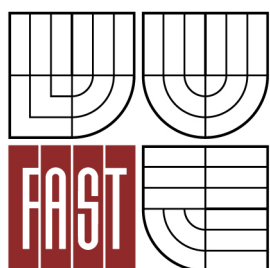




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
Ústav vodního hospodářství krajiny

Faculty Of Civil Engineering
Institute of Landscape Water Management

NÁVRH VODOHOSPODÁŘSKÝCH OPATŘENÍ V POVODÍ
THE DESIGN OF THE MEASURES FOR FLOOD PROTECTION IN THE SMALL WATERSHED

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RUDOLF HRNČÍŘ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Dr. Ing. PETR DOLEŽAL

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Rudolf Hrnčír

Název Návrh vodohospodářských opatření v povodí

Vedoucí bakalářské práce doc. Dr. Ing. Petr Doležal

**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2012

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

.....

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.

Vedoucí ústavu

.....

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.

Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Janeček, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí - 5/1992, ÚVTIZ, Praha 1992
Typizační směrnice pro návrh propustků

Dýrová, E. : Ochrana a organizace povodí,

učební texty programu ArcView - ArcMap+nadstavby 3D Analyst, Spatial Analyst

Holý, M.: Protierozní ochrana, SNTL 1978

Holý, M.: Eroze a životní prostředí, ČVUT, 1994

související normy a předpisy

Zásady pro vypracování

Student provede návrh vodohospodářských opatření sloužících k zachycení a odvedení přívalových vod ohrožujících intravilán obce. Lokalita bude upřesněna vedoucím práce.

Předepsané přílohy

.....
doc. Dr. Ing. Petr Doležal
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Práce obsahuje návrh vodohospodářských opatření, které slouží k zachycení přívalových vod, jež ohrožují intravilán obce Starovice. V práci je posouzena míra erozního smyvu půdy na řešených pozemcích. K posouzení míry současného erozního smyvu půdy je zvolena metoda Wischmeier-Smith. Na základě výsledků dlouhodobé ztráty půdy a shromážděných podkladů a informací jsou navrženy tři varianty protierozních opatření. Následně jsou v práci varianty z hlediska účinnosti porovnány a vybrána nejvhodnější a nejefektivnější varianta. Současně jsou doporučeny parametry záchytných průlehů, jež jsou nadimenzovány na objem přímého odtoku vody za svahů nad průlehy. Součástí práce jsou mapy vytvořené v programu ArcGIS a vzorové příčné řezy záchytných průlehů vytvořené v programu AutoCad.

Klíčová slova

Eroze, protierozní opatření, průleh, účinnost, GIS.

Abstract

My thesis is focused on project of water management measure which should intercept torrential water endangering municipality Starovice. Intensity of soil ablation of affected land is evaluated by Wischmeier-Smith method. Based on the result of long-term soil lost and gathered materials and information three options of erosion control are suggested. Thereafter these options are compared on the basis of efficiency and the most suitable and the most effective option is selected. Also parameters of intercepting ditch are recommended and it is projected for capacity of direct water runoff from slopes above the ditch. As part of thesis maps were created using ArcGIS program and sample diagonal incisions of the intercepting ditch were created in AutoCad program.

Keywords

Erosion, erosion kontrol, furrow, effectiveness, Geographic Information Systems.

Bibliografická citace:

HRNČÍŘ, Rudolf. *Návrh vodohospodářských opatření v povodí*. Brno, 2013. 50 s., 12 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Petr Doležal.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vytvořil samostatně s použitím literatury, kterou uvádím v seznamu použité literatury.

V Brně dne 24. května 2013

.....

podpis autora

Chtěl bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. Dr. Ing. Petrovi Doležalovi za odborné vedení, rady a připomínky, které mi během zpracování práce poskytl. Dále bych rád poděkoval své přítelkyni a rodičům, kteří mě při vytváření této práce podporovali.

Obsah

1	ÚVOD	2
2	CÍL PRÁCE	3
3	POPIS PROBLEMATIKY	4
3.1	Základní pojmy	4
3.2	Rozbor eroze	4
3.2.1	<i>Formy povrchové vodní eroze</i>	4
3.2.2	<i>Rozdělení vodní eroze dle intenzity</i>	5
3.3	Způsoby protierozní ochrany půdy	6
4	METODY ŘEŠENÍ	10
4.1	W-S v GIS.....	10
4.1.1	<i>Metoda řešení vodní eroze na zemědělských pozemcích</i>	10
4.2	Návrh záchytných průlehů	17
4.2.1	<i>Návrh objemů</i>	17
4.2.2	<i>Určení návrhové srážky</i>	19
5	PRAKTICKÁ ČÁST	20
5.1	Popis řešeného území.....	20
5.2	Výpočet současné míry erozního ohrožení (MEO)	20
5.2.1	<i>Určení oblastí pro výpočet MEO</i>	20
5.2.2	<i>Osevní postup</i>	21
5.2.3	<i>Posouzení současného stavu smyvu půdy</i>	21
5.2.4	<i>Vyhodnocení výsledků a návrh opatření</i>	28
5.2.5	<i>Výpočet míry erozního ohrožení (MEO) navrhovaných variant protierozních opatření</i>	30
5.2.6	<i>Souhrnné vyhodnocení výsledků</i>	37
5.3	Návrh technických protierozních opatření.....	41
5.3.1	<i>Výpočty parametrů průlehů</i>	41
6	ZÁVĚR	44
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	45
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	47
9	SEZNAM TABULEK	48
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	49
11	SEZNAM PŘÍLOH	50

1 Úvod

V dnešní době dochází k častému výskytu přívalových dešťů, které mnohdy svou intenzitou způsobují vodní erozi na pozemcích s ornou půdou. Část půdy je odnášena z polí a hromadí se v jiných částech území, kde je to nejméně vhodné. Erozi přichází půda o důležité složky a živiny. Půda tak ztrácí svou hodnotu a kvalitu a nemůže plnit svůj prvotní účel. Velmi záleží i na typu půd, které se v dané lokalitě vyskytují. V krajině se vyskytují půdy, které jsou více náchylné na dopady kapek deště, např. černozem luvická a hnědozem, naproti tomu písky jsou nejméně náchylné na dopady kapek deště a nejsou tedy ohrožovány erozí. Erozi můžeme dále očekávat na svažitéch pozemcích. Vyšší sklon na těchto pozemcích může napomoci k odtékání vody vzniklými drahami soustředěného odtoku při dešti.

Kromě výše uvedeného dochází ke ztrátě kvality půdy také špatným obhospodařováním pozemků zemědělci. Použití nevhodných zemědělských strojů narušuje půdní profil pozemku. Narušená půda již není tak kvalitní a nedokáže plnit svou původní funkci a můžeme zde očekávat výskyt eroze. V krajině si dále můžeme povšimnout nevhodného výběru zemědělských plodin na pozemcích. Velkým prohřeškem je pěstování širokořádkových plodin – kukuřice, vinná réva, brambory, atd. ve svažitéch pozemcích. Je tak velká pravděpodobnost, že se zde při intenzivnějších deštích vytvoří dráhy soustředěného odtoku a odvedou tak svrchní část půdy ze svahu.

Eroze na zemědělské půdě je velký problém, se kterým se Česká republika potýká. Uvádí se, že až 50 % zemědělské půdy je ohroženo erozí. Je nutné se tímto problémem zabývat a vytvářet návrhy s protierozní ochranou a vodohospodářskými opatřeními. Vodohospodářskými opatřeními jsou např. průlehy, vsakovací a záchytné příkopy, odvodňovací stavby, hrazení bystřin, protierozní rybníky a nádrže. Tato opatření využíváme k zachycení a neškodnému odvedení vod, k zasakování vody do půdy, zadržení nárazového odtoku povrchové vody, čímž chrání níže ležící území. (Holý, 1994)

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je vypracování návrhu vodohospodářských opatření sloužících k zachycení a odvedení přívalových vod, které ohrožující intravilán obce Starovice. Dále je v práci posouzena míra erozního ohrožení zemědělských pozemků a následně vypracovány varianty protierozních opatření. V práci je kladen důraz na zamezení erozního smyvu půdy a vzniku drah soustředěného odtoku na řešeném území. Na základě shromážděných podkladů, dat a informací je vypočítaná míra erozního smyvu daného území v současnosti. Zároveň jsou ze získaných poznatků vypracovány varianty protierozních opatření a jsou dimenzovány průlehy na objem odtoku ze svahů. Součástí práce je také vytvoření map smyvu půdy současného stavu i navržených variant.

3 Popis problematiky

Tato kapitola obsahuje vymezení základních pojmů a vymezení řešené problematiky.

3.1 Základní pojmy

ČSN 75 0142 definuje následující pojmy:

- eroze je rozrušování zemského povrchu vodou, větrem, sněhem, ledem a ostatními exogenními silami, popř. zesilované činnosti člověka, spojení s přemísťováním a ukládáním uvolněného materiálu,
- vodní eroze je rozrušování zemského povrchu vodou, které je spojené s přemísťováním a ukládáním uvolněného materiálu,
- odolnost půdy proti erozi znamená schopnost půdy odolávat erozi, jež je podmíněná fyzikálně-chemickými vlastnostmi půdy,
- protierozní ochrana je soubor opatření, které chrání půdu před erozí,
- protierozní opatření jsou organizační, agrotechnická, technická a biologická sloužící k omezení ztrát půdy erozí,
- soustředěný povrchový odtok je odtok srážkových vod po povrchu pozemku vytvářející rýžky, rýhy a strže,
- průleh je přejezdný mělký široký příkop s mírným sklonem svahu, v němž se povrchově stékající voda a splaveniny zachycují a neškodně odvádějí.

3.2 Rozbor eroze

Eroze je činnost, při které dochází k narušování povrchu různých materiálů, např. půda, hornina, skalní masiv (Zemědělský svaz ČR, 2011, s. 6). Eroze je velkým zemědělským problémem na celém světě. Usazeniny vzniklé erozí znečišťují okolní toky a nádrže. Zemědělství se musí potýkat se značnými ztrátami. Dochází např. k odnosu půdních částic, rostlinných živin a humusu, narušování půdní struktury, smyvu orniční vrstvy. Dále se vytvářejí na povrchu půdy rýhy, výmoly a strže, které stěžují zemědělcům obhospodařování polí. (Šálek, 1986, s. 126)

3.2.1 Formy povrchové vodní eroze

Půdní erozi způsobuje činnost vody, větru a ledovců. Eroze se skládá ze tří fází, kdy první fází je uvolňování půdních částic z půdní hmoty. Druhá fáze představuje transport

jejich částí vodou, větrem nebo ledovcem. V třetí fázi dochází k ukládání materiálu v případě, že není k dispozici dostatek potřebné energie k transportu částic. (Holý, 1994)

V této práci je řešena pouze eroze způsobená vodou, jenž je vyvolána hlavně mechanickou silou povrchově tekoucí vody, která vzniká občas při prudších deštích a táním sněhu nebo vodami, které tečou v bystrinách a řekách. (Cablík, Jůva, 1963)

Dle Cablíka a Jůvy (1963) dělíme vodní erozi na

- erozi plošnou, při které dešťový odtok splachuje zemité částice v tenké vrstvě celého půdního povrchu,
- erozi rýhovou, kde voda postupně vytváří zvětšující se rýžky a brázdy,
- erozi výmolovou, kterou dešťový odtok vymílá hluboké brázdy, výmoly a strže,
- erozi bystrinnou a říční, při které soustředěný dešťový odtok a vodní proudy vymílají ve stržích, úžlabinách a údolích trvalá vodní koryta.

Na řešeném území se vyskytuje vodní eroze plošná a rýhová. Dle Holého (1978) plošná vodní eroze znamená rozrušování a smyv půdní hmoty na celé ploše území. Nejprve povrchový odtok odnáší jemné půdní částice a na ně vázané chemické látky. Poté dochází ke změně struktury půdy – stávají se hrubozrnnější a mají snížený obsah živin (Holý, 1978, s. 34). Rýhová eroze se rozděluje na rýžkovou a brázdovou. Při rýžkové erozi vznikají drobné úzké zářezy, které vytvářejí na svahu úzkou síť (Holý, 1978, s. 35). Brázdová eroze se vyznačuje mělkými širšími zářezy, jejichž hustota na svahu je menší než u eroze rýžkové (Holý, 1978, s. 35). Z rýžek a brázd vznikají pokračujícím soustředěním povrchově stékající vody hlubší rýhy, jenž se směrem po svahu postupně spojují a prohlubují (Holý, 1978, s. 35). Výsledkem je rýhová eroze.

Vodní eroze znamená tedy ztrátu půdy, transport, sedimentaci půdních částic a zanášení vodních zdrojů a také transport chemických látek, které jsou zvláště nebezpečné pro místní ekosystémy. (Ministerstvo zemědělství ČR, 2011)

3.2.2 Rozdělení vodní eroze dle intenzity

Dle Holého (1978) se intenzita eroze vyjadřuje obvykle odnosem půdy v hmotnostních nebo objemových jednotkách z jednotky plochy na jednotku času (Holý, 1978, s.42). Podle intenzity rozlišujeme erozi na normální, abnormální a zrychlenou.

Při normální erozi je smyv půdy menšího rozsahu a ztráta půdních částic je doplňována tvorbou nových částic z půdního podkladu. Hloubka půdního profilu se nemění, avšak dochází ke změně zrnitostního složení svrchní vrstvy půdy. (Holý, 1978)

Zrychlená eroze je taková, při které dochází ke smyvu půdních částic ve větším rozsahu, proto nemůže být způsobená ztráta nahrazena přirozenou tvorbou půdy. Zrychlená vodní eroze připravuje půdu o její nejúrodnější část, a to ornici, a zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd. Dalším negativem je, že eroze snižuje obsah živin a humusu, snižuje také propustnost půdy. Naopak zvyšuje šterkovitost půdního profilu. Znesnadňuje obhospodařování pozemků, neboť na pozemcích poškozených zrychlenou vodní erozí vyrůstají poškozené plodiny a následně snižují se hektarové výnosy. Dochází ke ztrátám osiv, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin, neboť eroze vše přemístí na jiné místo. Tyto transportované části a látky potom znečišťují vodní zdroje a snižují průtočnou kapacitu toků, zanášejí akumulární prostory nádrží. Prostředí vodních organismů je tak poškozeno a znečištěno. (Ministerstvo zemědělství ČR, 2011)

Přípustná eroze je taková, při které je ztráta půdy nahrazena půdou novou vytvořenou přirozeným způsobem. (Holý, 1994) Přípustný smyv je uveden v tabulce č. 3.1 dle Janeček (1992).

Tabulka č. 3.1: Přípustná ztráta půdy

Typ půdy	Přípustný smyv [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]
Mělké půdy (do 30 cm)	1
Středně hluboké (30 – 60 cm)	4
Hluboké půdy (nad 60 cm)	10

3.3 Způsoby protierozní ochrany půdy

Protierozní ochrana je navrhována z důvodu odstranění umělých příčin eroze, které souvisí se špatným obhospodařováním půdy, z důvodu zvýšení protierozní odolnosti půdy. Děje se tak, aby se zlepšil její strukturální a vsakovací stav a aby se dokázalo využít retenčních vlastností zdejších rostlin. Dalším důvodem je ochrana půdy proti erozi. Výše uvedené způsoby musí dokázat zamezit transportu ohrožené půdy, odvádět vzniklý povrchový odtok a zároveň udržovat její vláhové vlastnosti, neboť půdní vláhová je důležitá pro správné vyvíjení a růstu porostů. Správně vyvinutý porost nejlépe slouží v prostředí jako ochrana půdy před erozí. (Cablík, Jůva, 1963)

Vsakování vody do půdy zabraňuje nežádoucímu povrchovému odtoku a dojde tak k eliminování přebytečné vody na povrchu pozemků. Aby se voda mohla dobře vsakovat, je nutné provádět kypření ornice, její prohlubování a obohacování jí o humus. Zásakem docílíme zpomalení povrchového odtoku. Povrch půdy zde musí být zdrsněný např. orbou, zmenšen jeho spád např. terasováním, neboť zdrsněný povrch zpomaluje odtok vody a je tak více času na vsáknutí vody do půdy. (Cablík, Jůva, 1963)

Kromě výše uvedeného je také velice důležité předcházení vzniku soustředěného odtoku. Již při vytváření návrhu protierozních opatření je třeba brát v potaz, aby navrhované komunikace, pozemkové hranice, příkopy, kanály, samotný tvar pozemků a plodiny přispívaly k rozptýlení a zpomalení odtoku, neboť uvedené prvky mají přirozenou tendenci odtok vody soustřeďovat. (Cablík, Jůva, 1963)

Vhodná vegetace dokáže působit také jako účinná ochrana před erozí. Zpevňuje povrchové vrstvy půdy a kořeny rostlin. Vegetační porost zpomaluje povrchový odtok a tlumí kinetickou energii dopadajících dešťových kapek. Dále zlepšuje vlastnosti půdy a dodává jí potřebný humus. Nejlépe ochrání půdu proti erozi trvalé travní porosty, které dokážou chránit půdu až do sklonu 30°. Naproti tomu obiloviny, okopaniny nedokážou ochránit půdu před erozí, neboť u obilovin zůstává velká část roku půda nezakrytá. Při výsadbě okopanin je potřeba vytvořit brázdy, které jsou-li vedené po sklonu svahu podporují soustřeďování vody na daném místě a vznik eroze. (Šálek, 1986)

Ochranu půdy proti vodní erozi zajišťují protierozní opatření. Při navrhování opatření je nutné postupovat od finančně i realizačně nejjednodušších opatření organizačního a agrotechnického charakteru k opatřením technického charakteru.

