



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra krajinného managementu

Diplomová práce

Řešení protierozní ochrany na modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy

Autor práce: Bc. David Valenta

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Konzultant práce: Ing. Miloslav Jodl

České Budějovice
2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tato diplomová práce řeší problematiku protierozní ochrany modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy. Na začátku práce je popsána teoretická část, která řeší pozemkové úpravy samotné, půdní erozi jako takovou a v neposlední řadě protierozní opatření. V další části této práce je popsáno zájmové území Svojšice u Sušice se všemi poměry, které se území týkají. Dále je zde vypočítána dlouhodobá průměrná ztráta půdy na jednotlivých půdních blocích za použití univerzální rovnice podle Wischmeiera a Smithe. V poslední části práce jsou navrženy protierozní opatření, a to organizační a agrotechnická.

Klíčová slova: eroze, pozemkové úpravy, Wischmeier – Smith, protierozní opatření

Abstract

This thesis addresses the issue of erosion protection in a model comprehensive land consolidation. At the beginning of the thesis the theoretical part is described, which deals with the land consolidation itself, soil erosion as such and last but not least with pro-erosion measures. In the next part of this thesis the area of interest Svojšice u Sušice is described with all the conditions that concern the area. Furthermore, the long-term average soil loss on individual soil blocks is calculated using the universal equation according to Wischmeier and Smith. In the last part of the thesis, anti-erosion measures are proposed, namely organizational and agrotechnical.

Keywords: erosion, land consolidation, Wischmeier – Smith, anti-erosion measures

Poděkování

Zde bych rád poděkoval vedoucímu práce panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za cenné rady, profesionální přístup, pomoc a trpělivost při jejím psaní. Dále bych rád poděkoval firmě Geopozem CB s.r.o. a především Ing. Miloslavu Jodlovi. A nakonec mé velké díky patří také mojí rodině, která mě vždy podporovala a připravila mi ideální podmínky pro psaní této práce.

Obsah

Úvod.....	7
1 Pozemkové úpravy	8
1.1 Rozdělení pozemkových úprav	10
1.2 Plán společných zařízení	12
1.3 Řešení eroze v souvislosti s pozemkovými úpravami	13
1.4 Účel pozemkových úprav	14
2 Půdní eroze.....	15
2.1 Eroze vodní.....	16
2.2 Eroze větrná.....	19
2.3 Další druhy eroze.....	20
3 Protierozní opatření	22
3.1 Organizační	23
3.2 Agrotechnická	24
3.3 Technická	26
4 Cíl práce	29
5 Metodika	30
6 Svojšice u Sušice – charakteristika zájmového území	35
7 Výsledky a diskuse.....	42
7.1 Výpočet USLE – území před KPÚ.....	43
7.2 Výpočet USLE – po KPÚ	50
7.3 Výpočet USLE – s navrženými protierozními opatřeními	53
Závěr	57
Seznam použité literatury.....	58
Seznam obrázků	63
Seznam tabulek	64

Seznam použitých rovnic	65
-------------------------------	----

Úvod

Jedním z hlavních zdrojů biosféry je půda, která je omezeným a jedinečným přírodním zdrojem. Tento zdroj se v případě postupné degradace a ztráty stává v mnoha oblastech světa limitem pro další rozvoj lidské civilizace. Pokud by přestala existovat, přestala by existovat i biosféra, což by mělo pro lidstvo strašlivé následky.

Člověk má velký vliv na naši krajinu tím, že mění způsob, jakým využíváme půdu. Například v minulosti byla naše půda využívána k pěstování plodin, ale nyní je využívána pro jiné věci, jako jsou silnice a pole. K této změně došlo v důsledku rozsáhlých změn v ekonomice a politice v posledních několika desetiletích.

Nadměrné využívání půdy pro zemědělskou výrobu a investiční projekty vedlo k degradaci půdy, erozi a poklesu stavební činnosti téměř ve všech odvětvích národního hospodářství. Přírozený pokryv půdy byl erodován a povrch půdy byl vystaven ničivým silám vody a větru. Tato eroze způsobila narušení vztahu hmoty půdy k jejímu ukládání a způsobila, že eroze je účinnější.

Pozemkové úpravy jsou velmi užitečným nástrojem, který lze použít k řešení mnoha problémů souvisejících s hospodařením s půdou. Mohou pomoci chránit přírodní zdroje, zvýšit produktivitu půdy a usnadnit její správu.

Jedním ze způsobů, jak chránit půdu před erozí, je zkvalitňování půdy. Pozemkové úpravy obvykle zahrnují nejen majetkové vztahy k půdě, ale z velké části také protierozní ochranu. V rámci společných zařízení jsou řešeny nejen otázky protierozní ochrany, ale i celkové úpravy krajiny. To často zlepšuje kvalitu života na venkově a celkový vzhled krajiny.

O půdu se musíme starat, protože je nezbytná pro život, a protože trvá dlouho, než se přirozeně obnoví. Nesmíme dopustit, aby se dále poškozovala a musíme podniknout kroky k její ochraně.

1 Pozemkové úpravy

Počátky zemědělství lze vysledovat až do období neolitu, kdy lidé začali zasahovat do přírodního světa a přetvářet jej tak, aby vyhovoval svým vlastním účelům. Farmáři začali mýtit a vypalovat lesy, aby vytvořili půdu, která byla vhodnější pro zemědělskou výrobu. Pozemková reforma proběhla v každé zemi jako způsob, jak zlepšit ekonomické, politické a právní podmínky kolem zemědělství (Jonáš, 1990).

Krajina v České republice byla v průběhu dějin měněna lidskou činností a stále se vyvíjí. Nejvýraznější vliv měla politizace a ekonomické vlivy. Velkoplošné pěstování vedlo k zániku původních liniových prvků, polních cest a krajinných prvků. Neudržované a nerespektované vlastnické vztahy vedly k tomu, že katastr nemovitostí neodpovídá skutečnému stavu. Došlo k narušení ekologické stability, devastaci přírodních stanovišť, snížení biodiverzity a narušení krajinného rázu. Řada vlastníků stále nemá ke svým pozemkům vymezená práva, a proto s nimi nemůže řádně nakládat. Více než 75 % obhospodařované půdy je pronajato od soukromých vlastníků. Bez vyřešení těchto vlastnických vztahů nelze plně realizovat ekologická, půdoochranná a krajino tvorná opatření. Jediným způsobem, jak tyto škody napravit, je pozemková úprava (Váchal, 2011).

Počínaje rokem 1989 zažívala Česká republika vysokou poptávku po pozemkových úpravách, privatizaci zemědělské půdy a nové agrární politice. Vláda v reakci na to začala spolupracovat s ministerstvem životního prostředí (Němec, 2006).

Vymezení pozemkových úprav

Pozemkové úpravy jsou prováděny ve veřejném zájmu a mají za cíl zlepšit funkčnost využití území. Patří sem scelování nebo dělení pozemků a zajištění jejich přístupnosti. Jsou vyrovnány hranice a vyřešena vlastnická práva. Tato akce se také snaží zlepšit životní podmínky ochranou a hnojením půdy a hospodařením s vodními zdroji. Zásadní roli v tomto procesu hrají obce a místní iniciativy (Damohorský a Smolek, 2001).

Pozemkové úpravy jsou typem krajinného plánování, který zahrnuje použití různých právních, biotechnických a organizačních opatření k zajištění efektivního využívání a ochrany krajiny (Sklenička, 2003).

Pozemkové úpravy je třeba vnímat jako součást většího problému prostorové organizace a funkčního uspořádání krajiny. To znamená, že půdní fond by se měl dělit

pouze na základě určení, které území patří, ke kterému typu krajiny, známé také jako přírodní krajina (Toman, 1995).

V neposlední řadě mohou pozemkové úpravy zlepšit vztahy, které byly dosud napjaté. Mohou být odrazovým můstkem pro další rozvoj obce, vlastníků a zemědělců. Rozvoj trhu je usnadněn nemovitostmi, pronájmem pozemků, nákupem pro velkoplošnou dopravu a dalšími investičními akcemi. Obnovená evidence pozemků je základem pro budování různých informačních systémů pro obce, úřady státní správy, podnikatelské subjekty a další subjekty. Obce a zemědělci mohou žádat o dotace z Evropské unie a národních zdrojů (Vlasák a Bartošková, 2007).

Priority pro realizaci pozemkových úprav

Existuje několik priorit, které je třeba vzít v úvahu při výběru katastrálních území pro pozemkové úpravy. Jedná se o vyjasňování vlastnických vztahů v oblastech s nedokončenými přidělovými nebo scelovacími řízeními, provádění protipovodňových a protierozních opatření v ohrožených oblastech, řešení nových pozemkových úprav v souvislosti s liniovými stavbami a pomoc s pozemkovými úpravami v oblasti digitalizace reálných ploch katastru nemovitostí. Při zahajování pozemkových úprav je samozřejmě vždy nutné respektovat zájmy vlastníků, podle kterých se pozemkové úpravy zahajují pouze tehdy, pokud s tím souhlasí většina vlastníků pozemků v dotčeném katastrálním území (Burian et al., 2011).

Pozemkový úřad přezkoumává požadavky na zahájení pozemkových úprav, aby zjistil, zda jsou oprávněné. Pokud jsou, zahájí pozemkový úřad řízení o pozemkových úpravách. Úspěšné řešení pozemkových úprav je možné tam, kde je opravdový zájem o provedení pozemkových úprav a kde existuje strana se skutečnou podporou obce pro tuto činnost (Mazín, 2008).

Podle posouzení možností a celkové situace v oboru je žádoucí zahájit a ukončit cca 180-200 komplexních pozemkových řízení ročně a upravit cca 120 jednoduchých pozemkových řízení ročně. To by představovalo v průměru 3 komplexní pozemková řízení ročně na okres a 40 tisíc hektarů ročně (Burian et al., 2011).

Určení obvodu pozemkové úpravy

Obvod pozemkové úpravy je území, které je dotčeno změnami pozemkových práv. Může se skládat z jedné nebo více jednotek v rámci většího území. Například jeden dílčí obvod může být ohraničen trvalými hranicemi, lesy, silnicemi a hranicemi mezi

vesnicemi. Samostatná část okresu může zahrnovat také pozemky v sousední oblasti (Vlasák a Bartošková, 2007).

Pro stanovení měrných jednotek v rámci výběrového řízení na zpracovatele je nezbytné stanovit výměru pozemkových úprav. Za určení revíru je příslušný pozemkový úřad. Při stanovení obvodu pozemkový úřad započítává pozemky, které jsou nezbytné k dosažení cílů pozemkových úprav a obnovy katastrálního operátu s přihlédnutím k požadavkům vlastníků pozemků, příslušné obce a katastrálního úřadu (Doležal et al., 2010).

Obvod pozemkových úprav je flexibilní a podrobný a konečný průběh okruhu je určen při stanovení průběhu hranic. Oblast pozemkové úpravy je vymezena s ohledem na přírodní, erozní, vodohospodářské, dopravní, půdní a ekologické vazby na okolí (Vlasák, Bartošková, 2007).

Aktéři pozemkových úprav

Jsou osoby zapojené do procesu pozemkové úpravy, jejichž majetek bude rozhodnutím dotčen, a také další fyzické osoby s právními nároky na pozemky, které by mohly být navrhovanými úpravami přímo dotčeny. Stavebník by byl zahrnut, pokud jsou pozemkové úpravy výsledkem stavební činnosti. Dotčené jsou obce, v jejichž obvodu se zvelebovaný pozemek nachází (Zákon 139/2002 Sb.).

1.1 Rozdělení pozemkových úprav

V současné době existují dva hlavní typy pozemkových úprav:

- jednoduchá pozemková úprava (JPÚ)
- komplexní pozemková úprava (KoPÚ)

Nejčastějším způsobem provádění pozemkových úprav je komplexní pozemková úprava (Vlasák a Bartošová, 2007).

Komplexní pozemková úprava (KoPÚ)

Podle Vlasáka a Bartošové (2007) jsou nejzákladnějším typem pozemkových úprav komplexní pozemkové úpravy. Smyslem komplexních pozemkových úprav je racionalizace pozemkového vlastnictví upevňováním a uspořádáním vlastnických vztahů, jakož i uplatňování celospolečenských zájmů v krajině při projektování

společných zařízení. Tento úkol je podmíněn stanovením cílů pro jednotlivé oblasti celospolečenských zájmů na základě dlouhodobých koncepcí (Prudký, 2001).

Cílem komplexní pozemkové úpravy je uspořádat pozemky prostorově a funkčně účelně a zároveň zajistit dostupnost a stabilitu. Jedná se o nivelaci hranic pozemků pro vytvoření optimálních podmínek pro hospodaření, jakož i přijímání opatření ke zlepšení stavu životního prostředí a vodního režimu v krajině. Při komplexních pozemkových úpravách se řeší i nevypořádané vlastnické vztahy, jako je historický majetek obcí, církví, nevyřešené dědictví, náhradní pozemky za pozemky nevydané v restituci, duplicitní vlastnictví (Foral, 2006).

Komplexní pozemkové úpravy se zpravidla provádějí na celém katastrálním území včetně extravilánu. Mohou zasahovat i do sousedních katastrálních území a být zahrnuty do řešení jejich rozvoje. Cílem komplexních pozemkových úprav je naplnění všech cílů komplexního hospodaření s půdou (Vlasák a Bartošková, 2007).

Plánování komplexních pozemkových úprav zohledňuje aktuální stav krajiny a životního prostředí, ale i potřeby obce a požadavky institucí a organizací tak, aby je komplexně řešily (Toman, 1995).

Tento typ pozemkové úpravy vyjadřuje, že řešení bude komplexní, nikoli jednoúčelové. Jejich záběr bude širší a náročnost jejich zpracování bude rozhodně vyšší. Jejich rozsah musí splňovat všechny náležitosti definované zákonem a zvláštním právním předpisem, kterým je vyhláška č. 545/2002 Sb. o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav (Doležal et al., 2010).

Změny v držbě pozemků ovlivňují kromě vlastnických práv k jednotlivým pozemkům i další aspekty využití pozemků (Sklenička, 2003).

Jednoduchá pozemková úprava (JPÚ)

Pokud potřebujeme vyřešit pouze ekonomické problémy, jako je konsolidace půdy nebo její zpřístupnění pro ekologické účely, můžeme tak učinit pomocí jednoduchých pozemkových úprav (Dumbrovský, 2004).

Jednoduché pozemkové úpravy se používají v případech, kdy je třeba upravit pouze malou část katastrálního území za účelem řešení konkrétních hospodářských potřeb, jako je urychlené scelování pozemků, zpřístupnění pozemků, nebo ekologických potřeb v krajině, jako jsou lokální protierozní nebo protipovodňová opatření. Vytvoření plánu společných zařízení nemusí být vyžadováno pro základní pozemkové úpravy (zákon 139/2002 Sb.).

1.2 Plán společných zařízení

Plán společných zařízení, známý také jako „generel KPÚ“, je souborem navazujících opatření určených k dosažení základních cílů pozemkových úprav. Plán společných zařízení je forma krajinného plánování, která syntetizuje různé dílčí problémy do soudržného celku s důrazem na multifunkčnost výsledných opatření. Kompoziční prvek ÚSES tak může plnit různé funkce, jako je protierozní, vodohospodářská, estetická. Nezbytnou podmínkou pro následnou dislokaci vlastnictví je návrh plánu společných zařízení (Sklenička, 2003).

Podle Vlasáka a Bartoškové (2007) je plán společných zařízení je důležitou součástí pozemkových úprav.

