajina je komplexním systémem, ke kterému by se mělo přistupovat holisticky, v rámci plánování krajiny si ji můžeme představit jako celek složený z jednotlivých vrstev. Tyto vrstvy jsou vzájemně propojeny a měly by fungovat v synergii (Salzmann et al., 2020).

První pomyslnou vrstvou krajiny je říční krajina. Její podoba je dána geologickými podmínkami, morfologií terénu a klimatem. Říční krajina tvoří jakýsi „cévní systém“, který udává funkčnost krajiny a zajišťuje, aby byla krajina obytná. Vodní režim v říční krajině byl a stále je člověkem výrazně pozměňován. Krajinné plánování má za úkol respektovat rozsah území, které je ovlivněno vodním tokem a brát ho v úvahu při dalším plánování využívání tohoto území (Salzmann et al., 2020).

Další vrstvou je krajinná struktura. Jedná se o uspořádání krajinných prvků v krajině, které se mohou lišit svou velikostí, tvarem a funkcí. Mluvíme jak o prvcích přirozených, tak člověkem vytvořených. Krajinná struktura tedy zahrnuje sídla, komunikace, veřejná prostranství, ale také lesy, orné půdy, mokřady či meze. Mnohé z těchto prvků byly dány historickým vývojem. Krajinné plánování zohledňuje krajinnotvorné a ekostabilizační funkce

struktury krajiny a snaží se, aby docházelo k prolínání krajiny urbánní a krajiny volné (Salzmann et al., 2020).

Na výše zmíněné vrstvy následně nasedá vrstva šedé infrastruktury, kde je úkolem krajinného plánování zachovat historický potenciál území, využít jeho stávající kapacitu nebo popřípadě navrhnout koncepci nových ploch. Šedá infrastruktura by měla jít ruku v ruce s tzv. zelenomodrou infrastrukturou, kdy by nově vytvořené uspořádání sídelní zeleně mělo být v souladu jak s uspořádáním zeleně v krajině, tak s udržitelným hospodařením s dešťovou vodou. Na šedou infrastrukturu jsou úzce navázány plochy veřejného prostranství a komunikační síť. Obytnost krajiny a její prostupnost je důležitým konceptem ve vztahu člověka a krajiny.

Poslední vrstvou doplňující celek je multifunkční systém liniových vegetačních prvků a ploch zeleně. Tento systém vegetačních prvků může být připodobněn prvkům ÚSES. Krajinný plán má za úkol při plánování nových liniových prvků a ploch brát v potaz ty již existující. S ohledem na historický vývoj a charakter krajiny má citlivě určovat nové uspořádání krajiny (Salzmann et al., 2020).

Krajina je prostorem sdílení funkcí. Je veřejným prostorem, místem hospodaření a infrastruktury, ale také místem biodiverzity a poskytovatelem ekosystémových služeb.

2.3. Hydrologický režim

Následující kapitola pojednává o tom, co je hydrologický režim a jaký je jeho význam. Dále jsou stručně popsány metody jeho určení a na závěr zmíním jaké dopady mohou nastat v případě změn v hydrologickém režimu.

Hydrologický režim je charakteristickým chováním vodního toku, které je dáno množstvím a časovým průběhem vstupů a výstupů vody v povodí. Hlavními charakteristikami hydrologického režimu jsou dlouhodobé průtoky vody, výška hladiny, teplota vody, a další parametry, které se mohou lišit v závislosti na ročním období, klimatických podmínkách a vodohospodářské činnosti v daném povodí (Kundzewicz et al., 2007).

Pochopení hydrologického režimu je klíčové pro správné hospodaření s vodními zdroji, při řešení prevence povodní, plánování zásobování pitnou vodou, vodní energetiku a další vodohospodářské aktivity. Například vysoké průtoky a povodně mohou způsobit škody na majetku a infrastruktuře, zatímco nízké průtoky mohou vést k nedostatku vody a omezení vodohospodářských aktivit (Kundzewicz et al., 2008). Při správném plánování a řízení vodních zdrojů lze minimalizovat negativní dopady změn v hydrologickém režimu toků a zvýšit efektivitu vodohospodářského hospodaření. Správné porozumění charakteru vodního toku a jeho změnám v průběhu času umožňuje efektivní využití vodních zdrojů, prevenci povodní a minimalizaci negativních dopadů na životní prostředí (Kundzewicz et al., 2007).

Pro posouzení hydrologického režimu se využívají různé metody, jako jsou vodohospodářské modely, analýza hydrologických dat či samotné měření a monitorování vodních toků. Tyto metody umožňují získat informace o charakteru vodního toku a jeho změnách v průběhu času. Nejběžněji získanými daty jsou hodnoty dlouhodobých průtoků (Q), kdy můžeme pozorovat režim průtoků v kratších obdobích, například dnech, ale lze sledovat i režim měsíčních či ročních průtoků (Pithart et al., 2012).

Jednou z důležitých částí hodnocení hydrologických poměrů je i metodika HEM 2014, která se zabývá monitoringem hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků (Langhammer, 2014a). Langhammerovou metodikou dochází ke komplexnímu posouzení toku pomocí dat získaných mapováním v terénu i dat distančních. Metodika se zabývá hodnocením kvality jak samotného koryta, dna a břehů toku, tak jeho inundačního území. Dalšími neopomenutelnými parametry, které jsou potřebné pro finální vyhodnocení hydromorfologického stavu toku, jsou i charakteristiky proudění a hydrologický režim toku (Langhammer, 2014a).

2.4. Eroze

V následujících kapitolách se zabývám erozí, vysvětlím tento pojem a to, jak se projevuje. Dále popíšu její přímé a nepřímé důsledky.

2.4.1. Definice a typy eroze

Eroze je dvoufázový proces, při kterém dochází k oddělení jednotlivých půdních částic z půdní masy a jejich následnému transportu erozními činidly jako je tekoucí voda či vítr (Stocking & Murnaghan, 2001). Obecně lze erozi rozdělit na přirozenou a zrychlenou. K přirozené neboli geologické erozi dochází bez přičinění člověka, je to přirozený nivelační proces. Geologická eroze obrušuje kopce a hory a erodované sedimenty se dále usazují v údolích, jezerech a zátokách (Weil & Brady, 2017). Geologická eroze působí v krajině přirozeně pomalu, tudíž se stihne vytvořit nová půda z podkladové horniny dříve než může dojít ke ztrátě staré půdy z povrchu (Weil & Brady, 2017).

Ke zrychlené erozi dochází v důsledku lidské činnosti jako je pastva dobytka, kácení hospodářských lesů, orba na svazích či přetváření krajiny při výstavbě dálnic a zástavby. Zrychlená (akcelerovaná) eroze je 10-1000 x destruktivnější než přirozená geologická eroze (Weil & Brady, 2017). Vlivem zrychlené eroze je půda obvykle smyta či odváta rychleji, než se dokáže zvětváváním či usazováním zformovat půda nová. Výška půdního profilu může být erozí zredukována tak, že již není možné, aby zde mohly rostliny zakořenit (Weil & Brady, 2017).

Dle erozního činitele rozeznáváme erozi větrnou a vodní. K větrné erozi dochází, když je nechráněná půda odváta větrem. Tento proces je častý v oblastech s nízkými srážkami a suchým klimatem, ale může k ní docházet i v relativně vlhkém klimatu při nedostatku srážek. Větrná eroze nejen že přispívá ke ztrátě úrodné půdy, ale plodiny v takto postižených oblastech často uhynou z důsledku obnažení jejich kořenů (Weil & Brady, 2017). Vodní eroze se v krajině projevuje často jako eroze plošná, kdy dochází k odnášení půdních částí z celé plochy v důsledku náhlých přívalových dešťů. Další formy vodní eroze jsou rýžková, brázdová, rýhová, výmolná nebo dokonce stržová (Šimek et al., 2019). I když plošná eroze nemusí být na první pohled tak patrná, právě díky ní dochází k největší degradaci půd.

2.4.2. Hlavní důsledky vodní eroze

Jedním z nejzávažnějších důsledků vodní eroze je degradace půdy. Dle Weila a Bradyho (2017) došlo během minulého století lidským přičiněním k degradaci půdy na téměř polovině vegetací pokrytém povrchu naší planety (5 miliard ha). Pimentel (1995) ve své práci uvádí míru eroze půdy pro jednotlivé kontinenty, kde pro Evropu se v průměru jedná o 17 t/ha/rok. Tak vysoká ztráta půdy je v delším časovém měřítku neudržitelná. Pro porovnání, globálně byla zjištěna míra půdní eroze pro nedotčené lesy v rozmezí pouhých 0,004 až 0,05 t/ha/rok. Podle Morgana (2005) se v relativně vlhkých podmínkách vytváří nová půda na granitové hornině rychlostí mezi 400–800 kg/ha/rok. To znamená roční nárůst půdního profilu o méně než 0,1 mm. Dostatečné množství půdy pro úspěšné zakořenění rostlin (alespoň 50 cm) by v tomto případě trvalo více než 5000 let. Z tohoto příkladu vyplývá, jak důležité je správné a dlouhodobě udržitelné hospodaření na půdním fondu.

Degradace půd je problémem především půd orných, které jsou nad to vystaveny také intenzivní zátěži a s frekventovaným odběrem sklizených produktů jsou tyto půdy ochuzovány i o potenciální zdroj organické hmoty, která slouží jako potrava půdních organismů (Šimek et al., 2019). Snížením množství organické hmoty v půdě dochází ke zhoršení jejích fyzikálních vlastností, jako je její struktura, pórovitost a schopnost zadržení vody (Šimek et al., 2019; Stocking & Murnaghan, 2001).

Takto narušená půda je poté více náchylná k uvolňování půdních částic a jejich přemístění. Tyto půdní částice poté hrají velkou roli při zanášení řek a vodních nádrží, kdy sediment v podstatě působí jako polutant. Chemikálie, které jsou v něm obsažené zvyšují hodnoty dusíku a fosforu ve vodě a dochází k eutrofizaci. Fyzikálně se sediment rozpadá na nejmenší částice, a tak se z něj uvolňuje do ovzduší v něm dříve zakonzervovaný uhlík jako CO₂. Eroze tudíž ve finále přispívá i ke klimatické změně, jelikož vypouštění oxidu uhličitého do atmosféry podporuje skleníkový efekt (Morgan, 2005).

2.4.3. Konkrétní případy ohrožení degradací půd

Ze všech výše zmíněných důvodů vyplývá, že degradace půdy vodní erozí je ruku v ruce spjata se ztrátou produkčního potenciálu půd. V Evropské unii trpí 12 milionů ha orné půdy silnou erozí a ročně se tak snižuje jejich produktivita až o 0,43 %. Ročně tato ztráta

produktivity orných půd odhadnuta na 1,25 bilionů Eur (Panagos et al., 2018). Snižování produktivity půdy ohrožuje její hlavní funkci v produkci potravy.

Dalším ekonomickým důsledkem vodní eroze je snižování hektarových výnosů půd či poklesu jednotkové ceny půdy. V České republice jsou na silně erodovaných půdách hektarové výnosy sníženy až o 75 %. Dalším ekonomickým následkem vodní eroze je výrazně se snižující cena půdy, kdy na pozemcích, které jsou zasažené vodní erozí klesá jejich cena až o 10 Kč/m² (Hofman et al., 2021). V České republice je v současnosti ztráta z orné půdy vyčíslena na 20,858 mil. tun erodované ornice za rok. Tyto následky vodní eroze přinášejí finanční ztráty 17 851 mld. Kč ročně, z čehož 4,2 mld. je vyčíslená hodnota ornice a 13,651 mld. stojí náklady na sanaci a nápravu škod (Hofman et al., 2021).

Porozumění a vyhodnocení eroze je jedním z nástrojů, jak půdy chránit. V tomto směru je nutno podotknout důležitost krajinného plánování, které je silně založeno právě na znalosti hodnot a potenciálu pozemků a následném určení správného využívání pozemků. V rámci pozemkových úprav dochází k vyhodnocení erozních procesů, především určování oblastí, které jsou zranitelné a na kterých může docházet ke ztrátě půd. Pokroky v technologii jako je vývoj půdně erozních modelů a využívání prostorových analýz nejen v prostředí ArcGIS vedou k zrychlení a zpřesnění určování eroze.

2.5. Protierozní opatření

V dnešní době je při stále se zvyšujících nárocích na produkci potravin správné a udržitelné hospodaření v zemědělství klíčové. Následující kapitola bude pojednávat o tom, jak je možné chránit zemědělskou půdu proti vodní erozi. Při ochraně zemědělských půd je důležitým prvkem protierozních opatření komplexnost. Proto by měla být ruku v ruce využívána opatření charakteru organizačního, agrotechnického i technického, která se vzájemně doplňují a respektují potřeby a možnosti výroby v zemědělství.

2.5.1. Protierozní opatření organizačního charakteru

Jak již název napovídá, organizační opatření jsou ta opatření, ke kterým dochází dříve, než je samotný pozemek aktivně využíván. V rámci těchto opatření dochází ke

strategickému situování pozemků, navrhování jejich optimální velikosti a tvaru a v neposlední řadě vhodné umístění a pěstování plodin.

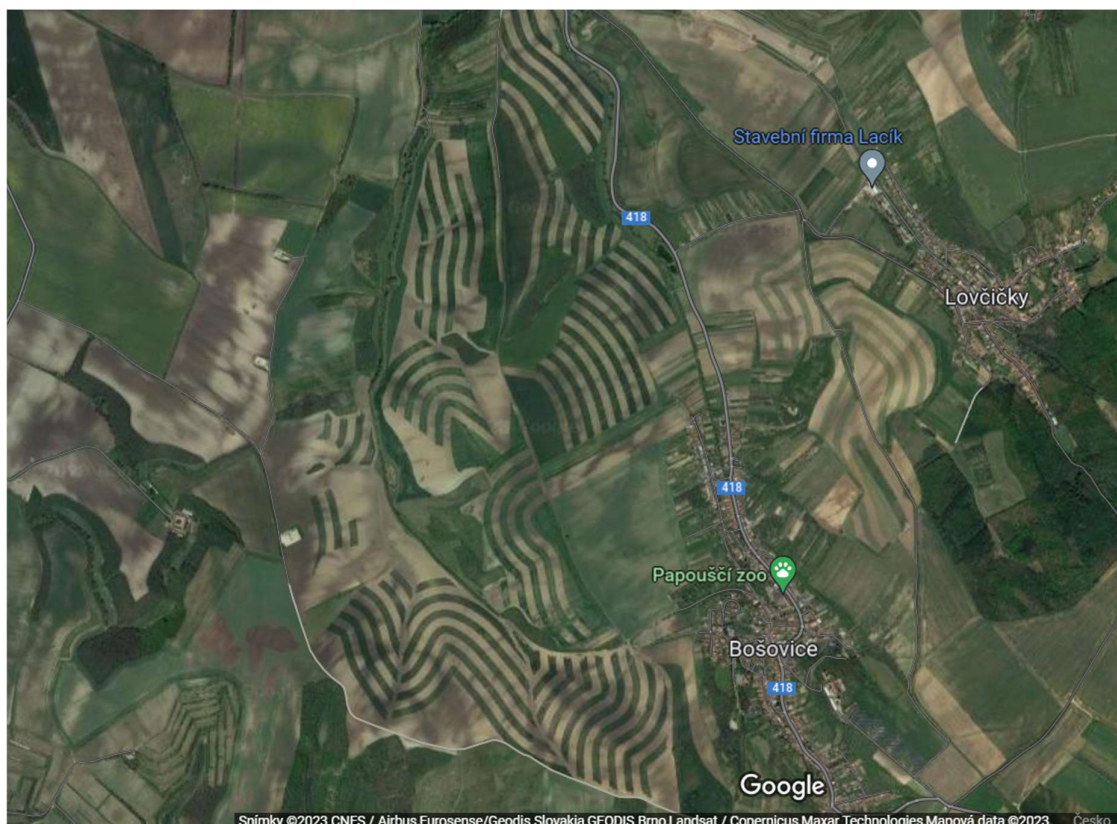
Samotné správné situování pozemku může být efektivním protierozním opatřením, proto by se mělo dbát na to, aby delší strana pozemku byla paralelně s vrstevnicemi. Tak se docílí obdělávání po vrstevnici a zároveň se zkrátí délka půdního bloku ve směru odtoku. Tato délka by neměla překročit maximální přípustnou délku stanovenou výpočtem dlouhodobé přípustné ztráty půdy vodní erozí.

Velikost a tvar pozemku je rozhodována především kompromisem mezi faktory přírodními a ekonomickými. Jelikož přírodní faktory přímo ovlivňují vznik a postup eroze, měla by již v rámci plánu společných zařízení KPÚ být lokalizována zeleň v terénu, která by v budoucnu sloužila jako protierozní opatření, a opatření k zadržování vody v krajině. Z ekonomického hlediska je nutno brát v úvahu mimo jiné jednodušnost půdních vlastností a přístupnost pro zemědělské stroje. Po zvážení všech eventualit je pak možné určit takový půdní blok, který bude splňovat jak nároky na produkci, tak možnost udržitelného dlouhodobého hospodaření. Dle Janečka (2012) je všeobecně doporučeno na rovinných územích vytvářet bloky do 50 ha a ve svažitéjších územích ne větší než 20 ha.

Jako poslední je nutno zmínit optimální využívání pozemků zemědělského půdního fondu. Jedním z opatření na orných půdách je zalesnění či zatravnění, kdy trvalá vegetace slouží jako ochrana proti vodní erozi. Zatravněním by měly dle Janečka (2012) být chráněny především plochy, které se nachází

- *podél břehů vodních toků a nádrží,*
- *v drahách soustředěného povrchového odtoku,*
- *profily průlehů a těles ochranných hrází.*

Při hospodaření na erozí ohrožené půdě je nutno také dbát na správné rozmístění plodin, kdy by při pěstování širokořádkových plodin jako je kukuřice či okopaniny, mělo docházet jejich střídání ve vrstevnicových pásích (viz obrázek 1). Nejlépe by se měly střídát plodiny s nedostatečnou ochranou proti erozi (kukuřice, okopaniny) s těmi, které půdu chrání (travní porost, jetel, ozimá obilnina).



Obrázek 1: Příklad ukázkového obdělávání polí ve vrstevnicových pásech v okolí obce Bošovice (www.google.com/maps).

2.5.2. Protierozní opatření agrotechnického charakteru

Nejvíce náchylná je půda k erozi, když není pokryta žádnou vegetací. Agrotechnickými opatřeními se čas, kdy je půda bez vegetace a tudíž nechráněna, limitován na minimum. Jako protierozní ochrana v tomto případě mohou sloužit zbytky plodin po sklizni nebo samotná biomasa meziplodin (Janeček et al., 2012). Tak se docílí zvýšení vsakovací schopnosti půdy, snížení její erodovatelnosti a ochrany půdního povrchu v období největšího výskytu přívalových srážek, což je období od června do srpna (Ministerstvo zemědělství, 2011).

Protierozními opatřeními je setí či sázení po směru vrstevnice, ochranné obdělávání, hrázkování a důlkování.