Typizační směrnice rozděluje protierozní opatření následovně:

- a) organizační opatření zahrnují
 - ochranné zatravnění a zalesnění,
 - protierozní rozmístování plodin, a to osevními postupy nebo pásovým střídáním plodin,
 - optimální tvar a velikost pozemků,
- b) agrotechnická opatření navrhují
 - na orné půdě vrstevnicové obdělávání, výsev do ochranné plodiny nebo strniště, nebo důlkování povrchu půdy,

- na trvalých travních porostech protierozní organizaci pastvy nebo protierozní obnovu drnu,
- ve speciálních kulturách protierozní směr výsadby, zatravnění meziřadí nebo krátkodobé porosty v meziřadí, důlkování povrchu půdy v meziřadí, mulčování nebo herbicidní úhor,

c) technická opatření navrhuje

- terénní urovnávky,
- terasy,
- průlehy,
- příkopy,
- protierozní nádrže,
- asanaci strží,
- doprovodné objekty.

(Trupl, 1987, s. 24)

V této práci jsou v kapitole 5.2.4 navržena tato protierozní opatření: protierozní osevní postup, trvalé zatravnění a průlehy.

Protierozní osevní postup

Osevní postup je plánovité střídání plodin na orné půdě, kterým se hospodárně využívá úrodnost půdy. Hrozí-li půdě eroze, musí navržený osevní postup plnit i protierozní funkci. Jejich účelem je snížení erozního smyvu i prodloužení přípustné délky svahu. Jsou vždy navrhovány tak, aby bylo chráněno zájmové území a nedocházelo k jeho narušení či poškození. Osevní postup obsahuje plodiny, které jsou odolné proti erozi. Jedná se např. o travní a jetelotravní porosty. (Šálek, 1986)

Trvalé zatravnění

Trvalé zatravnění se navrhuje na pozemcích s velkým sklonem. Dobře zakořeněný a vzrostlý travní porost dokáže nejlépe chránit velkou plochu půdy, úvaly i průlehy, pohyblivé písčité půdy atd. Nejlepší zpevňovací účinek má např. srha říznačka, sveřep bezbranný, jetel plazivý, vojtěška, bojínek luční, lipnice. (Dýrová, 1988)

Průleh

Průlehem se rozumí mělký, široký příkop s mírným sklonem svahů s malým nebo nulovým sklonem podélným, v němž se povrchově stékající voda a půda zachycuje.

Ve větším sklonu svahu průleh umožňuje odvedení vody i půdy. Řadíme je k vodohospodářským opatřením. Z funkčního hlediska dělíme průlehy na záchytné a svodné. (Trupl, 1987)

Záchytné průlehy se používají na pozemcích se sklonem terénu 5–15 % a kde délka pozemku po spádnicí překračuje limitní délku svahu. Podle půdních poměrů rozlišujeme záchytné průlehy:

- vsakovací, které jsou vhodné k použití pouze na lehkých půdách, v sušších oblastech a na pravidelných svazích,
- kombinované, které se používají na středně těžkých půdách, při větším výskytu přívalových dešťů, na velmi dlouhých svazích a při potřebě zvláštní ochrany (např. v chráněné krajinné oblasti),
- odváděcí se navrhují na těžších půdách, ve vlhčích oblastech, na zvlněném terénu. (Trupl, 1987, s. 64, 65)

Svodné průlehy zajišťují neškodné odvádění vody ze záchytných průlehů, která se nestačila vsáknout na pozemcích. Zabraňují tak vzniku výmolvé eroze. Svodné průlehy slouží především k odvádění odtoků, jenž jsou způsobeny přívalovými dešti nebo jarním táním sněhu a ledu. Na orné půdě se těmito průlehy navrhuje převážně zatravnění. Zatravněné průlehy se doporučují jako záchytné v trvalých travních porostech a při pásovém střídání plodin, nebo jako svodné ve všech kulturách při menších rychlostech vody i menších podélných sklonech pozemků.

(Trupl, 1987, s. 66, 67)

4 Metody řešení

V této kapitole jsou popsány metody k posouzení míry erozního ohrožení současného stavu půdy dle Wischmeira-Smithe pomocí programu ArcGIS a nadstavby Spatial Analysis Tools. Dále je součástí kapitoly výpočet návrhů záchytných průlehů pomocí intenzivního vzorce.

4.1 W-S v GIS

4.1.1 Metoda řešení vodní eroze na zemědělských pozemcích

Pro posouzení míry erozního ohrožení současného stavu a k posouzení navrhovaných opatření je v rámci práce využita metoda Wischmeire-Smith (USLE), která počítá smyv v závislosti na šesti faktorech. (Holý, 1994) Výsledná hodnota dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy – G – v tunách z hektaru za rok je počítána podle vztahu:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (4.1)$$

kde jednotlivé faktory označují:

- faktor R – erozní účinek deště,
- faktor K – půdní faktor stanovený podle hlavní půdní jednotky kódu BPEJ,
- faktor L – délku svahu,
- faktor C – faktor protierozního účinku plodin,
- faktor P – faktor účinnosti protierozních opatření.

L -faktor jako délka svahu se vypočítá následujícím vztahem:

$$L = \left(\frac{l_d}{22,13} \right)^\alpha \quad (4.2)$$

kde l_d označuje délku svahu v metrech a α je koeficient závislý na sklonu.

Faktor S jako sklon svahu se vypočítá podle následujícího vztahu:

$$S = \frac{0,43+0,30 \cdot s+0,043 \cdot s^2}{6,613} \quad (4.3)$$

kde s je sklon svahu vyjádřený v %.

Hodnoty faktorů dosazované do jednotlivých vzorců jsou převzaty z tabulek uvedených v metodice Ochrana zemědělské půdy před erozí nebo (1992) jsou odečteny z mapy ZM10 v měřítku 1:10 000.

A) Aplikace metody Wischmeier-Smith v prostředí GIS

V rámci návrhu a posouzení současného stavu míry erozního ohrožení (MEO) zemědělských pozemků je použita aplikace výpočtu G v prostředí GIS. Postup výpočtu G využívající prostředí GIS představuje postupné vytváření rastrových vrstev odpovídajících jednotlivým faktorům rovnice (4.1) a jejich následný součin. Podrobný popis metody uvádí (Mitasova, 1996). Pro přehlednost je níže uveden pouze stručný popis metody hlavními zásadami výpočtu. K výpočtu G je využíván rastrový kalkulátor nadstavby Spatial Analyst geografického informačního systému firmy ESRI (ArcView). Výsledným výstupem je rastrová mapa uvádějící dlouhodobou průměrnou roční ztrátu G .

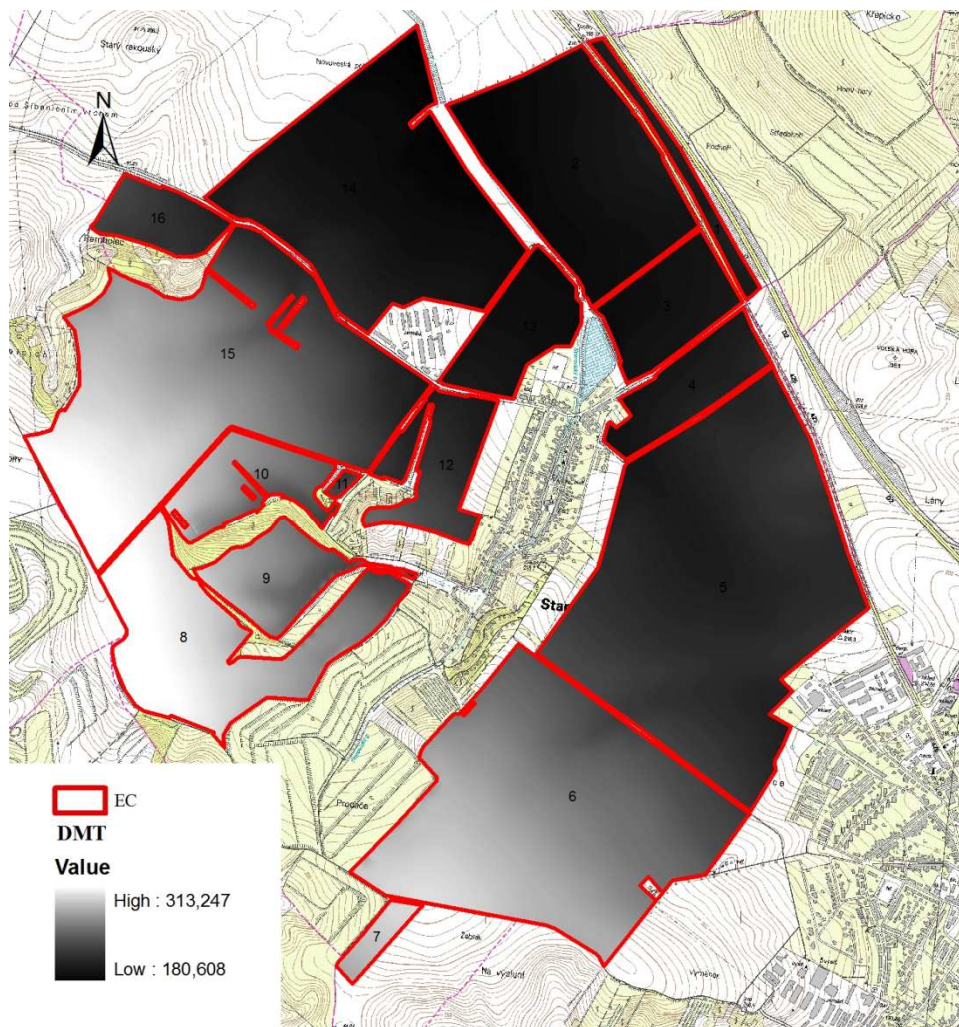
B) Postup výpočtu

Postup výpočtu je možné přehledně popsat následujícím způsobem:

- tvorba digitálního modelu terénu (DMT),
- vymezení oblastí pro posouzení MEO – erozních celků (EC),
- vymezení oblasti DMT pro výpočet průměrné ztráty půdy,
- výpočet faktorů L a S , resp. součinu $L \cdot S$,
- vytvoření vrstvy K ,
- vytvoření C a P -faktoru,
- výpočet dlouhodobé průměrné ztráty půdy.

C) Tvorba digitálního modelu terénu (DMT)

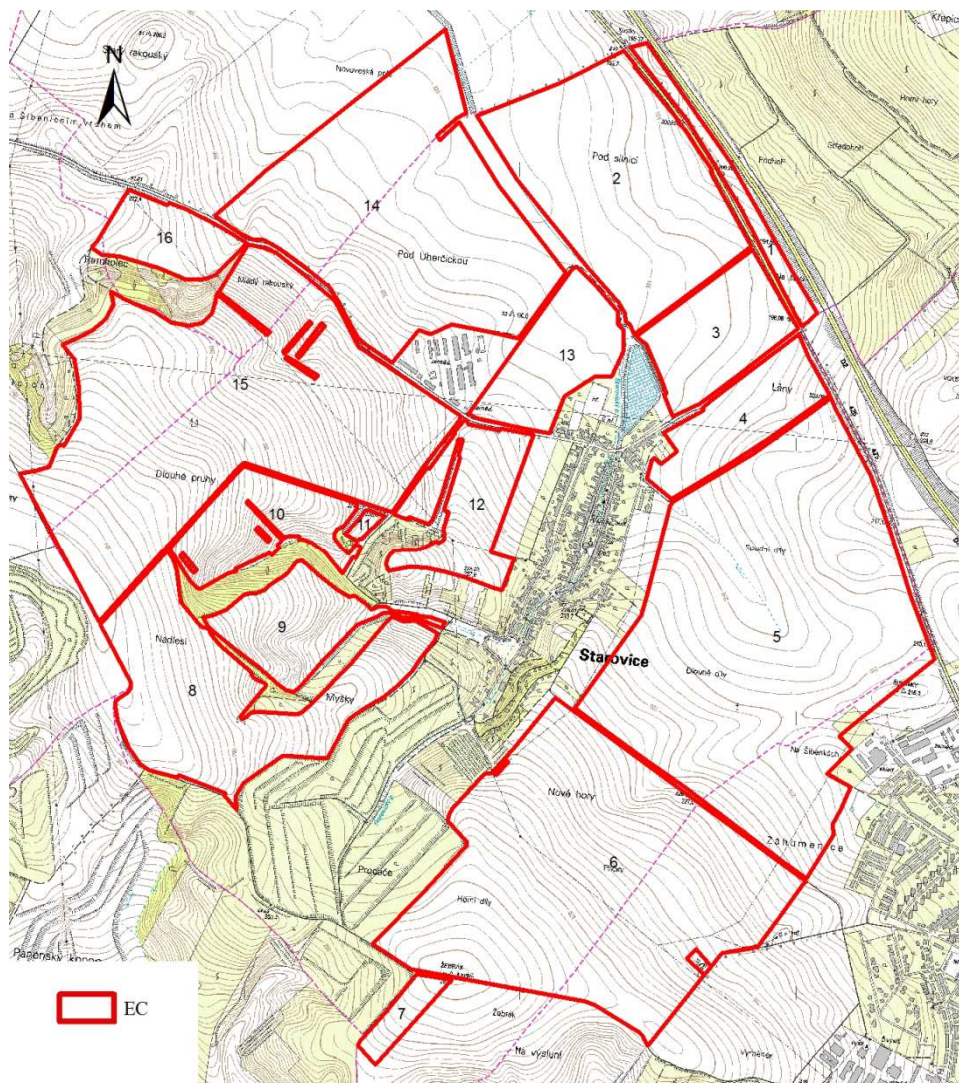
DMT je tvořen z digitálního vektorového podkladu systému ZABAGED (Základní báze geodetických dat). Jedná se o 3D vrstevnice. Vždy je pro další výpočet nutné pracovat s DMT ve formě rastru.



Obr.1: Ukázka digitálního modelu terénu na území obce Starovice

D) Určení oblastí pro výpočet MEO

Erozně uzavřený celek (EUC) je definován jako souvislé území s lokálně uzavřeným erozním procesem, tj. denudací, transportem a akumulací půdy v normálních klimatických podmínkách (Holý, 1994). Jedná se o území zemědělské půdy ohraničené rozvodnicí, na které vzniká povrchový odtok a hranicí, kde je povrchový odtok přerušen. Dochází zde k akumulaci půdních částic. Pro výpočet MEO v prostředí GIS není nutné pracovat s EUC. Vzhledem ke skutečnosti, že rozvodnice určí program sám, postačí vymezit pouze hranice, kde je povrchový odtok přerušen. Tyto oblasti dále nazýváme erozní celky (EC). Jejich vymezení je provedeno nad mapovým podkladem ZM 10. K upřesnění EC je využit systém LPIS a aktuální ortofotosnímky.



Obr.2: Ukázka erozních celků na území obce Starovice

E) Vymezení oblastí DMT pro stanovené dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy

Vymezení je nutné pro výpočet faktorů L a S rovnice (4.1) USLE. Je nutné vybrat pouze ty části digitálního modelu terénu, kde jsou plochy EC. Tím je zajištěno, že dojde k přerušení dráhy povrchového odtoku na hranicích EC. K vymezení používáme rastrový kalkulátor.