Většinou se jedná o úpravy zpřístupnění pozemků, jako jsou polní a lesní cesty, mosty, propustky, brody, železniční přejezdy atd., dále o úpravy pro ochranu půdního fondu, jako jsou protierozní meze, meze, vsakovací pásy, retenční příkopy, terasy, větrolamy, zatravněné plochy a zalesnění, a o vodohospodářské úpravy, jako jsou nádrže, rybníky a hráze, které zajišťují bezpečný odtok povrchových vod a ochranu před povodněmi (Burian et al., 2011). Plán společného zařízení je komplexní plán řešící veřejné zájmy v území, ale také investiční záměry (Mazín et al., 2007).

V poslední době je kladen důraz na schopnost jednotlivých krajinných prvků plnit více funkcí. Prvky by měly být navrženy tak, aby vyhovovaly jak potřebám ochrany proti erozi, tak možnosti stát se významnými krajinnými prvky, které přispívají k ekologické stabilitě (Dostál, 2009). Vypracování plánu společných zařízení vyžaduje vstupy různých zainteresovaných stran, včetně projektanta KPÚ, pozemkového úřadu, zástupců obce a zpracovatele územně plánovací dokumentace (Mazín et al., 2007).

Při návrhu záměru společných zařízení jsou přednostně využívány státní a obecní pozemky. Pokud tyto pozemky nestačí, podílejí se na výměře těchto zařízení všichni vlastníci v poměru k výměře jejich pozemků (Podhrazská, 2010).

Územně plánovací dokumentace slouží jako první podklad pro plán společných zařízení. Současně však zohledňuje další průzkumy, plány, koncepce, generely a projekty, které se v daném regionu v současné době realizují. Mezi ně patří program obnovy vesnic, výzkum protierozních opatření, revitalizace říčních systémů a další dotační programy souvisejících resortů. Názory vlastníků, uživatelů, místních odborníků, památkářů a lokálních patriotů jsou vedle teoretických a metodických podkladů a zásad pro návrh plánu společných zařízení velmi podstatným podkladem pro práci projektanta (Sklenička, 2003).

1.3 Řešení eroze v souvislosti s pozemkovými úpravami

Podle Janečka (2012) je provádění pozemkových úprav, zejména komplexních pozemkových úprav a plánů jejich společných zařízení hlavní strategií prevence eroze půdy.

Podle zákona 139/2002 Sb. a § 9 prováděcí vyhlášky 545/2002 Sb. jsou v KoPÚ vytvořena protierozní a vodohospodářská opatření v souladu s tímto zákonem (Podhrazská, 2010). Návrh opatření by měl být vytvořen s ohledem na vlastnosti a potřeby krajiny, jako je zvýšení ekologické stability, zvýšení prostupnosti území, ochrana před negativními účinky povrchového odtoku atd. Doplnuje a integruje územní systém ekologické stability a je v souladu s územním plánem (Janeček, 2012).

Užitečné využití celého území řeší zhotovitel komplexního pozemkového návrhu pozemkových úprav. Provádí se na základě vymezení a analýzy současného stavu. Území je těžištěm návrhové části, nikoliv intravilánu. Jeho předpokládaný rozvoj musí být povolen územním plánováním. V úvahu je třeba vzít i následující prvky. Plán využití území, spolupráce s orgány státní správy, institucemi a zájmovými skupinami. Zhotovitel z ní získá mnoho zásadních informací, včetně plánů podniků různých společností a informací o lokalitě. Vytváří koncepční plán pro dopravní a vodohospodářské systémy, jakož i zásady ochrany životního prostředí a obnovy krajiny. Návrh protierozní ochrany je zásadní součástí obnovy krajiny a ochrany životního prostředí (Toman, 1995).

Uplatňování zásad dobrého zemědělského hospodaření GAEC, výběr vhodných pěstovaných plodin a spolupráce zemědělců jsou základními prvky prevence eroze. K tomu patří i jejich ochota přijmout v nezbytném rozsahu návrhy komplexních protierozních opatření organizační, agrotechnické a technické povahy (Fialová, 2012).

Navrhovaná opatření jsou propojena a vzájemně se doplňují. Vodohospodářská funkce je například splněna, když se změní pórovitost půdy, zvýší se její infiltrační a retenční schopnost a použije se vhodná vybudovaná protierozní ochrana. Tato opatření pomáhají zpomalovat a snižovat povrchový odtok, omezovat transport volných půdních částic a udržovat rovnováhu vodního režimu krajiny. Složky ÚSES a dopravní sítě mohou sloužit i k dalším účelům, jako je prevence eroze a tvorba krajiny. Rybníky a vodní nádrže jsou vzhledem ke svým ochranným, retenčním, protierozním, čistícím, hygienickým a estetickým účelům nedílnou součástí naší kulturní krajiny. Pomáhají při tvorbě a ochraně krajiny i životního prostředí (Dumbrovský, 2004).

1.4 Účel pozemkových úprav

Účelem pozemkových úprav je zlepšit vztah lidí k půdě, životnímu prostředí a k místu, kde žijí a o které se starají. Cílem je také lépe zhodnotit dostupné finanční zdroje, mobilizovat lidské zdroje a využít dotační podpory pro rozvoj venkova a ochranu půdy. V neposlední řadě doufá, že změní pohled lidí na pozemkové úpravy tím, že je povzbudí k tomu, aby si venkovských oblastí vážili jako společenského prostoru a míst kulturního významu (Váchal, 2011).

Jedním z účelů pozemkové úpravy je ochrana přírodních zdrojů a obnova krajiny. Pozemkové úpravy mají možnosti nejen vytvořit nebo dotvořit ucelený multifunkční krajinný systém, ale také rozpracovávají opatření na ochranu přírody a krajiny stanovená jinými typy krajinného plánování (např. územní plány, revitalizace, ÚSES atd.). Konečnou podobu krajinných opatření tak určují pozemkové úpravy. Dalším a neméně důležitým účelem pozemkové úpravy je vytváření geografických předpokladů za účelem získání přístupu k pozemkům, uvážlivého využívání a ochrany zemědělského půdního fondu. Toho všeho se dosahuje úpravou (směnou) vlastnických vztahů vztahujících se ke konkrétním pozemkům. Pokud tedy na tomto místě hovoříme o scelování pozemků, neznamená to vytváření nových velkých půdních bloků, ale spíše scelování vlastnictví, kdy například vlastník má zpočátku řadu pozemků roztroušených po celém katastru, z nichž některé jsou nepřístupné, zatímco po provedení scelování jsou tyto pozemky odpovídající velikosti, kvality čili bonity a polohy vydány vlastníkovi (Sklenička, 2003).

2 Půdní eroze

Latinské slovo „erodere“ znamená erodovat a je od něj odvozeno slovo eroze. V nejširší definici se erozí rozumí destrukce litosféry nebo pedosféry pohybem erozního materiálu. Eroze je v současné době chápána jako složitý proces, který zahrnuje odbourávání svrchní vrstvy půdy a také transport a sedimentaci uvolňujících se půdních částic vodou, větrem, ledem a dalšími erozními silami (Janeček et al., 2005).

V zemědělské výrobě je eroze nevratný proces, který vede ke ztrátě půdy, přímému poškození plodin nebo škodlivým změnám chemických, fyzikálních a biologických vlastností půdy. V důsledku toho se snižuje úrodnost půdy (Strauss et al., 2001).

Eroze ničí svrchní vrstvu půdy, která je neúrodnější částí zemědělské půdy, oslabuje půdní profil, zvyšuje zrnitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozuje plodiny, ztěžuje pohyb strojů po pozemku a způsobuje ztráty semen, sazenic, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a materiály, na které jsou navázány, kontaminují vodní zdroje, blokují zásobní prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, způsobují zakalení povrchových vod, poškozují životní prostředí vodních živočichů a zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu sedimentů (Janeček, 2008).

Účinky eroze se v České republice projeví zejména v posledních 50 letech, kdy velkoplošné hospodaření vedlo k zanedbávání základních principů ochrany půdy. To mělo za následek značné škody na zemědělské krajině (Švehlík, 2005).

Vzhledem k tomu, že eroze je zcela přirozeným jevem, lze ji regulovat pouze v přijatelné míře, aby nepoškozovala půdní fond, neznehodnocovala odtok, neničila obce povrchovým odtokem, ale naopak obohacovala vodní toky o živiny (Kvítek a Tippl, 2003).

Typy eroze půdy

Podle faktoru, který iniciuje a určuje směr erozních procesů, rozlišujeme:

- vodní erozi,
- větrnou erozi,
- ledovcovou erozi,
- sněhovou erozi,
- erozi zemní,

-
- antropogenní erozi.

Různé úrovně erozních procesů mohou být výsledkem těchto forem eroze, které se vyskytují samostatně nebo v kombinaci. Na celosvětové úrovni zhoršují negativní dopady antropogenní eroze vodní a větrná eroze, které nejvíce poškozují ekonomiky jednotlivých zemí (Holý, 1994).

Faktory přispívající k erozi půdy

Na začátku, směru a intenzitě erozního procesu se podílí celá řada přírodních i umělých proměnných. Ke kategorizaci těchto prvků souvisejících s erozí lze použít klimatické a hydrologické parametry, jako je poloha, nadmořská výška, množství, rozložení a intenzita srážek, teplota, oslunění, výpar, odtok a četnost, směr a síla větrů. Morfologické prvky, jako je sklon, délka a tvar svahu, expozice a návětrnost. Geologické a půdní faktory zahrnují typ horniny, která tvoří substrát, půdní typ, texturu a strukturu, jakož i vlhkost, vrstevnatost a obsah humusu v půdě. Vegetační, kde jsou klíčovými faktory hustota a délka porostu (Burian et al., 2011). Dalším aspektem je způsob využívání a obhospodařování půdy, včetně způsobu jejího využívání, zvoleného typu pozemku, způsobu a směru obdělávání a používaných agrotechnických nástrojů (Vlasák a Bartošková, 2007).

Množství a rychlost eroze půdy jsou určovány vzájemným působením těchto proměnných. Například čím je půda erodovatelnější a čím větší je kapacita povrchového odtoku po přivalových deštích, tím delší a strmější je svah bez vegetace (Blanco a Lal, 2008).

2.1 Eroze vodní

Proces, při kterém voda eroduje povrch půdy, lze označit jako vodní erozi. V počáteční fázi padající kapky vody erodují obnažený povrch půdy a odstraňují půdní agregáty. Protože voda v důsledku toho nemůže proniknout do půdy pod povrchem, začne voda z povrchu rychle odtékat. Jak jsou úlomky transportovány, eroze způsobená pohybující se vodou pokračuje (Brtnický, 2012).

Kromě toho, že vodní eroze strhává svrchní vrstvu půdy, zhoršuje fyzikální a chemické vlastnosti půdy, což zhoršuje vodní režim. Dalším důsledkem snižující se sorpční kapacity degradovaných půd je snížené využití živin v půdě, včetně živin přidávaných ve formě hnojiv. Kromě půdních částic se smyvem půdy dostávají do

vodního toku i hnojiva a prostředky na ochranu rostlin. Na rozdíl od bodových zdrojů znečištění z průmyslu a obcí postihuje kontaminace povrchových vod erozí celé ohrožené území bez možnosti čištění. Sklon terénu ovlivňuje především vodní erozi. Na základě studia svažitosti území a znázornění různých typů půdy byla vytvořena mapa ohrožení vodní erozí (Pasák, 1984).

Erozi vodní ovlivňují přírodní faktory, jako je množství a intenzita srážek, sklon svahu, náchylnost půdy k erozi a vegetační kryt. Naše přírodní prostředí je ve srovnání s jinými místy relativně málo ohroženo erozí. Nevyskytují se u nás tropické příválové deště ani vysoké horské svahy a přirozený lesní porost starobylé krajiny poskytoval významnou ochranu před nadměrnou erozí. Avšak silně zemědělský charakter území s často vysokým podílem orné půdy, špatné lesnické postupy a nové umělé tvary reliéfu učinily naši krajinu náchylnější k erozi. V důsledku podstatného překročení přirozené rychlosti sedimentace rozpuštěných i pevných látek je tento proces nyní nebezpečný (Blažek et al., 2006).

Nejen ve vlhkém podnebí, ale ve všech klimaticko-morfogenetických zónách je vodní eroze problémem. Ačkoli v extrémně suchých zónách má jen malý vliv, voda může i v suchých oblastech např. v severní Africe modelovat existující síť údolí vybudovanou během vlhčích období. Podstatný modelující vliv má abrazivní působení vody v periglaciální zóně a na okraji glaciální zóny nebo před ledovci, kde vytváří erozní i akumulární formy např. eskery a sandry. Její použití ve vlhkých lokalitách je však zásadní, protože zde dochází jak k postupné erozi, a to i mimo stálou hydrografickou síť, tak v obdobích katastrofických hydrometeorologických situací ve velkém regionálním měřítku. Člověk intenzivně využívá vlhká místa, a proto jeho hospodářské činnosti, zejména zemědělská a lesnická činnost, výrazně mění charakter a intenzitu vodní eroze (Buzek, 1983).

V České republice je více než polovina zemědělské půdy ohrožena vodní erozí. Neexistuje však žádná systematická ochrana, která by zastavila další ztráty na většině plochy půdy náchylné k erozi (Novotný et al., 2017).

Jak tvrdí Holý (1978), místa s nízkými srážkami mají obvykle malý povrchový odtok, protože dešťová voda se vsakuje do půdy a je absorbována vegetací. Hustá vegetace je důsledkem vyššího množství srážek, často více než 1000 mm za rok, což brzdí rozvoj erozních procesů. Z tohoto důvodu někteří autoři docházejí k závěru, že místa s mírnými ročními srážkami, kde je narušen přirozený půdní kryt, a oblasti s

vysokými srážkami, kde došlo ke ztrátě přirozeného lesního porostu, mají nejrozsáhlejší vodní erozi.

V závislosti na účinku vodní eroze existují 4 stupně:

- plošná – na celém pozemku nebo části svahu eroduje půda téměř rovnoměrně,
- výmolová – rýhy a brázdy jsou postupně prohlubovány dešťovým odtokem,
- proudová – dochází k ní v roklicích, údolích a údolních nivách, kde soustředěný povrchový odtok a vodní toky erodují dlouhotrvající vodní toky (Janeček et al., 2002).

Plošná eroze

Tento typ eroze je charakterizován rovnoměrným smyvem a erozí půdních částic po celém povrchu, což vede k plošnému odtoku a postupné ztrátě pevnosti půdy. Tento typ eroze má silný selektivní účinek, odstraňuje převážně jemnozrnné frakce půdy, což se projevuje změnou struktury půdy a obsahu živin v půdě, zhoršením chemických a fyzikálních vlastností půdy, což přímo souvisí například s retenční a pufrací schopností půdy a také s jejími fyzikálními vlastnostmi, snížením úrodnosti a v konečném důsledku snížením obsahu humusu, což je faktor důležitý pro tvorbu půdní struktury a schopnost půdy odolávat vodní a větrné erozi. Lehčí, převážně organické půdní částice jsou obvykle odnášeny do vodního toku, zatímco jemnozrnné půdní frakce se následně usazují na dně svahu. Povrchová eroze nezanechává na povrchu půdy viditelné stopy, ale lze ji identifikovat podle jemného materiálu, který se nahromadil ve spodních částech svahu, například pomocí injektáže půdy nebo kopané sondy, a podle nerovnoměrného vývoje vegetace, který se projevuje rozdílným růstem, barvou a kvalitou v horních a spodních částech svahu, kde došlo k odplavení jemných půdních částic a živin (Novotný et al., 2017).