2.5.3. Protierozní opatření technického charakteru

Pokud nelze dosáhnout požadované ochrany půdy výše zmíněnými opatřeními, dochází na opatření technická. Většinou se zabývají většími oblastmi zemědělských půd, na kterých by důsledky povrchového odtoku mohly ohrozit zastavěnou část obce. Jedná se o strategické rozmístění liniových zachytných prvků, jako jsou průlehy, příkopy, hrázky, meze, nádrže či terasování (Janeček et al., 2012). Cílem těchto opatření je snížit hodnoty faktoru délky svahu L. Takto vytvořené liniové prvky poté mohou být osázeny různými typy kultur, tudíž se sníží i hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace C. Faktor L i C jsou důležitými hodnotami ve výpočtu Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE), o které pojednává kapitola 3.2.1.

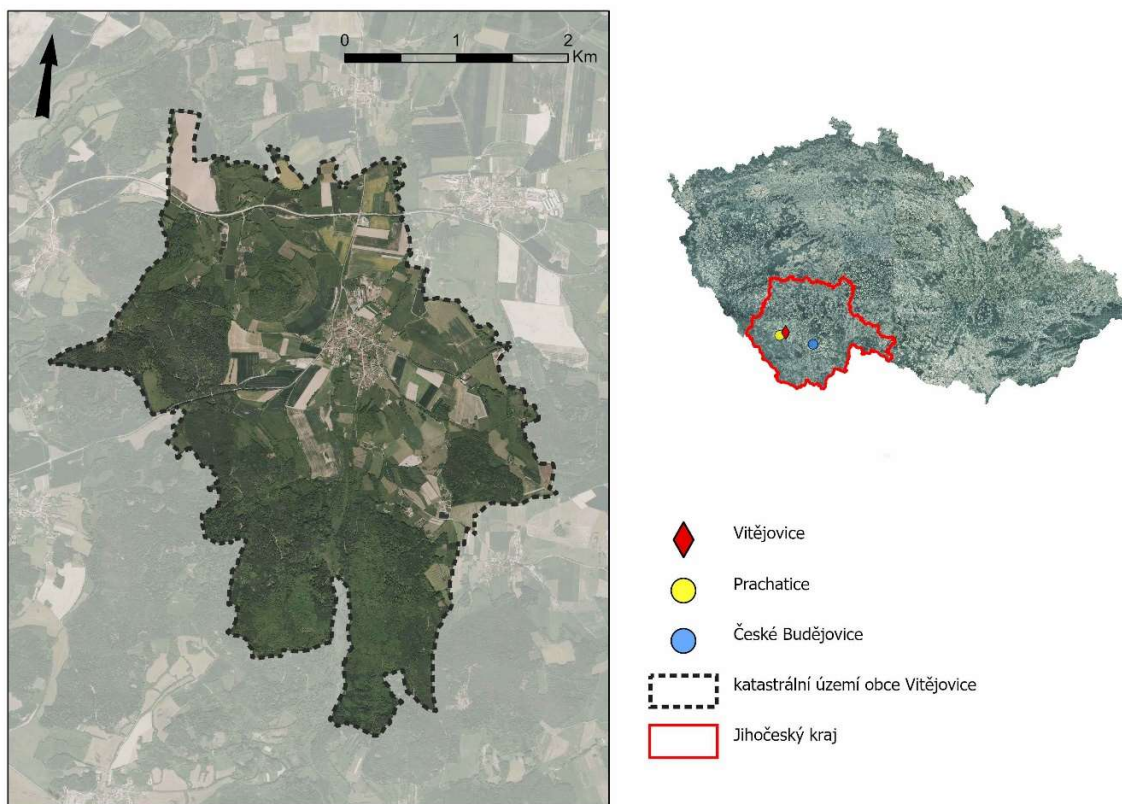
Kromě funkce protierozní tato opatření plní v krajině i funkci estetickou a ekologickou. Rozrůzněná krajina doplněná o dřevinnou zeleň nejenže dobře vypadá, ale také působí vlídným dojmem a upevňuje se tak vztah člověka ke krajině. Prakticky potom takto strukturovaná krajina hraje významnou roli v územním systému ekologické stability krajiny (Janeček et al., 2012).

Nejúčinnějším a legislativně vymahatelným nástrojem k ochraně půdy v rámci technických opatření jsou komplexní pozemkové úpravy.

3. Metodika

3.1. Vymezení zájmového území a jeho popis

Zájmovým územím je jihočeská obec Vitějovice. Spadá pod obec s rozšířenou působností Prachatic. Obec Vitějovice je samosprávným celkem, s vlastním obecním úřadem a zastupitelstvem. Leží 7 km severovýchodně od Prachatic (viz obrázek 2). Nachází se v nadmořské výšce 509 m a má rozlohu 1180 ha. V roce 2021 zde bylo nahlášeno 515 obyvatel.



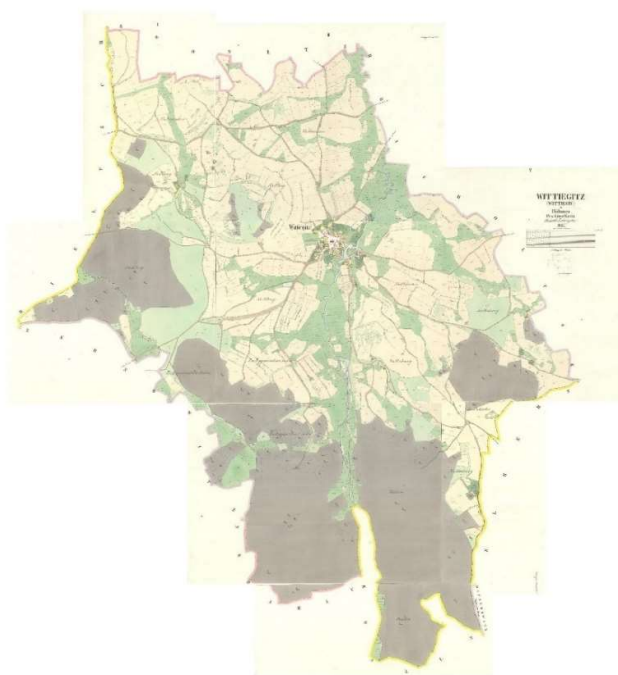
Obrázek 2: Znázornění zájmového území obce Vitějovice

3.2. Krajinný pokryv a jeho změny

3.2.1. Historický krajinný pokryv

Pro potřeby této práce jsem vypracovala vrstvu historického krajinného pokryvu území Vitějovic. Podkladem mi byly císařské povinné otisky map stabilního katastru Čech, které vznikaly v letech 1826 až 1843 a zachycují původní stav krajiny bez dodatečného zákresu pozdějších změn. Listy císařských otisků jsem získala na základě žádosti podané na geoportálu Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK). Takto získané mapové listy (Obrázek 3) jsem následně v prostředí ArcGIS Pro rektifikovala v souřadnicovém systému S-JTSK / Krovak East North, v němž jsou všechny vrstvy se kterými, jsem pracovala. Následně jsem rektifikované vrstvy zdigitalizovala a rozdělila polygony do příslušných typů krajinného pokryvu dle legendy císařských otisků (viz příloha 1). Tím vznikla polygonová vrstva krajinného pokryvu z dob okolo 30. let 19. století.

Z map císařských otisků je možné určit pouze omezený počet typů krajinného pokryvu (viz odkaz na legendu). Nebyly mapovány např. rozptýlené plochy zeleně (RPZ) a veškeré zatravněné plochy jsou označeny jako louky (současné trvalé travní porosty). Ačkoli mapy císařských otisků nerozlišují trvalé travní porosty od rozptýlených ploch zeleně, dle svého uvážení jsem RPZ vyčlenila i v historickém pokryvu. Jako RPZ jsem označovala především úzké dlouhé zatravněné plochy dělicí ornou půdu.



Obrázek 3: Vitějovice na císařských otiscích stabilního katastru Čech

3.2.2. Současný krajinný pokryv

Jako vstupní data pro aktualizovanou vrstvu současného pokryvu zájmového území jsem použila katastrální mapy, vrstvu Veřejného registru půdy LPIS [1] a vrstvu lesů z Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) [2]. Vzájemným překryvem těchto vrstev a kontrolou hranic nad leteckým snímkem (ČÚZK) [3] jsem digitalizací vytvořila vektorovou vrstvu současného pokryvu. Typy krajinného pokryvu v zájmovém území jsou v tabulce 2.

Součástí vyhodnocení krajinného pokryvu bylo procentuální vyhodnocení změny rozlohy historického a současného stavu krajinného pokryvu v zájmovém území Vitějovic.

3.3. Půdní poměry

Půdní poměry jsou vyhodnoceny dle Syntetické půdní mapy České republiky [4] v měřítku 1:50 000 a dle hlavních půdních jednotek (HPJ) Bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Pro vymezení nivy jsem využila mapové podklady bonitované půdně ekologických jednotek (BPEJ), kde jsem na základě hlavních půdních jednotek vybrala půdy nivních poloh (fluvizemě) a hydromorfnní půdy (gleje). HPJ jsou dány 2. a 3. číslem kódu BPEJ. HPJ fluvizemí a glejů jsou v kódu HPJ označeny čísly 55 až 73 (Novotný et al., 2013).

3.4. Erozní ohrožení zemědělských půd

3.4.1. Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy erozí (USLE)

V České republice je pro určení ohroženosti zemědělských půd vodní erozí používána Univerzální rovnice pro ztrátu půdy (*Universal Soil Loss Equation*), dále USLE, dle amerických autorů Wischmeiera a Smithe (1978). Princip tohoto výpočtu spočívá v určení přípustné ztráty půdy na pozemku, pro který jsou parametry určeny z rozměrů standardních odtokových ploch o délce 22,13 m a sklonu 9 %. Výsledkem je maximální míra eroze půdy na daném pozemku, při které je udržitelně a ekonomicky dostupně možné uchovávat přijatelnou úroveň úrodnosti půdy.

Výpočet probíhá na základě informací o množství srážek v dané oblasti, typu půdy, topografii území, složení vegetace a stylu managementu na pozemku (Wischmeier & Smith, 1978). Veškeré tyto informace vstupují do rovnice v podobě faktorů R, K, L, S, C a P, které jsou detailněji popsány níže.

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

kde:

G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],

R = faktor erozní účinnosti deště [$\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$],

K = faktor erodovatelnosti půdy,

L = faktor délky svahu,

S = faktor sklonu svahu,

C = faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu,

P = faktor účinnosti protierozních opatření.

3.4.2. Faktor erozní účinnosti deště (R)

Faktor R je vysoce ovlivněn četností výskytu srážek, jejich intenzitou, trváním a úhrnem. Pro Českou republiku byla hodnota určena z dlouhodobých pozorování srážek na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu v Praze – Klementinu, Táboře a v Bílé Třemešné. Průměrná hodnota R a je stanovena konstantou $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Tato hodnota byla použita i pro výpočet průměrné ztráty půdy na území Vitějovic. V současné době jsou vyvíjeny snahy o regionalizaci hodnoty R faktoru, nicméně v praxi se zatím nevyužívají.

3.4.3. Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Faktor K závisí především na vlastnostech půdy, které ovlivňují její infiltrační schopnosti, odolnost půd proti rozrušujícím účinkům padajících kapek deště a následnému transportu půdních částic povrchově odtékající vodou. K faktor je definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřená v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R ($\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$) a je ovlivněn zrnitostí a strukturou ornice, jejím procentuálním obsahem humusu a propustností půdního profilu (Janeček et al., 2012).

Pro účely této práce byl K faktor stanoven z převodní tabulky Janečka a kol. (2012), dle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd. HPJ vychází z hodnoty 2. a 3. čísla kódu bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), které jsou dostupné jako vektorová vrstva pro území celé České republiky na webu Státního pozemkového úřadu [6]. Hodnoty K faktoru pro území Vitějovic jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Hodnoty faktoru K dle hlavních půdních jednotek (HPJ) (Janeček et al., 2012)

HPJ	hodnota K
29	0,32
32	0,19
34	0,26
35	0,36
37	0,16
40	0,24
41	0,33
50	0,33
56	0,40
58	0,42
67	0,44
68	0,49
71	0,47

3.4.4. LS faktor

Délka a sklon svahu výrazně ovlivňují míru vodní eroze. L faktor je faktor délky svahu, který představuje vliv délky svahu na erozi. Je to poměr ztráty půdy z délky svahu pole k délce 22,13 m, což je vypočítaná délka svahu standardního pozemku. Délka svahu je vzdálenost od počátku pozemního toku k místu koncentrovaného odtoku nebo depozice.

Faktor S představuje vliv sklonu svahu na erozi. Ztráta půdy se se strmostí svahu zvyšuje rychleji než s délkou svahu. Faktor sklonu svahu počítá poměr ztráty půdy ze sklonu pole k úbytku ze sklonu 9 % za jinak stejných podmínek. Vztah ztráty půdy ke sklonu svahu je ovlivněn hustotou vegetativního pokryvu a velikostí půdních částic (Janeček et al., 2012; Wischmeier & Smith, 1978).

Kombinací těchto dvou faktorů vzniká LS faktor, který ukazuje vliv topografie na erozi a výslednou ztrátu půd. Běžně se výpočet eroze provádí v prostředí komerčního softwaru ATLAS. Já jsem postupovala v prostředí ArcGIS Pro dle metodiky od Novotného (2017).

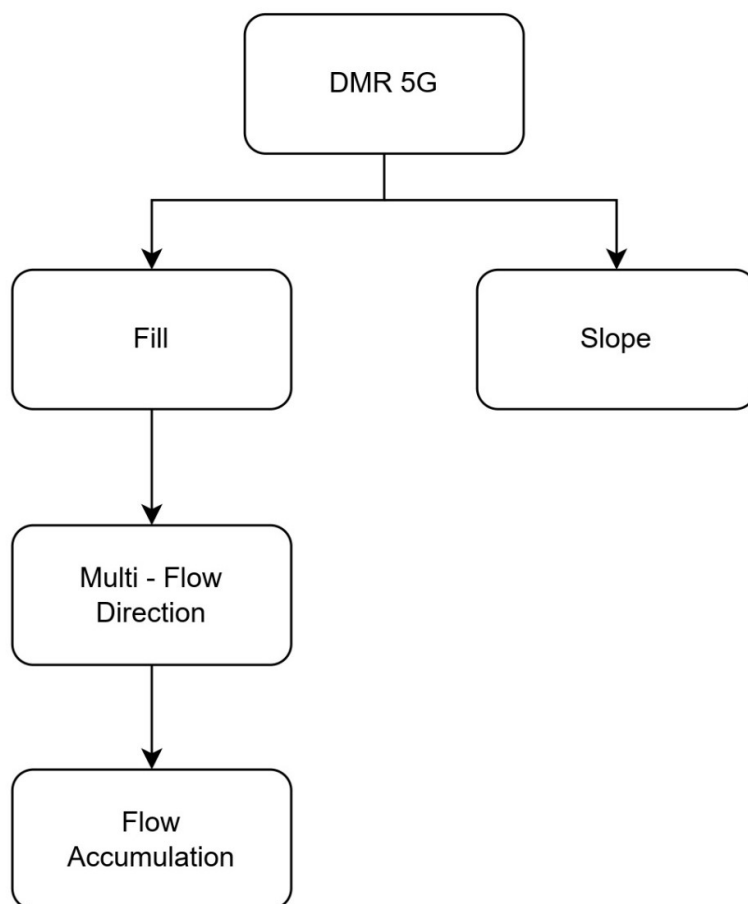
Pro výpočet LS faktoru lze použít celou řadu různých rovnic, jejichž použití může výrazně podhodnotit nebo nadhodnotit průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy. V praxi je v ČR při hodnocení erozního ohrožení často používán komerční software ATLAS, který má přímo připravený modul pro výpočet LS faktoru, který je kalibrován pro české přírodní podmínky (Krása, 2014). Jinou možností je použít moduly, které jsou součástí freewarových softwarů GIS. Např. součástí SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses) je modul, který kombinuje zpracování a analýzu modelu terénu (úpravu terénu pro hydrologickou analýzu, výpočet akumulace toku, specifické plochy povodí a sklonu) v rámci tzv. „one step“ funkce. Metoda tohoto výpočtu LS faktoru vychází z Desmet & Govers (1996). V prostředí ArcGIS Pro takto připravené moduly pro snazší výpočet LS faktoru neexistují, a je nutné jednotlivé datové vrstvy procesovat postupně a pro výpočet LS faktoru využít vhodnou rovnici. Doležal a kol. (2010) doporučují pro české poměry využít rovnice Mitášové, pro výpočet plošné eroze (viz níže). Pro účely této práce jsem porovnála výsledky LS faktoru pro zájmové území, procesované jak v ArcGIS Pro, tak v SAGA GIS. Výsledky se značně lišily. Průměrná ztráta půdy počítaná na základě LS faktoru, který byl vypočítán dle rovnice Desmeta a Govere (1996), byla značně nižší než ta, která vznikla na základě rovnice Mitášové. Toto může sloužit jako příklad toho, jak moc záleží na vstupních datech a použitých rovnicích při výpočtu jednotlivých faktorů.

Pro účely této práce jsem k výpočtu LS faktoru nakonec zvolila rovnici Mitášové (1996), protože její použití bylo doporučeno v Metodickém návodu k provádění pozemkových úprav (Doležal et al., 2010):

$$LS = 1.4 * \text{Power}(\text{"FlowAccumulation"} * (\text{velikost buňky} \\ \text{rastru} / 22.13), 0.6) * \text{Power}(\text{Sin}(\text{"Slope"} * (3.1415926 / 180)), 0.09, 1)$$

Pro výpočet jsou důležité vrstvy "FlowAccumulation" a "Slope". "FlowAccumulation" je rastrová mapa, která znázorňuje akumulaci odtoku v každé buňce rastru. "Slope" je rastrová vrstva, která znázorňuje poměry sklonu území dané ve stupních.

Detailní postup přípravy rastrových vstupních dat "*FlowAccumulation*" a "*Slope*" pro výpočet LS faktoru (Mitášová, 1996) je uveden níže, viz obrázek 4. Výchozí datovou vrstvou pro přípravu obou výše uvedených vrstev byl rastr digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) s rozlišením 2 x 2 m, který je volně přístupný na geoportálu ČÚZK. Rastr byl generován pro širší území, než je zájmové území Vitějovic, a to tak, aby zahrnoval všechna spádová „mikropovodí“ pro Vitějovice. Konkrétně byl generován s bufferem 1 km v okolí katastrálního území. Pro hodnocení průměrné dlouhodobé ztráty půdy bylo nutné z digitálního modelu reliéfu, před zahájením příprav vstupních vrstev pro LS faktor, odstranit všechny liniové a plošné prvky přerušující odtok, jedná se o cesty s příkopy, vodní toky a vodní plochy [7].



Obrázek 4: Diagram ukazující proces získání vrstev *Flow Accumulation* a *Slope* v prostředí ArcGIS Pro (vlastní)

3.4.5. C faktor

Faktor C odráží účinky různého vegetačního pokryvu a jeho managementu na míru eroze (Renard et al., 1997). Vegetační pokryv přímo ovlivňuje povrch půdy, a slouží jako ochrana před ničujícím působením kapek při dešti. Také dokáže zpomalit rychlost povrchového odtoku vody. Nepřímo ovlivňuje vegetační pokryv pórovitost a propustnost půdy (Janeček et al., 2012).