F) Výpočet faktorů L a S , resp. součinu $L \cdot S$

Výpočet je proveden podle následujícího vztahu (Mitasova, 1996):

$$L \cdot S = (m + 1) \cdot \left[\frac{A(r)}{a_0} \right]^m \cdot \left[\frac{\sin b(r)}{b_0} \right]^n \quad (4.4)$$

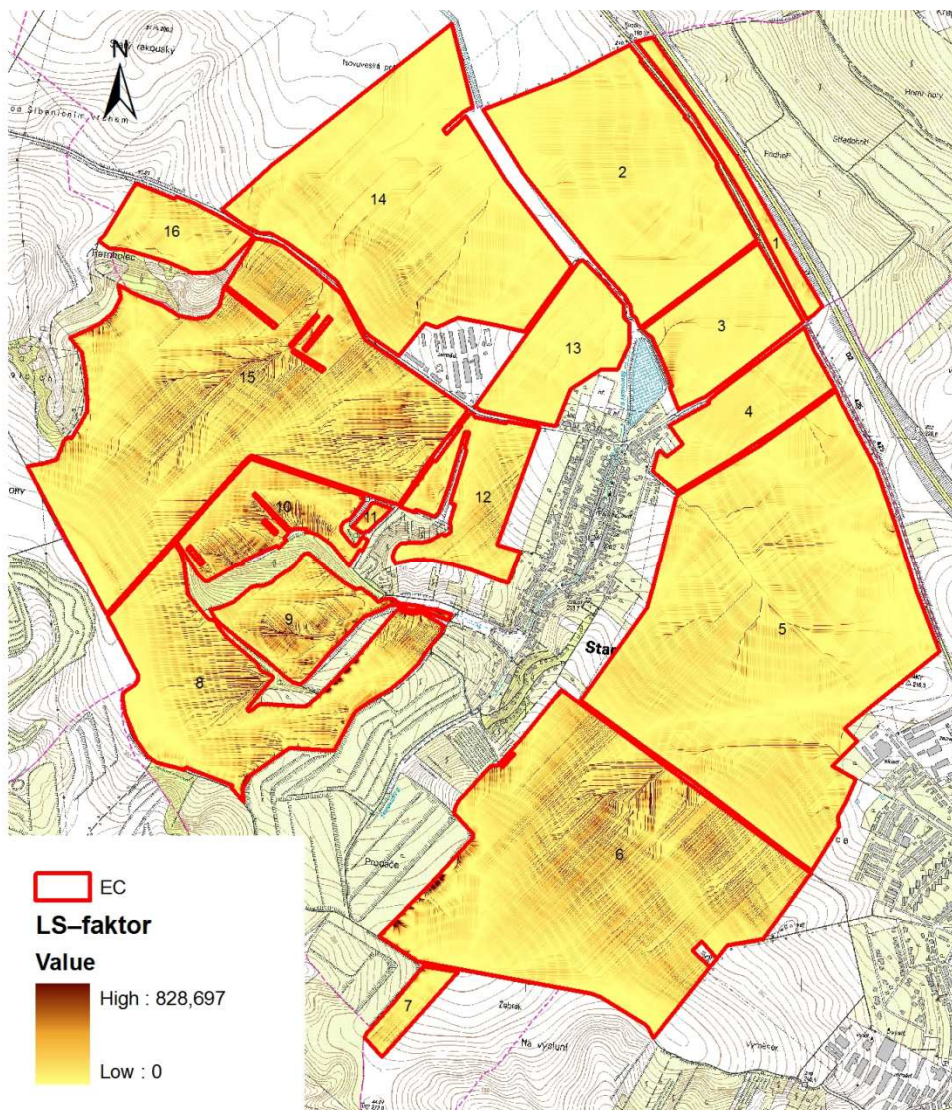
- kde A je plocha svahu nad řešeným profilem na jednotku šířky svahu (měřeno ve směru proudění) [$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$],
- b je sklon svahu [stupně],
- m a n jsou parametry ($m = 0,6$ a $n = 11,3$),
- a_0 je délka určená metodou USLE ($a_0 = 22,1$),
- b_0 je sklon určený metodou USLE ($b_0 = 0,09 = 9\% = 5,16^\circ$)

V prostředí ArcView jsou pro vyhodnocení vztahu (4.4) postupně generovány vrstvy Slope a FlowAccumulation. FlowAccumulation vymezuje postupně se zapojující části povrchu do povrchového odtoku. Respektuje DMT, sklon, expozici a délku svahu. Postupně se tak vytvoří vrstva, kde je na každém pixelu známá hodnota plochy, resp. délky od rozvodnice. Tyto vrstvy jsou pak využity pro stanovení $L \cdot S$ faktoru pomocí rastrového kalkulátoru podle vztahu:

$$LSfactor = 1.6 \cdot \exp(flowacc \cdot resolution/22.1,0.6) \cdot \exp(\sin(slope)/0.09,1.3) \quad (4.5)$$

- kde $flowacc$ je vrstva FlowAccumulation,
- $slope$ je vrstva sklonu svahu,
- $resolution$ představuje rozlišení rastrové vrstvy v metrech.

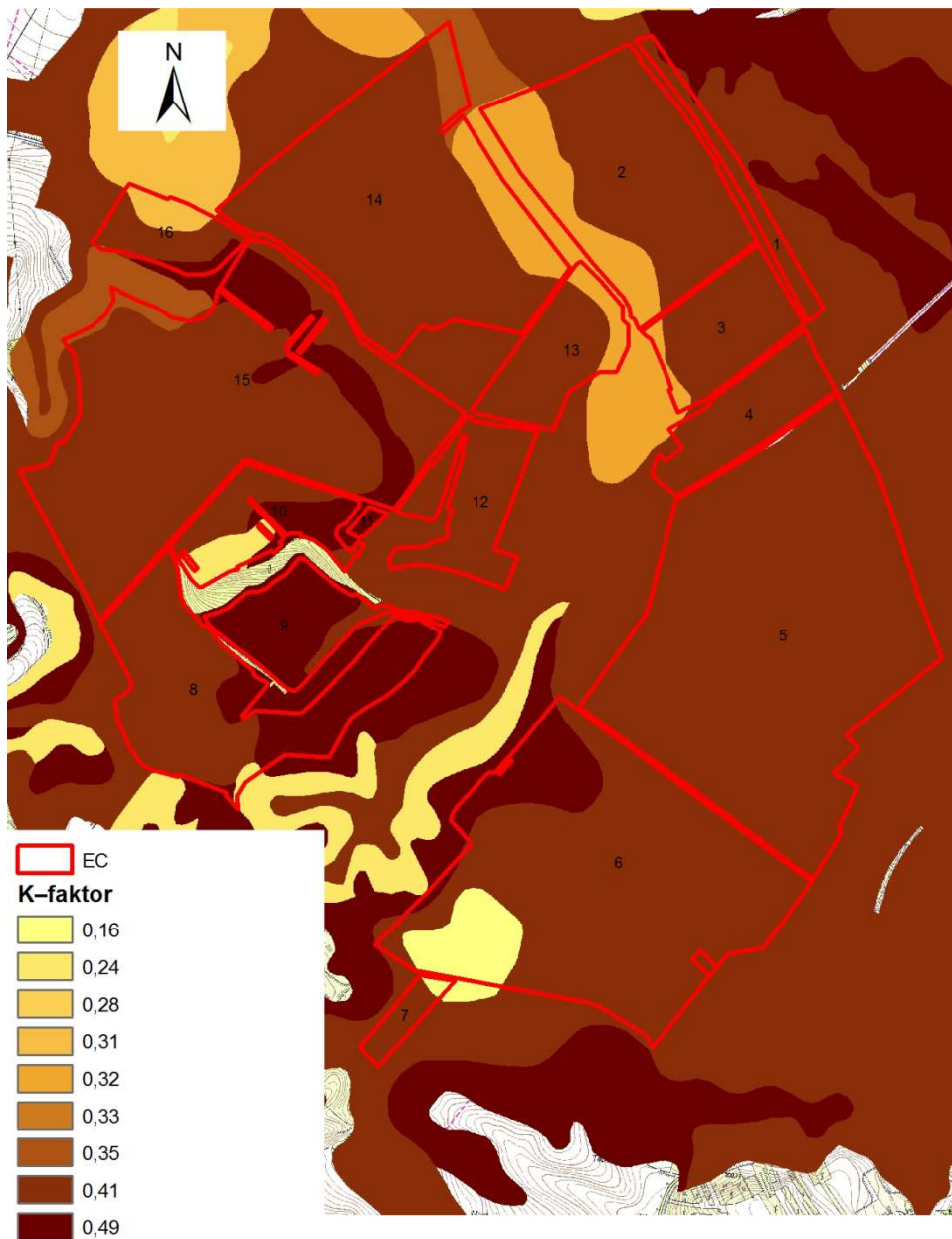
Výsledkem výpočtu je rastrová vrstva LS-faktor, který představuje součin $L \cdot S$. Tato rastrová vrstva je nutná k výpočtu podle vztahu (4.1).



Obr.3: Ukázka hodnot LS faktoru na území obce Starovice

G) Vytvoření vrstvy K-faktoru

Podkladem pro stanovení K-faktoru rovnice (4.1) je kód BPEJ. Jednotlivým plochám vymezeným kódem BPEJ resp. HPJ (hlavním půdním jednotkám) je v prostředí GIS přiřazena hodnota faktoru K.



Obr.4: Ukázka hodnot K faktoru na území obce Starovice

H) Vytvoření vrstvy C-faktoru

Pro posouzení MEO současného stavu je zvolen osevňovací postup uživatele půdy. Výsledná hodnota C-faktoru je při výpočtu konstantní. Není-li znám osevňovací postup uživatele půdy, je možné získat hodnotu C-faktoru dle klimatických regionů. [1]

I) Výpočet dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy G

Výpočet dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy je proveden rastrovým kalkulátorem jako součin vrstev faktorů R , K , $L \cdot S$, C a P . Při analýze současného stavu je vrstva C-faktoru nahrazena konstantní hodnotou odpovídající osevňovacímu postupu, který je

aplikovaný v řešené oblasti. Jeho hodnotu je možné stanovit např. z Typizační směrnice – Protierozní ochrana zemědělských pozemků (Trupl, 1987). Faktor R lze odečíst z map (Janeček, 1992). V rámci posouzení MEO je zvolen R -faktor = 20. Pro posuzování současného stavu území z pohledu vodní eroze je vhodné uvažovat faktor $P = 1$. Pro vyhodnocení MEO řešeného území je použita metoda rozdělení vypočtené dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy do osmi kategorií přípustné ztráty půdy podle hloubky půdního profilu. (Holý, 1994)

Tabulka č. 4.1: Kategorie ohroženosti vodní erozí

Interval vypočtené hodnoty G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	Popis ohroženosti
0–4	přípustná
4–8	mírná, přípustná pro hluboké půdy
8–10	zvýšená
10–15	střední
15–20	střední až vysoká
20–25	vysoká
25–30	velmi vysoká
> 30	kritická

Výhodou zvoleného postupu je poměrně přesné vymezení drah soustředěného odtoku na jednotlivých erozních celcích. Další výhodou je vyznačení ploch s vysokou hodnotou potenciálního smyvu, což umožní přesnější lokalizaci navržených protierozních opatření. Nízké nebo vyhovující průměrné hodnoty za celý EC přímo neukazují na výrazné ohrožení pozemků. Touto metodou vynikají konkrétní výrazně ohrožená místa.

4.2 Návrh záchytných průlehů

4.2.1 Návrh objemů

Parametry záchytných průlehů je nutné stanovit podle jejich funkce a je třeba je doložit výpočty. Doporučené parametry jsou dle Trupla (1978, s. 65) následující:

- podélný sklon: 0 až 3 %
- sklony svahů: 10 až 20%
- maximální délka: 600 m
- maximální hloubka: 100 cm

- minimální hloubka: 20cm

Objem se navrhuje na tzv. kritickou srážku, jež se volí podle doby, ve které se uplatňuje soustředěný odtok. Tato doba závisí hlavně na velikosti plochy z níž voda odtéká a může trvat nejméně 5 minut pro plochu 8 ha až do 75 minut pro plochu 400 ha. Pravděpodobnost deště se při tom uvažuje jednou za 5, 10, 25, 50 a 100 let, dle důležitosti ochrany. U polních pozemků předpokládáme výskyt takové srážky jednou za 10 let. (Cablík, Jůva, 1963)

Pro vyšetřování erozních procesů a transportu látek je důležité znát hodnoty a charakteristiky povrchového odtoku. Povrchový odtok dělíme na plošný nebo soustředěný. Plošný odtok je takový odtok, který probíhá po povrchu území v souvislé vrstvě vody o přibližně stejné hloubce, kdežto soustředěný odtok probíhá v dočasně nebo trvalé hydrologické síti. (Holý, 1994)

Pro intenzitu erozních procesů je ve většině případů rozhodující odtok přívalových dešťů. Přívalové deště jsou charakterizované vysokou intenzitou a krátkou dobou trvání a vyvolávají maximální odtok na malých a velmi malých povodích. Na velmi malých povodích lze proces povrchového odtoku vyjádřit použitím zjednodušujícího předpokladu podobně jako na elementárních plochách do 1 km². Na základě výzkumu jsou pro tyto povodí odvozeny empirické vzorce s doporučenými hodnotami nejvýznamnějších činitelů, jež ovlivňují maximální odtok z povodí. (Holý, 1994)

Empirické vzorce dělíme na:

- vzorce intenzitní,
- vzorce objemové,
- vzorce oblastní.

Pro návrh záchytných objemů používáme intenzitní vzorce, které vycházejí z redukce intenzity návrhového deště na maximální intenzitu odtoku. (Holý, 1994)

Výpočet objemu přímého odtoku pomocí **intenzitního vzorce**:

$$Q_{max} = L \cdot i \cdot \varphi \cdot t \quad (4.6)$$

- kde Q_{max} je objem odtoku na jeden 1 bm šířky svahu [m²],
- L je délka svahu nad průlehem [m],

- i je střední intenzita návrhového deště v $[\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$,
- φ je součinitel odtoku z grafu Součinitel odtoku pro záchytné prvky.
(Dýrová, 1988)

4.2.2 Určení návrhové srážky

Vodní erozi vyvolávají prudké a náhlé odtoky způsobené přívalovými krátkodobými dešti, náhlým táním sněhu nebo silnými dlouhodobými srážkami. Intenzita přívalových dešťů většinou rychle narůstá a po dosažení kulminace se pomaleji snižuje. Mnohem lépe vystihuje každý přívalový dešť střední intenzita ukončeného deště, která se vypočítá vztahem:

$$i_s = \frac{H}{t} \quad (4.7)$$

- kde i_s je střední intenzita deště $[\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$,
- H je celková výška srážky v $[\text{mm}]$,
- t je doba trvání v $[\text{s}]$.

Šamaj, Valovič, Brázdil (1985) vytvořili hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností opakování za N roků dle Gumbelovy statistiky extrémů. Tyto hodnoty najdeme v metodice ochrany zemědělské půdy před erozí dle Janečka (1992).

Pro zjištění střední intenzity návrhového deště máme k dispozici 24-hodinové úhrny s periodicitou $p = 0,5; 0,2; 0,1; 0,02$ a $0,01$. Tyto úhrny je nutné zredukovat na 30-ti minutový dešť. Pro výpočet 30-ti minutového úhrnu existuje mnoho metod, avšak v této práci je použita metoda redukce:

$$H_{t,N} = \varphi_t \cdot H_{24,N} \quad (4.8)$$

- kde $H_{t,N}$ je návrhový srážkový úhrn $[\text{mm}]$,
- φ_t je redukční koeficient pro 30-ti minutový dešť (Hrádek, 1988),
- $H_{24,N}$ je průměrný 24-hodinový úhrn s dobou opakování N $[\text{mm}]$.

5 Praktická část

Tato kapitola obsahuje popis současného stavu území obce Starovice a výpočet současné míry erozního ohrožení řešeného území a následné interpretování výsledku. Dále je součástí této kapitoly výpočet míry erozního ohrožení navrhovaných variant protierozního opatření na řešených erozních celcích a návrh vodohospodářských protierozních opatření. Dále jsou vyhodnoceny výsledky a vytvořeny tabulky a mapové výstupy v programu ArcGIS.

5.1 Popis řešeného území

Obec Starovice se nachází v Jihomoravském kraji v okrese Břeclav blízko města Hustopeče (viz příloha č. 1). Starovice jsou součástí chráněného Lednicko-Valtického areálu. V obci žije přibližně 810 obyvatel. Obec leží v mělkém údolí Starovického potoka v nadmořské výšce 190–240 m. n. m. Celková katastrální výměra území činí 819 ha (viz příloha č.), z toho orná půda tvoří 65 %. Na území obce a v jeho blízkém okolí najdeme mnoho vinogradů a ovocných sadů na terasovitých svazích a také ornou půdu s různými sklony svahů. [2]

Starovice spadají do Hustopečského regionu, který se nachází v Západních Karpatech. Území se skládá z geomorfologických jednotek – Žďánický les a Dolnomoravský úval. Co se klimatických poměrů týče, Hustopečský region spadá do teplé klimatické oblasti, pro kterou je typické dlouhé, teplé léto a krátká, mírná zima. Průměrná roční teplota se zde pohybuje mezi 6–10°C. Srážkové poměry vykazují spíše podprůměrnou hodnotu v rámci České republiky. Průměrný roční úhrn srážek činí 490 mm. [3]

5.2 Výpočet současné míry erozního ohrožení (MEO)

5.2.1 Určení oblastí pro výpočet MEO

Výpočtům v této práci předchází vymezení erozních celků, které jsou důležité pro následný výpočet, srovnávání a hodnocení. Na těchto celcích je přerušen povrchový odtok např. existujícími hranicemi celků, komunikací atd. Řešené území je rozděleno dle LPIS, ZM 10 a ortofotomapy na 16 různě velkých erozních celků (viz příloha č. 3). Vytvořené erozní celky a jejich celkové rozloha je uvedeny v tabulce č. 5.1. Výpočet

MEO je proveden metodou Wischmeir-Smith, která je aplikována v této praktické části práce.