Výmolová eroze

Tento druh eroze je definován jako následné prohlubování mělkých zářezů a případné soustředění povrchového odtoku. Obvykle k ní dochází na 20 dlouhých svazích a ve skalnatém terénu. Podle intenzity se dále dělí na erozi rýhovou a brázdovou, rýhovou, výmolovou a stržovou. Soustředěním odtoku do malých zářezů přechází plošná eroze plynule v erozi rýžkovou a brázdovou. Rýžková eroze je viditelná jako

hustá síť drobných úzkých brázd ty mohou být široké a hluboké asi 2-10 cm. K brázdové erozi, která postihuje rozsáhlé oblasti a často se označuje jako maximální stupeň plošné eroze, dochází, když se odtok soustředí do mělkých, širších rýh s nižší hustotou. Při rýhové erozi se povrchový odtok více soustřeďuje do hlubších a širších brázd, které se spojují a prohlubují, jsou široké a hluboké 10-30 cm. Pro vyhodnocení eroze rýhové se doporučuje měřit hustotu erozní rýhy v km/km^2 . Další známkou probíhající činnosti může být například rychlost, s jakou erozní rýhy rostou. Další fází rýhové eroze je výmolová eroze, tvoří se výmoly, které jsou hluboké více než 30 cm a široké více než 30 cm. K výmolové erozi dochází v místech, kde se v údolích setkávají splaveniny, a je ovlivněna druhem terénu, velikostí plochy dostupné pro sběr a zejména vlastnostmi půdy. Nejzávažnější druh výmolové eroze, tzv. stržová eroze, jenž zcela ničí krajinu. Velikost strží se pohybuje okolo jednoho metru šířky a hloubky. Délka v některých případech může dosahovat až jeden kilometr (Brtnický, 2012).

Proudová eroze

Pohyb vodního proudu způsobuje vodní erozi ve vodních tocích. Při podemílání břehů hovoříme spíše o břehové erozi, zatímco při narušování jen dna se jedná o dnovou erozi. Zatímco břehová eroze je typem příčné eroze, která probíhá proti ose toku, eroze dnová je typem podélné eroze, která probíhá podél podélné osy toku. Fluviální eroze je patrnější v nivách, protože ty obvykle nesou velké množství materiálu (Holý, 1994).

2.2 Eroze větrná

K přirozenému jevu známému jako větrná eroze dochází, když vítr působí na povrch půdy, narušuje půdní agregáty a uvolňuje půdní částice, které se pak dávají do pohybu a přenášejí se na různé vzdálenosti. Částice se vracejí zpět na zemský povrch, když se rychlost větru sníží. Rozsah pohybu půdních částic zahrnuje nejmenší aerosolové částice v atmosféře (prachové bouře), největší množství pohybu půdy je skokem a sunutím půdních částic po povrchu půdy. Stav a složení půdy, stejně jako odolnost půdních částic, významně ovlivňují průběh větrné eroze. To se řídí především strukturou půdy, její vlhkostí, drsností půdního povrchu a vegetačním krytem, který hraje zásadní roli při ochraně půdního povrchu před dynamickými účinky větru. Kromě toho je to také velikost a tvar částic (Novotný et al., 2017).

Podle Holého (1978), se větrná eroze se od vodní liší především tím, že se málokdy vyskytuje v úzkých pásech kolmých na směr proudění. Dva typy větrné eroze – deflaci a korazi, lze rozlišit podle toho, zda jsou půdní částice větrem deflacovány nebo zda jsou pevné skalní útvary obrušovány ostrými zrny půdy, která jsou jimi unášena.

- **Deflace** – jde o pohyb sypkých půdních částic na různé vzdálenosti způsobený větrnými silami; jeho výsledkem jsou také písečné přesypy, které se nejčastěji vyskytují na mořských pobřežích a vnitrozemských pouštích.
- **Koraze** – jedná se o obrušování hornin deflačními částicemi půdy. Účinnost koraze je ovlivněna odolností materiálu, druhem a tvarem částic přenášených větrem a rychlostí větru. Koraze se nejčastěji vyskytuje u materiálů, které se snadno opracovávají, jako je pískovec (Holý, 1994).

2.3 Další druhy eroze

Eroze ledovcová

Chladné oblasti s průměrnou teplotou pod 0 °C se vyznačují ledovcovou erozí. Jedinečnou vlastností ledovcové eroze je skutečnost, že led působí při nízkých rychlostech vlastní vahou. Účinnost obranných prostředků, jako jsou rostliny, proti jeho obrovské síle je minimální. Dalším rysem ledovcové eroze je skutečnost, že postihuje půdu pouze na okrajích a podél čerstvých ledovcových drah. Většinová část erozní energie se spotřebuje na erodování skalního podloží. V naší zemi existují pouze fosilní zbytky ledovcové eroze (Zachar, 1970).

Mráz fyzicky rozrušuje horniny na okraji ledovce a napomáhá tak celkové aktivitě ledovce, která závisí na klimatu, rychlosti pohybu ledovce, sklonu terénu, tloušťce ledovce a hmotnosti jeho celkové hmoty. Když se ledovec pohybuje silněji a je obrušován, vzniká při tzv. tříštivé erozi vždy nová nerovnost a vyvýšenina v ledovcovém podloží (Cáblík a Jůva, 1963).

Eroze sněhová

Oblast sněhové eroze a ledovcová oblast souvisí s klimatem, přičemž oblast sněhové eroze je patrnější tam, kde je stálá sněhová pokrývka tzv. nad sněhovou čarou. Na rozdíl od ledovcové eroze dochází také k aktivní sněhové erozi, zejména v lavinových drahách, kde se vlivem vysokého tlaku a rychlosti sněhu tvoří erozní rýhy. Postupný,

plíživý pohyb sněhu může rovněž způsobovat erozi půdy, zejména na závětrných svazích. Erodivání, nadměrné zamokření a ronová eroze jsou v této situaci vedle mechanického tlaku sněhu dalšími faktory (Zachar, 1970).

Velké masy sněhu, které se přesouvají do údolí, způsobují sněhovou erozi. Při výskytu lavin je patrné, že současně s pohybem sněhu dochází k erozi a transportu hornin. Tento jev lze pozorovat v horských pásmech České republiky, kde dochází k lavinám, například v Krkonoších (Holý, 1994). K sněhové erozi může přispívat i pomalý pohyb vrstvy sněhu na povrchu půdy, která není během jarního tání zmrzlá (Holý, 1978).

Eroze zemní

Hluboké rýhy vznikají v důsledku zemní eroze způsobené pohybem suťových proudů, které při dostatečném nasycení vodou přenášejí do údolí značný objem půdy. Tím dochází k poškození povrchu i podpovrchové vrstvy půdy (Holý, 1994).

Eroze antropogenní

Jedná se o druh eroze, která je způsobená lidskými zásahy do hospodaření s půdou, výstavbou dopravních a vodohospodářských zařízení, nerovnoměrným zabezpečením stavebních projektů protierozní ochranou apod. (Krešl, 2001).

Podle Holého (1978), se přímý dopad nejzřetelněji projevuje zničením přirozeného vegetačního krytu půdy a jeho nahrazením vegetací s nízkým ochranným účinkem, zhoršením fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy, koncentrací povrchového odtoku v důsledku rozdílné zástavby a znečištěním.

3 Protierozní opatření

Podle týmu Doležal et. al. (2010) k ochraně zemědělské půdy před účinky vodní eroze je třeba přijmout vhodná protierozní opatření. Je třeba zvážit účinnost jednotlivých způsobů ochrany, požadované snížení intenzity eroze a ochranu objektů (vodních zdrojů, toků, nádrží, intravilánů měst a obcí atd.), zájmy vlastníků a uživatelů pozemků, ochranu životního prostředí, přírody a krajiny.

S ohledem na rozšiřující se hospodářskou činnost společnosti a potřebu hospodárně a efektivně využívat přírodní zdroje je ochrana proti erozi zásadní. Dva nejcennější z těchto zdrojů, půdu a vodu, je třeba chránit. Tak aby se předešlo negativním dopadům, které může mít jejich poškození na mnoho národohospodářských odvětví, zejména zemědělství a vodní hospodářství, a také na tvorbu prostředí pro život člověka (Holý, 1978).

Ve všech průmyslově vyspělých zemích je dnes součástí hospodaření s půdou i její ochrana, a to z důvodu narušení přirozených procesů obnovy půdy způsobených jejím intenzivnějším využíváním. V našich morfogenetických podmínkách s převažující vodní erozí musí být protierozní opatření komplexní povahy a uplatňována v rámci povodí jako základní odvodňovací jednotky. Tento proces může mít vliv i na větrnou erozi, protože měnící se vlhkostní podmínky změni chování větru (Buzek, 1983).

Provádění pozemkových úprav, zejména komplexních pozemkových úprav v části plánu týkající se společných zařízení, je klíčovou příležitostí, jak zabránit erozi půdy. Základními opatřeními, která umožňují nejúčinnější využití koncepce protierozní ochrany, jsou pozemkové úpravy a respektování vlastnických, ekologických, ekonomických, vodohospodářských, dopravních a dalších faktorů. V rámci plánu společných zařízení pozemkových úprav lze vypracovat a uvést do praxe četné strategie protierozní ochrany (Janeček, 2012).

V práci týmu Dumbrovský et al. (2012) účinnost navrhovaných strategií protierozní ochrany musí být vždy prokázána. Nejlépe porovnáním vypočítané průměrné roční ztráty půdy za delší časové období před opatřeními a po nich.

Většinou se jedná o kombinaci organizačních, agrotechnických a technických opatření, která fungují v souladu a respektují současné základní potřeby a možnosti zemědělské výroby (Janeček, 2007).

3.1 Organizační

Organizační protierozní opatření jsou založena na situování pozemků po vrstevnicích, volbě vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných pro změnu typu pozemků (Burian et al., 2011).

Organizační opatření na orné půdě, zejména v projektech KPÚ, jsou vytvářena v koordinaci s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a účast zemědělských subjektů (Janeček et al., 2008). Vzhledem k nízkým ekonomickým nákladům na realizaci jsou tato opatření nejčastěji využívaným prostředkem ochrany půdy před erozí (Dumbrovský et al., 1995). Ke snížení rizika vodní eroze může přispět pěstování plodin s vysokým protierozním účinkem např. trávy, jetele apod. na svažitéjších a erozi náchylnějších pozemcích. Na méně sklonitých pozemcích nebo na části pozemku méně ohrožené vodní erozí lze pěstovat plodiny s nízkým protierozním účinkem např. kukuřice, brambory apod. (Kvítek a Tipl, 2003).

Vhodný tvar a velikost pozemku

Základní myšlenkou organizačních protierozních technik je umístit pozemek, půdní blok nebo protierozní plochu na delší stranu směrem k vrstevnicím. To podporuje obdělávání půdy podél vrstevnic a zkracuje délku vrstevnic. Stejně tak se upřednostňuje, aby délka pozemku, půdního bloku nebo protierozní parcely (odtokové linie) ve směru odtoku nepřesáhla maximální přípustnou délku nebo aby délka odtokové linie protínající více než jeden pozemek, půdní blok nebo protierozní parcelu nepřesáhla maximální přípustnou délku (Novotný et al., 2017).

Ideální velikost pozemku závisí na řadě proměnných a za určitých okolností je kompromisem mezi dvěma proměnnými: přírodním faktorem (menší pozemkové jednotky) a ekonomickým prvkem (naopak vytvoření dostatečně velkých pozemkových jednotek). V důsledku toho může být stanovení ideální velikosti pozemku náročné, protože výsledek se bude lišit v závislosti na konkrétní situaci a možných dopadech (Janeček, 2008).

Delimitace druhu pozemků a ochranné zatravnění a zalesnění

Tento druh protierozního opatření pozemku se považuje za prostorovou a funkční optimalizaci využití pozemku pro produkci konkrétních plodin. Naznačuje rozdělení

organizační struktury zemědělského půdního fondu na plochy využívané jako orná půda, louky, pastviny, vinice, sady, chmelnice (Janeček et al., 2012).

V práci týmu Burian et. al. (2011) na půdě, kterou nelze zemědělsky využívat kvůli ztrátě půdy erozí, se provozuje ochranné zatravnění. Nejlepší prevencí proti eroze jsou optimálně zapojené travní porosty. Jarošek (2010) srovnává, že na trvalých travních porostech dochází až ke stokrát menší erozi než na plochách osázených kukuřicí, bramborami apod.

Používání ochranného zalesňování, a to buď jako ochranné lesní pásy, nebo jako plošné zalesňování. Plošné zalesňování se provádí na jaře, ve strmém terénu, v roklicích, výmolech a dalších zranitelných oblastech. Aby se zabránilo erozi a fungovaly jako biokoridory, jsou lesní pásy začleněny do plánování dlouhých svahů zemědělské půdy (Toman, 1995).

Protierozní umístování plodin

Základní myšlenkou ochrany půdy před vodní erozí je pěstování plodin s nedostatečnou protierozní ochranou (okopaniny, kukuřice a další širokořádkové plodiny) na rovinatých nebo mírně svažitéch pozemcích s dobře propustnou strukturní půdou (Burian et al., 2011).

Schopnost plodin bránit erozi s jejich zbytky po sklizni se dělí do následujících kategorií. Na prvním místě jsou jeteloviny, následují trávy, obiloviny, olejnin a širokořádkové plodiny včetně kukuřice, brambor a řepy (Hůla et al., 2008).

Okopaniny a kukuřice snižují smyv půdy na polovinu oproti nevegetačním půdám. Obiloviny v závislosti na době setí a sklizně snižují smyv na čtvrtinu až desetinu, jeteloviny na padesátinu a víceleté trávy na dvě setiny (Dumbrovský, Mezera, 2000). Janeček (1999) doplňuje, že čím déle a hustěji zůstává vegetační kryt na povrchu půdy, tím lépe chrání půdu.

3.2 Agrotechnická

Použití protierozní agrotechnických opatření může přispět ke zvýšení absorpční schopnosti půdy, snížení její erodovatelnosti a ochraně povrchu půdy. To je důležité zejména v období intenzivních srážek (červen, červenec, srpen), kdy se pěstují plodiny náchylné k erozi (jako je kukuřice, brambory, cukrová řepa, slunečnice, čirok atd.) nebo kdy půda není dostatečně krytá (Novotný et al., 2017).

Speciální nebo vhodně upravené mechanizační prostředky ovlivňují skutečnou protierozní agrotechniku, resp. způsob obdělávání zemědělské půdy. To se do značné míry týká směru setí, obdělávání půdy a všech dalších zemědělských a sklizňových činností. Měla by se uplatňovat zásada provádění agrotechnických činností ve směru vrstevnic, s maximálně malou odchylkou od tohoto směru, pokud to svah a systém mechanizace dovolí (Podhrázská a Dufková, 2005).

Technologie, které snižují erozi půdy, se nazývají techniky ochranného obdělávání půdy. Tyto technologie využívají mělké kypření půdy namísto orby a v případě potřeby hlubší kypření svrchní vrstvy půdy nebo části podorniční vrstvy pomocí dlátových kypřičů, aniž by docházelo k rotaci zpracovávané vrstvy půdy (Janeček et al., 2007).

Obdělávání po vrstevnicích

Jak uvádí Konečná a Pražan (2014) záleží především na okolnostech tohoto scénáře. Vrstevnicové obdělávání nemusí vést ke zvýšení nákladů, i když v některých případech bude vyžadovat specializované nástroje. Na takto strmých svazích však může být smysluplnější zatravnění svahu. Pokud je vrstevnicové obdělávání vzhledem ke geometrii půdního bloku téměř nemožná, je situace jiná. Zejména pokud se jedná o obdélník s krátkou stranou, která je obrácena k delší straně svahu. V takovém případě by obdělávání po vrstevnicích půdy zahrnovalo především provádění dodatečného obracení na zatáčkách.