Pokryvnost a hustota porostu v období duben až září, kdy dochází k největšímu výskytu přívalových dešťů, jsou hlavními faktory určujícími ochranný vliv vegetace. Největší protierozní ochranu poskytují travní porosty a jeteloviny. Na druhou stranu širokořádkové plodiny, jako je kukuřice či okopaniny, neposkytují půdě ochranu dostatečnou (Janeček et al., 2012). Faktor C může tak být využíván k určení efektivnosti osevního plánu v předcházení eroze v určité oblasti. Jako vstupní datovou vrstvu k plošnému určení C faktoru jsem využila vrstvu krajinného pokryvu Vitějovice viz kapitola 3.2.

C faktor nabývá hodnot 0 až 1. Čím vyšší je hodnota C, tím nižší je ochrana vegetačního pokryvu, resp. k tím vyšší míře eroze dochází. Hodnoty C faktoru lze stanovit dle osevního plánu, který ukazuje postup střídání plodin a agrotechnických pracích na určitých pozemcích v pěti obdobích (Wischmeier & Smith, 1978). V této práci jsem hodnotu C přiřadila obecněji dle metodiky Dumbrovského (Dumbrovský et al., 2015), kdy se v případě orné půdy hodnota C přiřazuje dle klimatického regionu daného pozemku (viz tabulka 2). Číslo klimatického regionu znázorňuje první číslice kódu BPEJ. Hodnoty C pro ostatní kategorie krajinného pokryvu jsem získala z odborné literatury a následně je přiřadila dle jednotlivých kategorií (viz tabulka 2).

Dalším způsobem, jak určit C faktor, je použít osevní plány z daného území. Použila jsem osevní plány z Plánu společného zařízení (PSZ) Vitějovic z roku 2010, který mi byl poskytnut Pozemkovým úřadem Prachatice. Výpočet C faktoru je proveden pro jednotlivé plodiny a pro průměr návrhového osevního postupu v šestém roce ve třech variantách. Návrhové osevní postupy se liší v šestém roce, kdy v první variantě je vysazen jetel, v druhé kukuřice a ve třetí obilniny. Průměrné hodnoty C faktoru pro jednotlivé plodiny lze vidět v tabulce 3.

Tabulka 2: Hodnoty faktoru C dle typů krajinného pokryvu

kategorie		C faktor	citace
intravilán		0,20	Wischmeier and Smith, 1978
rozptýlená zeleň		0,0235	Panagos, 2015
cesty (zpevněný povrch s příkopem)		0	Panagos, 2015
jiná trvalá kultura		0,2652	Panagos, 2015
les		0,0014	Panagos, 2015
lom		0,15	Wischmeier and Smith, 1978
ovocný sad		0,45	Janeček, 2012
rychle rostoucí dřeviny		0,0235	Panagos, 2015
standardní orná půda	klima. reg. 7	0,204	Dumbrovský, 2015
	klima. reg. 8	0,192	
	klima. reg. 9	0,179	
travní porost (na orné půdě)		0,01	Novotný et al., 2017
trvalý travní porost		0,01	Novotný et al., 2017
voda		0	Renard, 1997
zalesněná půda		0,0014	Panagos, 2015
úhor		0,5	Panagos, 2015
polní cesty (nezpevněný povrch)		0,1	odborná konzultace

Tabulka 3: Hodnoty C faktoru orných půd dle osevního plánu

kategorie	plodina	C faktor
standardní orná půda	jetel	0,21
	obiloviny	0,27
	kukuřice	0,35

3.4.6. P faktor

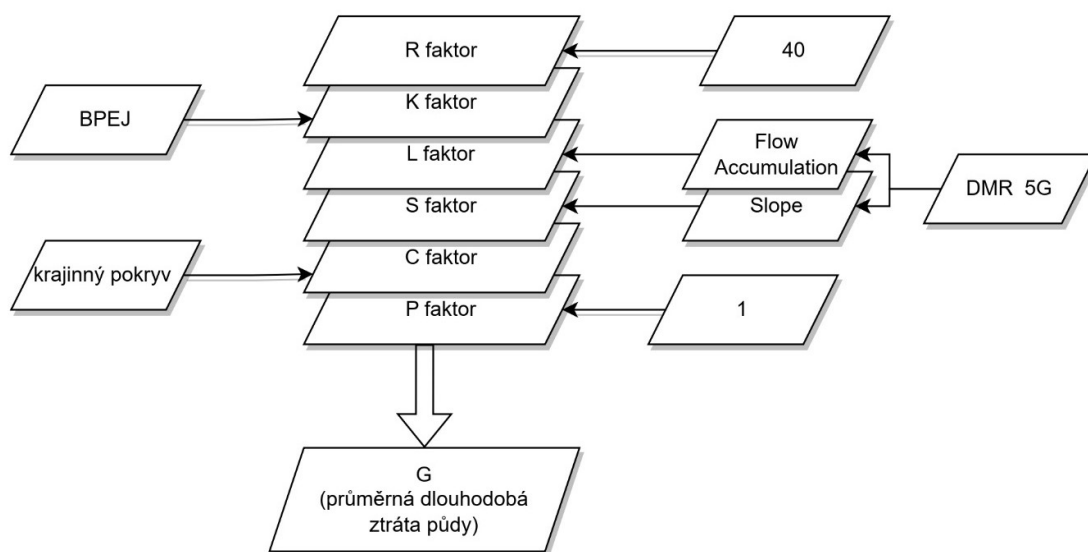
Obecně platí, že kdykoli dochází k obdělávání svažité půdy, která tak bude vystavena erozním dešťům, musí docházet k podpůrné ochraně půdy v podobě protierozních opatření. Tyto opatření slouží ke zpomalení smyvu půdy a v případě orné půdy jde konkrétně o pěstování plodin na vrstevnice, vrstevnicové obdělávání půdy či terasové systémy (Wischmeier & Smith, 1978).

P faktor odráží účinnost protierozních opatření v rámci průměrné roční ztráty půdy. Hodnoty P faktoru se pohybují mezi 0 a 1, kde čím nižší je hodnota P, tím efektivnější je protierozní opatření (Renard et al., 1997). Pokud nedošlo na pozemku k žádným opatřením, či nelze průkazně určit jejich úspěšnost, je hodnota P určena jako 1 (Janeček et al., 2012). Právě hodnota $P = 1$ byla použita pro výpočet i v této práci.

3.4.7. Výpočet G

Hodnota G určuje průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy v jednotkách $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Tato hodnota určuje množství půdy, které je uvolněno vodní erozí z pozemku (Janeček et al., 2012). Vypočtena je na základě součinu výše zmíněných faktorů (Obrázek 5).

Faktory pro výpočet byly získány ve vektorové podobě a musely být převedeny do rastrové vrstvy. Jedinou výjimkou je vrstva LS faktoru, která byla výpočtem získána rovnou v podobě rastrové.



Obrázek 5: Stručný diagram vstupních dat pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy (vlastní)

V rámci území byly vyčleněny tzv. erozně hodnocené plochy (EHP), pro které byla vyhodnocena průměrná dlouhodobá ztráta půdy. EHP vznikly sloučením půdních bloků orné půdy. Vzniklo 35 erozně hodnocených ploch (Obrázek 6). Při vymezení hranic erozně hodnocených ploch bylo zohledněno, zda je přerušen povrchový odtok vody cestou s příkopem či jinou překážkou přerušující odtok (Janeček, 2012).

V České republice je ochrana půdy zajišťována zákonem č. 184/2016 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, který uvádí, že „je zakázáno způsobovat ohrožení zemědělské půdy erozí překračováním přípustné míry jejího erozního ohrožení“. Přípustná míra erozního ohrožení je dána vyhláškou č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí, a je určena na základě hloubky půd. Hloubka půdního profilu vyjadřuje částí půdního profilu, který je zespondu ohraničen matečnou horninou. Hloubka profilu byla zjištěna na základě 5. místa číselného kódu BPEJ. Půdy jsou rozděleny dle hloubky na půdy hluboké (více než 60 cm), středně hluboké (30-60 cm) a mělké (méně než 30 cm) (vyhláška 227/2018). Pro hluboké a středně hluboké půdy je přípustná míra erozního ohrožení 9 t/ha/rok a pro mělké jsou to 2 t/ha/rok (vyhláška č. 240/2021 Sb.).

Janeček (2012) však doporučuje sjednocenou přípustnou míru eroze pro hluboké a středně hluboké půdy ve výši maximálně 4 t/ha/rok. Mělké půdy do 30 cm by měly dle Janečka

(2012) být převedeny do kategorie trvale travních porostů nebo by mělo dojít k jejich zalesnění.

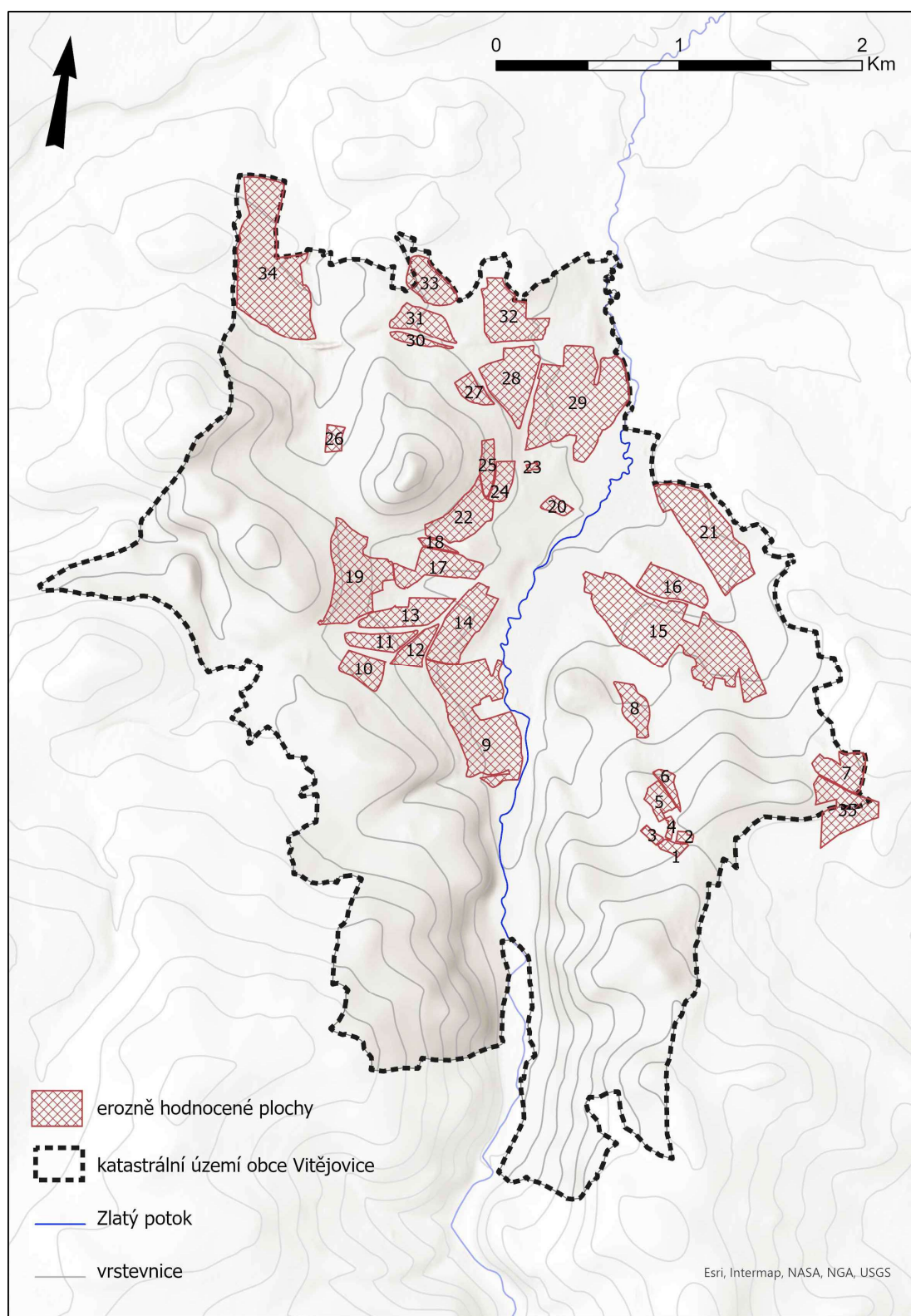
V práci jsem vyhodnotila dva scénáře výpočtu průměrné dlouhodobé ztráty půdy G a to následovně:

- 1) Scénář 1: za použití hodnot C faktoru pro orné půdy dle klimatických regionů,
- 2) Scénář 2: za použití hodnot C faktoru pro ornou půdu dle osevních plánů.

Výsledky obou scénářů jsem vzájemně porovnála a porovnála jsem je také s maximálně přípustnými hodnotami ochranného vlivu vegetace - $C_p \cdot P_p$, které jsem vypočítala z upravené rovnice USLE v následujícím tvaru, dle vyhlášky č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí:

$$C_p \cdot P_p = G_p / (R \cdot K \cdot LS),$$

kdy se erozní ohrožení sníží za předpokladu snížení hodnot C faktoru ochranného vlivu vegetace a P faktoru účinnosti erozních opatření. Přípustnou míru eroze (G_p) jsem určila podle metodiky Janečka (2012) pro hluboké a středně hluboké půdy 4 t/ha/rok, s tím, že mělké půdy jsou doporučeny k zatravnění či zalesnění.



Obrázek 6: Rozložení erodně hodnocených ploch v zájmovém území

3.5. Vodní režim v území

3.5.1. Odvodněné oblasti

Vektorová data odvodněných území jsem získala z Registru půdy LPIS. Jedná se o data meliorací pořízená Zemědělskou vodohospodářskou správou digitalizací analogových map [7]. Pro účely této práce mě zajímalo posoudit rozsah odvodněných území a zjistit jaké typy krajinného pokryvu jsou odvodněné.

3.5.2. Záplavová území

Záplavová území při průtoku pětileté (Q5), dvacetileté (Q20) a stoleté (Q100) vody jsem jako vektorovou vrstvu získala z webu Výzkumného ústavu hospodářského T. G. Masaryka [8]. Vyhodnotila jsem plochy rozlivu jednotlivých průtoků.

3.5.3. Metodika hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodního toku

Pro zjištění ekologické kvality Zlatého potoka na území Vitějovic jsem si vybrala metodiku HEM dle Langhammera (2014). Jedná se o metodiku monitoringu hydromorfologických charakteristik ekologické kvality vodních toků, která splňuje požadavky Rámcové směrnice o vodní politice ES 2000/30/ES a zákona o vodách č. 254/2001 Sb.

Vstupní data pro samotné hodnocení toku jsou výsledkem terénního a distančního mapování. K zaznamenání dat jak z terénu, tak z distančních podkladů, jsem použila mapovací formuláře, které jsou součástí metodiky HEM 2014 (Langhammer, 2014). Pro distanční mapování jsem využila současnou ortofoto mapu a pro historický stav II. vojenské mapování z let 1836-1852. Obě WMS služby jsou volně přístupné na webu Geoportálu ČÚZK [3] a II. vojenské mapování na Národním geoportálu INSPIRE [9].

Jedná se o typově specifické hodnocení, kdy se pro výpočet musí nejdříve určit o jaký typ toku se jedná, a poté dochází ke skórování jednotlivých parametrů. Typ toku je určen dle Langhammera (Langhammer, 2014), v případě Zlatého potoka se jedná o vrchovinný tok. Tok

je následně skórován na základě úseků, které by měly být co nejvíce homogenní. Pro účely této práce mě zajímala část toku, protékající obcí, proto jsem rozčlenila a zmapovala pouze tu. Zlatý potok v území katastru jsem rozdělila na 7 úseků.

Každý úsek je hodnocen zvlášť, kdy dochází k hodnocení 17 ukazatelů hydromorfologické kvality. Skórování jednotlivých ukazatelů je založeno na určení četnosti či rozsahu výskytu daných hodnocených podob úprav, využití krajiny nebo charakteristik prostředí samotného toku a jeho nivy. Těchto 17 ukazatelů je rozděleno dle tří zón: koryto, břehy a příbřežní zóna a jako třetí inundační území. Seznam ukazatelů rozdělených do jednotlivých zón lze vidět v tabulce 4.

Tabulka 4: Zóny a ukazatele hodnocené metodikou HEM 2014 (Langhammer, 2014b).

Zóna	Ukazatel
I. Koryto	1. Upravenost trasy toku
	2. Variabilita šířky koryta
	3. Variabilita zahloubení v podélném profilu
	4. Variabilita hloubek v příčném profilu
	5. Dnový substrát
	6. Upravenost dna
	7. Mrtvé dřevo v korytě
	8. Struktury dna
	9. Charakter proudění
	10. Ovlivnění hydrologického režimu
	11. Podélná průchodnost koryta
II. Břehy/příbřežní zóna	12. Upravenost břehu
	13. Břehová vegetace
	14. Využití příbřežní zóny
III. Inundační území	15. Využití údolní nivy
	16. Průchodnost inundačního území
	17. Stabilita břehu a boční migrace koryta

Pro zjištění hydromorfologické kvality úseků toku jsem postupovala následovně. V terénu jsem pro lepší orientaci používala aplikaci ArcGIS Collector. V té jsem měla předpřipravenou vrstvu toku rozdělených na úseky, takže jsem jasně věděla, kde je začátek a konec homogenního úseku. Do mapovacích formulářů jsem vyplnila veškeré parametry, které bylo nutno zjistit monitoringem terénu. Dvanáct z celkových sedmnácti ukazatelů je preferovaně hodnotitelných terénním mapováním. Mezi nimi je například variabilita hloubek jak v podélném, tak příčném profilu, jaký substrát pokrývá dno, zda úsek obsahuje nějaké procento mrtvého dřeva. Dále jsem monitorovala podobu dna a břehů a jejich případné úpravy provedené člověkem. Také se posuzuje březní vegetace, jestli je koryto průchodné či zda a popřípadě jak je ovlivněn hydrologický režim.

Z distančních podkladů jsem potom doplnila za pomoci ortofoto mapy využití příbřežní zóny, nivy a monitorovala průchodnost inundačního území. V tomto případě šlo o zjištění výskytu liniových staveb či hrází, které protínají inundační území, a tak ovlivňují jeho průchodnost. Distančním mapováním jsem z II. vojenského mapování zjistila historickou podobu toku pro porovnání.

Samotný výpočet probíhal dle Langhammerovi metodiky, kdy se skóruje každý ukazatel univerzálně či na základě typu toku. Jednotlivé ukazatele jsou bodově ohodnoceny ve škále od 1 do 5, kdy 1 představuje nejlepší, tudíž nejvíce přírodě blízký stav a 5 naopak nejhorší. Po výpočtu jsou jednotlivé úseky dle výsledného skóre přiřazeny do jedné z pěti tříd. Tyto třídy určují hydromorfologický stav úseku, který může být přírodě blízký, slabě, středně, značně nebo silně modifikovaný.

4. Analýza zájmového území a vyhodnocení problémů v území

4.1. Geomorfologie území

Obec Vitějovice se nachází na území Hercynského systému, subsystému Hercynských pohoří. Jedná se o provincii Česká Vysočina, soustavu Šumavskou, podsoustavu Šumavská hornatina a celek Šumavské podhůří. Severní část obce patří do podcelku Bavorovská vrchovina a okrsku Husinecká vrchovina, jižní část do podcelku Prachatická hornatina a okrsku Žernovická vrchovina. Krajinný typ území, na kterém se obec nachází, je vrchovina. (Boháč & Kolář, 1996; Czudek, 1972).