Tabulka č. 5.1: Erozní celky a jejich výměr

Název	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7	EC8
P [ha]	6,39	51,68	17,53	15,40	120,58	100,41	3,89	42,91
Název	EC9	EC10	EC11	EC12	EC13	EC14	EC15	EC16
P [ha]	15,13	15,68	0,75	16,94	16,72	73,97	101,22	10,35

5.2.2 Osevní postup

Pro výpočet MEO je nutné určit do rovnice (4.1) C-faktor, jenž je stanoven na základě současného osevního postupu uživatelů půdy v obci Starovice.

Tabulka č. 5.2: Současný osevní postup

Plodina	Plocha	C-faktor	C-faktor
	[%]	[-]	vážený
kukuřice na zrno	21	0,61	0,128
pšenice ozimá	33	0,1	0,033
pícniny jednoleté	6	0,02	0,001
řepka ozimá	40	0,22	0,088
C-faktor: Vážený průměr			0,250

5.2.3 Posouzení současného stavu smyvu půdy

Na řešeném území je uplatňován současný osevní postup C-faktor = 0,25. Mnou navržené erozní celky a jejich smyvy půdy jsou popsány v níže uvedených tabulkách, kdy G je průměrná dlouhodobá ztráta půdy vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ a P je plocha erozních celků vyjádřená v hektarech a v procentech. Mapa s MEO pro současný stav je uvedena v příloze č. 4.

EC 1

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	∅ G
P [ha]	5,78	0,51	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	6,39	2,45
P [%]	90,50	7,97	0,93	0,54	0,06	0,01	0,00	0,00	100,00	

Erozní celek číslo 1 se nachází v řešeném území severovýchodně od obce Starovice. Tento erozní celek má 5,78 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy činí 6,35 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem je pouze 0,03 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se žádná plocha nevyskytuje. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,03 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $2,45 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Posuzovaný EC 1 nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi, neboť převážná část plochy je zařazena v kategorii 0–4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Nedochozí zde k výskytu koncentrovaného odtoku.

EC 2

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	50,18	1,43	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	51,68	2,12
P [%]	97,09	2,77	0,08	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	100,00	

Erozní celek číslo 2 najdeme pod erozním celkem číslo 1. Jedná se o větší území než v případě prvního celku. Tento erozní celek má 50,18 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy činí 51,65 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem je pouze 0,03 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se žádná plocha nevyskytuje. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,03 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $2,12 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Posuzovaný EC 2 nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi, neboť převážná část plochy je zařazena v kategorii 0–4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Nedochozí zde k výskytu koncentrovaného odtoku.

EC 3

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	16,92	0,42	0,07	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	17,53	2,23
P [%]	96,55	2,40	0,41	0,30	0,13	0,06	0,09	0,05	100,00	

Drobnější erozní celek číslo 3 navazuje na erozní celek číslo 2 a zároveň se nachází nad malou místní vodní nádrží. Tento erozní celek má 16,92 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 17,42 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 0,10 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází zanedbatelná plocha, a to pouze 0,01 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,11 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $2,23 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Posuzovaný EC 3

nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi, neboť převážná část plochy je zařazena v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Nedochází zde k výskytu koncentrovaného odtoku.

EC 4

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	14,75	0,57	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	15,40	2,20
P [%]	95,75	3,69	0,27	0,23	0,04	0,02	0,00	0,00	100,00	

Východním směrem od Starovic se rozprostírá erozní celek číslo 4, který na obec navazuje. Tento erozní celek má 14,75 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v t·ha⁻¹·rok⁻¹. Celková plocha neohrožené půdy činí 15,36 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem je 0,04 ha. V kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se žádná plocha nevyskytuje. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem činí 0,04 ha za rok. Průměrný smyv půdy je 2,20 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Posuzovaný EC 4 nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi, neboť převážná část plochy je zařazena v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Nedochází zde k výskytu koncentrovaného odtoku.

EC 5

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	>30	Σ P	Ø G
P [ha]	106,60	10,38	1,61	1,22	0,30	0,17	0,09	0,21	120,58	2,68
P [%]	88,41	8,61	1,33	1,01	0,25	0,14	0,07	0,17	100,00	

Dále východním směrem od obce Starovice najdeme rozsáhlý erozní celek číslo 5. Tento erozní celek má 106,60 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v t·ha⁻¹·rok⁻¹. Celková plocha neohrožené půdy činí 118,59 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem je 1,78 ha. V kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se nachází 0,21 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 1,99 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí 2,68 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Posuzovaný EC 5 nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi, neboť převážná část plochy je zařazena v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Větší erozní smyv v EC 5 je způsoben většími rozměry celku, především délkou a sklonem svahů, než v předchozích případech.

EC 6

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
P [ha]	69,77	14,27	3,47	5,10	2,86	1,68	1,04	2,22	100,41	5,01
P [%]	69,49	14,21	3,45	5,08	2,85	1,67	1,04	2,21	100,00	

Erozní celek číslo 6 se nachází jihovýchodně od obce Starovice. Tento erozní celek má 69,77 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 87,50 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 10,68 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází 2,22 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 12,90 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $5,01 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Tento erozní celek je oproti předchozím náchylnější na vodní erozi a vzniká tak velký smyv půdy a dráhy soustředěného odtoku. K soustředěnému odtoku dochází v dolní třetině svahu. Vše je způsobeno větším sklonem a délkou svahu. V erozním celku se vyskytují převážně černozemě s $K = 0,41$.

EC 7

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
P [ha]	3,21	0,39	0,08	0,12	0,05	0,02	0,02	0,02	3,89	3,41
P [%]	82,40	9,90	1,99	3,01	1,17	0,57	0,42	0,53	100,00	

Jižním směrem se nachází velmi drobný erozní celek číslo 7. Tento erozní celek má 3,21 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 3,67 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 0,20 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází pouze 0,02 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,22 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $3,41 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Erozní celek číslo 7 nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi. Převážná část plochy je v kategorii 0–4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

EC 8

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
P [ha]	30,96	5,18	1,29	2,06	1,04	0,68	0,40	1,31	42,91	4,99
P [%]	72,15	12,07	3,00	4,80	2,42	1,58	0,93	3,06	100,00	

Dále západně od obce je navržen erozní celek číslo 8. Území je oproti předchozím velice nesouměrné. Tento erozní celek má 30,96 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného

smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 37,43 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 4,18 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází 1,31 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 5,49 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $4,99 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Posuzovaný celek je mírně náchylný na vodní erozi. V horní části pozemku jsou kratší a strmé svahy. Vznikají zde tak dráhy soustředěného odtoku. Spodní část tvoří naopak dlouhý svah, který se s klesáním stává strmějším a vznikají zde také dráhy soustředěného odtoku, které ústí do níže položené obce. Erozní celek tvoří půdy s různou náchylností k erozi, převážně $K = 0,41$ a $K = 0,49$.

EC 9

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	7,89	3,08	0,86	1,39	0,73	0,40	0,23	0,56	15,13	6,88
P [%]	52,13	20,36	5,66	9,22	4,79	2,65	1,51	3,68	100,00	

Erozní celek číslo 9 se nachází západně od obce Starovice uprostřed mezi erozními celky číslo 8, 10 a 12. Tento erozní celek má 7,89 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 11,82 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 2,75 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází 0,56 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 3,31 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $6,88 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Na většině území vznikají ve velké míře dráhy soustředěného odtoku. Dráhy způsobuje strmý sklon pozemku. Erozní celek se nachází na půdách, jenž jsou náchylné k erozi.

EC 10

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	9,30	3,19	0,75	0,92	0,47	0,28	0,20	0,56	15,68	5,93
P [%]	59,29	20,37	4,81	5,89	3,02	1,77	1,29	3,56	100,00	

Erozní celek 10 se nachází západně od obce Starovice. Tento erozní celek má 9,30 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 1,88 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází 0,56 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 2,43 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $5,93 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Tato plocha vykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi. Území je rozděleno průlehy, jež byly navrženy již v minulosti. Eroze je způsobena strmým sklonem svahů. Erozní celek číslo 10 tvoří půdy s různou

náchylností k erozi. Na pozemku vznikají dráhy soustředěného odtoku, které částečně směřují do stávajících průleहů.

EC 11

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	0,33	0,23	0,09	0,06	0,03	0,01	0,00	0,01	0,75	6,05
P [%]	43,26	30,63	11,57	8,28	4,30	0,90	0,27	0,80	100,00	

Západním směrem orientovaný erozní celek o velmi malé rozloze vykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi. Tento erozní celek má 0,33 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v t·ha⁻¹·rok⁻¹. Celková plocha neohrožené půdy je 0,64 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí pouze 0,10 ha. V kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se nachází pouze 0,01 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,11 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí 6,05 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Erozní celek se nachází na černozemích, s K-faktorem = 0,49. Nedochází zde ke koncentrovanému odtoku z důvodu krátké délky svahů. Kvůli malé rozloze bude tento celek zatravněn.

EC 12

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	13,60	1,92	0,42	0,55	0,21	0,10	0,06	0,08	16,94	3,50
P [%]	80,30	11,36	2,48	3,23	1,25	0,57	0,36	0,47	100,00	

Západním směrem orientovaný erozní celek číslo 12 nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi. Tento erozní celek má 13,60 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v t·ha⁻¹·rok⁻¹. Celková plocha neohrožené půdy je 15,94 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 0,91 ha. V kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se nachází 0,08 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,99 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí 3,50 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Vyskytuje se zde plošná eroze velmi malého rozsahu a nedochází zde ani ke koncentrovanému odtoku.

EC 13

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	16,53	0,16	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	16,72	2,06
P [%]	98,83	0,99	0,12	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	100,00	

Erozní celek číslo 13 najdeme blízko obce severním směrem. Tento erozní celek má 16,53 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 16,71 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 0,01 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se žádná plocha nevyskytuje. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,01 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $2,06 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celek nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi. Převážná část plochy je v kategorii 0–4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Nedochozí ze ke koncentrovanému odtoku.

EC 14

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	68,70	3,64	0,67	0,67	0,18	0,05	0,03	0,04	73,97	2,43
P [%]	92,87	4,92	0,90	0,90	0,25	0,07	0,04	0,05	100,00	

Severně orientovaný erozní celek číslo 14 je většího rozsahu. Jižní část celku je v blízkosti již zmíněného zemědělského družstva. Tento erozní celek má 68,70 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 73,01 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 0,93 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází 0,04 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,97 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $2,43 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Posuzovaný erozní celek 14 nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi, neboť převážná část plochy je zařazena v kategorii 0–4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Vyskytuje se zde plošná eroze velmi malého rozsahu.

EC 15

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	69,41	15,43	3,61	5,31	2,74	1,52	0,88	2,30	101,22	5,00
P [%]	68,57	15,25	3,57	5,25	2,71	1,51	0,87	2,27	100,00	

Rozsáhlejší erozní celek číslo 15 je také západně orientovaný, ale oproti EC 9, 10, 11 a 12 je vzdálenější od obce. Nachází se nad místním zemědělským družstvem. V územním celku je dlouhý svah s velkým převýšením, na kterém vznikají z plošného

odtoku dvě výrazné plochy s rozsáhlými drahami soustředěného odtoku. Ve východní části území najdeme několik drah soustředěného odtoku, které směřují k propustku pod komunikací u zemědělského družstva. Ve střední části erozního celku vznikají dráhy soustředěného odtoku. Odtékající koncentrovaná voda je zpomalena již navrženými třemi průlehy. Tento erozní celek má 69,41 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 88,46 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 10,46 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází 2,30 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 12,76 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $5,00 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Posuzovaný erozní celek je tak náchylný na vodní erozi. Převažují zde půdy s náchylností na erozi $K = 0,41$.

EC 16

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
P [ha]	9,20	0,80	0,14	0,12	0,04	0,02	0,01	0,02	10,35	2,70
P [%]	88,92	7,69	1,36	1,14	0,38	0,24	0,09	0,19	100,00	

Drobnější erozní celek 16 severozápadní směrem je nejvíce vzdálený od obce Starovice. Tento erozní celek má 9,20 ha plochy v kategorii 0–4 přípustného smyvu půdy vyjádřeného v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy je 10,14 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem činí 0,19 ha. V kategorii $> 30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se nachází 0,02 ha plochy. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem je 0,21 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $2,70 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Posuzovaný EC 16 nevykazuje výraznou náchylnost půdy k vodní erozi, neboť převážná část plochy je zařazena v kategorii 0–4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Vyskytuje se zde plošná eroze velmi malého rozsahu.

5.2.4 Vyhodnocení výsledků a návrh opatření

V následující tabulce č. 5.3 jsou uvedeny plochy míry erozního ohrožení v hektarech. Ve sloupci číslo 1 se nachází plochy erozních celků jejichž MEO spadá do kategorie 0–4 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Přípustný smyv pro tuto kategorii činí $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Ve sloupci číslo 2 se nachází plochy erozních celků jejichž MEO spadá do kategorie 0–10 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Přípustný smyv pro tuto kategorii činí $10 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

Ve sloupci číslo 3 se nachází plochy erozních celků s nepřípustným erozním smyvem jejichž MEO spadá do kategorie 10–30 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Jedná se o plochu s vysokou ohrožeností erozním smyvem. Ve sloupci číslo 4 se nachází plochy

erozních celků, jejichž MEO spadá do kategorie více než 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Jedná se o plochu s kritickou ohrožeností erozním smyvem.

Sloupec číslo 5 představuje celkovou plochu ohroženou erozním smyvem. Sloupec číslo 6 udává celkovou plochu erozních celků a sloupec číslo 7 vyjadřuje průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy v t·ha⁻¹·rok⁻¹.

Tabulka č. 5.3: Souhrnný přehled MEO na EC

Číslo sloupce	1	2	3	4	5	6	7
název	0–4	0–10	10–30	> 30	POES	Σ P	Ø G
EC 1	5,78	6,35	0,03	0,00	0,03	6,39	2,45
EC 2	50,18	51,65	0,03	0,00	0,03	51,68	2,12
EC 3	16,92	17,42	0,10	0,01	0,11	17,53	2,23
EC 4	14,75	15,36	0,04	0,00	0,04	15,40	2,20
EC 5	106,60	118,59	1,78	0,21	1,99	120,58	2,68
EC 6	69,77	87,50	10,68	2,22	12,90	100,41	5,01
EC 7	3,21	3,67	0,20	0,02	0,22	3,89	3,41
EC 8	30,96	37,43	4,18	1,31	5,49	42,91	4,99
EC 9	7,89	11,82	2,75	0,56	3,31	15,13	6,88
EC 10	9,30	13,25	1,88	0,56	2,43	15,68	5,93
EC 11	0,33	0,64	0,10	0,01	0,11	0,75	6,05
EC 12	13,60	15,94	0,91	0,08	0,99	16,94	3,50
EC 13	16,53	16,71	0,01	0,00	0,01	16,72	2,06
EC 14	68,70	73,01	0,93	0,04	0,97	73,97	2,43
EC 15	69,41	88,46	10,46	2,30	12,76	101,22	5,00
EC 16	9,20	10,14	0,19	0,02	0,21	10,35	2,70

Návrhy opatření

V této části jsou níže popsány 3 varianty návrhů protierozních opatření. Tyto návrhy se zabývají organizačními a technickými opatřeními na řešeném území. Návrhy jsou aplikovány na nejohroženějších erozních celcích č. 6, 8, 9, 10 a 15.

Vzhledem k nevyhovujícímu současnému stavu je navržena varianta č. 1 (viz příloha č. 4). V této variantě je kombinován současný osevní postup s navrženým protierozním postupem, který má faktor protierozního účinku nižší, a to C = 0,110. Navržený osevní postup již nezahrnuje kukuřici, ale do osevního postupu místo kukuřice je zařazeno více pšenice a vojtěšky a snížilo se také procentuální zastoupení řepky.

Tabulka č. 5.4: Protierozní osevní postup

Plodina	Plocha	C-faktor	C-faktor
	[%]	[-]	vážený
pšenice ozimá	43	0,1	0,043
pícniny jednoleté	29	0,02	0,006
řepka ozimá	28	0,22	0,062
C-faktor: Vážený průměr			0,110

Varianta číslo 2 zabraňuje smyvu půdy převážně na kritických místech záchytnými průlehy nebo také trvalým zatravnění plochy (viz příloha č. 5). Součástí varianty č. 2 je i rozdělení svahů pomocí průlehů, aby došlo k minimalizování plošné erozi a stabilizování svahů. Varianta č. 2 taktéž kombinuje současný osevní postup s nově navrženým osevním postupem a se zatravněním částí pozemků či průlehy. Na trvale zatravněných pozemcích se snižuje C-faktor na 0,005.