Jednou z hlavních nevýhod tohoto přístupu je, že může vést ke zvýšeným nákladům na zpracování v důsledku snížené efektivity využití technologie a větší časové náročnosti. V takových případech je možné tyto zvýšené náklady vyčíslit, jako u pásového střídání plodin, ale je třeba při tom postupovat opatrně. Důvodem je, že předmětný půdní blok může mít pouze úzký pruh půdy, který může být dostatečně plošný, ale jeho tvar může vést k méně efektivnímu využití technologie.

Ochranné obdělávání půdy

Aby se umožnil přirozený vývoj půdy a zabránilo se nadměrnému provzdušňování humusu, které má vliv na zhoršování fyzikálních vlastností půdy, spočívá opatření v udržování co největšího množství posklizňových zbytků z předplodiny na povrchu půdy vytvořením mulčovací vrstvy (Brtnický et al., 2012).

Vegetační kryt je v raných fenologických fázích minimální, ale roste až do dosažení plné vitality rostlin. Po sklizni má zbytek rostliny vysokou pokrývnost, která se postupně snižuje, protože senescentní části rostliny začínají hnít. Množství mulčovacího pokryvu na půdě závisí na typu použitého obdělávání půdy (Möller et al., 2017).

Použití bezorebných secích metod (kdy se hlavní plodina vysévá bezorebným secím strojem s diskovými botkami přímo do nezpracované půdy po předplodině) je jednou z několika technologií, které lze využít ke zlepšení výsevu plodin. Mezi další možnosti patří setí nebo sázení do mulče meziplodiny nebo předplodiny, výsev do mělkého podloží nebo výsev hlavní plodiny s meziplodinou do středního řádku. Všechny tyto metody mohou pomoci zlepšit výnosy zvýšením úrodnosti půdy anebo ochranou půdy před erozí (Novotný et al., 2017).

Hrázkování a důlkování zevnějšku půdy

Díky tomu, že je ponechán dostatečný prostor pro dopad deště přímo na půdu, je povrchovému odtoku zabráněno přehrazením meziřadí a prohloubením povrchu půdy. Oba postupy se provádějí pomocí specializovaných zařízení, jako jsou hrázkovač nebo důlkovač.

U širokořádkových plodin pěstovaných v hrůbcích se používají meziřádkové vzdálenosti. Hrázkování meziřádků po výsadbě nebo výsevu a jakémkoli pěstování plodin vytváří na půdě kaluže, které zachycují srážky, čímž výrazně snižují povrchový odtok a zabraňují erozi půdy. Na pozemku se sklonem 2°-8° zadrží násypové hráze 25-35 mm srážek. Na svazích se sklonem do 7° se doporučuje využít technologii meziřádkového hrázkování na pozemku o maximální délce 300 m, a to z důvodu častých srážek, stávajícího zamokření půdy a terénních nerovností (Podhrázká a Dufková, 2005).

3.3 Technická

Janeček (2008) ve své práci doplňuje, že pokud organizační a agrotechnická opatření nesplňují normy protierozní ochrany, musíme použít technická řešení. Vrstevnicové meze, terasy, příkopy, průlehy, terénní urovnávky, ochranné hráze, zatravněné údolnice a protipovodňové nádrže jsou jen některé příklady těchto zásahů. Tato doporučení se provádějí v rámci projektů pozemkových úprav a spolu s dalšími

doporučeními tvoří plán společných zařízení, který je základním kamenem protierozní ochrany.

Protierozní příkopy

Hlavním cílem návrhu a realizace opatření je vyřešit problém s neškodným odtokem vody a zároveň zabezpečit intravilány, pásma hygienické ochrany nebo jiné významné lokality, objekty a zastavit vnikání cizích vod na pozemek. K bezpečnému odvedení přebytečné vody mimo zájmové území, jakož i k zachycení povrchové vody v rámci lokality a k zastavení vnikání vnější vody na pozemek slouží zejména retenční a odvodňovací příkopy. Vždy musí být napojeny na průběžnou hydrologickou síť povodí.

Vzhledem k tomu, že jsou dražší než propustky, doporučuje se využívat sítě silničních příkopů s protierozní funkcí nebo je budovat především v kombinaci s přirozenou a umělou hydrografickou sítí, což je cenově výhodnější varianta. Pokud jde o protierozní ochranu, příkop je menší umělý otevřený kanál, který se využívá k dočasnému zadržování a odvádění povrchové vody a splavených nečistot (Podhrázká a Dufková, 2005).

Průlehy

Jsou považována za jednu z nejúčinnějších protierozních metod, protože jsou vytvořena tak, aby absorbovala, propouštěla a odváděla krátkodobý povrchový odtok způsobený přívalovými dešti nebo rychlým jarním táním (Burian et al., 2011).

Z funkčního hlediska jsou průlehy určeny k zachycování vody. Při budování systému záchytných jímek mějme na paměti, že jejich souběžná vzdálenost by neměla být větší než přípustná délka lokality vypočtená podle USLE pro přípustnou ztrátu půdy erozí. Na orné půdě je třeba vytvářet svodnice a hospodařit na nich buď jako na nezpevněných obdělávatelných plochách, nejlépe s trvalými travními porosty, nebo ve spojení s travnatými pásy či pásovým zemědělstvím. Sběrné průlehy jsou obvykle vyřezány do zpevněných příkopů nebo zatravněných údolnic (Burian et al., 2011).

Zatravnění údolnice

Pro zachování průchodu soustředěného povrchového odtoku, který se vzhledem k obtížnému terénu hromadí v přirozených údolích a údolnicích, jsou navrženy zatravněné údolnice. Připomínají opevnění z vegetace podél přirozených nebo

pozměněných odvodňovacích systémů. Příčný profil má tvar podobný parabole, i když je méně často lichoběžníkový nebo trojúhelníkový. Na základě hydrologických a hydraulických výpočtů se volí parametry. Návrhový průtok pro dimenzování tras soustředěného odtoku musí být minimálně Q10 (Janeček et al., 2005).

Protierozní nádrže

Zdržením počáteční vlny povrchového odtoku zastavují protierozní nádrže vznik erozních a akumulacních fluvialních forem v nízko položené oblasti. V důsledku změny vodního režimu půdy a v menší míře i vláhového režimu vzduchu může docházet k sedimentaci unášeného materiálu v nádrži a tyto nádrže mohou mít také omezenou mikroklimatickou roli. Nádrže jsou obvykle uspořádány v systému nad sebou, přičemž spodní nádrže slouží, jako zásobárny vody i spodní sedimentační nádrže a zároveň jako ekonomicky nejvýhodnější nádrže (Buzek, 1983).

Nádrže musí být postaveny v souladu s normami pro suché nádrže nebo malé vodní nádrže. Musí být dimenzovány tak, aby poskytovaly dostatečnou ochranu, obvykle pro odtok s dobou návratnosti 20 až 50 let, někdy však až 100 let. U nádrží, kde se předpokládá významný přítok splavených nečistot (zpevněný výjezd do prostoru nádrže, manipulační plocha), je třeba doplnit zařízení, které umožní běžnou údržbu retenčního prostoru (Novotný et al., 2014).

4 Cíl práce

Tato diplomová práce měla za cíl posoudit a vyhodnotit erozní jevy na modelové části pozemkové úpravy. K tomuto účelu byla vybrána pozemková úprava Svojšice u Sušice. Zde budou provedeny podrobné pedologické, hydrologické a klimatologické průzkumy území.

Také v této práci budou provedeny výpočty erozního ohrožení pomocí metod a budou navržena protierozní opatření.

Nedílnou součástí práce je také literární rešerše, která se zabývá erozí samotnou, dále faktory ovlivňující erozi, protierozní opatření a pozemkové úpravy.

5 Metodika

Univerzální rovnice ztráty půd (USLE)

Výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy způsobené vodní erozí na konkrétních pozemcích byl z počátku formulován na území USA. Pozemek je území ohraničené hydrologicky významnými prvky, jako jsou povodí, příkopy a vodní toky s nepřerušnými cestami povrchového odtoku. Porovnávají se vypočtené a povolené počty ztrát. Toto porovnání může ukázat, které pozemky ztrácejí v průběhu času více půdy, než je možné nahradit přirozenými půdotvornými procesy v dané lokalitě, nebo více, než je přípustná ztráta (Sklenička, 2003).

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P, \quad (5.1)$$

kde G ... průměrná dlouhodobá ztráta půdy v t/ha/rok

R ... faktor erozní účinnosti deště

K ... faktor náchylnosti půdy k erozi

L ... faktor délky svahu

S ... faktor sklonu svahu

C ... faktor ochranného vlivu vegetace

P ... faktor účinnosti protierozních opatření

Dlouhodobý průměrný roční úbytek půdy se vypočítá podle výše uvedené rovnice. Rovnici nelze použít pro časové rozmezí kratší než jeden rok, tím méně pro výpočet množství půdy ztracené erozí v důsledku konkrétních srážek (Podhrázká a Dufková, 2005).

Faktor R – erozní účinnost deště

Součet celkové kinetické energie deště E [$J \cdot m^{-2}$] a jeho nejvyšší 30minutové intenzity I_{30} [$cm \cdot h^{-1}$] je znám jako faktor erozní účinnosti deště. Přesné určení faktoru R pro dané místo a roční období může být náročné. Pro využití v krajinném plánování jsou dostačující hodnoty, které byly graficky nebo číselně zobrazeny v rámci tzv. regionalizace faktoru R pro konkrétní stanice ČHMÚ (Janeček, 1992).

Regionalizace faktoru R pro území České republiky se v tuto chvíli nejeví jako rozumná. Místo toho by měl ÚSES pro naprosto převažující rozlohu zemědělské půdy v ČR používat průměrnou roční hodnotu faktoru $R = 40$, která je dvakrát vyšší než

dříve doporučená hodnota. Důvodem je řada metodických problémů a základní charakter, který zatím není zcela spolehlivý (Janeček et al., 2012).

Faktor K – erodovatelnost půdy

Rychlost infiltrace srážek do půdy i odolnost půdy vůči povrchovému odtoku jsou ovlivněny vlastnostmi půdy. Standardní pozemek (kultivovaný černý úhor se sklonem 9 % a délkou 22,13 m) je charakterizován odtokem z půdy v tunách na hektar a jednotkovým srážkovým faktorem R. Hodnoty faktoru K lze vypočítat pomocí nomogramu, který ukazuje, že textura zkyplené půdy ovlivňuje její náchylnost k erozi (Pasák, 1984).

Tabulka 5.1: Hodnoty K faktorů dle HPJ (Janeček et al., 2012)

HPJ	K faktor	HPJ	K faktor
1	0,41	40	0,24
2	0,46	41	0,33
3	0,35	42	0,56
4	0,16	43	0,58
5	0,28	44	0,56
6	0,32	45	0,54
7	0,26	46	0,47
8	0,49	47	0,43
9	0,60	48	0,41
10	0,53	49	0,35
11	0,52	50	0,33
12	0,50	51	0,26
13	0,54	52	0,37
14	0,59	53	0,38
15	0,51	54	0,40
16	0,51	55	0,25
17	0,40	56	0,40
18	0,24	57	0,45
19	0,33	58	0,42
20	0,28	59	0,35
21	0,15	60	0,31
22	0,24	61	0,32
23	0,25	62	0,35
24	0,38	63	0,31
25	0,45	64	0,40
26	0,41	65	nedostatek dat
27	0,34	66	nedostatek dat

28	0,29	67	0,44
29	0,32	68	0,49
30	0,23	69	nedostatek dat
31	0,16	70	0,41
32	0,19	71	0,47
33	0,31	72	0,48
34	0,26	73	0,48
35	0,36	74	nedostatek dat
36	0,26	75	nedostatek dat
37	0,16	76	nedostatek dat
38	0,31	77	nedostatek dat

Faktor LS – délka a sklon svahu

Vyjadřuje účinek tvaru terénu a ovlivňuje počátek a průběh erozních procesů. Poměr ztráty půdy na jednotku plochy svahu a ztráty půdy na jednotku plochy pozemku o délce 22,13 se sklonem 9 % se nazývá topografický faktor. Délka svahu, která se měří vodorovně od místa povrchového odtoku do místa, kde sklon svahu dostatečně poklesne, aby se na něm ukládal erodovaný materiál, nebo kdy se povrchový odtok soustředí v odtokové dráze, je dobrým ukazatelem intenzity eroze. Hodnota faktoru L se stanoví pomocí následující rovnice:

$$L = \left(\frac{l_d}{22,13}\right)^p, \quad (5.2)$$

kde l_d ... nepřerušená délka svahu v metrech

p ... mocnitel zahrnující účinek sklonu na svah (Sklenička, 2003).

Podle práce týmu Renard et. al (1997) s rostoucím sklonem svahu roste ztráta půdy rychleji než v případě délky svahu. Tyto vztahy se používají k výpočtu faktoru sklonu svahu S.

$$\begin{aligned} S &= 10,8 \sin s + 0,03 \text{ pro } s < 9\% \\ S &= 16,8 \sin s - 0,50 \text{ pro } s \geq 9\%, \end{aligned} \quad (5.3)$$

kde s ... sklon svahu v rad (Janeček, 2007).

Faktor C – ochranného vlivu vegetace

Rostlinstvo ovlivňuje ochranu půdy před vodní erozí mnoha způsoby. Na jedné straně rostlinstvo chrání povrch půdy před silou dešťových kapek a zároveň snižuje rychlost povrchového odtoku a zvyšuje pórovitost půdy, což zvyšuje její schopnost absorbovat vodu. V době, kdy hodně prší, schopnost vegetace poskytovat ochranu úzce souvisí s její pokrývností a hustotou v měsících duben až září (Sklenička, 2003).

Podle týmu Janečka et. al (2012) se tento faktor stanovuje pro konkrétní osevní postup v souladu se střídáním plodin na pozemku, včetně období mezi střídáním plodin, a při stanovení nástupu a způsobu agrotechnických prací v pěti obdobích s cílem řešit protierozní ochranu pozemku a posoudit jeho dlouhodobé erozní ohrožení.

1. období podmínky a hrubé brázdy
2. období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení
3. období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4.
4. období od konce 3. období do sklizně,
5. období strniště

Faktor P – účinnost erozních opatření

Účinnost daného protierozního opatření z hlediska hodnot faktoru P nelze předpokládat, pokud nejsou splněny požadavky na maximální délku a počet pásů, v takovém případě je $P = 1$. Účinnější je kombinovat pásy víceletých pícnin nebo ozimých obilovin na svahu s pásy protierozních plodin podél vrstevnic.

Pouze za předpokladu, že zkoumaný pozemek je zcela chráněn před vnější vodou z výše položených pozemků, komunikací apod., se údaje o hodnotách erozních faktorů a výsledky výpočtu blíží skutečnosti (Podhrázká a Dufková, 2005).

Přípustná ztráta půdy při vodní erozi

Hodnoty přípustné ztráty půdy v důsledku eroze jsou stanoveny především z hlediska dlouhodobého zachování úrodnosti a funkcí půdy. V současné době je třeba chránit hlubší půdy, které jsou určeny především pro intenzivní zemědělskou výrobu, a to v důsledku změny zemědělských postupů a rozsáhlého zatravňování nebo zalesňování orné půdy (Janeček et al., 2012).

Jak tvrdí Vrána (1999) úplná ochrana zemědělské půdy před účinky eroze není prakticky ani ekonomicky proveditelná. Proto jsou metody protierozní ochrany navrženy tak, aby poskytovaly určitou "únosnou" úroveň ochrany.