4.2. Klimatické podmínky území

Celé území České republiky je na základě klimatických podmínek rozděleno do určitých klimatických oblastí. Zájmové území Vitějovice spadá do mírně teplé oblasti, mírně vlhké podoblasti označené B3 (Tolasz et al., 2007) a je charakterizováno jako pahorkatinný a mírně teplý, mírně vlhký s mírnou zimou. Klimatické a terénní znaky území jsou dány tím, že lednová teplota bývá nad -3 °C a výška je do 500 m n. m. Jednotlivé klimatické charakteristiky mírně teplé oblasti lze vidět v tabulce 5. V tabulce 6 jsou dále detailněji popsány úhrny srážek po celý rok a průměrná měsíční teplota vzduchu.

Tabulka 5: Klimatické charakteristiky mírně klimatické oblasti, jednotka MW7 (Tolasz et al., 2007).

Parametr	Klimatická charakteristika
Průměrná roční teplota vzduchu	7-8 °C
Průměr. teplota vzduchu ve vegetačním období	13-14 °C
Počet dní s mrazem	110-130
Počet ledových dní	40-50

Průměrná lednová teplota	-2 - -3 °C
Průměrná červencová teplota	16-17 °C
Průměrná dubnová teplota	6-7 °C
Průměrná říjnová teplota	7-8 °C
Průměr. počet dní se srážkami 1 mm a více	100-120
Roční průměrný úhrn srážek	500-550 mm
Průměrný úhrn srážek ve vegetačním období	350-400 mm
Suma srážek v zimním období	250-300 mm
Průměrná roční rychlost větru	2,0-3,0 m.s ⁻¹
Průměrný roční počet dní s bouřkou	24-27

Tabulka 6: Průměrné roční rozdělení teplot vzduchu a úhrnu srážek dle měsíců (Tolasz et al., 2007)

Měsíc	Průměrný měsíční úhrn srážek [mm]	Průměrná měsíční teplota vzduchu [°C]
I.	20-30	-1- -2
II.	20-30	-1-0
III.	30-40	3-4
IV.	30-40	7-8
V.	60-80	11-12
VI.	80-100	15-16
VII.	60-80	17-18

VIII.	60-80	15-16
IX.	40-50	13-14
X.	30-40	7-8
XI.	30-40	2-3
XII.	20-30	-1-0

Kromě teplotních a srážkových charakteristik území je nutno určit i charakteristiky vlhkostní. Tyto lze vyhodnotit dle Langova dešťového faktoru. Tento faktor je počítán podílem průměrného ročního úhrnu srážek a průměrné roční teploty vzduchu. Hodnota LDF na území obce je 80-100. Jelikož je hodnota LDF větší než 70, je na území nízká pravděpodobnost meteorologického sucha (Minář, 1948; Tolasz et al., 2007).

4.3. Zvláště chráněná území

Na území Vitějovic se nachází dvě zvláště chráněná území. Jedním je přírodní památka U Piláta, která byla vyhlášena v roce 1989. Přírodní památka se nachází na rozloze 8,02 ha v jižní části území na strmém svahu nad levým břehem Zlatého potoka. Důvodem ochrany je přítomnost suťového bukového porostu s bohatým bylinným patrem.

Druhým zvláště chráněným územím je Zlatý potok, který byl vyhlášen evropsky významnou lokalitou ve smyslu zákona 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. V současnosti je v projednávání vyhlášení části Zlatého potoka přírodní památkou. Navržená hranice nově vzniklé přírodní památky by měla vést v délce cca 8 km mezi obcí Chroboly a severním okrajem nelesní enklávy okolo obce Vitějovice. Předmětem ochrany by zde měl být komplex biologicky cenných lesních a lučních společenstev ve vazbě na údolí tohoto toku. Mimo jiné je povodí Zlatého potoka domovem pro významnou populaci ohroženého druhu perlorodky říční (Jihočeský kraj, 2022).

4.4. Geologie území

Dle geovědní mapy [10] v měřítku 1:50 000 je území Vitějovic je součástí moldanubika, severní část je tvořena migmatitem a jižní převážně granulitem. Ostrůvkovitě lze narazit na severu na biotickou pararulu a křemenný diorit. Zlatý potok teče v místě tektonického zlomu, který začíná v masivu Knížecího stolce severně a táhne se až po Sviněticích západně od Vodňan. V oblasti toků se nachází nivní sediment, který je obklopen smíšeným či hlinito-písčítým sedimentem. V okolí vrchu Osule se pak útržkovitě vyskytuje aplopegmatit a pegmatit.

4.5. Půdní poměry území

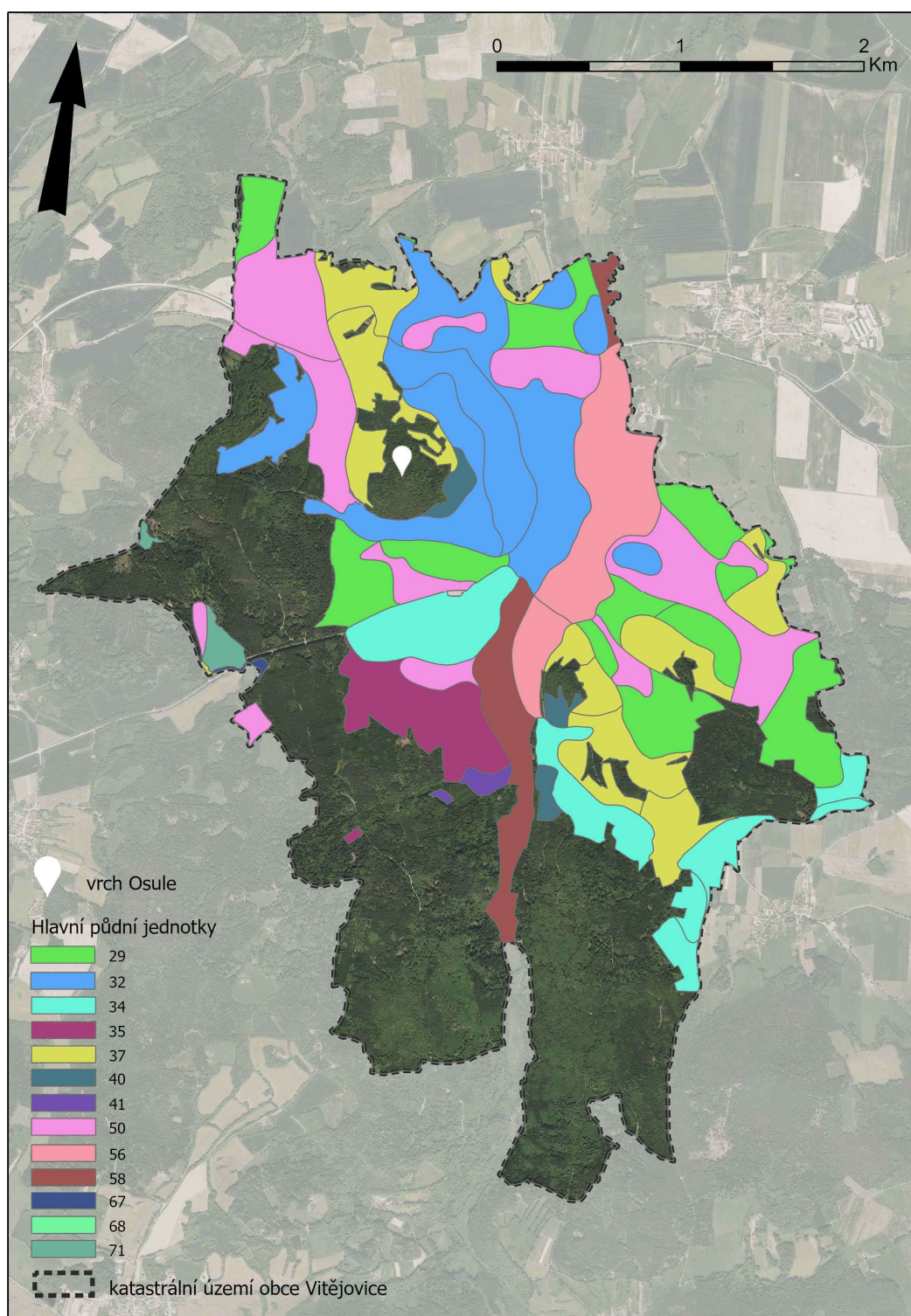
Zájmové území se nachází v z části odlesněném a intenzivně zemědělsky využívaném mikroregionu Netolicko, v oblasti Netolické pahorkatiny. Dle Situační a výhledové zprávy půdy je na území vysoké procento zornění, což vede k vysokému riziku vodní eroze.

Dle Syntetické půdní mapy České republiky [4] v měřítku 1:50 000 se na velké části území obce nachází mesobazická a oglejená mezobazická kambizem, spolu s glejí modální. V jižní, jihozápadní a severní části potom můžeme najít menší území s modálním kryptozolem. Na severní a severovýchodí části území se nachází kambizem dystrická. Výjimkou je okolí Zlatého potoka a menších vodotečí, kde nalezneme fluvizem glejovou a modální. Na určitých místech se také nachází ranker kambický, a to jižně a severozápadně od vrchu Osule a v nejsevernější části katastrálního území obce. Dle BPEJ se zde nachází 13 hlavních půdních jednotek, které jsou blíže popsány v tabulce 7 a znázorněny na obrázku 7.

Tabulka 7: Výskyt jednotek BPEJ na území Vitějovice (vyhláška 227/2018 Sb.)

HPJ	popis
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 vlhkém klimatu.
34	Kambizemě dystrické, kambizemě modální mezobazické, kryptopodzoly modální, kambizemě a kryptopodzoly arenické, včetně slabě oglejených variet, na všech půdotvorných substrátech z pevných hornin lehčího zrnitostního rázu, lehké až středně těžké lehčí, bez skeletu až středně skeletovité, vláhově zásobené, ve vlhkém období až převlhčené, vždy však v mírně chladném klimatickém regionu.
35	Kambizemě dystrické, kambizemě modální mezobazické, kryptopodzoly modální, včetně slabě oglejených variet, na všech zpevněných půdotvorných substrátech, středně těžké, bez skeletu až středně skeletovité, vláhově příznivé až mírně převlhčené, v mírně chladném klimatickém regionu.
37	Kambizemě litické, kambizemě rankerové, rankery modální, pararendziny litické na pevných substrátech bez rozlišení, v podorníci 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.
40	Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, na všech substrátech, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici.
41	Půdy se sklonitostí vyšší než 12 stupňů, zrnitostně středně těžké až velmi těžké, s různou skeletovitostí, s poněkud příznivějšími vláhovými poměry.
50	Kambizemě oglejené a glejové, pseudogleje modální, kambické, dystrické na žulách, rulách, svorech, fylitech, ryolitech, dacitech, ryolitových tufech, porfýrech, porfýritech, keratofýrech, znělcích, trachytech, amfibolitech, gabrech, gabrodioritech, hadcích, peroditech, pikritech a opukách, bazických vyvěřelinách 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.
56	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.
58	Fluvizemě glejové a oglejené na nivních uloženinách (> 0,7 m), popřípadě s podložím teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí (výjimečně i lehké), bez skeletu až slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry nepříznivé.
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.

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 vymezitelné, převážně bez skeletu až středně skeletovité, lehčí středně těžké, středně těžké až velmi těžké, nepříznivý vodní režim.
71	Gleje fluvické, fluvizemě glejové, (černice fluvické glejové, fluvizemě glejové výrazně vlhčí) stejných vlastností jako HPJ 70, úzké nivy – pod 50 m od toku, často trpí záplavami.



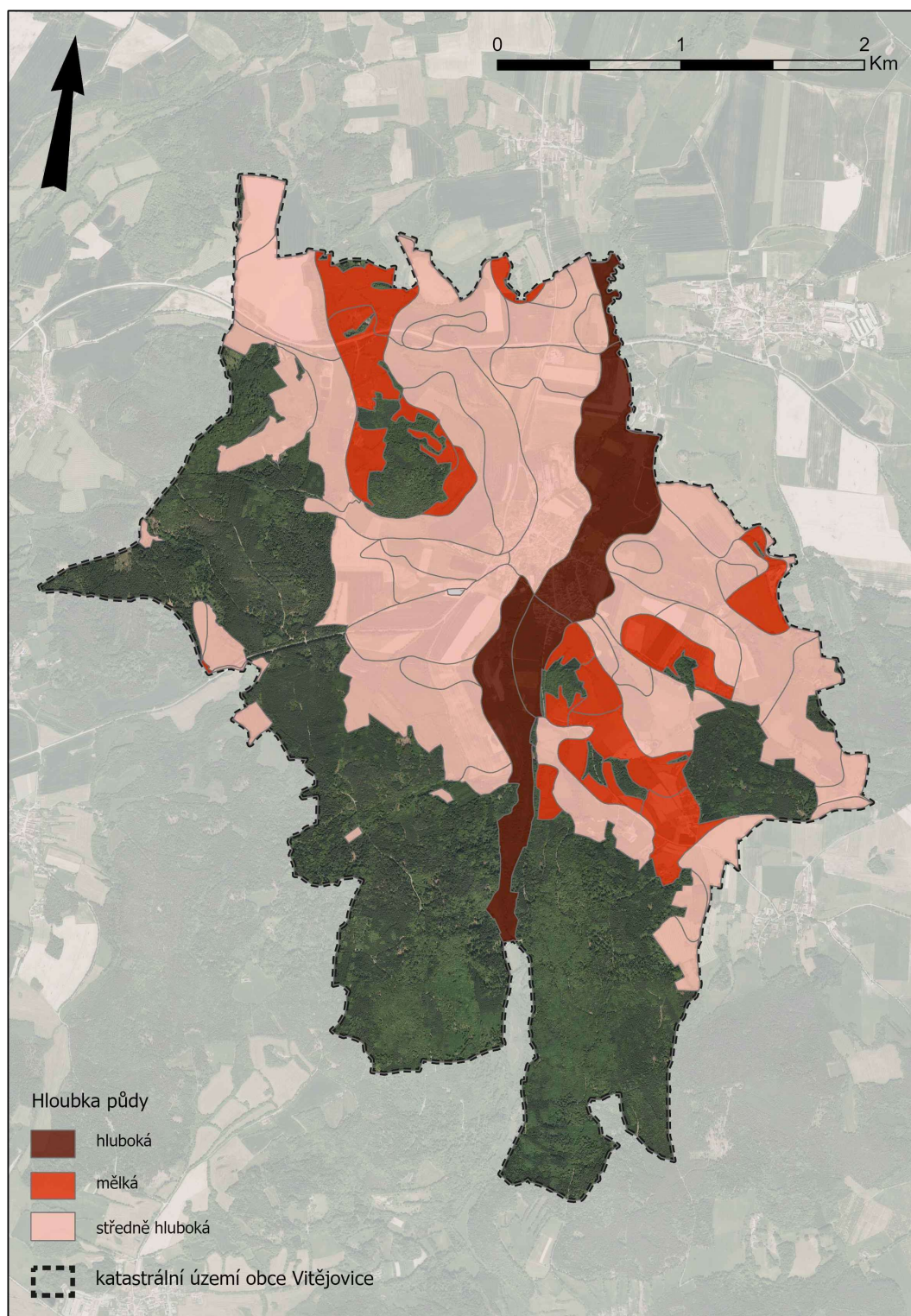
Obrázek 7: Rozdělení hlavních půdních jednotek v obci Vitějovice

4.5.1. Hloubka půdního profilu

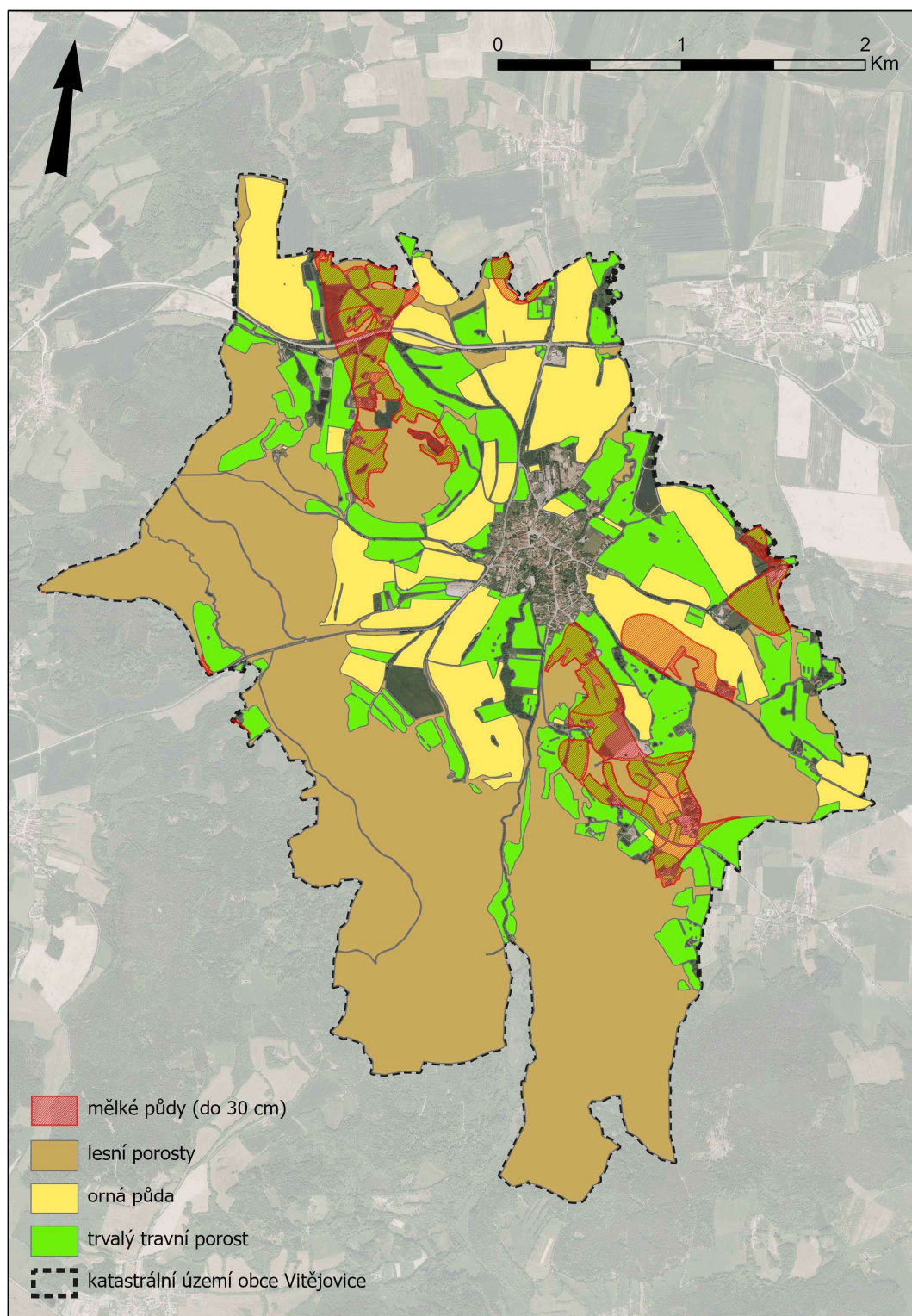
V zájmovém území jsou zastoupeny jak hluboké, tak středně hluboké a mělké půdy. Hluboké půdy ve Vitějovicích převládají v nivách okolo Zlatého potoka a pokrývají 28 % území obce (Obrázek 8). Středně hluboké půdy pokrývají 40% území obce. Na území jsou ale i oblasti s mělkou půdou do 30 cm půdního profilu. Na celém území Vitějovic se jedná o téměř 100 ha ploch, kde půdní profil nedosahuje 30 cm hloubky. Především najdeme mělkou půdu v severní části kopce Osule a jejím okolí. Zbytek mělkých půd je rozprostřen ve východní části katastru u hlavní silnice, která vede do sousední obce Vrbice.