Dále je navržena varianta č. 3, která se zabývá pouze technickými opatřeními s možným trvalým zatravněním částí pozemků (viz příloha č. 6). Je zde ponechán stávající osevní postup s faktorem C = 0,25.

5.2.5 Výpočet míry erozního ohrožení (MEO) navrhovaných variant protierozních opatření

Tato kapitola se zabývá srovnáváním tří navržených variant na řešeném území se současným stavem.

Varianta 1

V této variantě je navržen nový osevní postup pro pozemky, jimž nejvíce hrozí vodní eroze. Následující tabulky se týkají pouze erozních celků, ve kterých je změněn osevní postup tak, aby byla zmírněna vodní eroze a její negativní důsledky. Změna se týká EC 6, EC 8, EC 9, EC 10 a EC 15. Mapa s MEO pro variantu č. 1 je uvedena v příloze č. 7.

EC 6

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	81,26	11,10	2,60	3,10	1,15	0,46	0,21	0,52	100,41	3,42
P [%]	80,93	11,06	2,59	3,09	1,14	0,46	0,21	0,52	100,00	

Erozní celek číslo 6 je nově rozdělen na dvě části. V horní části území je C-faktor 0,25 ponechán pro výpočet smyvu, kdežto ve spodní a střední části území je C-faktor

změněn na 0,11. Opatřením dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 69,77 ha na 81,26 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 87,50 ha na 94,96 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 10,68 ha na 4,92 ha. Plocha v kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se snížila z 2,22 ha na 0,52 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 12,90 ha na 5,44 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí 3,42 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Navrženou úpravou se zmenšil smyv půdy. Dráha koncentrovaného odtoku se stále vyskytuje, avšak v menším rozsahu.

EC 8

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	35,19	4,34	0,95	1,14	0,44	0,26	0,14	0,45	42,91	3,50
P [%]	81,99	10,12	2,21	2,66	1,03	0,61	0,33	1,04	100,00	

Tento erozní celek je velice nesouměrný a vznikaly tak ve spodní i horní části území rozsáhlé smyvy, které zapříčiňovaly vodní erozi. Proto bylo nutné navrhnout úpravy některých částí celku. Spodní svah je nově rozdělen takto: v dolní části, ve které vznikaly dráhy soustředěného odtoku, je navrhnout nový osevní postup, kdežto v horní části je stávající osevní postup ponechán. Horní část svahu je nově rozdělena takto: v dolní části, ve které vznikaly dráhy soustředěného odtoku, je navrhnout nový osevní postup, kdežto v horní části byl stávající osevní postup ponechán. Opatřením dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 30,95 ha na 35,19 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 37,43 ha na 40,48 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 4,18 ha na 1,99 ha. Plocha v kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se snížila z 1,31 ha na 0,45 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 5,49 ha na 2,43 ha za rok. Nový průměrný smyv půdy činí 3,50 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Tato hodnota je dostačující, přesto dráhy soustředěného odtoku v horní i dolní části území zůstávají.

EC 9

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	11,47	2,27	0,44	0,51	0,22	0,09	0,04	0,09	15,13	3,73
P [%]	75,82	15,02	2,92	3,36	1,45	0,58	0,27	0,58	100,00	

Na erozním celku číslo 9 se na většině území vyskytují dráhy soustředěného odtoku, proto je na celém EC 9 navržen protierozní osevní postup. Opatřením dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 7,89 ha na 11,47 ha. Celková plocha neohrožené

půdy se zvýšila z 11,82 ha na 14,18 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 2,75 ha na 0,86 ha. Plocha v kategorii $> 30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ se snížila z 0,56 ha na 0,09 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 3,31 ha na 0,95 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $3,73 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Protierozní osevní postup snížil míru erozního smyvu, avšak v západní části erozního celku číslo 9 se stále vyskytuje dráha soustředěného odtoku.

EC 10

G [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
P [ha]	10,97	2,78	0,62	0,69	0,30	0,12	0,07	0,13	15,68	4,24
P [%]	69,96	17,74	3,96	4,39	1,91	0,78	0,46	0,80	100,00	

V erozním celku číslo 10 se objevují soustavy drah soustředěného odtoku, proto je na těchto ohrožených plochách navržen protierozní osevní postup. Návrhem opatření dojde v kategorii 0–4 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ k navýšení plochy z 9,30 ha na 10,97 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 13,25 ha na 14,37 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 1,88 ha na 1,18 ha. Plocha v kategorii $> 30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ se snížila z 0,56 ha na 0,13 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 2,43 ha na 1,31 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $4,24 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Nově navržený osevní postup zmenšil smyv půdy na erozním celku 10, ale i přesto je tento návrh nedostačující.

EC 15

G [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
P [ha]	82,98	11,18	2,23	2,57	0,99	0,45	0,22	0,59	101,22	3,32
P [%]	81,99	11,05	2,21	2,54	0,98	0,45	0,21	0,58	100,00	

V erozním celku 15 se vyskytují dvě soustavy drah koncentrovaného odtoku. Proto je ve větší části celku navržen nový osevní postup. Opatřením dojde v kategorii 0–4 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ k navýšení plochy z 69,41 ha na 82,98 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 88,46 ha na 96,40 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 10,46 ha na 4,23 ha. Plocha v kategorii $> 30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ se snížila z 2,30 ha na 0,59 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 12,76 ha na 4,82 ha za rok. Nový průměrný smyv půdy činí $3,32 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Tato hodnota je dostačující, přesto

dráhy soustředěného odtoku ve střední i dolní části území zůstávají, avšak v menším rozsahu.

Varianta č. 2: Nový osevní postup se zatravněním a průlehy

Další možností je zatravnění a obdělávatelné průlehy na pozemcích, ve kterých nebyl dostatečně účinný nově navržený osevní postup. Následující tabulky se týkají pouze erozních celků, ve kterých je navrženo zatravnění či průlehy a zároveň je zde změněn osevní postup – EC 6, EC 8, EC 10 a EC 15. Ostatní celky jsou beze změn. Mapa s MEO pro variantu č. 2 je uvedena v příloze č. 8.

EC 6

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
P [ha]	89,26	7,45	1,35	1,34	0,44	0,19	0,09	0,28	100,41	2,74
P [%]	88,90	7,42	1,34	1,34	0,44	0,19	0,09	0,28	100,00	

V erozním celku číslo 6 se navržená varianta 1 neukázala jako dostačující, proto v dolní části území je nutné navrhnout dva průlehy, jenž jsou rovnoběžné s vrstevnicemi. Na tyto dva průlehy je kolmo navržen hlavní svodný průleh. Tento průleh se nachází v centru soustavy drah soustředěného odtoku. Opatřením dojde v kategorii 0–4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ k navýšení plochy z 69,77 ha na 89,26 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 87,50 ha na 98,05 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 10,68 ha na 2,02 ha. Plocha v kategorii > 30 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ se snížila z 2,22 ha na 0,28 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 12,90 ha na 2,35 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí 2,74 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Dráhy koncentrovaného odtoku se po navržení průlehu nevyskytují.

EC 8

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
P [ha]	36,35	4,14	0,82	0,87	0,25	0,14	0,08	0,26	42,91	3,11
P [%]	84,70	9,65	1,92	2,03	0,58	0,33	0,18	0,60	100,00	

V erozním celku číslo 8 je ve spodní části navržen průleh, jenž je rovnoběžný s vrstevnicemi. V horní části dojde k zatravnění plochy s nejvyšší koncentrací drah soustředěného odtoku. Opatřením dojde v kategorii 0–4 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ k navýšení plochy z 30,96 ha na 36,35 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 37,43 ha na 41,31 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 4,18 ha na 1,34 ha. Plocha

v kategorii $> 30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ se snížila z 1,31 ha na 0,26 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 5,49 ha na 1,60 ha za rok. Průměrný smyv půdy činí $3,11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Dráhy koncentrovaného odtoku se po navrženém zatravnění vyskytují, avšak v malém rozsahu.

EC 9

G [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset \text{G}$
P [ha]	12,10	2,04	0,36	0,37	0,14	0,06	0,02	0,03	15,13	3,29
P [%]	80,00	13,47	2,39	2,47	0,91	0,39	0,15	0,22	100,00	

V levé horní části tohoto pozemku je navržen záchytný průleh, který zachytává povrchový odtok vody z horní části pozemku. Opatřením dojde v kategorii 0–4 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ k navýšení plochy z 7,89 ha na 12,10 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 11,82 ha na 14,50 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 2,75 ha na 0,59 ha. Plocha v kategorii $> 30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ se snížila z 0,56 ha na 0,03 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 3,31 ha na 0,63 ha za rok. Průměrný smyv půdy se sníží z $6,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ na $3,29 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Navržením pouze průlehu v erozního celku č. 9 se ukazuje jako nedostačující, protože v dolní části pozemku vznikají ve velké míře dráhy soustředěného odtoku.

EC 10

G [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	ΣP	$\emptyset \text{G}$
P [ha]	12,66	2,02	0,41	0,36	0,12	0,03	0,02	0,06	15,68	3,23
P [%]	80,77	12,90	2,61	2,30	0,76	0,18	0,10	0,39	100,00	

V erozním celku číslo 10 je navrženo částečné zatravnění území. Opatřením dojde v kategorii 0–4 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ k navýšení plochy z 9,30 ha na 12,66 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 13,25 ha na 15,10 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 1,88 ha na 0,52 ha. Plocha v kategorii $> 30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ se snížila z 0,56 ha na 0,06 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 2,43 ha na 0,58 ha za rok. Průměrný smyv půdy se sníží z $5,93 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ na $3,23 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Dráhy koncentrovaného odtoku se po navrženém zatravnění nevyskytují.

EC 15

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	85,34	10,49	1,91	2,00	0,65	0,29	0,14	0,40	101,22	3,06
P [%]	84,32	10,36	1,89	1,98	0,65	0,28	0,14	0,39	100,00	

Ve střední části erozního celku číslo 15 je navrženo zatravnění údolnice . Po spodní části jsou navrženy dva nad sebou ležící průlehy. Opatřením dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 69,41 ha na 85,34 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 88,46 ha na 97,74 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 10,46 ha na 3,08 ha. Plocha v kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se snížila z 2,30 ha na 0,40 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 12,76 ha na 3,48 ha za rok. Průměrný smyv půdy se sníží z 5,00 t·ha⁻¹·rok⁻¹ na 3,06 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Navrženými průlehy se sníží počet drah koncentrovaného odtoku a dále se zmenší smyv půdy.

Varianta 3

Varianta č. 3 představuje zatravnění či použití průlehy na pozemcích, které nejvíce ohrožuje vodní eroze při zachování původního osevního postupu. Následující tabulky se týkají pouze erozních celků, ve kterých je navrženo zatravnění či průlehy při stávající osevním postupu – EC 6, EC 8, EC 9, EC 10 a EC 15. Ostatní celky jsou beze změn. Mapa s MEO pro variantu č. 3 je uvedena v příloze č. 9.

EC6

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	78,57	13,80	2,76	2,94	1,20	0,51	0,22	0,42	100,41	3,51
P [%]	78,25	13,74	2,75	2,93	1,20	0,50	0,22	0,41	100,00	

V erozním celku číslo 6 jsou navrženy dva průlehy, které vedou rovnoběžně po vrstevnicích v mírném podélném sklonu. Tyto průlehy jsou napojeny na svodný průleh. Pomocí něj bude voda odváděna. Opatřením dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 69,77 ha na 78,57 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 87,50 ha na 95,12 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 10,68 ha na 4,87 ha. Plocha v kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se snížila z 2,22 ha na 0,42 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 12,90 ha na 5,28 ha za rok. Průměrný smyv půdy se snížil z t·ha⁻¹·rok⁻¹ 5,01 na 3,51 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Dráhy koncentrovaného odtoku se po navržení průlehy nevyskytují.

EC 8

G [t·ha⁻¹·rok⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	32,47	4,84	1,26	1,94	0,90	0,54	0,28	0,67	42,91	4,32
P [%]	75,67	11,28	2,94	4,53	2,10	1,27	0,66	1,55	100,00	

Ve spodní části tohoto pozemku je naplánován zatravněný průleh. Tímto průlehem se eliminuje výskyt drah soustředěného odtoku. Opatřením dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 30,96 ha na 32,47 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 37,43 ha na 38,58 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 4,18 ha na 3,67 ha. Plocha v kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se snížila z 1,31 ha na 0,67 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 5,49 ha na 4,34 ha za rok. Průměrný smyv půdy se sníží z 4,99 na t·ha⁻¹·rok⁻¹ 4,32 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Dráhy koncentrovaného odtoku se v erozním celku vyskytují ve velké míře.

EC 9

G [t·ha⁻¹·rok⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	8,55	3,08	0,80	1,25	0,63	0,31	0,17	0,33	15,13	6,03
P [%]	56,52	20,35	5,28	8,27	4,18	2,06	1,13	2,21	100,00	

V levé horní části tohoto pozemku je navržen sběrný průleh, který zachytává povrchový odtok vody z horní části pozemku. Opatřením dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 7,89 ha na 8,55 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 11,82 ha na 12,43 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 2,75 ha na 2,37 ha. Plocha v kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se snížila z 0,56 ha na 0,33 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 3,31 ha na 2,70 ha za rok. Průměrný smyv půdy se sníží z 6,88 t·ha⁻¹·rok⁻¹ na 6,03 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Navržením pouze průlehu v erozního celku č. 9 se ukazuje jako nedostačující, protože v dolní části pozemku vznikají ve velké míře dráhy soustředěného odtoku.

EC 10

G [t·ha⁻¹·rok⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	12,04	2,29	0,48	0,48	0,19	0,07	0,05	0,09	15,68	3,64
P [%]	76,77	14,58	3,06	3,04	1,18	0,47	0,30	0,59	100,00	

V erozním celku č. 10 je navrženo na pravé a levé straně ve spodní a střední části zatravnění. Opatřením dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 9,30 ha na 12,04 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 13,25 ha na 14,80 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 1,88 ha na 0,78 ha. Plocha v kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se snížila z 0,56 ha na 0,09 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 2,43 ha na 0,88 ha za rok. Průměrný smyv půdy se sníží z 5,93 t·ha⁻¹·rok⁻¹ na 3,64 t·ha⁻¹·rok⁻¹.

EC 15

G [t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹]	0–4	4–8	8–10	10–15	15–20	20–25	25–30	> 30	Σ P	Ø G
P [ha]	72,12	15,21	3,46	4,91	2,35	1,19	0,62	1,35	101,22	4,48
P [%]	71,25	15,02	3,42	4,85	2,32	1,18	0,62	1,33	100,00	

Na území erozního celku číslo 15 jsou vyprojektovány dva průlehy, které se nachází ve spodní části celku. Ve středu pozemku je umístěn průleh, jenž nevede po vrstevnici, ale po spádnici, protože se zde koncentrují dráhy soustředěného odtoku. Návrhem dojde v kategorii 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹ k navýšení plochy z 69,41 ha na 72,12 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 88,46 ha na 90,79 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 10,46 ha na 9,08 ha. Plocha v kategorii > 30 t·ha⁻¹·rok⁻¹ se snížila z 2,30 ha na 1,35 ha. Celkově ohrožená plocha erozním smyvem se snížila z 12,79 ha na 10,43 ha za rok. Průměrný smyv půdy se sníží z 5,00 t·ha⁻¹·rok⁻¹ na 4,48 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Dráhy koncentrovaného odtoku se v erozním celku vyskytují ve velké míře.

5.2.6 Souhrnné vyhodnocení výsledků

Tato podkapitola srovnává tři navržené varianty se současným stavem na vybraných erozních celcích. Dále obsahuje výběr nejvhodnějších opatření a jejich zdůvodnění. Před následujícími tabulkami je vždy uveden název celku s jeho celkovou rozlohou. Srovnání je tabelárně zpracováno. V řádcích tabulek jsou uvedeny výsledky ze současnosti a navržených variant. Sloupce rozdělují kategorie MEO.

V následující tabulce č. 5.5 jsou uvedeny plochy míry erozního ohrožení v hektarech. Ve sloupci číslo 1 se nachází plochy erozních celků jejichž MEO spadá do kategorie 0–4 vyjádřená v t·ha⁻¹·rok⁻¹. Přípustný smyv pro tuto kategorii činí 4 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Ve sloupci číslo 2 se nachází plochy erozních celků jejichž MEO spadá

do kategorie 0–10 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Přípustný smyv pro tuto kategorii činí $10 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

Ve sloupci číslo 3 se nachází plochy erozních celků s nepřipustným erozním smyvem jejichž MEO spadá do kategorie 10–30 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Jedná se o plochu s vysokou ohrožeností erozním smyvem. Ve sloupci číslo 4 se nachází plochy erozních celků, jejichž MEO spadá do kategorie více než 30 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Jedná se o plochu s kritickou ohrožeností erozním smyvem.