Přípustné ztráty půdy jsou pro:

- mělké půdy do 30 cm 1 t.ha⁻¹.rok⁻¹
- středně hluboké 30-60 cm 4 t.ha⁻¹.rok⁻¹
- hluboké nad 60 cm 10 t.ha⁻¹.rok⁻¹ (Mazín a Uhlířová, 2005)

6 Svojšice u Sušice – charakteristika zájmového území

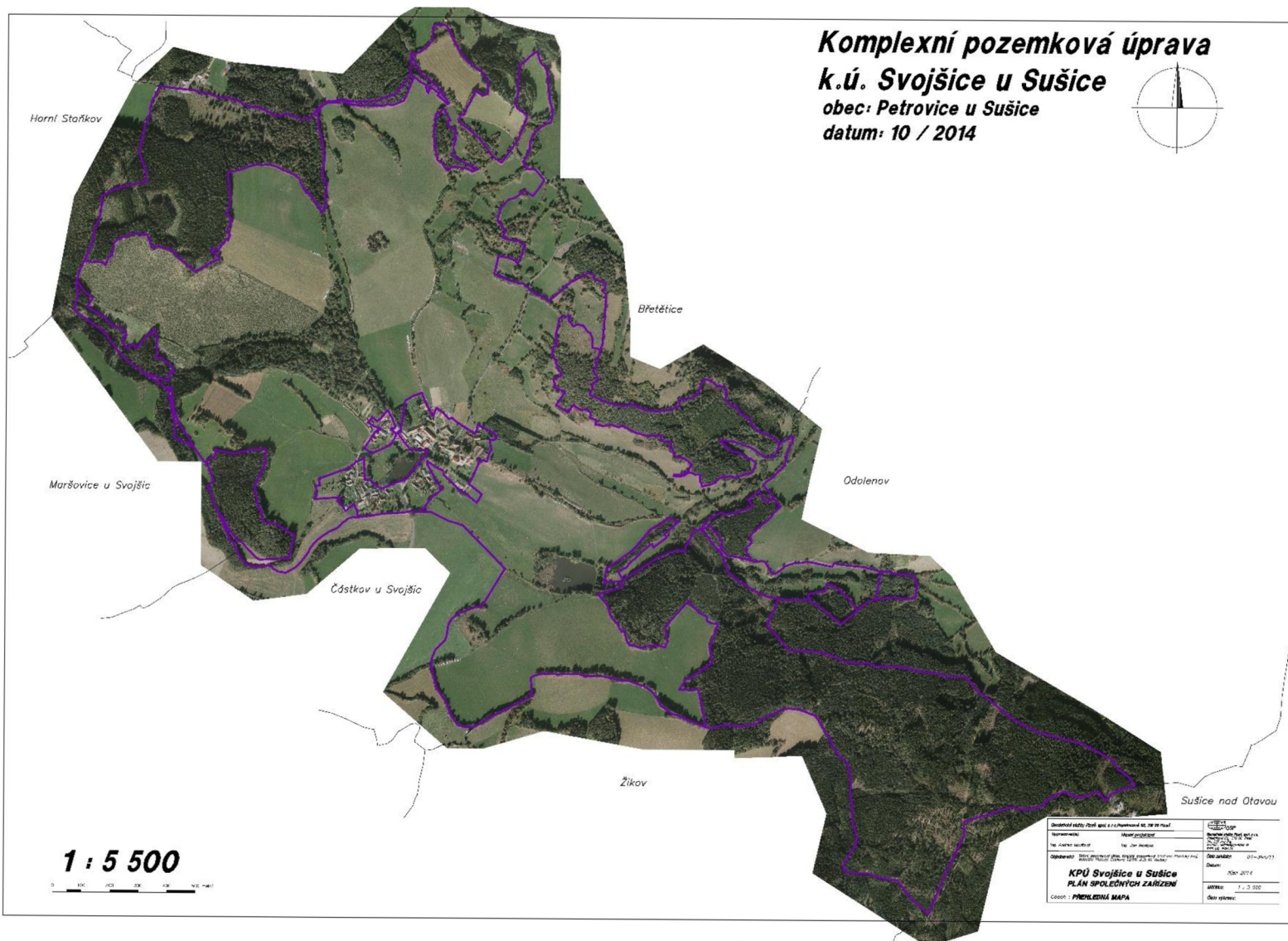
Základní popis území

Název:	Komplexní pozemková úprava k.ú. Svojšice u Sušice
Kraj:	Jihočeský
Okres:	Klatovy
Příslušná obec:	Petrovice u Sušice
Katastrální území:	Svojšice u Sušice č. k.ú. 761 389
Výměra k.ú. Svojšice u Sušice:	377.6889 ha
Výměra řešená v KPÚ:	234.1656 ha

Tabulka 6.1: Souhrnné údaje k.ú. Svojšice u Sušice (Geopozem CB s.r.o., 2014)

	k.ú. celkem	zahrnuto do KPÚ jako řešené
zemědělská půda	201,4667 ha	196,2249 ha
lesní půda	131,4022 ha	0,5974 ha
vodní plocha	4,0627 ha	3,9332 ha
ostatní plocha	37,6118 ha	33,3525 ha
zastavěná plocha	3,1455 ha	0,0576 ha
Celkem	377,6889 ha	234,1656 ha

Obrázek 6.1: Přehledná mapa území (Geopozem CB, s.r.o., 2014)



Charakteristika přírodních podmínek

Klimatické poměry

Poměry jsou charakterizovány podle nejbližší meteorologické stanice a to Sušice (okres Klatovy). Zájmové území spadá do klimatického regionu MT 3 – mírně teplý, vlhký, nížinný. Teplota vzduchu činí 7,2 °C v dlouhodobém ročním průměru. Roční úhrn srážek je 631 mm v dlouhodobém průměru.

Tabulka 6.2: Klimatické poměry (Podnebí Československé republiky, 1961)

Měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Rok
Teplota °C	-2,5	-1,4	2,7	6,7	11,7	15	17	16,2	12,5	7,3	2,1	-1,3	7,2
Srážky (mm)	33	32	35	55	69	84	83	68	52	49	35	36	631

Nejchladnějším měsícem je měsíc leden s průměrnou teplotou – 2,5 °C, naopak nejteplejším měsícem s průměrnou teplotou 17 °C je měsíc červenec. Průměrný úhrn srážek v měsíci lednu činí 33 mm a v měsíci červenci 83 mm, avšak nejvyšší průměrný úhrn srážek můžeme sledovat v měsíci červnu a to 34 mm. Srážkově nejchudší je únor s průměrným úhrnem srážek 32 mm.

Ve vegetačním období (IV. – IX.) můžeme sledovat průměrnou teplotu 15,82 °C a úhrn srážek při tomto období činí 411 mm. Počet letních dnů v zájmovém území je 31,2 za rok, mrazových dnů je 122,6 a ledových 36,6 za jeden rok. Počet dnů se sněhovou pokrývkou činí 52,9.

Fenologické poměry

Tyto poměry souvisejí s nadmořskou výškou, která je 510 m n.m. a také s průměrnými teplotami, srážkami. Počátek jarních polních prací můžeme sledovat od 29. března, začátek setí ozimých obilovin je 28. září, se žní obilovin se začíná 21. července (Podnebí Československé republiky, 1961).

Hydrologické poměry

Hydrologicky přísluší území do povodí Otavy, a nachází se v povodí řeky Ostružné (č.h.p. 1-08-01-076) malá část pak v povodí vodního toku Vlšovky (1-08-01-063).

Od západu k severovýchodu protéká napříč katastrálním územím Břetětický potok, také označovaný jako Kalný potok nebo Svojšický potok. Tok pramení v k. ú. Přestanice a před obcí Hrádek se vlévá do řeky Ostružná. Délka toku v k. ú. Svojšice u Sušice je cca 2900 m, šířka 1–3 m, hloubka 1–2 m, s břehovou doprovodnou zelení.

Většina trasy potoka v řešeném území má charakter přírodního vodního toku s meandrujícím korytem, pouze část od obce k Svojšickému mlýnskému rybníku byla v rámci budování plošného odvodnění v roce 1982 narovnána. Potok protéká Svojšickým Návesním rybníkem a Svojšickým Mlýnským rybníkem. Tok je z větší části vlastnický nevypořádaný a nemá ani své parcelní číslo (jen menší část je vedena na LV 120 – ČR, Povodí Vltavy, s.p.).

Do toku se napojuje severně nad obcí drobný vodní tok VT1, u západní hranice kat. území drobný vodní tok VT4, východně od obce drobný vodní tok VT2 a VT3. V rámci návrhu nového uspořádání pozemků bude pozemek toku převeden na správce toku – Povodí Vltavy. Na toku je na dvou místech navrženo odstranění nánosů a rozšíření a prohloubení koryta (týká se lokalit mimo obvod KoPÚ).

Přírodní bezejmenný tok VT1 má narovnané upravené koryto se šířkou 3 m a s průtokem vody. Travnaté břehy i dno s doprovodnou zelení. Tok pramení severně od obce v sousedním k. ú. Cihelna. V trase toku je 1 propustek a jeden mostek. Tok se za mostkem vlévá do Břetětického potoka. Vodní tok je částečně vlastnický vypořádaný a má své parcelní číslo (LV 120 – ČR, Povodí Vltavy, s.p.).

Dalším přírodním bezejmenným tokem je VT2, který má upravené koryto, s průtokem vody, travnatými břehy i dnem, sporadická doprovodná zeleň a šířkou 1,5–2 m, podél oplůtek. Tok pramení severně nad obcí v lokalitě U Jandova pole a protéká lokalitou Na průhoně, kde se vlévá do Břetětického potoka. V trase toku jsou 2 propustky. Na tok se napojují umělé vodní toky (příkopy) vybudované na pastvinách severně nad obcí a východně od obce. Vodní tok není vlastnický vypořádaný a nemá ani své parcelní číslo.

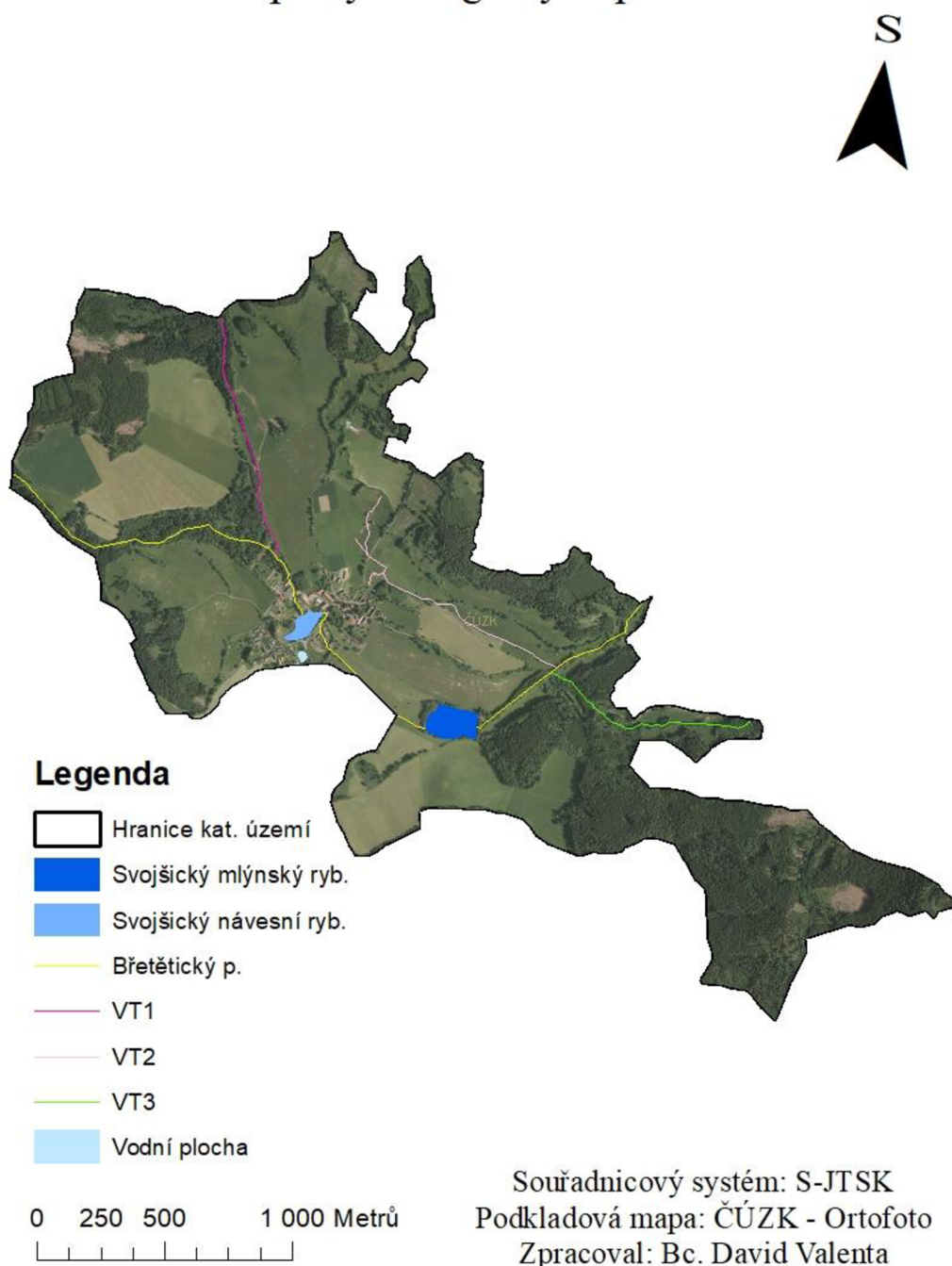
Dalším vodním tokem je VT3 s průtokem vody, travnatými břehy, kamenitým dnem a doprovodnou zelení. Šířka tohoto toku je 1–2 m. Tok pramení v sousedním k. ú. Odolenov a protéká východním cípem kat. území. Vlívá se do Břetětického potoka. Vodní tok není vlastnický vypořádaný a nemá ani své parcelní číslo.

Nachází se zde dvě významné vodní plochy, první je Svojšický návesní rybník, který se nachází přímo ve středu zastavěného území obce, s hladinou vody, s

ostrůvkem, s břehovou zelení, přejezdnou hráz tvoří silnice, přítokem je Břetětický potok. Výměra rybníka je cca 0,8 ha. Rybník je ve vlastnictví fyzické osoby.

Druhou vodní plochou je Svojšický mlýnský rybník, s vodní hladinou, břehovou zelení, částečně přejezdná hráz, průtočný rybník na Kalném potoce, s přepadem a požerákem. Výměra rybníka je cca 2,5 ha.