Na Obrázku 9 lze vidět, že ve východní části obce, jsou mělké půdy obdělávané jako orné půdy. Na více než 5 hektarech půdy, která je dle BPEJ vedená jako mělká, dochází k obdělávání půdy a pěstování plodin. Dle Janečka (2012) by na mělkých půdách nemělo docházet k obdělávání. Takovéto půdy jsou vhodné k zatravnění (převedení do trvale travního porostu) či k zalesnění.

V minulosti bylo 80 % mělkých půd využíváno jako orná půda, a to především v okolí kopce Osule. Dnes je orná půda pouze na 16 % mělkých půd. Z tohoto území dnešních mělkých půd je 55 % zatravněno, 7 % je pokryto lesem a 6 % rozptýlenými prvky zeleně. Zbylé území je zastavěno nebo jde o cestní síť.



Obrázek 8: Rozložení půd dle hloubky v obci Vitějovice



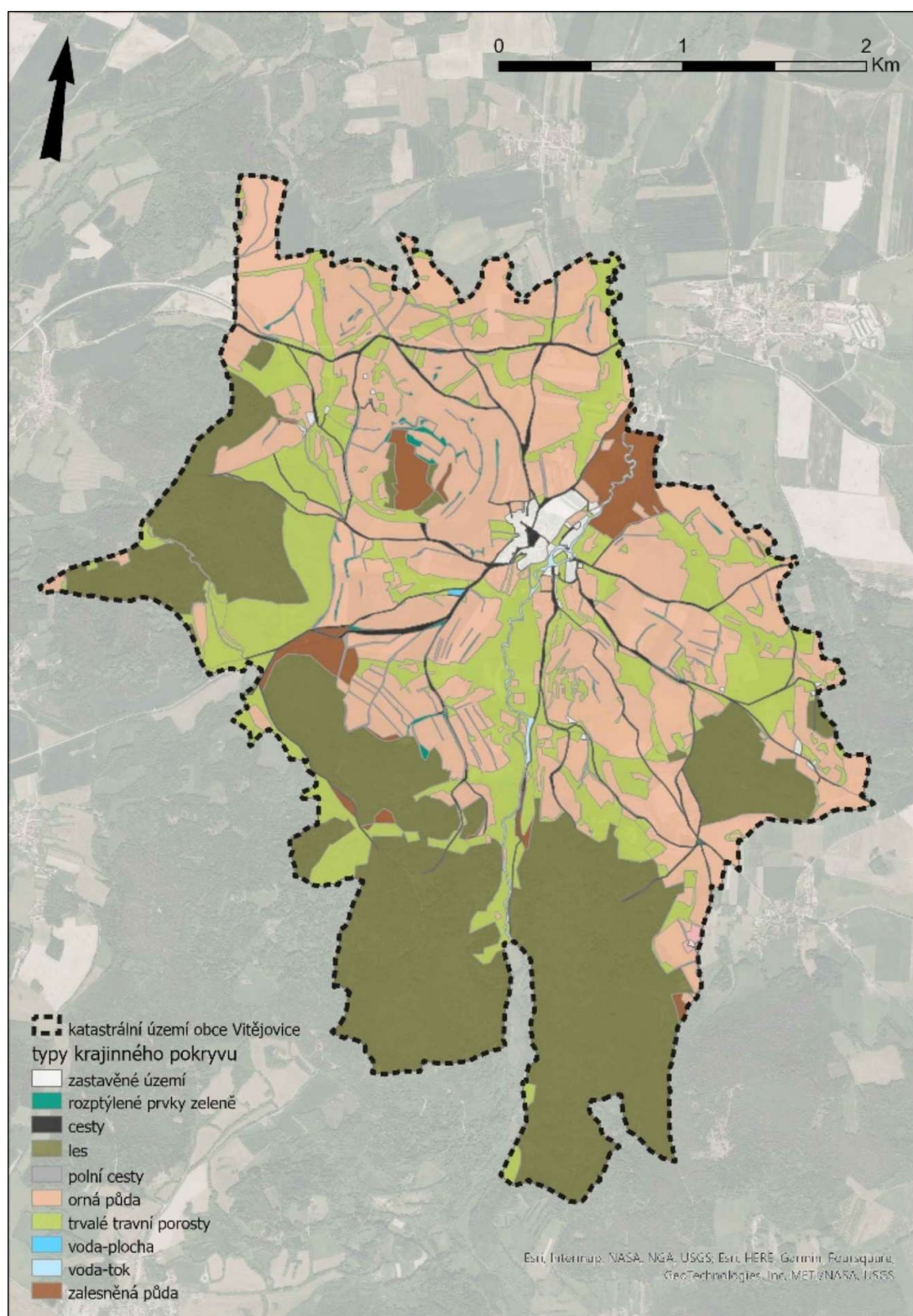
Obrázek 9: Vyznačení mělkých půd s hloubkou půdního profilu do 30 cm

4.6. Vyhodnocení krajinného pokryvu v historii a současnosti

4.6.1. Vyhodnocení krajinného pokryvu v historii

Na dnešním území Vitějovic okolo Zlatého potoka existovalo slovanské osídlení již v 8. století, ačkoli první písemná zmínka o obci pochází až z roku 1283 (Hrbek, 1982).

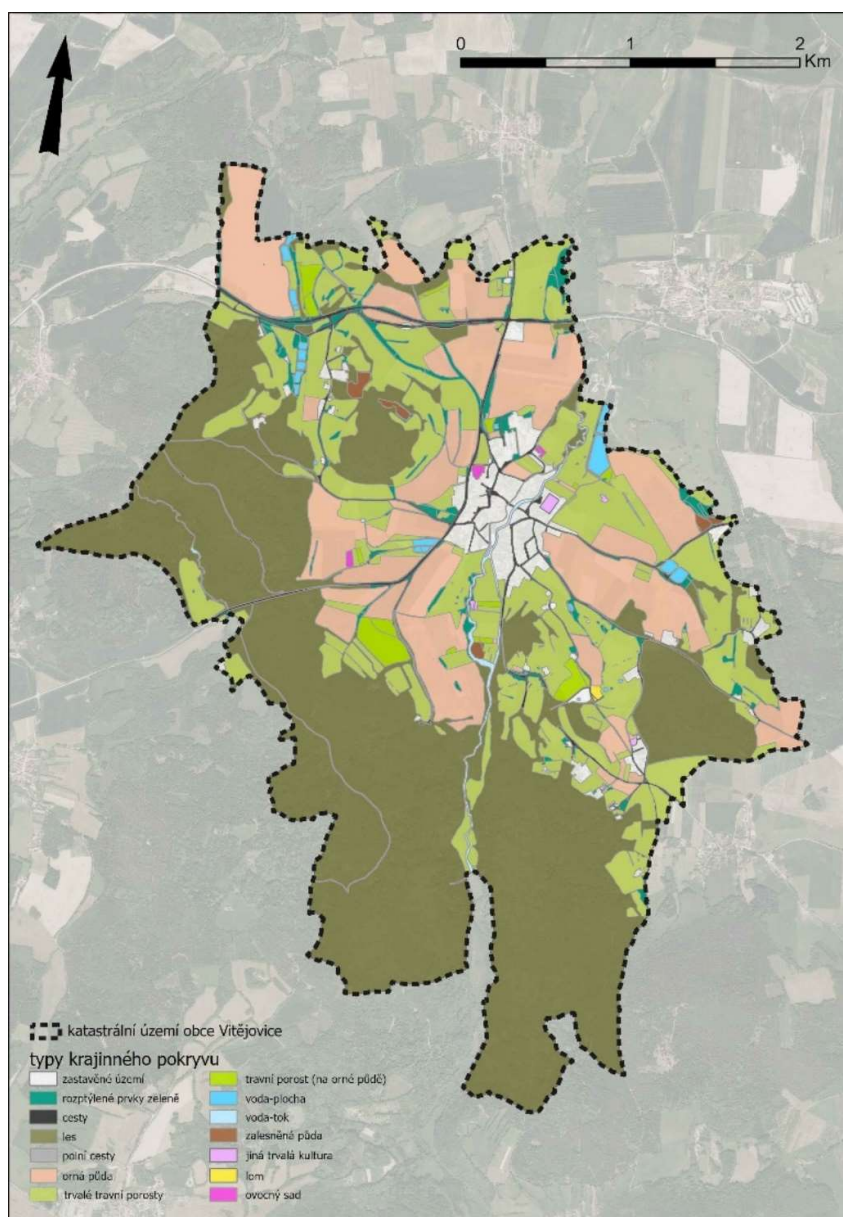
Historicky bylo území hodně zemědělsky využíváno (Graf 1). Až 36 % celého území obce bylo využíváno jako orná půda. Ve 30. letech 19. století byly zemědělské plochy členěny na menší půdní bloky v porovnání se současností. Orné půdy byly v minulosti rozdělovány velkým množstvím mezí či jinými rozptýlenými prvky zeleně v podobě remízů, trvalých travních porostů či shluků dřevin (Obrázek 10). 34 % území bylo pokryto lesy a 21 % území bylo zatravněno. Rozptýlené prvky zeleně zaujímají jen 1 % celého území, ale jak jsem zmínila v kap. 3.2, důvod je ten, že jsem vyznačovala ty plochy, které se zdály mít podobu úzkých dlouhých zatravněných ploch dělících bloky orné půdy.



Obrázek 10: Historický stav krajinného pokryvu

4.6.2. Vyhodnocení krajinného pokryvu v současnosti

V současnosti převládá na území katastru obce Vitějovice les (48 %). Trvalé travní porosty pokrývají 22 % katastrálního území a orná půda zabírá 18 % území. Zastavěná území zabírají 4 % území (Graf 1). Co se týče rozptýlených ploch zeleně, ty zaujímají 4 % plochy obce (Obrázek 11). Jedná se především o shluky dřevin okolo cest, solitérní stromy, zřídka meze dělící ornou půdu.

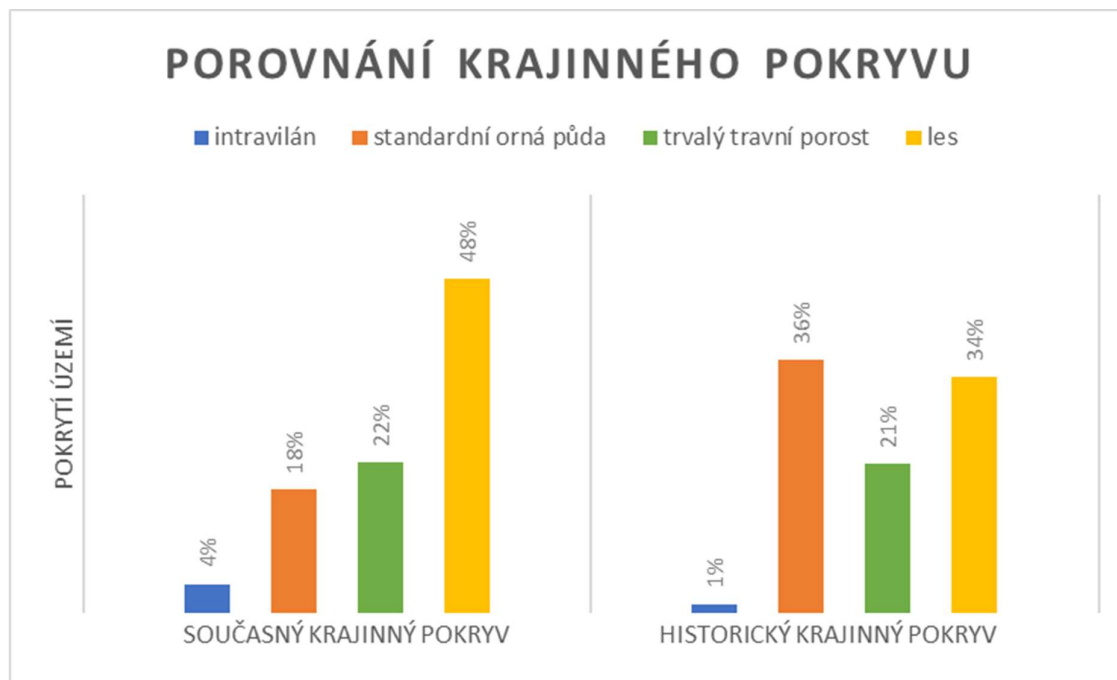


Obrázek 11: Současný stav krajinného pokryvu

Na tomto území jsou nejúrodnější půdy, které byly pravidelně zaplavovány. Niva plní řadu důležitých funkcí jako je její schopnost retence vody při povodních, zásobování rezervoárů podzemní vody či může být místem výskytu cenných biotopů (Prach et al., 2003). Proto je zajímavé porovnat její využití dnes a v minulosti.

4.6.3. Vyhodnocení změn krajinného pokryvu

Zatímco v současnosti převládá na území katastru obce les, v minulosti to byly orné půdy. Trvalé travní porosty pokrývají v současnosti 22 % katastrálního území, v minulosti to bylo jen o 1 % méně. Dnes je na území také o 3 % více zastavěných území než v minulosti (Graf 1). Původní orná půda tedy během téměř dvou století zarostla lesem nebo tzv. rozptýlenými prvky zeleně.



Graf 1: Porovnání vybraných typů krajinného pokryvu v současnosti a v minulosti

Orné půdy byly v historii, oproti současnosti, především na svažitém území okolo vrchu Osule (Obrázek 10). Dnes jsou pozemky v tomto místě převážně využívány jako trvale travní porosty, což je ve svažitéjším území žádoucí.

4.6.4. Změny krajinného pokryvu v údolní nivě toku

V oblasti nivních sedimentů okolo Zlatého potoka jsem očekávala v minulosti menší výskyt orných půd než v současnosti. Toto očekávání se ukázalo mylné, jak dnes, tak za dob císařských otisků bylo pokryto ornou půdou 20 % územní nivy po celé délce toku. Větší rozdíl je znát v zastavěných územích. V dnešní době je v bezprostřední blízkosti toku o 12 % více zastavěných oblastí než v minulosti. To může ukazovat, jak se obec za posledních 100 let rozrostla, ale také to s sebou nese rizika, kdy při povodních jsou tato obydlená území ohrožena. V minulosti bylo 20 % území nivy zalesněno a 50 % zatravněno, dnes zbylo pouze 10 % území lesa a 35 % trvale travních porostů v území nivy.

4.7. Vyhodnocení ohrožení zemědělské půdy vodní erozí

1) Scénář 1: použití hodnot C faktoru pro orné půdy dle klimatických regionů:

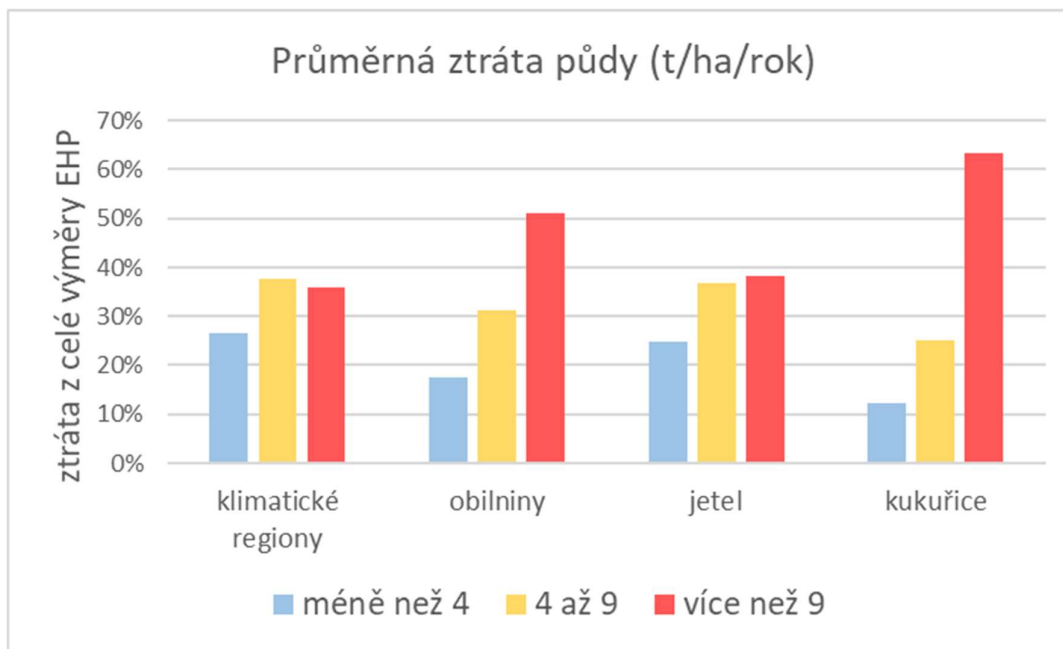
K největší ztrátě půdy dochází na erozně hodnocených plochách č. 10 a 19 (Obrázek 12). Na obou dojde ročně ke ztrátě až 19 t půdy na ha. Další ohrožená plocha se nachází na východě území a jde o plochu č. 21, ze které je ročně smyto 14,3 t půdy. Na dalších čtyřech hodnocených plochách nacházejících se ve svažitém okolí jižně a východně od vrchu Osule je roční přípustná míra eroze také překročena a to o 1 až 2 t/ha. Přípustná míra eroze 9 t/ha/rok je překročena na 38 % celkové výměry všech EHP.