Sloupec číslo 5 představuje celkovou plochu ohroženou erozním smyvem. Sloupec číslo 6 vyjadřuje průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

EC 6, $\sum P_{celk.} = 100,41$ [ha]

Tabulka č. 5.5: Srovnání výsledků MEO EC6

Číslo sloupce	1	2	3	4	5	6
kategorie G	0–4	0–10	10–30	> 30	POES	$\emptyset G$
Současnost	69,77	87,50	10,68	2,22	12,90	5,01
Varianta č. 1	81,26	94,96	4,92	0,52	5,44	3,42
Varianta č. 2	89,26	98,05	2,07	0,28	2,35	2,74
Varianta č. 3	78,57	95,12	4,87	0,42	5,28	3,51

Tabulka č. 5.5 ukazuje, že současný stav území je nevyhovující. Z navržených variant se varianta č. 2 jeví jako nejlepší možnost. Dochází zde oproti jiným variantám k výraznějšímu navýšení hodnot plochy půdy v přípustném erozním smyvu půdy, a to z 69,77 ha na 89,26 ha, a naopak ke snížení hodnot kritického erozního smyvu z 2,22 ha na 0,28 ha. To je způsobeno změnou osevního postupu, navržením dvou záchytných průleहů a jednoho svodného průlehu. Z pohledu snížení průměrného erozního smyvu je tato varianta č. 2 nejvýhodnější.

EC 8, P_{celk.} = 42,91 [ha]

Tabulka č. 5.6: Srovnání výsledků MEO EC 8

	0–4	0–10	10–30	> 30	POES	Ø G
Současnost	30,96	37,43	4,18	1,31	5,49	4,99
Varianta č. 1	35,19	40,48	1,99	0,45	2,43	3,50
Varianta č. 2	36,35	41,31	1,34	0,26	1,60	3,11
Varianta č. 3	32,47	38,58	3,67	0,67	4,34	4,32

V erozním celku č. 8 nejlepších hodnot dosahuje varianta č. 2, avšak varianta č. 1 se od ní příliš neliší. Varianta č. 1 je oproti předchozí vhodnější, neboť zde nevzniká zábor půdy trvalým zatravněním a nejsou zde oddělené zemědělské plochy průlehem. Na erozním celku č. 8 postačí pouze navrhnout taková organizační opatření, která změní stávající osevní postup. Není tedy nutné zařazovat do plánů technická opatření. Novými opatřeními se sníží dlouhodobá ztráta půdy z 4,99 t·ha⁻¹·rok⁻¹ na 3,50 t·ha⁻¹·rok⁻¹.

EC 9, P_{celk.} = 15,13 [ha]

Tabulka č. 5.7: Srovnání výsledků MEO EC 9

	0–4	0–10	10–30	> 30	POES	Ø G
Současnost	7,89	11,82	2,75	0,56	3,31	6,88
Varianta č. 1	11,47	14,18	0,86	0,09	0,95	3,73
Varianta č. 2	12,10	14,50	0,59	0,03	0,63	3,29
Varianta č. 3	8,55	12,43	2,37	0,33	2,70	6,03

V erozním celku č. 9 je současný stav nevyhovující, neboť průměrná dlouhodobá ztráta půdy vykazuje příliš vysokou hodnotu, a to 6,88 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Celková plocha neohrožené půdy erozním smyvem je 11,82 ha z celkového počtu 15,13 ha. Je to pouze 75 % z obdělávané plochy.

Ve variantě č. 3 nedojde k razantnímu snížení průměrného smyvu a také nedochází k navýšení plochy v kategorii přípustného erozního smyvu, proto tato varianta není příliš vhodná.

V tabulce č. 5.7 můžeme vidět, že varianta č. 1 a 2 jsou vykazují podobné hodnoty. Varianta č. 2 vykazuje sice o něco lepší výsledky, avšak zahrnuje ve svých

plánech technická opatření, i když by v tomto případě stačila pouze opatření organizační.

Varianta č. 1 zahrnuje ve svých plánech organizační opatření, proto v celém erozním celku č. 9 je navržen nový osevní postup. Tato varianta je zvolena jako nejvhodnější s ohledem na efektivnost a finanční náročnost.

EC 10, $P_{\text{celk.}} = 15,68$ [ha]

Tabulka č. 5.8: Srovnání výsledků MEO EC 10

	0–4	0–10	10–30	> 30	POES	\emptyset G
Současnost	9,30	13,25	1,88	0,56	2,43	5,93
Varianta č. 1	10,97	14,37	1,18	0,13	1,31	4,24
Varianta č. 2	12,66	15,10	0,52	0,06	0,58	3,23
Varianta č. 3	12,04	14,80	0,78	0,09	0,88	3,64

Současný stav v erozním celku č. 10 není taktéž vyhovující, protože pouze 9,30 ha zemědělské půdy (60 % z celkové plochy) spadá do kategorie 0–4 t·ha⁻¹·rok⁻¹.

Ve variantě č. 1 překračuje průměrná roční ztráta půdy 4 t·ha⁻¹·rok⁻¹. Tato varianta je nevyhovující.

Varianty č. 2 a 3 jsou si svými hodnotami velmi podobné. Je nutné zde navrhnout částečné trvalé zatravnění na pravé i levé straně svahu pozemku. Poté dojde ke snížení plochy v kategorii kritického erozního smyvu z 0,56 ha na 0,06 resp. 0,09 ha. Při srovnávání variant č. 2 a 3 činí rozdíl v plochách neohrožené půdy 0,3 ha. Je na uvaženu, kterou z těchto variant zvolit a zde je nutné změnit osevní postup. V případě změny osevního postupu nedojde k výraznému nárůstu plochy neohrožené půdy, ale jsou eliminovány dráhy soustředěného odtoku v horní části levého svahu.

EC 15, $P_{\text{celk.}} = 101,22$ [ha]

Tabulka č. 5.9: Srovnání výsledků MEO EC 15

	0–4	0–10	10–30	> 30	POES	\emptyset G
Současnost	69,41	88,46	10,46	2,30	12,76	5,00
Varianta č. 1	82,98	96,40	4,23	0,59	4,82	3,32
Varianta č. 2	85,34	97,74	3,08	0,40	3,48	3,06
Varianta č. 3	72,12	90,79	9,08	1,35	10,43	4,48

V erozním celku č. 15 je současný stav taktéž nevyhovující, proto projektují následující varianty. Nejlepší možnost se jeví jako varianta č. 2, jež navrhuje v erozním celku č. 15 nový osevní postup a zároveň průlehy. Tato varianta je i za cenu zvolení technického opatření nejvýhodnější, neboť snižuje rychlost odtékající vody a zároveň stabilizuje dráhu koncentrovaného odtoku.

V každém výše uvedeném erozním celku byla vybrána nejvhodnější varianta pro snížení dlouhodobé průměrné ztráty půdy z řešených pozemků.

5.3 Návrh technických protierozních opatření

Tato kapitola jsem se zabývá výpočtem a návrhem parametrů záchytných průlehu, které jsou navrženy jako technické PEO. Tyto průlehy zároveň slouží jako vodohospodářské opatření. Podélný sklon záchytných průlehu je 0 %, díky tomu je veškerá voda, jež přiteče, vsakována. Proto je potřeba nadimenzovat průlehy na maximální objem odtoku návrhové srážky.

5.3.1 Výpočty parametrů průlehu

Objem přímého odtoku se vypočítá pomocí intenzivního vzorce (4.6), který popsán ve výše uvedené podkapitole 4.2.1 Návrh objemů. Aby bylo možné vypočítat objem přímého odtoku, je nutné vypočítat náhradní intenzitu návrhového deště pomocí vztahu (4.7), jenž je ve výše uvedené podkapitole 4.2.2 Určení návrhové srážky. Pro zjištění střední intenzity návrhových náhradních dešťů máme k dispozici 24-hodinové úhrny s periodicitou $p = 0,5; 0,2; 0,1; 0,02$ a $0,01$. Tyto úhrny je nutné zredukovat na 30-ti minutový déšť, jenž jsou popsány vztahem (4.8) v podkapitole 4.2.2 Určení návrhové srážky. Hodnota redukčního koeficientu pro výpočet je $\varphi_t = 0,5$, který je zjištěn interpolací z tabulky redukčních koeficientů (Hrádek, 1988). Navržené průlehy budou nadimenzovány na 30-ti minutový déšť s dobou opakování $N = 10$ let.

Dle vzorců uvedených v kapitole 4.2 jsou provedeny výpočty intenzit náhradních dešťů a následné výpočty objemu přímého odtoku pro navržení parametrů záchytných drenů. Výsledky těchto výpočtů jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka č. 5.10: Úhrny a intenzity návrhového deště

N	2	5	10	50	100
$H_{24,N}$ [mm]	33,5	46,4	54,6	73,8	82,0
$H_{30,N}$ [mm]	16,8	23,2	27,3	36,9	41,0
i_s [mm/s]	0,009	0,013	0,015	0,021	0,023

V tabulce č. 5.10 $H_{24,N}$ znamená 24-hodinové úhrny s dobou opakování $N = 2, 5, 10, 50$ a 100 let v [mm]. Tyto úhrny jsou získány z publikace Výpočet maximálních průtoků na malých povodích (Hrádek, Zezulák, 1998). $H_{30,N}$ představuje zredukované úhrny na 30-ti minutový déšť v [mm]. Střední intenzita srážek návrhových dešťů je v tabulce značena jako i_s v [mm/s].

Tabulka č. 5.11: Výsledky maximálního objemu odtoku

	ZP č.	L	Δh	I	φ_L	$Q_{max,2}$	$Q_{max,5}$	$Q_{max,10}$	$Q_{max,50}$	$Q_{max,100}$
	[-]	[m]	[m]	[-]	[-]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]
EC 6	1	520	31	0,060	0,330	2,87	3,98	4,68	6,33	7,04
	2	335	18	0,054	0,310	1,74	2,41	2,84	3,83	4,26
	3	270	19	0,070	0,365	1,65	2,29	2,69	3,64	4,04
EC 8	4	215	17	0,079	0,395	1,42	1,97	2,32	3,13	3,48
EC 9	5	150	19	0,127	0,510	1,28	1,77	2,09	2,82	3,14
EC 15	6	410	36	0,088	0,415	2,85	3,95	4,65	6,28	6,98
	7	240	23	0,096	0,435	1,75	2,42	2,85	3,85	4,28

V této tabulce se nachází 7 záchytných průlehů (ZP) (viz příloha č. 10). V dalším sloupci L vyjadřuje délku svahu nad záchytným průlehem [m]. Δh znamená výškové převýšení svahu nad průlehem v metrech. I v tabulce představuje sklon svahů pozemků v [%], který nabývá hodnot od 5,4 do 12,7 %. Potřebujeme znát hodnotu sklonu svahu pro určení součinitele odtoku (φ_L), kterou získáme z grafu součinitelé odtoku pro záchytné prvky dle Dýrová, 1988.

Návrh parametrů záchytných průlehů

Pro zachytávání a vsakování přitékající vody jsou zvoleny záchytné průlehy. Průlehy jsou navrženy na objem přímého odtoku s průměrnou dobou opakování 10 let.. Tvar navržených průlehů je jednoduchý lichoběžník s hrázkou v příčném řezu. Pro každý

vypočítaný průleh je narýsován vzorový příčný řez v programu AutoCad příloha č. 11 a 12.

Tabulka č. 5.12: Navržené parametry záchytných průlehů

	ZP č.	h	b	m	Q _{NÁVRH.}	Q _{max,10}	Q _{NÁVRH.} ≥ Q _{max,10}
	[-]	[m]	[m]	[-]	[m ²]	[m ²]	
EC 6	1	0,90	0,90	5	4,86	4,68	VYHOVUJE
	2	0,70	0,90	5	3,08	2,84	VYHOVUJE
	3	0,65	0,90	5	2,70	2,69	VYHOVUJE
EC 8	4	0,65	0,60	5	2,50	2,32	VYHOVUJE
EC 9	5	0,60	0,60	5	2,16	2,09	VYHOVUJE
EC 15	6	0,90	0,90	5	4,86	4,65	VYHOVUJE
	7	0,70	0,60	5	2,87	2,85	VYHOVUJE

Tato tabulka obsahuje navržené parametry záchytných průlehů, kde b je šířka dna průlehu v metrech, h představuje hloubku průlehu v [m], m udává sklon svahu průlehu. Objem navrženého průlehu musí být roven nebo větší než objem přímého odtoku návrhové srážky.

6 Závěr

Obsahem bakalářské práce je návrh vodohospodářských opatření, které slouží k zachycení přívalových vod, jenž ohrožují intravilán obce Starovice. Obec Starovice se nachází v Jihomoravském kraji blízko města Hustopeče. Řešené území tvoří orná půda. Zemědělské pozemky se nachází na kopcích s dlouhými svahy a místy i strmým sklonem. Tyto plochy pozemků jsou ohroženy vodní erozí a vznikají zde dráhy soustředěného odtoku vody.

V práci je posouzena míra erozního smyvu půdy na řešených pozemcích. K posouzení míry současného erozního smyvu půdy je zvolena metoda Wischmeier-Smith, pomocí níž je vypočítána dlouhodobá průměrná roční ztráta půdy. Na základě výsledků dlouhodobé ztráty půdy a shromážděných podkladů a informací jsou navrženy tři varianty protierozních opatření. V práci jsou použita organizační opatření – změna osevního postupu, trvalé zatravnění plochy, a technická opatření – záchytné průlehy. Opatření jsou následně posouzena metodou Wischmeier-Smith. Tyto varianty jsou navrženy na pozemcích, které jsou dle výpočtů nejvíce ohroženy erozním smyvem půdy. Navrhovanými opatřeními je snížena dlouhodobá ztráta půdy a zároveň je zamezeno vzniku drah soustředěného odtoku vody. Následně jsou v práci varianty porovnány z hlediska jejich účinnosti a pro vymezený erozní celek vybrána nejvhodnější a nejefektivnější varianta. Tato varianta je doporučena k aplikaci na daném území. Avšak bude záležet na užitelnosti půdy a na finanční rentabilitě opatření kterou z navržených variant zvolí k realizaci.

Současně jsou doporučeny parametry záchytných průlehů, jenž jsou nadimenzovány na objem přímého odtoku vody ze svahů nad průlehy.

Součástí práce jsou mapy vytvořené v programu ArcGIS a vzorové příčné řezy záchytných průlehů vytvořené v programu AutoCad.

Navrženými opatřeními dojde ke snížení průměrného ročního smyvu půdy, čímž nebude docházet ke snižování kvality zemědělské půdy. Vodohospodářskými opatřeními bude voda zachytávána a pomalu vsakována do půdy a sníží se míra ohrožení intravilánu obce odtokem povrchové vody.

7 Seznam použité literatury

- CABLÍK, J. JÚVA, K. *Protierozní ochrana půdy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963. 324 s. 07-021-63.
- DÝROVÁ, E. *Ochrana a organizace povodí. Návody ke komplexnímu projektu, výběrovému předmětu a diplomnímu semináři*. Brno: VUT v Brně, 1988. 190 s. 55-615-88.
- HOLÝ, M. *Eroze a životní prostředí*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994. 383 s. ISBN 80-01-01078-3.
- HOLÝ, M. *Protierozní ochrana*. Bratislava: ALFA, 1978, 283 s.
- HRÁDEK, F. *Návrhové průtoky pro velmi malá povodí – hydrologická směrnice*. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1988.
- HRADÁK, E.; ZEZULÁK, J. *Výpočet maximálních průtoků na malých povodních*. Praha, 1998.
- JANEČEK, M. a kol. *Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe – Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1992. ISBN 0231-9470.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Příručka ochrany proti vodní erozi*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011. 56 s. ISBN 978-80-7084-996-5.
- MITASOVA, H. *Modeling topographic potential for erosion and deposition using GIS*.
- ŠAMAJ, F.; VALOVIČ, Š.; BRÁZDIL, R. *Denné úhrny srážok s mimoriadnou vydatnosťou v období 1901-1980*. Bratislava: ALFA, 1985. 112 s.
- ŠÁLEK, J. *Půdní hospodářství*. Brno: VUT v Brně, 1986. 156 s.
- TRUPL, J. a kol. *Protierozní ochrana zemědělských pozemků – Typizační směrnice*. Praha: Hydroprojekt, 1987. 132 s. arch č. 06-868.
- ČSN 75 0142. *Názvosloví protierozní ochrany půdy*. Praha: Vydavatelství norem, 1991.