Mapa hydrologických poměrů

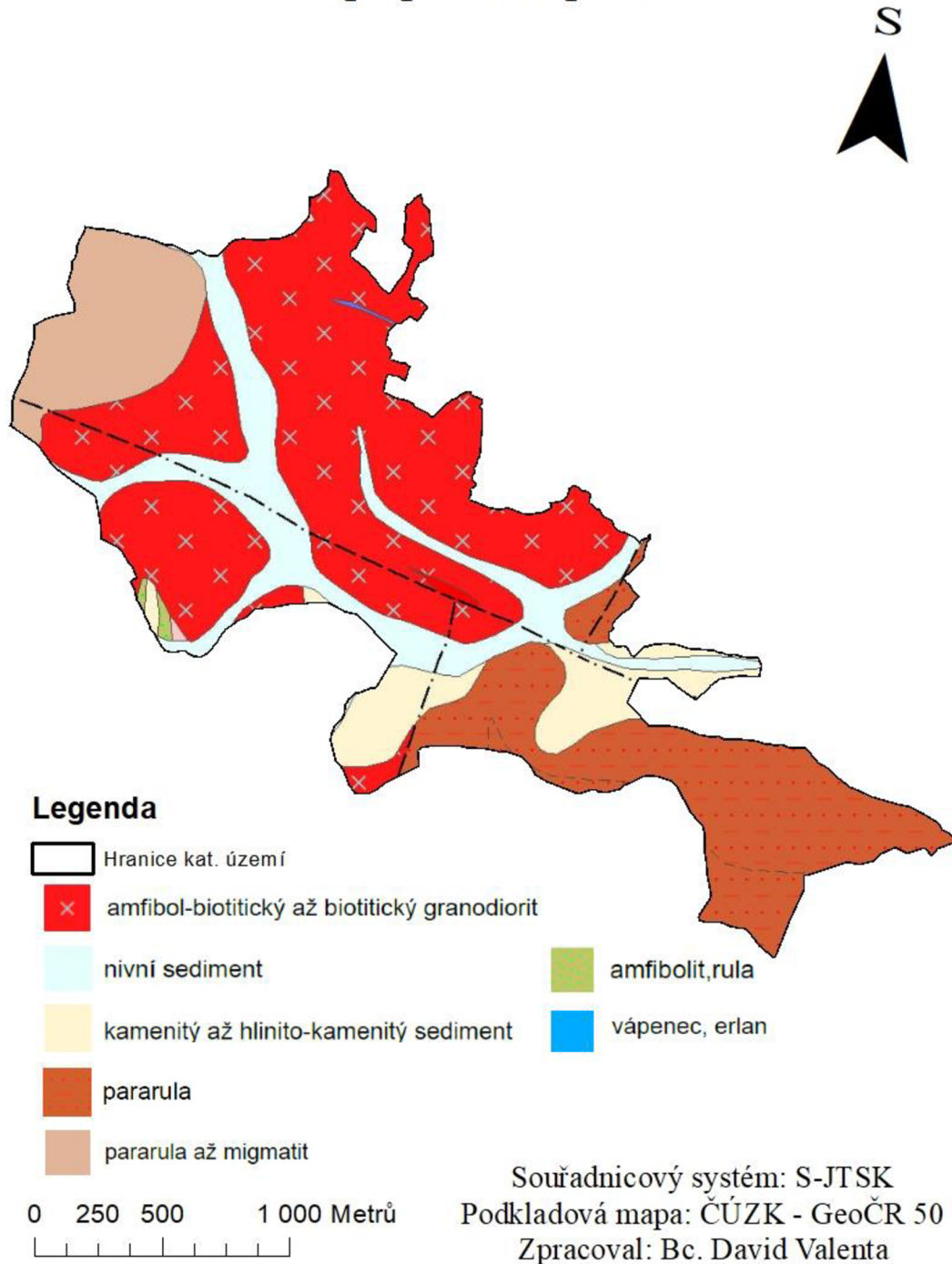


Obrázek 6.2: Mapa hydrologických poměrů

Půdní a geologické poměry

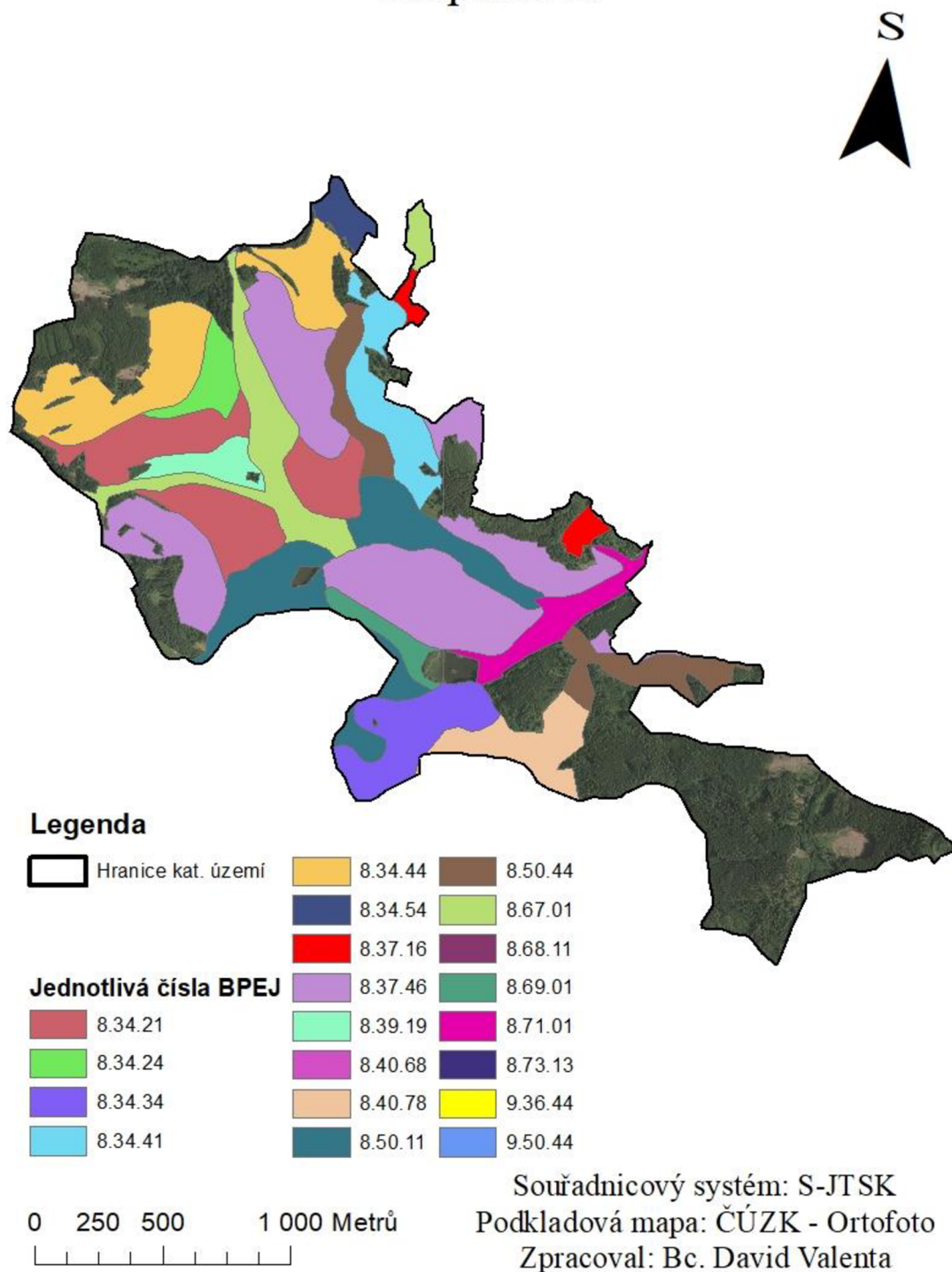
Zájmové území spadá do geomorfologického systému Hercynského, subsystému Hercynského pohoří. Co se týče geomorfologické provincie, tak území náleží České vysočině a dále pak do Šumavské hornatiny.

Mapa půdních poměrů



Obrázek 6.3: Mapa půdních poměrů

Mapa BPEJ

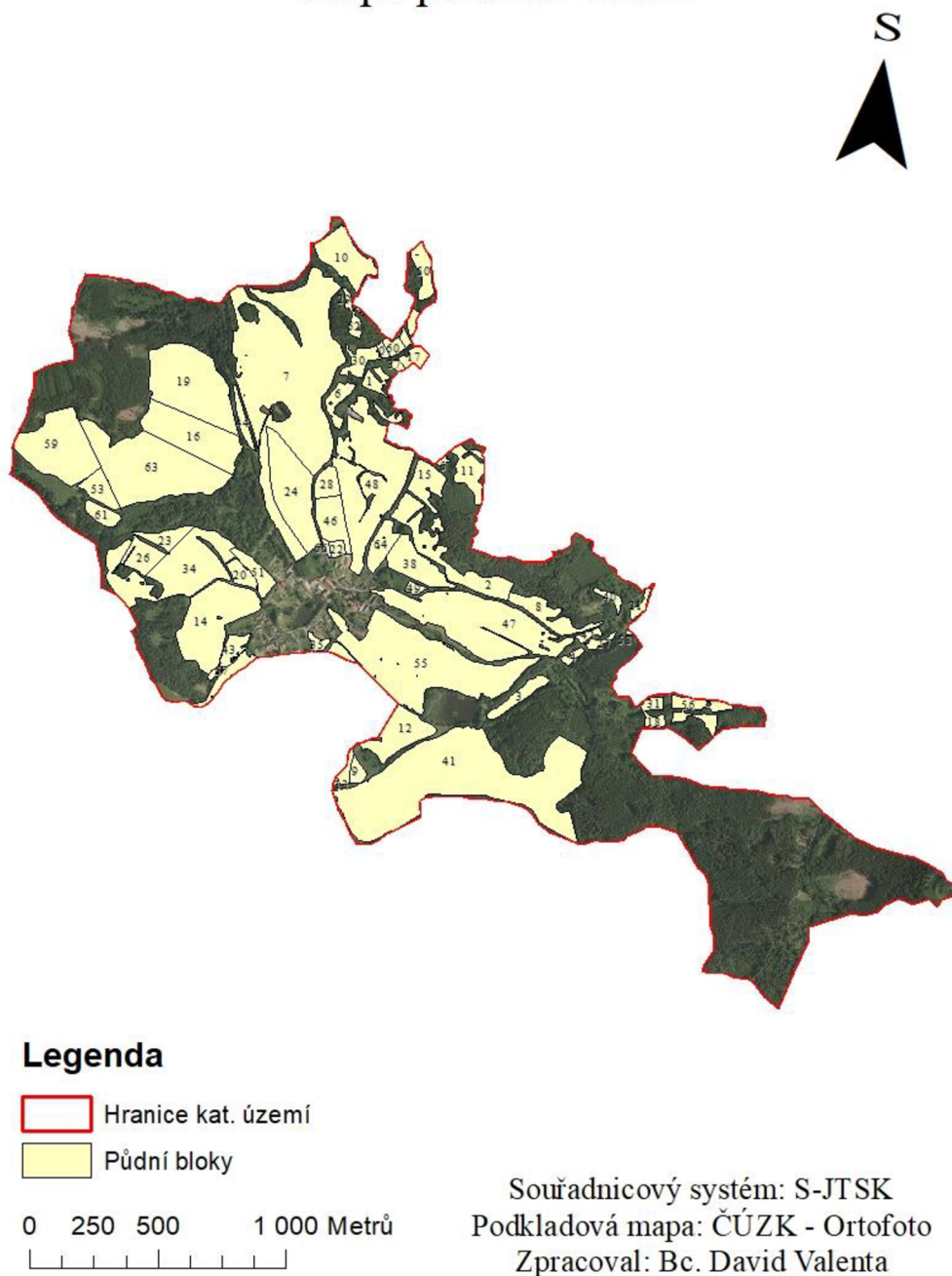


Obrázek 6.4: Mapa BPEJ

7 Výsledky a diskuse

Ohroženost zemědělské půdy byla posuzována na zájmovém území Svojšíce u Sušice. Výměra celkové zemědělské půdy v tomto katastrálním území je 201.4667 ha. Půdní bloky jsou zmapovány podle LPIS (Veřejného registru půdy). Pro tyto účely bylo stanoveno celkem 66 půdních bloků. Ohroženost zemědělské půdy byla počítána za použití Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE).

Mapa půdních bloků



Obrázek 7.1: Mapa půdních bloků

7.1 Výpočet USLE – území před KPÚ

Výpočet byl proveden v programu ArcMap a v prostředí GIS. Jedná se rastrový výstup, který je posléze zprůměrován na jednotlivé půdní bloky.

Faktor R

Hodnota R faktoru byla stanovena podle průměrné hodnoty pro zemědělskou půdy v České republice a to $40 \text{ Mj}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$.

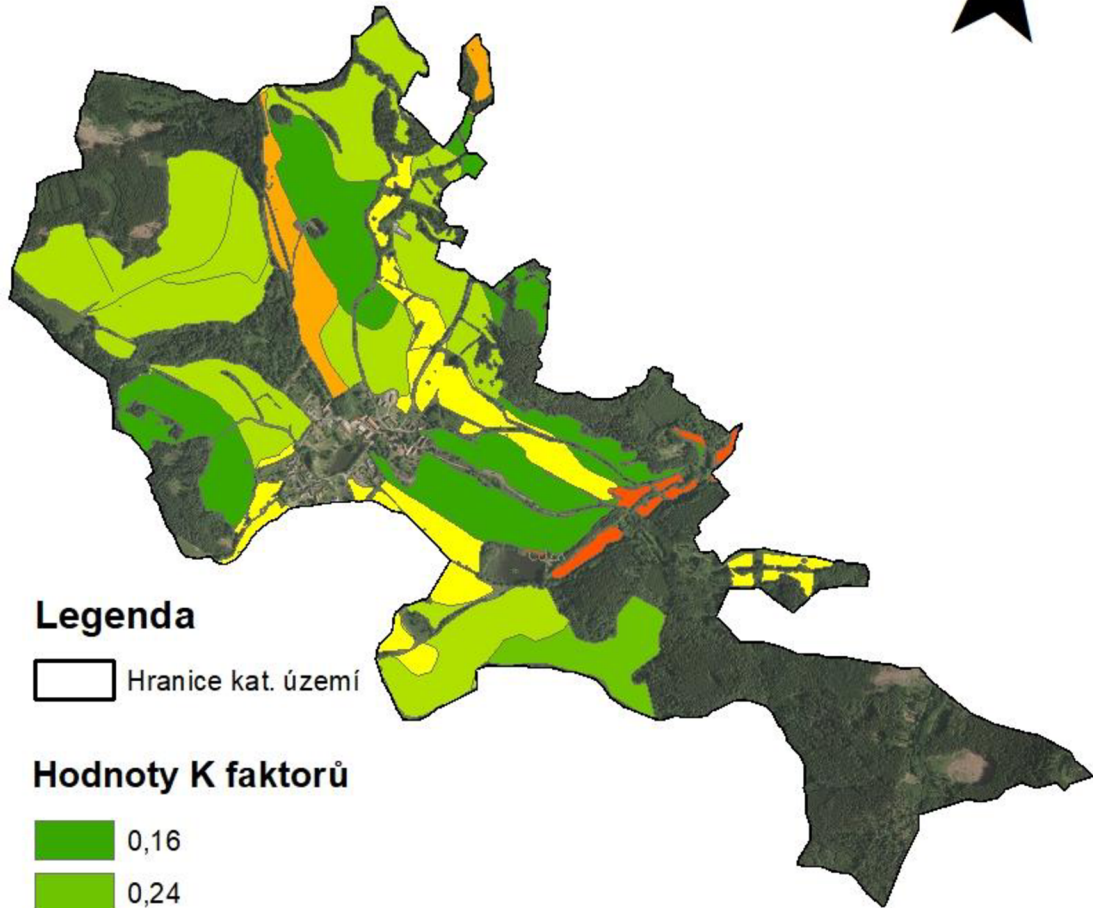
Tabulka 7.1: Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období v ČR (Janeček et al. 2012)

Měsíc	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
% faktoru R	1	11	22	30	26	8	2


Faktor K

Hodnoty K faktory byly odvozeny od HPJ (hlavní půdní jednoty), k jednotlivým HPJ byly přiřazeny hodnoty K faktoru.