2) Scénář 2: použití hodnot C faktoru pro ornou půdu dle osevních plánů:

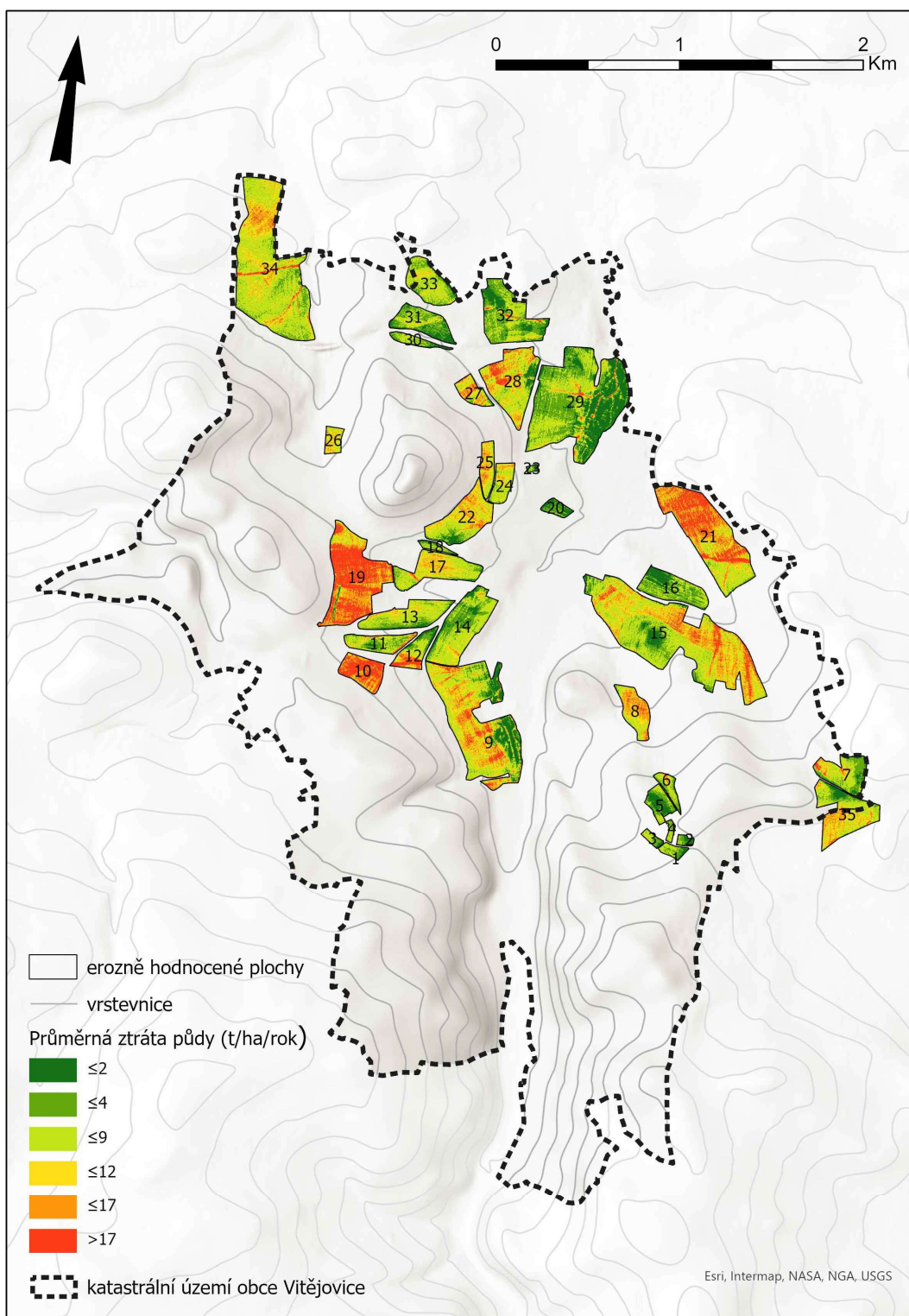
V tabulce 8 je patrné, jaký vliv může mít změna osevního plánu na erozní ohrožení půd. Červeně označeny jsou hodnoty, kde dochází k roční ztrátě více jak 9 t/ha/rok. Zatímco při zasetí jetele v šestém roce pětiletého osevního plánu dojde k nejvyšší ztrátě půdy 20,7 t/ha/rok, v případě kukuřice je to na té samé ploše až 34,5 t. Kukuřice jako širokořádková plodina skýtá nebezpečí pro největší počet erozně hodnocených ploch. V případě jetele dochází ke ztrátě půdy větší než 9 t/ha/rok na 38 % z celkové výměry EHP, při osevním plánu s obilninami je to 51 % a s kukuřicí neskutečných 63 % (Graf 2).

Při porovnání dvou scénářů – výpočtu dlouhodobé roční ztráty půdy s C faktorem dle klimatických regionů a dle osevních postupů – klimatické regiony ukazují nejnižší hodnoty

erozního ohrožení. Výsledky hodnot průměrné ztráty půdy za použití C faktoru dle klimatických regionů a C faktoru dle osevního postupu s jetelem jsou si podobné.



Graf 2: Porovnání průměrné ztráty půdy z celé výměry EHP



Obrázek 12: Dlouhodobá průměrná ztráta půdy na orných půdách v obci Vitějovice

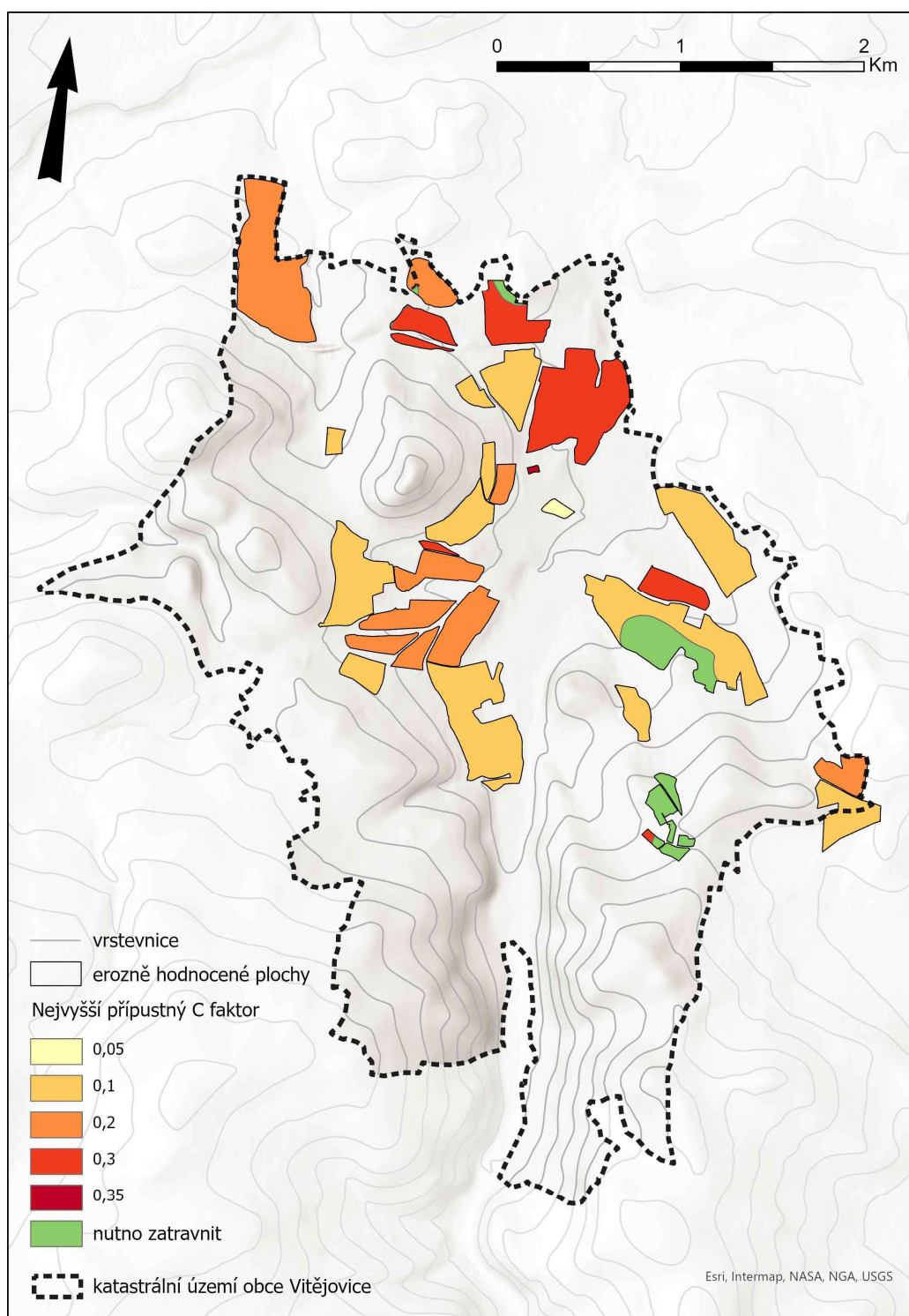
Tabulka 8: Porovnání roční průměrné ztráty půdy dle osevního plánu

číslo erozně hodnocené plochy	Průměrná ztráta půdy (t/ha/rok)		
	obiloviny	kukuřice	jetel
10	26,6	34,5	20,7
19	24,0	31,1	18,7
21	19,0	24,6	14,8
8	15,0	19,4	11,7
12	14,6	19,0	11,4
27	14,0	18,2	10,9
25	13,3	17,3	10,4
28	12,7	16,4	9,8
26	12,6	16,3	9,8
9	12,0	15,5	9,3
15	11,8	15,3	9,2
35	11,5	14,9	8,9
22	11,5	14,9	8,9
17	10,5	13,6	8,2
34	10,4	13,5	8,1
24	10,2	13,3	8,0
11	8,4	10,9	6,5
13	8,4	10,9	6,5
7	8,2	10,6	6,4
6	7,9	10,2	6,1
33	7,1	9,2	5,5
14	7,0	9,1	5,5
4	6,3	8,1	4,9
3	6,2	8,1	4,9
32	5,6	7,2	4,3
1	5,3	6,8	4,1
18	5,0	6,5	3,9

29	5,0	6,5	3,9
30	4,9	6,4	3,8
31	4,8	6,2	3,7
16	4,3	5,5	3,3
5	4,1	5,3	3,2
23	3,6	4,6	2,8
2	3,1	4,0	2,4
20	2,8	3,6	2,2

**3) Vyhodnocení maximálně přípustných hodnot ochranného vlivu vegetace –
*C_p . P_p***

Na nejohroženějších plochách, které byly zjištěny v erozním posouzení byla vypočítána přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace $C_p = 0,1$. Tyto EHP by bylo vhodné zatravnit, aby nadále nedocházelo k překračování přípustné míry erozního ohrožení. Pouze jedna nejmenší EHP ukazuje nejvyšší přípustnou hodnotu $C_p = 0,35$ (Obrázek 13), což dovoluje zařadit kukuřici do osevního postupu na dané ploše. Blíže jsou výsledky C_p vysvětleny v kapitole 4.9.



Obrázek 13: Přípustná míra eroze na území Vitějovic

Erozní ohrožení bylo dobře patrné i během monitorování území v terénu. Rozsáhlé známky vodní eroze jsou vidět na obrázku 14. Jedná se o pozemek v severozápadní části obce, konkrétně erozně hodnocenou plochu č. 21. Na obrázku 15 je příklad rýhové eroze v jižní části území okolo Osule. Na fotografii je patrná rýha způsobená jako důsledek vodní eroze. Můžeme si povšimnout i stop po těžké technice na pozemku. Díky takovýto radikálním projevům eroze dochází ke smyvu půd, které se nakonec dostanou do vodních toků a zanáší je. V zaneseném korytě následně dochází k jeho nepřiměřenému zarůstání, což je nežádoucí ze strany obyvatel obce. Takto pozměněná krajina jen těžko odolává extrémním projevům klimatických změn, jako jsou povodně či sucho. Povodně ohrožují život v obci, a díky suchu nastávají problémy v zemědělství.



Obrázek 14: Značná eroze na orné půdě severozápadní části katastru obce (foto vlastní)



Obrázek 15: Projev rýhové eroze na pozemku jižně od kopce Osule (foto vlastní)

V minulosti bylo zastoupení ploch erozně ohrožených pozemků větší než dnes. Při výpočtu jsem použila hodnoty C faktoru dle klimatických regionů, stejnou hodnotu konstanty R faktoru a faktor LS by byl v minulosti zajisté také stejný. Hodnoty K faktoru by ale před 100 lety mohly být podstatně nižší, za předpokladu, že půdy nebyly tolik degradované a nejspíš obsahovaly o dost více humusu. Dalším faktorem jsou dnešní technologie a postupy při obdělávání pozemků. Dříve byly pozemky obdělávány ručně, tudíž docházelo k obdělávání po vrstevnici a nedocházelo ke zhutnění půd z důsledku těžké mechanizace. Dalším důsledkem ručního obdělávání bylo rozdělení ploch do menších půdních celků (Obrázek 10).

4.8. Vyhodnocení hydrologických charakteristik území

Úsek Zlatého potoka, který je na katastru obce, je dlouhý 3,6 km. V roce 1977 došlo k jeho regulaci a zahloubení jeho koryta. Při porovnávání současného stavu se stavem ve 30. letech 19. století jsem došla k závěru, že pouze na katastrálním území Vitějovic byla délka Zlatého potoka regulacemi a narovnáním zkrácena celkem o 90 metrů.

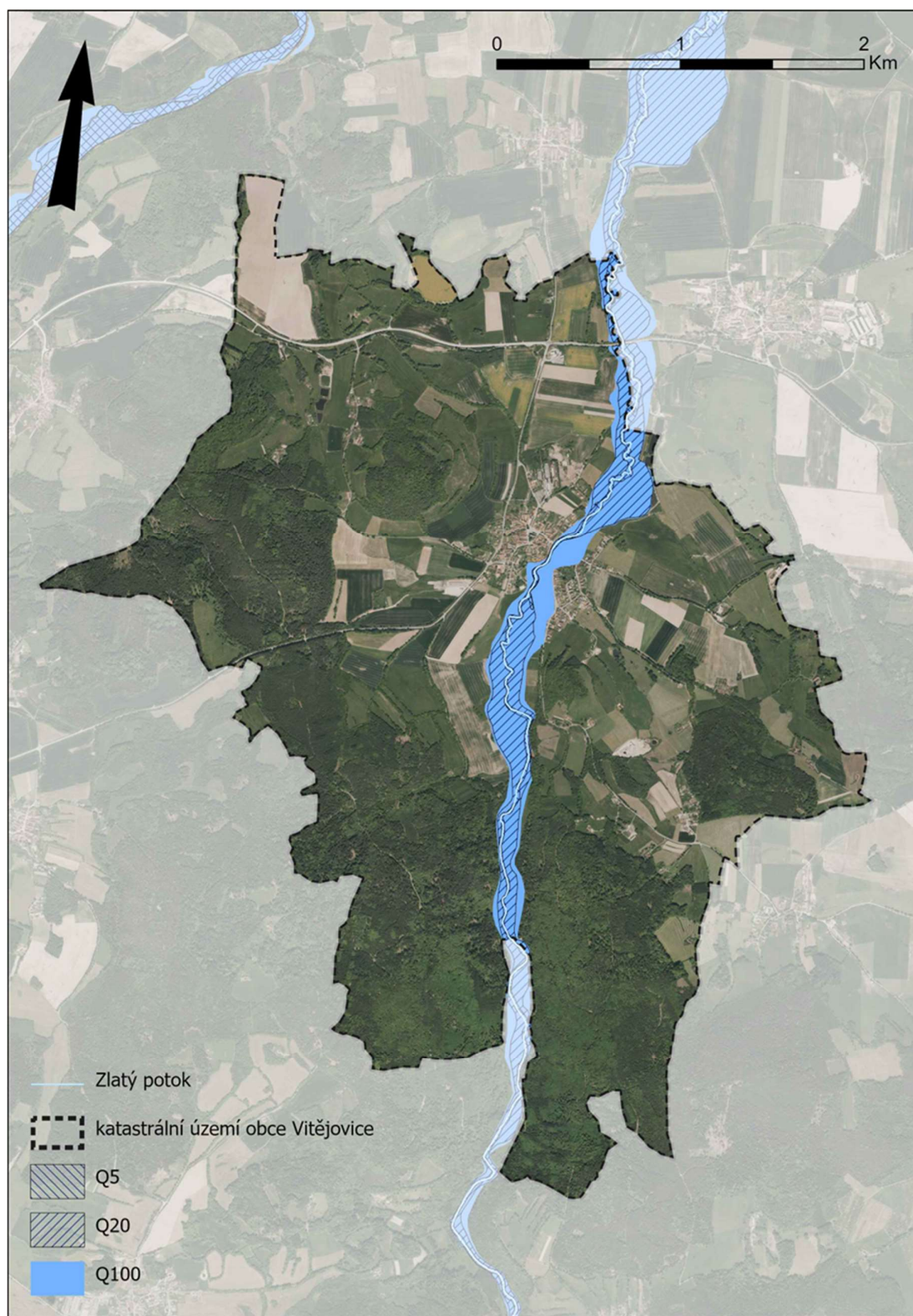
Záplavové území stoletého průtoku (Q_{100}) vody zaujímá plochu 58,8 ha území, dvacetiletý průtok (Q_{20}) vody zaujímá plochu 41,6 ha a při Q_5 dojde k zalití plochy o 7,2 ha (Obrázek 16). Z obrázku 16 je také patrné, že po regulaci potoka nedochází v intravilánu obce k téměř žádnému vylití vody z koryta toku.

Hydrologický režim krajiny obce je díky zásahům člověka značně porušen. V minulosti docházelo z významnému odvodňování území melioracemi. Celkově bylo odvodněno 161 ha půdy, což je 13,6 % celého katastrálního území obce. Z celkové odvodněné plochy činí 42,7 % trvale travní porosty a 30 % orná půda. Melioracemi erodovaná půda snáz odchází do vodního toku, což vede k jeho zanášení.

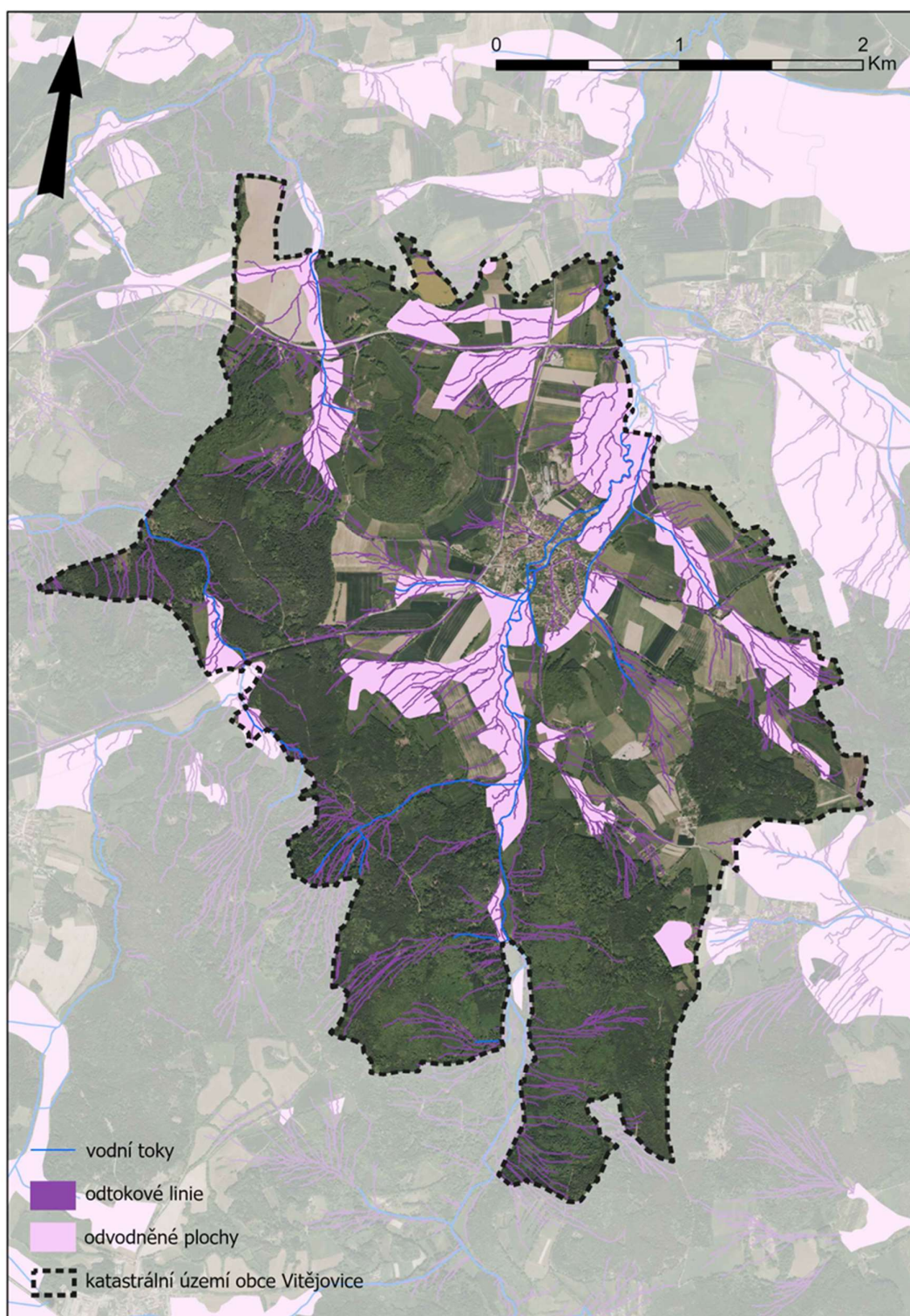
Jak již bylo zmíněno výše v této kapitole, na území Vitějovic se nachází pár menších bezejmenných přítoků Zlatého potoka. Odvodněná území jsou v místech třech z nich, a to v severní a západní části obce. Další menší tok, u kterého došlo k odvodnění, je přímo ve středu katastru (Obrázek 17). K dalšímu odvodňování docházelo v místech koncentrace odtokových linií.