Internetové zdroje:

1. Faktor ochranného vlivu vegetace. *Sowac GIS - vodní a větrná eroze půd* [online]. 2011 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: http://ms.vumop.cz/mapserv/dhtml_eroze/.
2. Starovice. *Obce, města a vesnice ČR* [online]. 2012 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.obce-mesta.info/obec.php?id=Starovice-584894>
3. MĚSTSKÝ ÚŘAD HUSTOPEČE, Odbor regionálního rozvoje. Strategický plán rozvoje města Hustopeče. *Hustopeče – city* [online]. 2009 [pdf] [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: http://www.hustopece-city.cz/user_data/dokumenty/sprmh2009.pdf

8 Seznam obrázků

OBR.1: UKÁZKA DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU NA ÚZEMÍ OBCE STAROVICE	12
OBR.2: UKÁZKA EROZNÍCH CELKŮ NA ÚZEMÍ OBCE STAROVICE	13
OBR.3: UKÁZKA HODNOT LS FAKTORU NA ÚZEMÍ OBCE STAROVICE	15
OBR.4: UKÁZKA HODNOT K FAKTORU NA ÚZEMÍ OBCE STAROVICE	16

9 Seznam tabulek

TABULKA Č. 3.1: PŘÍPUSTNÁ ZTRÁTA PŮDY	6
TABULKA Č. 4.1: KATEGORIE OHROŽENOSTI VODNÍ EROZÍ	17
TABULKA Č. 5.1: EROZNÍ CELKY A JEJICH VÝMĚR	21
TABULKA Č. 5.2: SOUČASNÝ OSEVNÍ POSTUP	21
TABULKA Č. 5.3: SOUHRNNÝ PŘEHLED MEO NA EC.....	29
TABULKA Č. 5.4: PROTIEROZNÍ OSEVNÍ POSTUP	30
TABULKA Č. 5.5: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC6.....	38
TABULKA Č. 5.6: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC 8.....	39
TABULKA Č. 5.7: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC 9.....	39
TABULKA Č. 5.8: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC 10.....	40
TABULKA Č. 5.9: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC 15.....	40
TABULKA Č. 5.10: ÚHRNY A INTENZITY NÁVRHOVÉHO DEŠTĚ	42
TABULKA Č. 5.11: VÝSLEDKY MAXIMÁLNÍHO OBJEMU ODTOKU.....	42
TABULKA Č. 5.12: NAVRŽENÉ PARAMETRY ZÁCHYTNÝCH PRŮLEHŮ	43

10 Seznam použitých zkratk

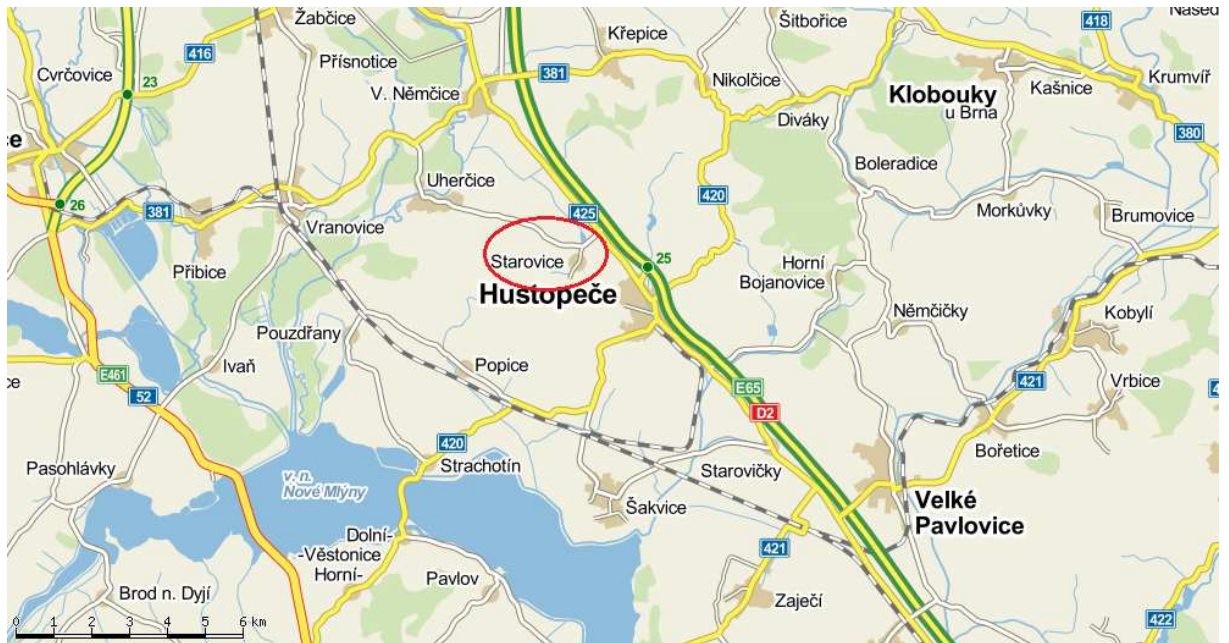
BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
DMT	Digitální model terénu
EC	Erozní celek
EUC	Erozně uzavřený celek
HPJ	Hlavní půdní jednotky
GIS	Geografický informační systém
LPIS	Veřejný registr půdy
MEO	Míra erozního ohrožení
PEO	Protierozní opatření
POES	Plocha ohrožena erozním smyvem
USLE	Universal Soil Loss Equation (univerzální rovnice ztráty půdy)
ÚVTIZ	Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZM10	Základní mapa České republiky 1:10000
ZP	Záchytný průleh

11 Seznam příloh

- Příloha č. 1: Mapa s vyznačením obce Starovice
- Příloha č. 2: Ortofotomapa s vyznačením hranic katastrálního území obce Starovice
- Příloha č. 3: MEO na území obce Starovice – současnost
- Příloha č. 4: PEO na území obce Starovice – varianta č. 1
- Příloha č. 5: PEO na území obce Starovice – varianta č. 2
- Příloha č. 6: PEO na území obce Starovice – varianta č. 3
- Příloha č. 7: MEO na území obce Starovice – varianta č. 1
- Příloha č. 8: MEO na území obce Starovice – varianta č. 2
- Příloha č. 9: MEO na území obce Starovice – varianta č. 3
- Příloha č. 10: Záchytné průlehy – umístění na EC na území obce Starovice
- Příloha č. 11: Záchytné průlehy – vzorové příčné řezy 1–4
- Příloha č. 12: Záchytné průlehy – vzorové příčné řezy 5–7

Příloha č. 1: Mapa s vyznačením obce Starovice

(Zdroj: www.mapy.cz)



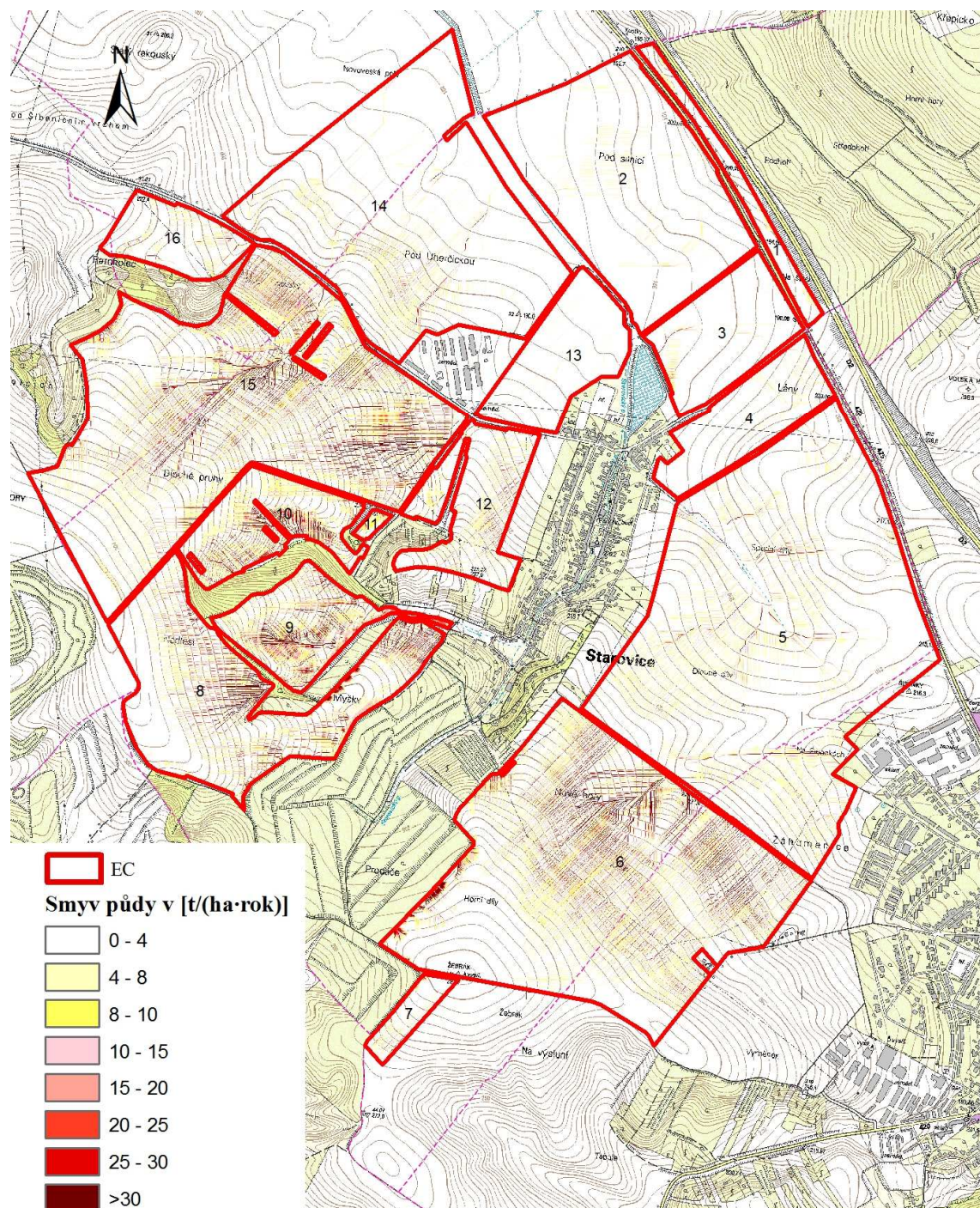
Příloha č. 2: Ortofotomapa s vyznačením hranic katastrálního území obce Starovice

(Zdroj: www.geosense.cz/geoportal/starovice/)



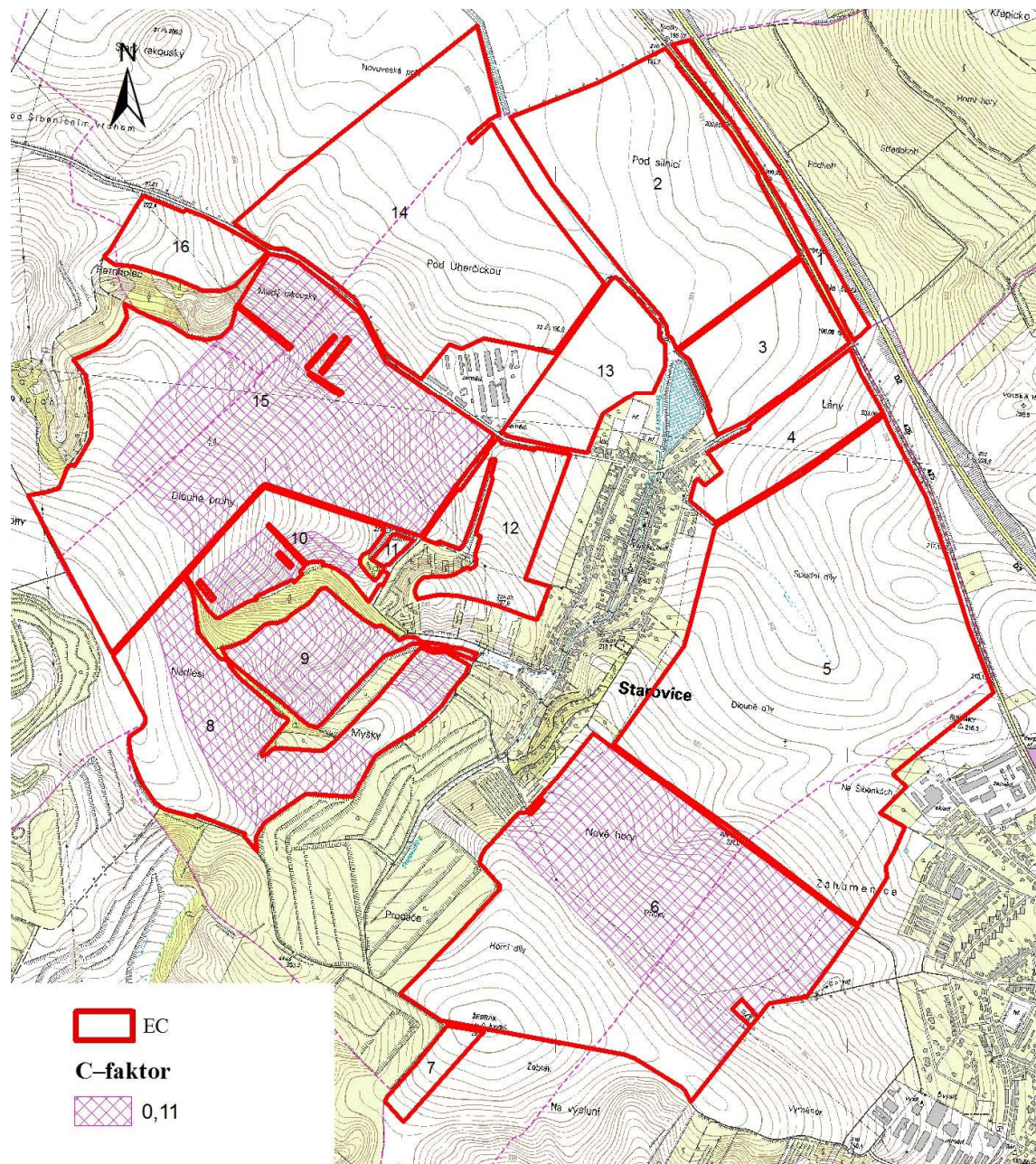
Příloha č. 3: MEO na území obce Starovice – současnost

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)



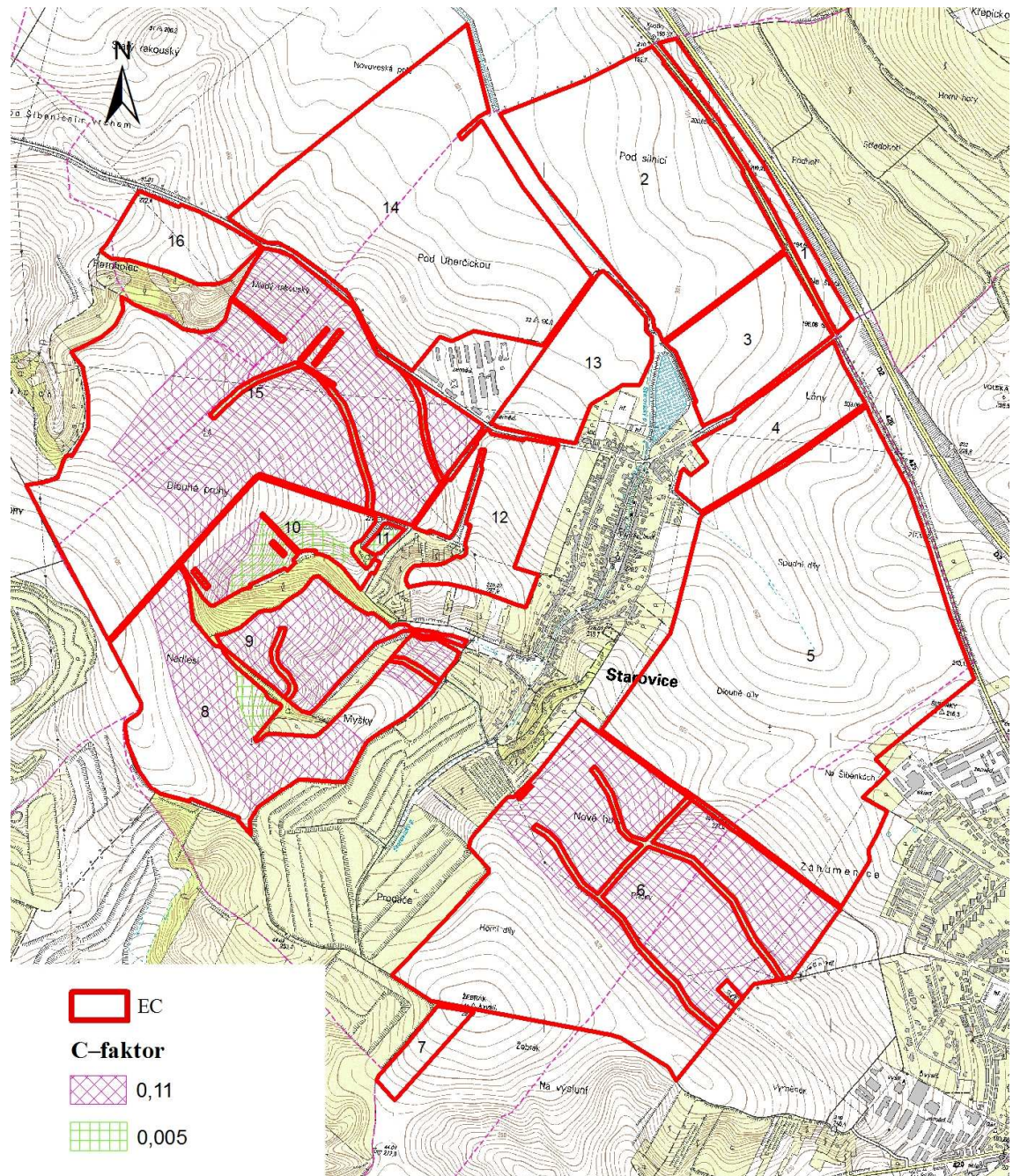
Příloha č. 4: PEO na území obce Starovice – varianta č. 1