Mapa K faktorů




Legenda

 Hranice kat. území

Hodnoty K faktorů

	0,16
	0,24
	0,26
	0,33
	0,44
	0,47
	0,49

0 250 500 1 000 Metrů


Souřadnicový systém: S-JTSK
Podkladová mapa: ČÚZK - Ortofoto
Zpracoval: Bc. David Valenta

Obrázek 7.2: Mapa K faktorů

Faktor LS

Tento faktor byl vypočítán také pomocí rozhraní GIS. Do rastrového kalkulátoru byla zadána rovnice:

$$LS = l_d^{0,5} \times (0,0138 + 0,0097 \times s + 0,00138 \times s^2), \quad (7.1)$$

kde: l_d ... nepřerušovaná délka svahu (m)

s ... sklon svahu (%)

Faktor C

Pro účel této práce byl vybrán základní osevni postup. Použity byly průměrné celoroční hodnoty C faktoru podle Janečka et al. (2012) z tabulky uvedené níže.

Tabulka 7.2: Hodnoty faktorů ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání (Janeček et al. 2012)

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

Pozn: 5a - sláma sklizena, 5b - sláma ponechána, O - po obilovině, K - po kukuřici, OP - setí do zorané půdy, St - setí do strniště.

Tabulka 7.3: Základní osevní postupJetel C₁

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	1.8. – 5.9	1,273	0,015	0,019
Celkové C₁				0,019

Ječmen ozimý C₂

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	6.9. – 14.9.	0,021	0,500	0,011
2.	15.9. – 20.10.	0,053	0,550	0,029
3.	21.10. – 30.4.	0,016	0,300	0,005
4.	1.5. – 15.7.	0,480	0,050	0,024
5.	16.7. – 31.7.	0,150	0,200	0,030
Celkové C₂				0,099

Řepka ozimá C₃

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	1.8. – 20.8.	0,168	0,650	0,109
2.	21.8. – 30.9.	0,172	0,700	0,121
3.	1.10. – 30.4.	0,030	0,450	0,014
4.	1.5. – 20.8.	0,798	0,080	0,064
5.	21.8. – 31.8.	0,092	0,250	0,023
Celkové C₃				0,330

Pšenice ozimá C₄

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	1.9. – 15.9.	0,040	0,700	0,028
2.	16.9. – 20.10.	0,053	0,750	0,040
3.	21.10. – 30.4.	0,017	0,500	0,008
4.	1.5. – 15.7.	0,480	0,080	0,038
5.	16.7. – 31.7.	0,150	0,250	0,038
Celkové C₄				0,152

Kukuřice C₅

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	1.8. – 19.4.	0,366	0,700	0,256
2.	20.4. – 1.6.	0,121	0,900	0,109
3.	2.6. – 2.7.	0,232	0,700	0,162
4.	3.7. – 15.9.	0,571	0,350	0,200
5.	16.9. – 30.9.	0,040	0,700	0,028
Celkové C₅				0,755

Oves s podsevem C₆

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	1.10. – 15.3.	0,020	0,700	0,014
2.	16.3. – 30.4.	0,010	0,750	0,008
3.	1.5. – 1.6.	0,117	0,500	0,059
4.	2.6. – 15.8.	0,647	0,080	0,052
Celkové C₆				0,132

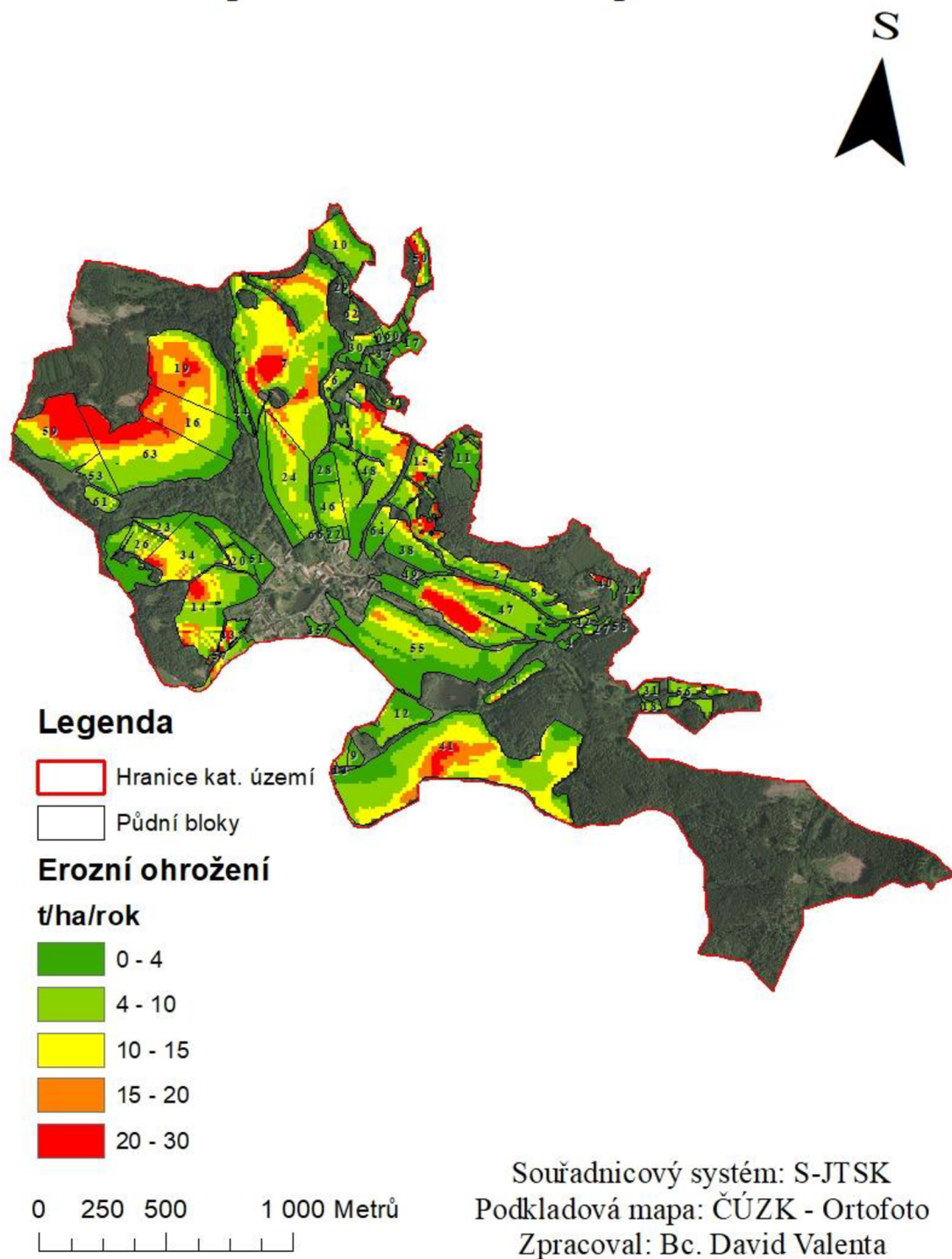
Výsledné C u základního osevního postupu **C = 0,248**

Faktor P

Tento faktor byl určen pro všechny půdní bloky stejný. Jedná se o hodnotu P=1 tzn. bez erozních opatření.

Výsledné ohrožení vodní erozí před KPÚ

Mapa erozního ohrožení před KPÚ



Obrázek 7.3: Mapa erozního ohrožení před KPÚ

Tabulka 7.4: Průměrná ztráta půdy na půdní blok před KPÚ

Půdní blok č.	Průměrná ztráta půdy (t/ha/rok)	Půdní blok č.	Průměrná ztráta půdy (t/ha/rok)
1	0,71	34	8,13
2	4,08	35	0,35
3	1,11	36	0,31
4	0,27	37	0,61
5	0,12	38	2,53
6	0,90	39	0,22
7	24,13	40	0,36
8	1,93	41	21,93
9	0,47	42	0,30
10	2,96	43	0,96
11	1,67	44	0,66
12	2,86	45	0,03
13	0,07	46	2,01
14	6,49	47	10,59
15	1,63	48	11,53
16	5,48	49	0,28
17	0,89	50	1,14
18	0,69	51	1,10
19	7,78	52	0,33
20	0,77	53	1,25
21	0,35	54	6,46
22	0,34	55	13,62
23	1,01	56	1,55
24	5,40	57	8,22
25	9,24	58	6,81
26	1,48	59	6,16
27	0,29	60	0,40
28	0,97	61	0,83
29	0,20	62	0,34
30	1,00	63	10,21
31	0,50	64	1,33
32	0,19	65	2,42
33	0,19	66	0,14

Dle tabulky uvedené výše, můžeme vidět, že maximální hodnota přípustné ztráty půdy byla překročena u 17 půdních bloku. U některých půdních bloků nebyla hodnota překročena nijak výrazně. Naopak u několika půdních bloků byla hodnota překročena výrazně, zejména díky nemalé sklonitosti území a velikosti půdních bloků. Před pozemkovou úpravou bylo ohroženo mnoho půdních bloků, a i kvůli tomu bylo nutné provést pozemkovou úpravu.

7.2 Výpočet USLE – po KPÚ

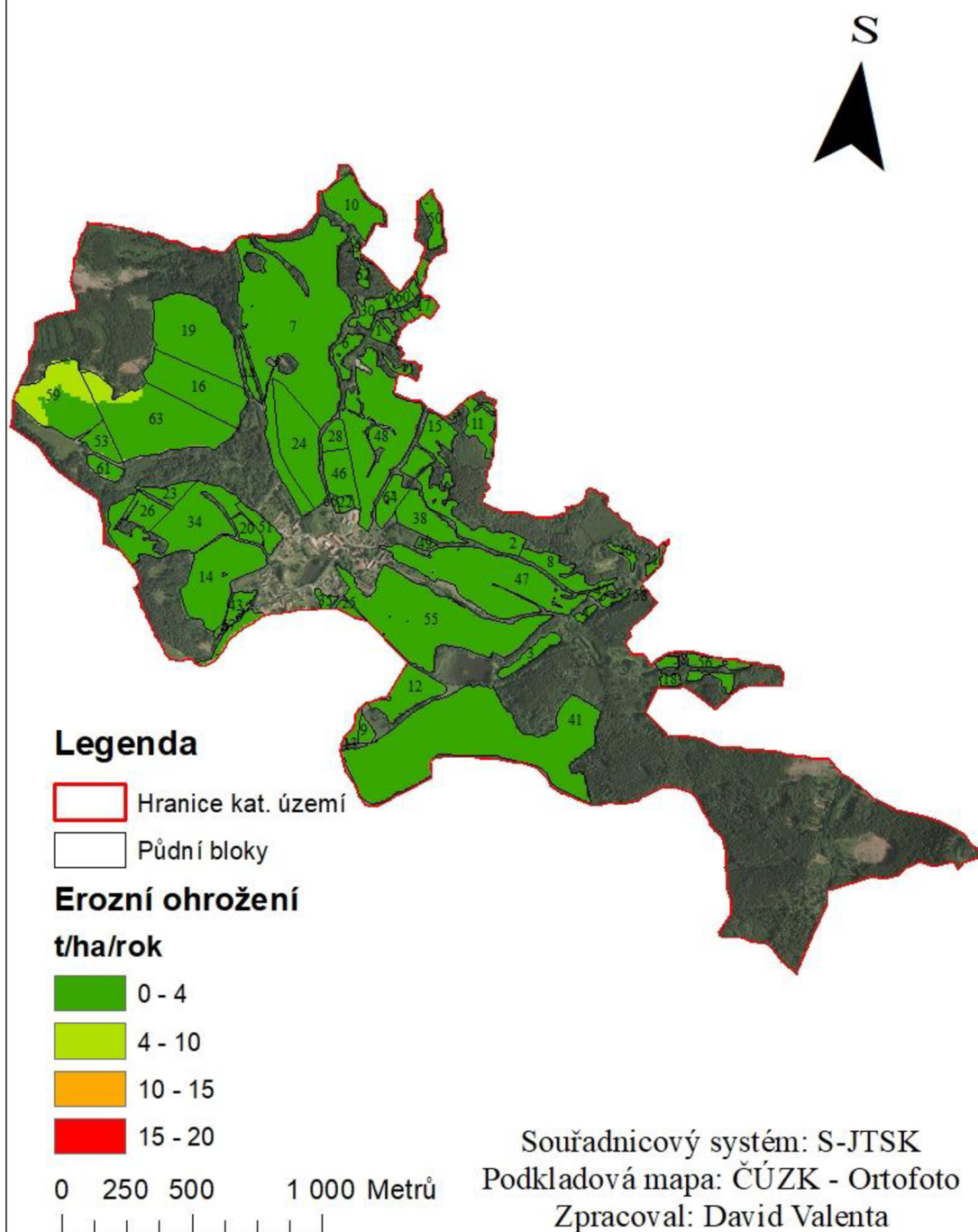
Pro výpočet erozního ohrožení po pozemkové úpravě, byly zvoleny stejné hodnoty faktorů R, K, LS a P.

Faktor C

Tento faktor byl také zachován, jako u předchozího výpočtu erozního ohrožení před pozemkovou úpravou. Nicméně při pozemkové úpravě došlo k zatravnění většiny orné půdy v území. Proto byla zvolena hodnota pro trvalé travní porosty $C = 0,005$. Pro ornou půdy byl zachován stejný základní osevní postup tedy $C = 0,248$

Výsledné ohrožení vodní erozí po KPÚ

Mapa erozního ohrožení po KPÚ



Obrázek 7.4: Mapa erozního ohrožení po KPÚ

Tabulka 7.5: Průměrná ztráta půdy na půdní blok po KPÚ

Půdní blok č.	Průměrná ztráta půdy (t/ha/rok)	Půdní blok č.	Průměrná ztráta půdy (t/ha/rok)
1	0,040	34	0,113
2	0,268	35	0,031
3	0,064	36	0,030
4	0,027	37	0,019
5	0,038	38	0,098
6	0,110	39	0,287
7	0,136	40	0,268
8	0,110	41	0,127
9	0,080	42	0,063
10	0,099	43	0,098
11	0,046	44	0,137
12	0,113	45	0,005
13	0,036	46	3,605
14	0,109	47	0,096
15	0,111	48	0,202
16	0,185	49	0,039
17	0,022	50	0,251
18	0,085	51	0,048
19	0,209	52	0,041
20	0,075	53	0,132
21	0,063	54	0,035
22	0,943	55	0,057
23	0,073	56	0,178
24	0,098	57	0,092
25	0,050	58	0,147
26	0,102	59	8,571
27	0,036	60	0,058
28	1,313	61	0,106
29	0,012	62	0,130
30	0,135	63	8,784
31	0,046	64	0,092
32	0,028	65	0,011
33	0,540	66	0,040

Dle tabulky uvedené výše, můžeme vidět, že pozemková úprava výrazně snížila ohrožení půdy erozí. Kvůli velké svažitosti terénu a velikosti půdních bloků, byla většina území zatravněna. Nicméně u pozemků č. 59 a 63 vidíme, že stále překračují přípustnou průměrnou roční ztrátu půdy. Pouze u těchto pozemků se jedná o ornou

půdy, a proto je zde ještě nutnější provést protierozní opatření, aby se zamezilo ztrátě půdy.

7.3 Výpočet USLE – s navrženými protierozními opatřeními

Vzhledem ke stavu území po pozemkové úpravě, bylo vyhodnoceno, že je ohrožena pouze orná půda. Proto bude navržen protierozní osevní postup, který sníží erozní ohrožení pod přípustnou roční ztrátu půdy. Všechny ostatní faktory tedy zůstanou stejné, kromě faktoru C, kde bude navržen protierozní osevní postup.