Při terénním mapování jsem narazila na několik skruží přímo uprostřed trvalého travního porostu či orné půdy (Obrázek 18). Drenážní skruže jsem viděla ve středu katastru obce, kde dochází k odvodnění menšího přítoku Zlatého potoka. Také byly častým výjevem na orných půdách v severním území obce Vitějovice.

V současné době, kdy se potýkáme se suchem, by mělo docházet k zadržováním vody v krajině a nemělo by docházet k jejímu odvádění pryč. Porovnáním historického stavu krajinného pokryvu jsem zjistila, že dnes odvodněné plochy v minulosti pokrývaly z 53 % zatravněné plochy. Celá dnes odvodněná plocha nivy Zlatého toku o velikosti 15 ha, která se nachází v místech, kde tok opouští katastr obce, byla dříve zalesněna.



Obrázek 16: Znázornění pětiletých, dvacetiletých a stoletých záplavových území



Obrázek 17: Odvodněné části území Vitějovic



Obrázek 18: Skrytá skruž v lánu obilí na území obce Vitějovice (foto vlastní)

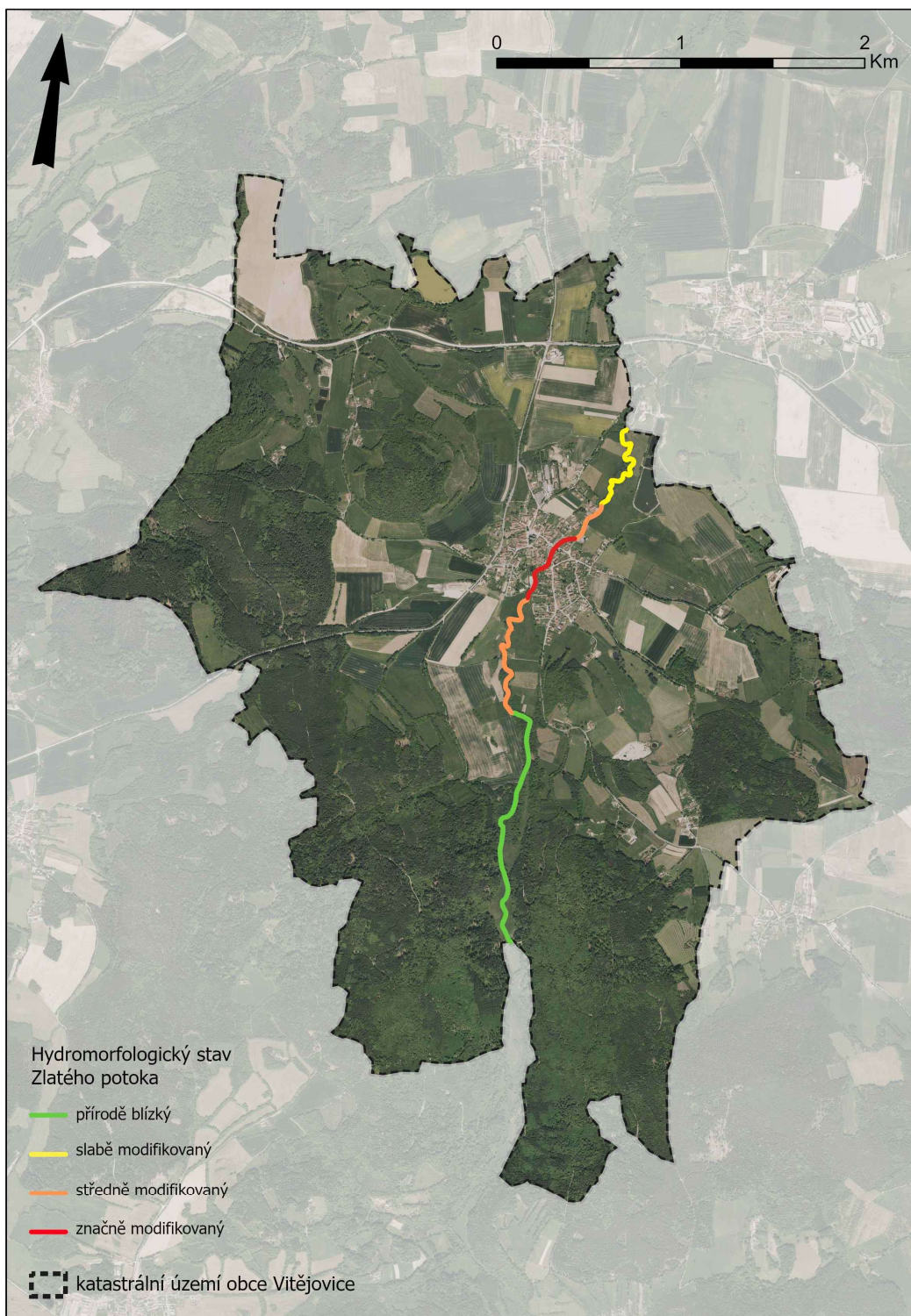
4.8.1. Výsledky hydromorfologického stavu úseků Zlatého potoka

Dle metodiky Langhammera (2014), jsou úseky vodních toků bodově ohodnoceny ve škále od 1 do 5, kdy 1 představuje nejlepší, tudíž nejvíce přírodě blízký a 5 naopak nejhorší stav daného úseku vodního toku.

Na území Vitějovic jsem vymezila celkem sedm úseků Zlatého potoka, z nichž byl jeden slabě modifikovaný, dva středně modifikované a jeden značně (Obrázek 19). Zbylé tři byly přírodě blízké. Tyto tři úseky tečou převážně v lese či jsou obklopeny trvale travními porosty. V těchto třech přírodě blízkých úsecích v minulosti nedošlo k závažnému zásahu do jejich hydrologického režimu (Obrázek 20). Naopak v případě úseku, který je značně modifikovaný, se jedná o část toku převážně v centru zástavby (Obrázek 21). Tento úsek byl

v minulosti regulován a jeho koryto i břehy jsou uměle zpevněny. Úsek začíná těsně před zastavěným územím obce, kde je v místě, než se vlévá do uměle zpevněného koryta, je jeho dno upraveno prahy, a také je k němu v tomto místě připojen náhon k vodní nádrži. Tento značně modifikovaný úsek se značně zanáší sedimenty a dochází k zarůstání koryta, což je nežádoucí ze stran obyvatel obce.

Co se týče středně modifikovaných toků, ty nejsou přímo uprostřed zástavby, ale jsou obklopeny liniovými stavbami a na několika místech je protínají silnice. V případě jednoho z nich byla zaústěna meliorační strouha. I když je dno přírodnějšího charakteru, jsou na něm vidět známky kamenného záhozu, a stejně tak je znát umělé zpevnění břehů.



Obrázek 19: Výsledné hydromorfologické stavy úseků Zlatého potoka na území Vitějovic



Obrázek 20: Příklad úseku v přírodě blízském hydrologickém stavu (foto vlastní)



Obrázek 21: Značně modifikovaný úsek v zastavěné části obce (foto vlastní)

4.9. Návrh řešení

Po zanalyzování celého území a vyhodnocení jeho problémů bych ráda navrhla jejich řešení. Problematika krajiny v obci Vitějovice se, jako nikde jinde, nedá vyřešit jednoduchým a instantním zásahem. Jako krajina sama i problémy v ní nastávající jsou komplexní a navzájem propojené.

V zájmovém území je silně erozně ohroženo 36 % území standardních orných ploch, kde dochází k průměrné ztrátě půdy větší než 9 t/ha/rok. Ke zmírnění erozního ohrožení lze dojít za pomoci vhodně zvolených protierozních opatření. Jedním ze způsobů může být využití protierozních opatření agrotechnického charakteru, kdy dochází k ochraně půdy změnou osevního plánu. Vypočtením přípustné míry hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace C_p jsem zjistila, že na dvanácti EHP (Obrázek 22), by se měl osevní postup změnit tak, aby odpovídal maximální hodnotě $C_p = 0,1$. To by znamenalo tyto plochy nejlépe zatravnit. U sedmi z 35 EHP by nemělo dojít k překročení $C_p = 0,2$. Tyto plochy by tudíž nebyly vhodné ani pro osevní plán s jetelem v šestém roce. To poukazuje na fakt, že průměrná ztráta půdy z orných půd nelze vyřešit pouhou změnou osevního postupu.

Co by mohlo zmírnit erozní ohrožení je začlenění protierozních opatření technického charakteru na plochy orných půd. Jde o začlenění průlehů, příkopů či mezí, které by přerušily odtok vody z krajiny a s ním i zmenšily smyv půd.

Porovnáním historického a současného stavu využívání a členění krajiny v katastru obce jsem došla k závěru, že na současných orných půdách zpravidla chybí menší krajinné prvky, které by sloužily jako protierozní opatření. Řešením by tedy bylo opětovné vzniknutí menších krajinných prvků, jako jsou remízky, meze či příkopy, které by zadržovaly vodu, aby nedocházelo k jejímu odtoku. Inspirací pro umístění takových opatření může být historický stav krajiny. Na obrázku 23 jsem současné členění orných půd překryla zatravněnými plochami historického krajinného pokryvu. Pokud bychom navrátili historické rozptýlené plochy zeleně a trvalé travní porosty pouze v místech současných orných půd, znamenalo by to zatravnění 19 % současné standardní orné půdy.

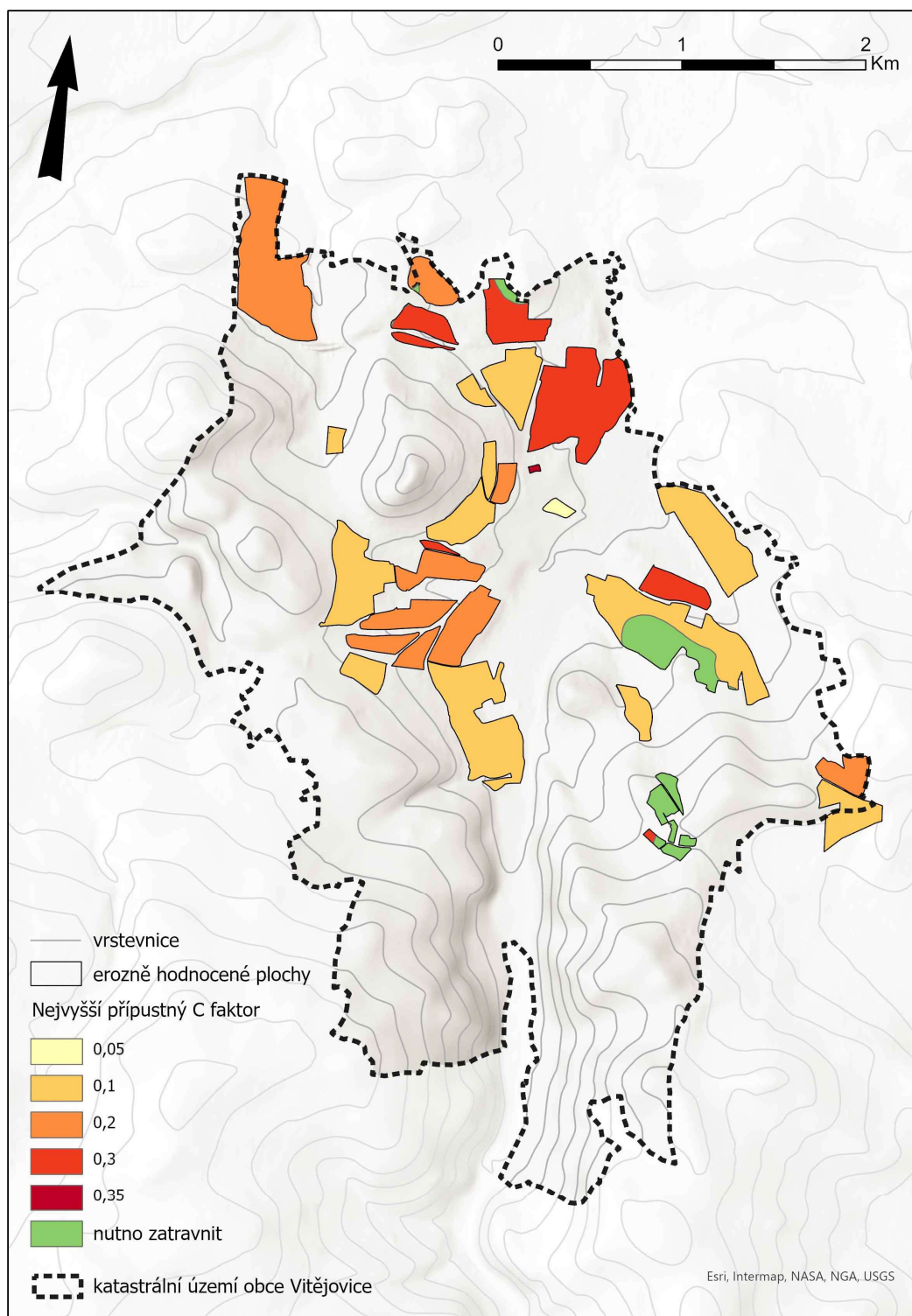
Abych podpořila toto tvrzení, vypočítala průměrnou ztrátu půdy v historii na EHP, které v minulosti byly rozděleny remízem či liniovou vegetací. Z výpočtu jsem zjistila, že na EHP č. 19 by došlo ke snížení průměrné ztráty půdy o 2 t/ha/rok. Stejně tak na další

v současnosti erozně silně ohrožené EHP č. 21 by ze současných 14 t/ha/rok klesla ztráta eroze na 1 t/ha/rok. Návrat k historickému členění by tedy nejen že přispěl k obnovení heterogenity krajiny, ale také by zmírnil erozní ohrožení.

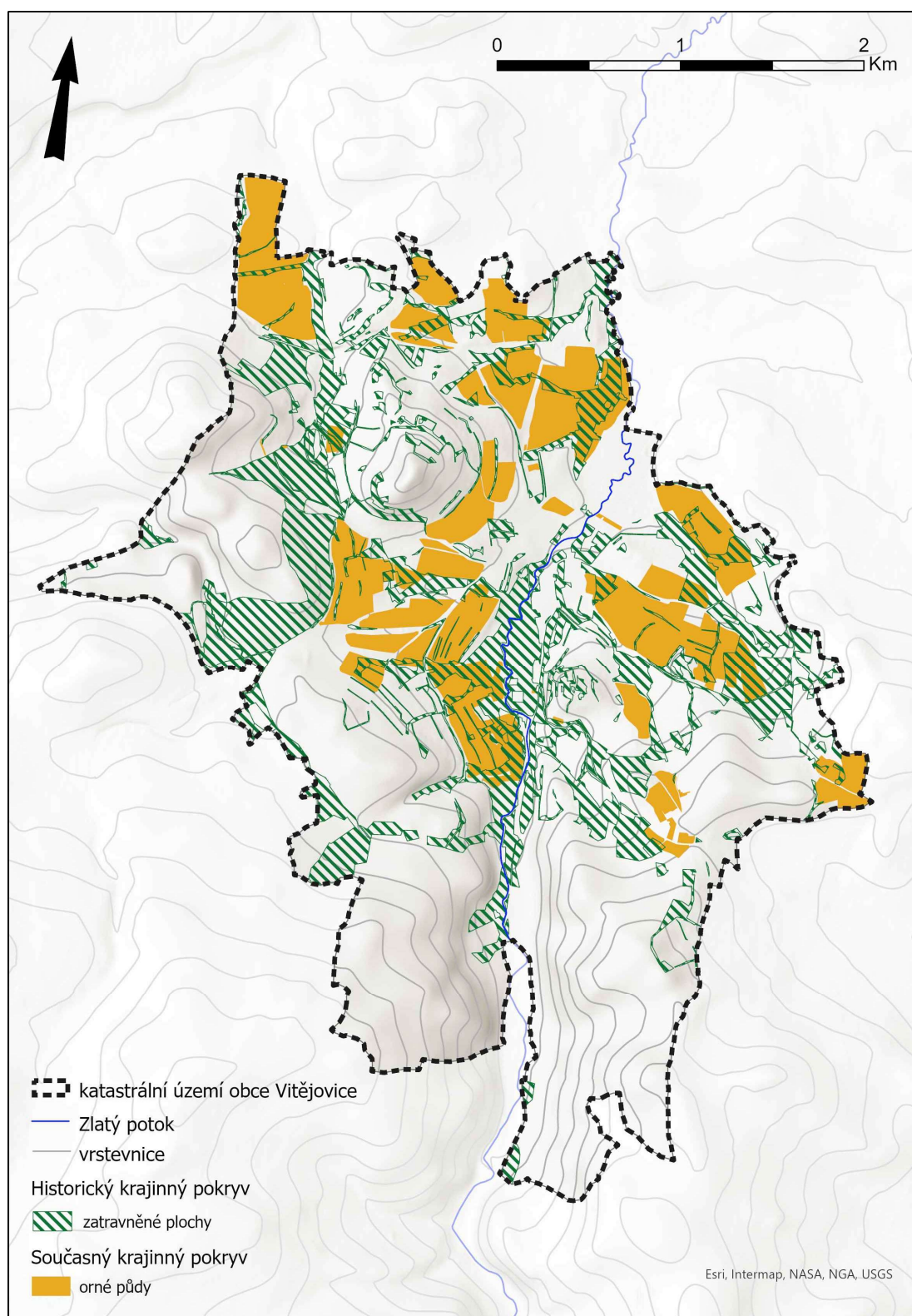
Jak jsem již zmínila, mělké půdy by neměly být zemědělsky obhospodařovány a je doporučeno je zatravnit. 16 % ze 100 ha mělkých půd na území Vitějovic je doposud využíváno jako orná půda. Tyto půdy jsou vysoce náchylné k jakémukoli eroznímu ohrožení. Při výpočtu přípustné míry erozního ohrožení jsem v případě mělkých půd neurčovala hodnotu C_p , protože území s hloubkou půdního profilu do 30 cm by měly být převedeny do trvale travních porostů okamžitě.