Faktor C

Tabulka 7.6: Navržený protierozní osevní postup

Jetelotravní směska C₁

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	16.8. – 30.8.	0,015	1,156	0,017
Celkové C₁				0,017

Jetelotravní směska C₂

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	31.8. – 16.8.	0,015	0,845	0,013
Celkové C₂				0,013

Ozimá řepka C₃

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	17.8. – 25.8.	0,13	0,5	0,065
2.	26.8. – 26.9.	0,057	0,550	0,031
3.	27.9. – 30.4.	0,005	0,3	0,002
4.	1.5. – 5.8.	0,675	0,05	0,034
5.	6.8. – 20.8.	0,15	0,2	0,03
Celkové C₃				0,162

Ozimá pšenice C₄

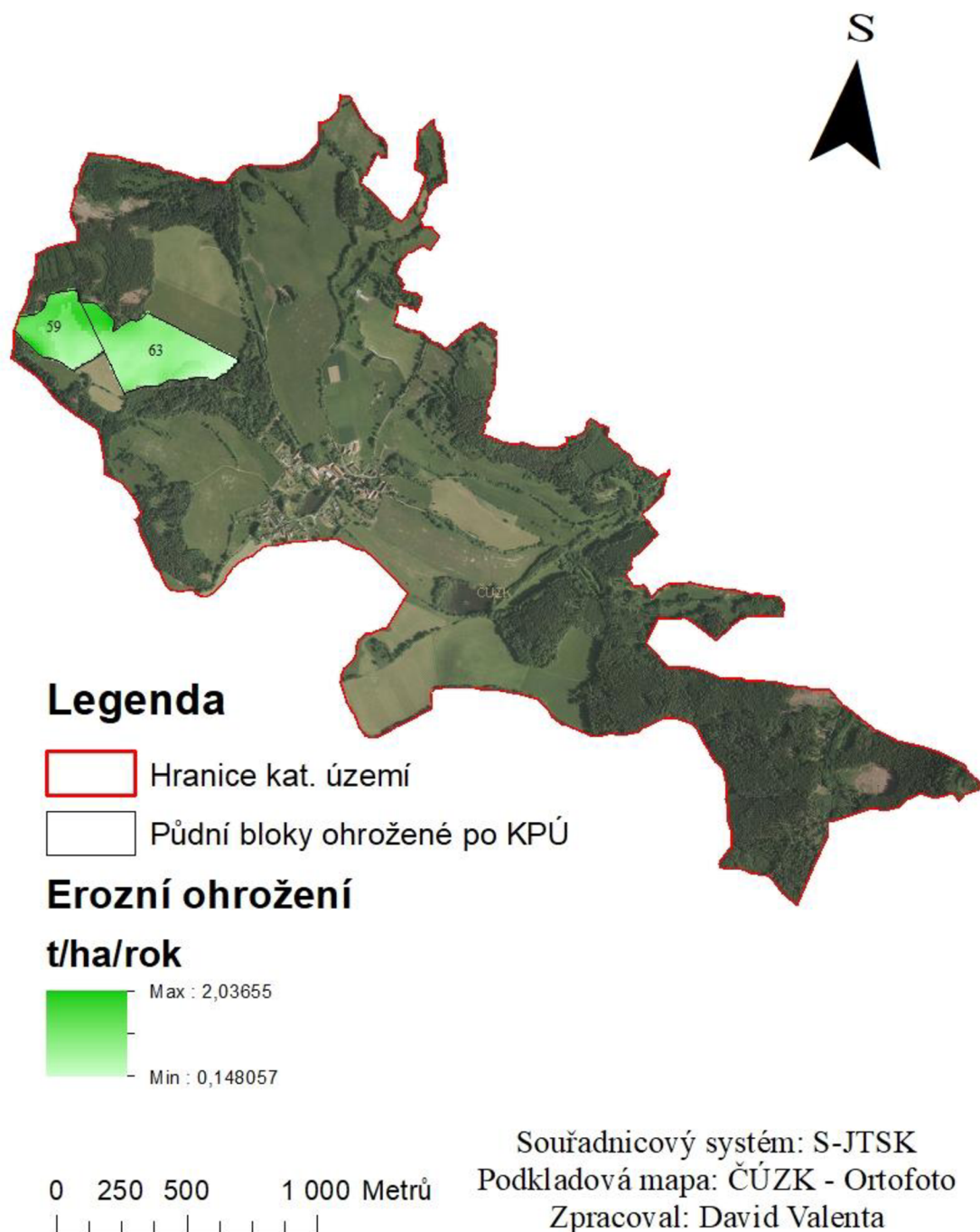
Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	21.8. – 5.9.	0,105	0,65	0,068
2.	6.9. – 20.9.	0,01	0,7	0,007
3.	21.10. – 30.4.	0,001	0,450	0,001
4.	1.5. – 1.8.	0,670	0,08	0,034
5.	2.8. – 16.8.	0,155	0,25	0,039
Celkové C₄				0,149

Ječmen s jarním podsevem C₅

Období	Datum	R [%]	C	R [%] * C
1.	17.8. – 20.3.	0,164	0,65	0,107
2.	21.3. – 21.4.	0,004	0,7	0,003
3.	22.4. – 22.5.	0,053	0,45	0,024
4.	23.5. – 15.8.	0,756	0,08	0,06
Celkové C₅				0,194

Výsledné C u protierozního osevního postupu **C = 0,107**

Mapa erozního ohrožení s protierozním osevním postupem



Obrázek 7.5: Mapa erozního ohrožení s protierozním osevním postupem

Jak můžeme vidět na mapě, která je uvedena výše, tak s použitím protierozního osevního postupu nepřekračují přípustnou ztrátu půdy již žádné pozemky. Maximální hodnota přípustné ztráty půdy činí 2,04 t/ha/tok. Použití protierozního osevního

postupu stačilo na to, aby se erozní ohrožení snížilo natolik, že nepřekračuje přípustné G. Nebylo tedy nutné použít jiná protierozní opatření a zachovat, tak zemědělské hospodaření v tomto území.

Závěr

Tato diplomová práce měla za cíl posouzení a řešení protierozní ochrany na modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy. Byl posouzen stav území před komplexní pozemkovou úpravou, stav po kompletní pozemkové úpravě a v neposlední řadě navrhnutí vlastních protierozních opatření.

Před KPÚ bylo území velice kriticky ohroženo vodní erozí. Maximální přípustná ztráta půdy vodní erozí byla vypočítána podle rovnice USLE a byla překročena u 17 půdních bloků. U některých půdních bloků, byla hodnota překročena i šestinásobně. Tento stav byl zapříčiněn zejména díky nemalé svažitosti celého území ale také díky velikosti jednotlivých půdních bloků.

Stav území se po kompletní pozemkové úpravě výrazně zlepšil. Hlavně díky zatravnění většiny orné půdy, avšak u půdních bloků č. 59 a 63 průměrná ztráta půdy stále přesahovala přípustnou hodnotu. Pouze tyto dva půdní bloky jsou v celém zájmovém území využívány jako orná půdy.

Právě proto bylo nutné navrhnout protierozní opatření na těchto půdních blocích, aby bylo zachováno hospodaření s ornou půdou v zájmovém území. Jako vhodné protierozní opatření byl navrhnout protierozní osevňovací postup. Který není tolik finančně náročný a stačil na to, aby hodnota přípustné ztráty půdy klesla na požadovanou úroveň. Půdní bloky č. 59 a 63 se dostali na maximální úroveň 2,04 t/ha/rok. Tato úroveň je již zcela přípustná a bylo tak zachováno hospodaření s ornou půdou v zájmovém území.

Seznam použité literatury

Blanco, H. a Lal, R. (2008). *Principles of soil conservation and management*. 1. Vyd. Springer, Heidelberg. ISBN 978-1-4020-8708-0.

Blažek, V., Němec, J., Hladný, J. (2010). *Voda v České republice*. 1. Vyd. Consult, Praha. ISBN 80-903482-1-1.

Brtnický, M. (2012). *Degradace půdy v České republice*. 1. Vyd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. ISBN 978-80-87361-20-7.

Burian, Z., Váchal, J., Němec, J., Hladík, J. (2011). *Pozemkové úpravy*. Consult, Praha. ISBN 80-903482-8-9.

Buzek, L. (1983). *Eroze půdy*. 1. Vyd. Pedagogická fakulta, Ostrava.

Cáblík, J. a Jůva, K. (1963). *Protierozní ochrana půdy*. 2. Vyd. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Damohorský, M. a Smolek, M. (2001). *Zemědělské právo*. IFEC, Edice Justis, Praha.

Doležal, P., Pavlík, M., Střítecký, L., Dumbrovský, M., Martének, J. (2010). *Metodický návod k provádění pozemkových úprav*. MZE- ÚPÚ Těšnov 17, Praha.

Dostál, T. (2009). Protierozní ochrana jako součást krajinného inženýrství. *Pozemkové úpravy*, 17(69):20 – 23.

Dumbrovský, M. (1995). *Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav*. 1. Vyd. VÚMOP, Praha.

Dumbrovský, M. (2004). *Pozemkové úpravy*. Akademické nakladatelství CERM, Brno. ISBN 80-214-2668-3.

Dumbrovský, M. a Mezera, J. (2000). *Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace*. 1. Vyd. VÚMOP, Brno.

Foral, J. (2006). *Pozemkové úpravy*, Modul 01. Pozemkové úpravy, VUT, Brno.

Holý, M. (1978). *Protierozní ochrana*. 1. Vyd. Státní nakladatelství technické, Praha.

Holý, M. (1994). *Eroze a životní prostředí*. Vyd. 1. Vydavatelství ČVUT, Praha. ISBN 80-01-01078-3.

Hůla, J. et al. (2008). *Minimalizace zpracování půdy*. 1. Vyd. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-28-1.

Janeček, M. (2007). *Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika*. 1. Vyd. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. ISBN 978-80-254-0973-2.

Janeček, M. (2008). *Základy erodologie*. 1. vydání. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 978-80-213-1842-7.

Janeček, M. (2012). *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. 1. vydání. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 978-80-87415-42-9.

Janeček, M. et al. (2005). *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Vyd. 2. ISV, Praha. ISBN 80-866-4238-0.

Jarošek, R. (2010). Protipovodňová a protierozní opatření. *Zpravodaj Ekozemědělci přírodě*, 10(3):18.

Jonáš, F. (1990). *Pozemkové úpravy*. Vyd. 1. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 80-209-0106-X.

Konečná, J. a Pražan J. (2014). *Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy*. 1. Vyd. VÚMOP, Brno. ISBN 978-80-87361-26-9.

Krešl, J. (2001). *Hydrologie*. 1. Vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.

Kvítek, T. a Tippl, M. (2003). *Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-727-1140-7.

Mazín, V. a Uhlířová, J. (2005). *Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách*. 1. Vyd. VÚMOP, Praha. ISBN 80-239 4845-8.

Mazín, V. A. (2008). Pozemkové úpravy a ochrana půdy, *Pozemkové úpravy*, 16(65):1–2

Mazín, V., Váchal, J., Kvítek, T. (2007). *Postupy a činnosti při projektování pozemkových úprav*. Vyd. 1. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra pozemkových úprav, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-003-4.

Möller, M., Gerstmann, H., Gao, F., Dahms., T. CH., Föster, M. (2017). Coupling of phenological information and simulated vegetation index time series: Limitations and potentials for the assessment and monitoring of soil erosion risk. *Catena*. 17(150):192–205.

Němec, J. (2006). Analýza činnosti pozemkových úřadů a pozemkových úprav v ČR. In: *16. Mezinárodní konference pozemkových úprav*. Jestřábí.

Novotný, I., Papaj, V., Podhrázská, J., Kapička, J., Vopravil, J., Kristenová, H., Mistr, M., Žížala, D., Kincl, D., Srbek, J., Pochop, M., Dostál, T., Krása, J., Kadlec, V. (2017). *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy*. 3. aktualizované vyd. MZE – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Pasák, V. (1984). *Ochrana půdy před erozí*. 1. Vyd. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Podhrázská, J. (2010). Opatření na ochranu půdy a vody v pozemkových úpravách, *Voda v krajině*, Lednice.

Podnebí Československé socialistické republiky: tabulky. (1961). 1. Vyd. Hydrometeorologický ústav, Praha.

Prudký, J. (2001). Vztah krajinného plánu k pozemkovým úpravám a územnímu plánu. In: *EKOTREND 2001 – trvale udržitelný rozvoj*. Sborník z mezinárodní konference 28. – 29. 3. 2001, JU ZF, České Budějovice. s. 27 – 29.

Sklenička, P. (2003). *Základy krajinného plánování*. 2. vyd. Naděžda Skleničková, Praha. ISBN 80-903206-1-9.

Strauss, P. a Klaghofer, E. (2001). Effects of soil erosion on soil characteristics and productivity. *Bodenkultur*, 52(2):147-153

Švehlík, R. (2005). Vodní eroze na jihovýchodní Moravě v obrazech. In: *Sborník Přírodovědeckého klubu*, Supplementum 12, Uherské Hradiště, pp. 64.

Toman, F. (1995). *Pozemkové úpravy*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. ISBN 80-7157-148-8.

Váchal, J. (2011). *Pozemkové úpravy*. Consult, Praha.

Vlasák, J. a Bartošková, K. (2007). *Pozemkové úpravy*. Skriptum. Vydavatelství ČVUT, Praha. ISBN 978-80-01-03609-9.

Vrána, K. (1999). *Úloha vody při revitalizaci krajiny*, Krajinotvorné programy, Příbram.

Zachar, D. (1970). *Erózia pôdy*. 2. Vyd. Vydavateľství Slovenskej akadémie vied, Bratislava.

Citace webových zdrojů

Fialová, Z. (2012). Ochrana kvality půdy je prioritou. [online]. Agroweb [cit. 10.01.2023]. Dostupné z: [www:http://www.agroweb.cz/Ochrana-kvality-pudy-jeprioritou_s43x60659.html](http://www.agroweb.cz/Ochrana-kvality-pudy-jeprioritou_s43x60659.html)

Seznam použité legislativy

Zákon č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech.

Vyhláška č. 545/2002 Sb. o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav.

Seznam obrázků

Obrázek 6.1: Přehledná mapa území (Geopozem CB, s.r.o., 2014)	36
Obrázek 6.2: Mapa hydrologických poměrů.....	39
Obrázek 6.3: Mapa půdních poměrů.....	40
Obrázek 6.4: Mapa BPEJ	41
Obrázek 7.1: Mapa půdních bloků	42
Obrázek 7.2: Mapa K faktorů.....	44
Obrázek 7.3: Mapa erozního ohrožení před KPÚ	48
Obrázek 7.4: Mapa erozního ohrožení po KPÚ	51
Obrázek 7.5: Mapa erozního ohrožení s protierozním osevním postupem.....	55

Seznam tabulek

Tabulka 5.1: Hodnoty K faktorů dle HPJ (Janeček et al., 2012)	31
Tabulka 6.1: Souhrnné údaje k.ú. Svojšíce u Sušice (Geopozem CB s.r.o., 2014) ...	35
Tabulka 6.2: Klimatické poměry (Podnebí Československé republiky, 1961).....	37
Tabulka 7.1: Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období v ČR (Janeček et al. 2012).....	43
Tabulka 7.2: Hodnoty faktorů ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání (Janeček et al. 2012).....	45
Tabulka 7.3: Základní osevní postup	46
Tabulka 7.4: Průměrná ztráta půdy na půdní blok před KPÚ	49
Tabulka 7.5: Průměrná ztráta půdy na půdní blok po KPÚ	52
Tabulka 7.6: Navržený protierozní osevní postup	53

Seznam použitých rovnic

Univerzální rovnice ztráty půd (USLE)	30
Rovnice pro stanovení hodnoty faktoru L.....	32
Rovnice výpočtu faktoru sklonu svahu S.....	32
Rovnice zadaná do rastrového kalkulátoru	45