Dříve bylo 50 % nivních půd zatravněno, dnes je to pouhých 35 %. Velkou roli ve změně využití niv hraje rozrůstající se zástavba, ale také orné půdy, které jsou odvodňovány. Pokud chceme zlepšovat hydrologický režim a zadržovat vodu v krajině, mělo by dojít k znovuzatravnění orných půd, které jsou v bezprostřední blízkosti niv.

Důsledkem eroze často bývají zanášené vodní toky. V případě Vitějovic, je jedním z palčivých problémů místních obyvatel zanášející se koryto vodního toku v obci. Sedimenty se v potoce usazují a poté dochází k zarůstání koryta, což je nežádoucí ze stran obyvatel obce. K tomu v nejbližší době ale těžko může dojít, když vezmeme v potaz rozšíření zastavěné plochy obce. Koryto potoka je kolikrát v bezprostřední blízkosti obydlených staveb či zahrad. Dříve zatravněná niva v okolí nad obcí je dnes rozorána, tudíž se voda nemá kde rozlít a zasáknout a pokračuje do zastavěné části obce. V minulosti i v současnosti sice bylo stejné množství orných půd v území nivy, ale jde o jejich rozmístění. Pod obcí bývala niva zalesněná a dnes je využívána jako orná půda. Nad obcí byly v bezprostřední blízkosti niv trvalé travní plochy, kam se mohla voda při náhlé povodni zasáknout. Ve finále tedy pociťuje území nivy změnu bohužel ve prospěch orné půdy.



Obrázek 22: Přípustná míra eroze na území Vítějovic



Obrázek 23: Rozčlenění zatravněných ploch v minulosti nad současnými ornými půdami

5. Diskuse

V rámci práce jsem si položila otázku, zda by návrat historického členění či využívání krajiny mohl v současnosti vést ke zmírnění erozního ohrožení zemědělských půd využívaných jako standardní orná půda.

Dříve byly pozemky členěny do menších ploch z důvodu ručního obdělávání. Absence mechanizace neumožňovala obdělávat velkoplošné pozemky, které známe dnes. Z porovnání vychází, že v historii nebyla výměra orné půdy v zájmovém území menší, ale půdní bloky byly členěné na více menších ploch, mezi kterými byly přítomny rozptýlené prvky zeleně. Šlo buď pouze o zatravněné meze nebo remízy, někdy o kousky zalesněných ploch. Při výpočtu erozního ohrožení pomocí rovnice USLE jsem došla k závěru, že návrat k historickému umístění orných půd by dnes nebyl na místě, protože v historii byly jako orné půdy obdělávány i svažité půdy v okolí kopce Osule.

Při výpočtu průměrné ztráty půdy za předpokladu historického rozdělení orných půd plochami zatravněných území, vycházela na některých erozně nejohroženějších EHP hodnota až o 3 t/ha/rok nižší. Vrácení se k historickému členění orných půd pomocí liniových zatravněných ploch či průlehů by vedlo ke snížení průměrné dlouhodobé ztráty půdy. Efektivitou agrotechnických, technických a organizačních protierozních opatření se zabývali autoři Xiong a kol. (2018), kde poukázali na to, že využití agrotechnických opatření má důležitý vliv při snižování smyvu půdy z pozemků. Naopak autoři poukazují na to, že pokud by hlavním cílem bylo zadržování vody v krajině, bude efektivnější využít opatření technického charakteru.

Při výpočtu dlouhodobé roční ztráty půdy je důležitá kvalita dat, použitá metodika i postup při získávání jednotlivých vrstev faktorů. Jak jsem sama zjistila při získávání faktoru délky a sklonu svahu LS díky vstupním rovnicím pro výpočet jsem dostala dva zcela odlišné výsledky. Zatímco při použití rovnice dle Desmet a Govers (1996) v modulu SAGA GIS vycházelo velice mírné či žádné erozní ohrožení, při přepočtu s rovnicí dle Mitášové tomu bylo zcela jinak. Zatímco při výpočtu s rovnicí dle Mitášové (1996) jsem zjistila průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy (G) více než 9 t/ha/rok u 9 z 35 erozně ohrožených ploch. Při použití rovnice Desmet a Govers (1996) hodnota G překročila 9 t/ha/rok pouze u 5 erozně ohrožených ploch.

Dalším faktorem, který je zohledněn v rovnici USLE je faktor erozního účinnosti deště, který je aktuálně nastaven pro celou Českou republiku jako konstanta $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Do budoucna by bylo vhodné tuto hodnotu zregionalizovat, aby byl výpočet přesnější a odpovídal srážkovým průměrům v dané lokalitě. Regionalizaci R faktoru doporučovali již před 30 lety Renard a Freimund (1994).

Co se týče faktoru C ochranného vlivu vegetace, je to faktor přízpusobitelný a vhodný pro změnu, pokud dochází na pozemku k vyšší než přípustné míře ztráty půdy. Jak jsem výpočtem zjistila, díky změnám v osevním plánu se výsledná průměrná ztráta půdy značně lišila. Zatímco s kukuřicí v šestém roce osevního plánu docházelo k velké ztrátě půd z mnoha ploch, použití jetelu v osevním plánu tuto ztrátu půdy zmírnilo. Z 35 erozně hodnocených ploch bylo erozní ohrožení nad 9 t/ha/rok více či méně překročeno při osevním plánu s jetelem v šestém roce u 11 z nich. Při vysazení obilovin v šestém roce to bylo 16 ploch a kukuřice 22 ploch, kdy nejvyšší hodnoty ztráty půdy překračovaly 30 t/ha/rok .

Při výpočtu výsledné průměrné dlouhodobé ztráty půdy (G) jsem používala dva přístupy zadání C faktoru. Jeden dle klimatických regionů převzatých z BPEJ a druhý podle osevních postupů. Při porovnání výsledků jsem zjistila, že i osevní plán s jetelem v šestém roce ukazuje horší erozní ohrožení než ten, při kterém jsem použila C faktor za dle zobecněných hodnot klimatického regionu. Za použití C faktoru osevního plánu s jetelem ukázalo 11 ploch s překročenou přípustnou mírou eroze dle vyhlášky č. 240/2021 a nejvyšší ztráta půdy se pohybovala okolo 21 t/ha/rok . Při výpočtu s faktorem C dle klimatických regionů je erozně ohrožených ploch pouze 9 s nejvyšší hodnotou průměrné ztráty půdy 19 t/ha/rok . Pokud bych porovнала výsledky průměrné ztráty půdy za použití C faktoru s použitím klimatických regionů a osevních plánu, došla jsem k závěru, že klimatické regiony výsledné hodnoty snižují. Konkrétní determinace C faktoru dle osevních postupů je důležitá i dle studie Tsai a kol. (2021).

Zemědělská politika a nastavení limitů erozního ohrožení je další problematika, na kterou jsem při vypracování této diplomové práce narazila. Přípustná míra erozního ohrožení je vztažena k hloubce půdy. Zatímco dle vyhlášky č. 240/2021 Sb. je přípustná míra erozního ohrožení stanovena na 9 t/ha/rok pro půdy hluboké a středně hluboké a 2 t/ha/rok pro půdy mělké do 30 cm půdního profilu, Janeček (2012) doporučuje maximální přípustnou míru eroze hlubokých a středně hlubokých půd pouhé 4 t/ha/rok a mělké orné půdy doporučuje převést

do kategorie trvalého travního porostu či zalesnit. Dalším dokumentem, který se zabývá erozní ohrožeností je DZES, který udává podmínky, které musí být splněny pro získání finanční podpory. V současné době je v rámci modulu DZES 5, který se zabývá ochranou půdy před erozí, nastavena přípustná míra eroze na 12-12-3 t/ha/rok (pro hluboké, středně hluboké a mělké půdy), což se v porovnání s předchozími hodnotami jeví zcela nedostatečné.

Pozemek je ohrožen za předpokladu, že průměrná dlouhodobá ztráta půdy (t/ha/rok) je vyšší než udaná přípustná míra erozního ohrožení (t/ha/rok). V rámci diplomové práce jsem v rámci návrhu řešení vypočítala maximální přípustnou hodnotu faktoru C, který by neměl překročit 4 t/ha/rok pro udržení přípustné míry erozního ohrožení. Výsledkem bylo, že na nejvíce ohrožených plochách by bylo vhodné nepřekročit hodnotu faktoru C 0,1. Na plochách, kde se nacházejí mělké půdy, kde půdní profil nepřesahuje 30 cm, bylo doporučeno jejich zatravnění dle Janečka (2012).

Dle metodiky Langhammera (2014) jsem v rámci práce hodnotila i ekologický a hydromorfologický stav části Zlatého potoka, který protéká katastrem zájmového území. Při mapování terénu a z distančních dat jsem výsledným výpočtem zjistila, hydromorfologický stav sedmi úseků, do kterých jsem si Zlatý potok rozdělila. Tři úseky vyšly jako přírodě blízké, jeden byl slabě modifikován, dva úseky byly středně modifikovány a jeden značně modifikován. Značně modifikovaný úsek se nachází v centru obce v místě zástavby. V 70. letech došlo k zahloubení koryta a zpevnění břehů, dnes je tento úsek průvodcem problémů. Při porovnání historického a současného stavu krajiny jsem zjistila, že díky regulaci toku bylo koryto Zlatého potoka pouze na území katastru obce zkráceno o 90 m.

Stejně tak došlo ke změnám využití v nivních půdách. Ty byly obdělávány již v minulosti kvůli své hloubce půdního profilu a úrodnosti (Prach et al, 2003). Dnes i v minulosti pokrývalo území nivy okolo 20 % orné půdy, co se změnilo je její rozmístění. V minulosti zalesněné a zatravněné plochy v bezprostřední blízkosti nivy jsou dnes rozorány a nechrání tak obec před rozlivy vody. Znovuzatravnění nivních ploch, které byly zatravněny dříve za dob císařských otisků, by mohlo sloužit jako protierozní opatření.

Závěr

Cílem práce bylo vyhodnotit současný a historický stav krajiny v zájmovém území Vitějovice s důrazem na posouzení erozního ohrožení a vyhodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality Zlatého potoka a navržení řešení zjištěných problémů.

Výpočtem průměrné dlouhodobé ztráty půdy dle rovnice USLE jsem určila, které plochy orné půdy jsou v území obce nejnáchylnější k erozi. Jako řešení problému eroze jsem navrhla změnu osevního postupu v rámci agrotechnických protierozních opatření, a dále pak aplikování technických opatření v podobě návratu historické členitosti a rozložení rozptýlených prvků zeleně, které budou doplněny i o záchytné průlehy, přerušující povrchový odtok vody.

Dále jsem monitorovala stav hydrologických ukazatelů ekologické kvality Zlatého potoka na území Vitějovic a porovnávala využívání nivního území v současnosti a minulosti. Analýza problematiky krajiny Vitějovic a návrh řešení, může být do budoucna součástí krajině plánů, případně součástí územní studie krajiny, která bude podkladem pro aktualizaci územního plánu obce.

6. Použitá literatura

Albert, C., Fürst, C., Ring, I., Sandström, C. (2020). Research note: Spatial planning in Europe and Central Asia – Enhancing the consideration of biodiversity and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 196, 103741.

Boháč, P., & Kolář, J. (1996). Vyšší geomorfologické jednotky České republiky. *Český úřad zeměměřický a katastrální*. 100 pp.

Czudek, T. (1972). Geomorfologické členění ČSR. *Studia geographica*, 137 pp.

Desmet, P. & Govers, G. (1996). A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*. 51. 427-433.

Doležal, P., Pavlík, M., Střítecký, L., Dumbrovský, M., Martének, J. (2010). Metodický návod k provádění pozemkových úprav. *Ministerstvo zemědělství, Ústřední pozemkový úřad*. 125pp.

Dumbrovský, M., Doležal, P., Podhrázká, J. (2015). Metodický návod k provádění vybraných činností v procesu pozemkových úprav. *VUT v Brně, FAST, Ústav vodního hospodářství krajiny*. 125pp.

Hofman, V., Voltr, V., Podzemná, L., Kohlíček, V. (2021). Situační a výhledová zpráva: Půda. *Ministerstvo zemědělství*. 91pp.

Hrbek, J. (1982). 700 let obce Vitějovice. *Vitějovice*.

Janeček, M., Dostál, T., Kozlovsky-Dufková, J., Dumbrovský, M., Hůla, J., Kadlec, V., Konečná, J., Kovář, P., Krása, J., Kubátová, E., Kobzová, D., Kudrnáčová, M., Novotný, I., Podhrázká, J., Pražan, J., Procházková, E., Středová, H., Toman, F., Vopravil, J., Vlasák, J. (2012). Ochrana zemědělské půdy před erozí. *Metodika*, 113 pp.

Krása, J. (2014). Manuál programu Atlas EROZE. *ČVUT v Praze, Atlas s.r.o., VÚMOP, v.v.i.*, 54 pp.

Jihočeský kraj. (2022). Návrh na vyhlášení zvláště chráněného území Přírodní památka Zlatý potok v Pošumaví.

Kundzewicz, Z. W., Mata, L. J., Arnell, N. W., Döll, P., Jimenez, B., Miller, K., Oki, T., Şen, Z., Shiklomanov, I. (2008). The implications of projected climate change for freshwater resources and their management. *Hydrological Sciences Journal*, 53(1), 3–10.

Kundzewicz, Z. W., Mata, L. J., Arnell, N. W., Döll, P., Kabat, B., Jimenez, B., Miller, K. A., Oki, T., Sen, Z., & Shiklomanov, I. A. (2007). Freshwater resources and their management. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, December 2016*, 173–210.

Langhammer, J. (2014). HEM 2014 Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. *Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta*. 59pp.

Langhammer, J. (2014). HEM 2014 Metodika hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. *Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta*. 72pp.

Minář, M. (1948). Dešťové faktory ČSR. *Státní meteorologický ústav*.

Ministerstvo zemědělství. (2011). Příručka ochrany proti vodní erozi. 31pp.

Mitášová, H., Hofierka, J., Zlocha, M., Iverson, L. (1996). Modelling Topographic Potential for Erosion and Deposition Using GIS. *International Journal of Geographical Information Systems*. 10, 629–641.

Morgan, R. P. C. (2005). Soil Erosion and Conservation (3rd ed.). *Blackwell*. 320pp

Novotný, I., Holub, J., Mistr, M., Juřicová, A. (2017). Protierozní kalkulačka (Příručka aplikace). *Praha*. 55pp.

Novotný, I., Vopravil, J., Kohoutová, L. (2013). Metodika mapování a aktualizace bonitovaných půdně ekologických jednotek. 174 pp.

Panagos, P., Standardi, G., Montanarella, L., Bosello, F., Borrelli, P., Lugato, E. (2018). Cost of agricultural productivity loss due to soil erosion in the European Union: From direct cost evaluation approaches to the use of macroeconomic models. *Land Degradation & Development*. 471–484.

Pimentel, D., Arvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D. (1995). Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. *Science*, 267, 1117–1123.

Pithart, D., Dostál, T., Langhammer, J., Janský, B. (2012). Význam retence vody v říčních nivách. *Daphne*. 141 pp.

Prach, K., Pithart, D., Francírková, T. (2003). Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách AV ČR. *Botanický ústav*. 122pp.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., Yoder, D. C. (1997). Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). *U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook*. 403pp.

Renard, K. G., Freimund, J. R. (1994). Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *Journal of Hydrology*, 157 (1–4), 287–306.

Rozmanová, N., Gajdíková, Z., Balabánová, P., Navrátilová, A., Šimková, H., Tušer, J., Blažková, M. (2016). Principy a zásady urbanistické kompozice v příkladech. In *Urbanismus a územní rozvoj*. 116 pp.

Salašová, A. (2015). Krajinné plánování I., Úvod do plánovacích procesů. *Mendelova univerzita v Brně*. 184 pp.

Salzmann, K., Jeníková, E., Semančíková, E. (2020). Krajina jako veřejný prostor – plánování krajiny. *Živa*, 5, 115–118.

Semančíková, E. (2020). Evropská úmluva o krajině a nástroje její implementace. *Živa*, 5, 118–121.

Šimek, M., Elhottová, D., Fuksa, P., Hynšt, J., Kobec, M., Kvítek, T. (2019). Živá půda: biologie, ekologie, využívání a degradace půdy (M. Šimek (ed.); 1st ed.). *Academia*.

Stocking, M. A., & Murnaghan, N. (2001). Handbook for the Field Assessment of Land Degradation. *Earthscan*. 184 pp.

Tolasz, R., Brázdil, R., Míková, T., Bulíř, O., Valeriánová, A., Voženilěk, V. (2007). Atlas podnebí Česka. *Hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci*. 255 pp.

Tsai, F., Lai, J., Nguyen, K., Chen, W. (2021). Determining Cover Management Factor with Remote Sensing and Spatial Analysis for Improving Long-Term Soil Loss Estimation in Watersheds. *International Journal of Geo-Information*, 10 (19).

Weil, R. R., & Brady, N. C. (2017). The nature and properties of soils. *Pearson*. 1052 pp.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. *U.S. Department of Agriculture*, 58 pp.

Xiong, M., Sun, R., Chen, L. (2018). Effects of soil conservation techniques on water erosion control: A global analysis *Science of The Total Environment*. 645. 753-760.

7. Zákony a vyhlášky

Úmluva Rady Evropy o krajině; Florencie, 20. 10. 2000, překlad ve znění sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 13/2005 Sb. m. s., č. 12/2017 Sb. m. s., č. 27/2021 Sb. m. s.

ČESKO. Vyhláška č. 227/2018 Sb., o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 10. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-227>

ČESKO. Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 10. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-139>

ČESKO. Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 10. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283>

ČESKO. Zákon č. 184/2016 Sb., zákon, kterým se mění zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 10. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-184>

ČESKO. Vyhláška č. 240/2021 Sb., o ochraně zemědělské půdy před erozí. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 10. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-240>

8. Webové odkazy

- [1] Veřejný registr půdy LPIS, <https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/> [cit. 25.3.2023]
- [2] Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, www.uhul.cz [cit. 25.3.2023]
- [3] Geoportál ČÚZK, https://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx [cit. 25.3.2023]
- [4] Česká geologická služba, <https://mapy.geology.cz/pudy> [cit. 25.3.2023]
- [5] <https://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej> [cit. 25.3.2023]
- [6] Grass Gis pro pokročilé, Průměrná dlouhodobá ztráta půdy, <https://training.gismentors.eu/grass-gis-pokrocily/hydrologie/usle.html> [cit. 10.4.2023]
- [7] Zemědělská vodohospodářská správa/Ministerstvo zemědělství, <https://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/data-melioraci/> [cit. 25.3.2023]
- [8] Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, [https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/isvs/zaplavuzemi/HTML_ISVS\\$zaplavuzemi\\$stazeni.asp?doc=full](https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/isvs/zaplavuzemi/HTML_ISVS$zaplavuzemi$stazeni.asp?doc=full) [cit. 25.3.2023]
- [9] Národní geoportál INSPIRE, <https://geoportal.gov.cz> [cit. 25.3.2023]
- [10] Česká geologická služba, <https://mapy.geology.cz/geocr50/#> [cit. 25.3.2023]
- [11] Drobné památky – Stabilní katastr, <https://www.drobnepamatky.cz/stabilni-katastr> [cit. 25.3.2023]

[illegible]

77