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)



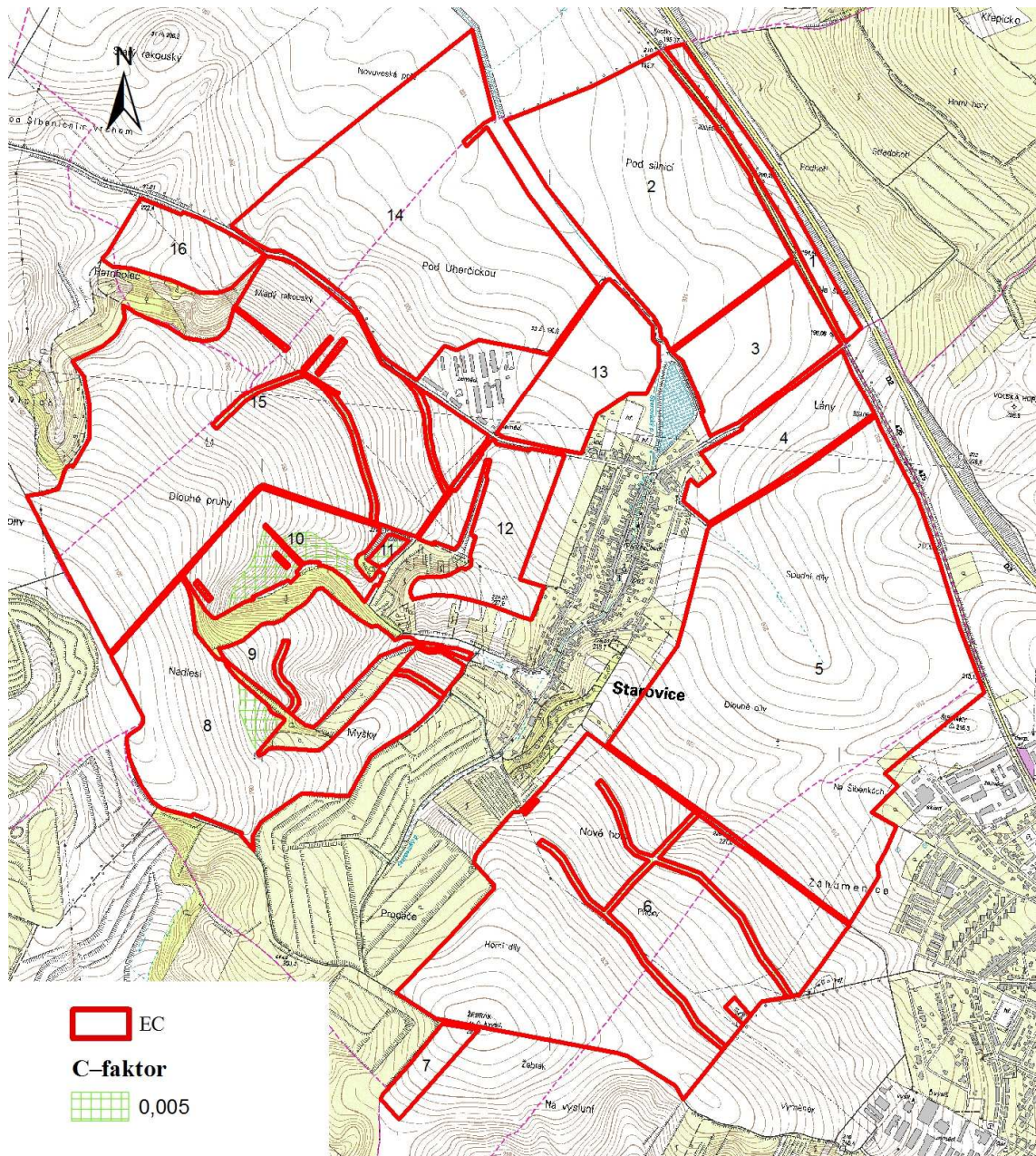
Příloha č. 5: PEO na území obce Starovice – varianta č. 2

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)



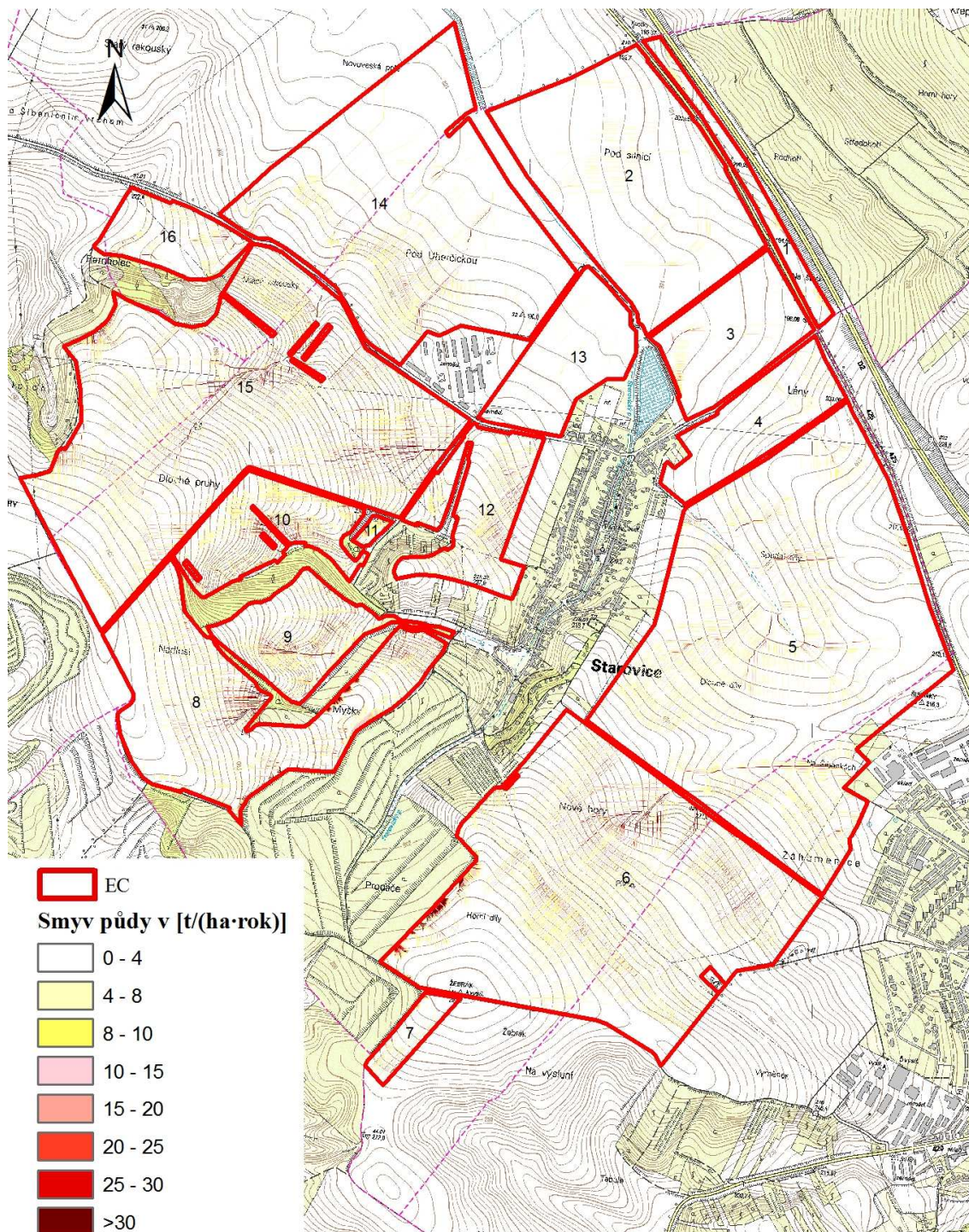
Příloha č. 6: PEO na území obce Starovice – varianta č. 3

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)



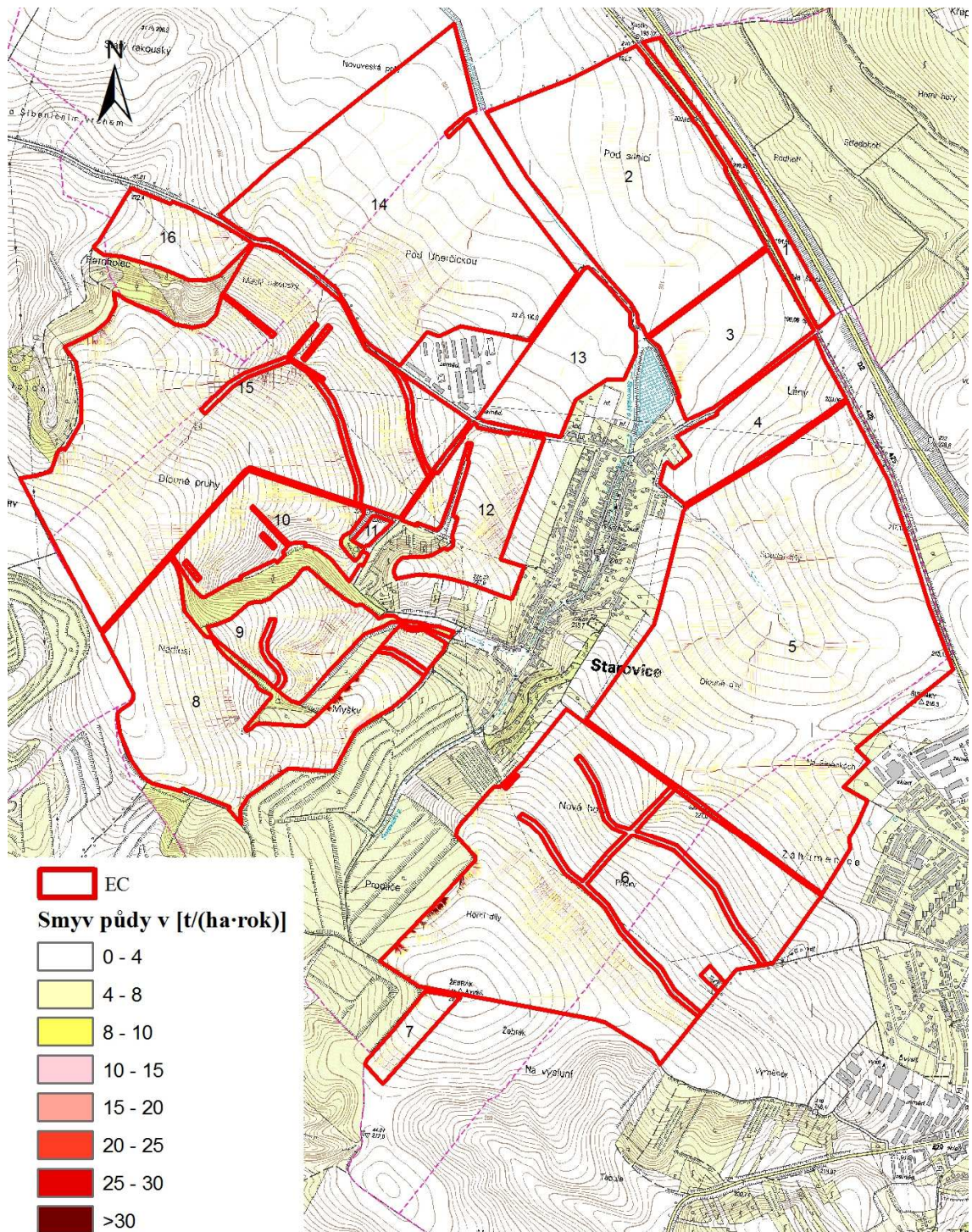
Příloha č. 7: MEO na území obce Starovice – varianta č. 1

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)



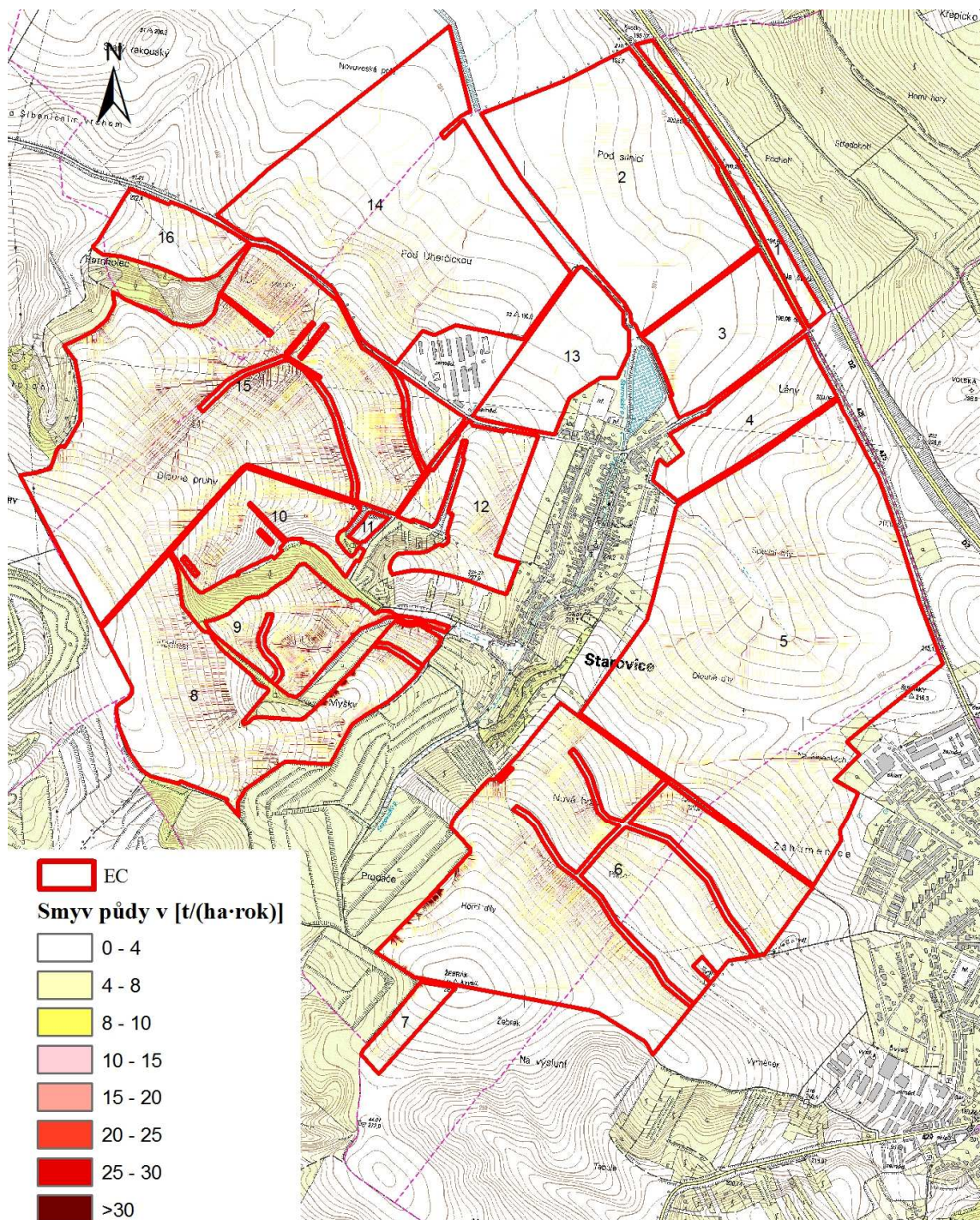
Příloha č. 8: MEO na území obce Starovice – varianta č. 2

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)



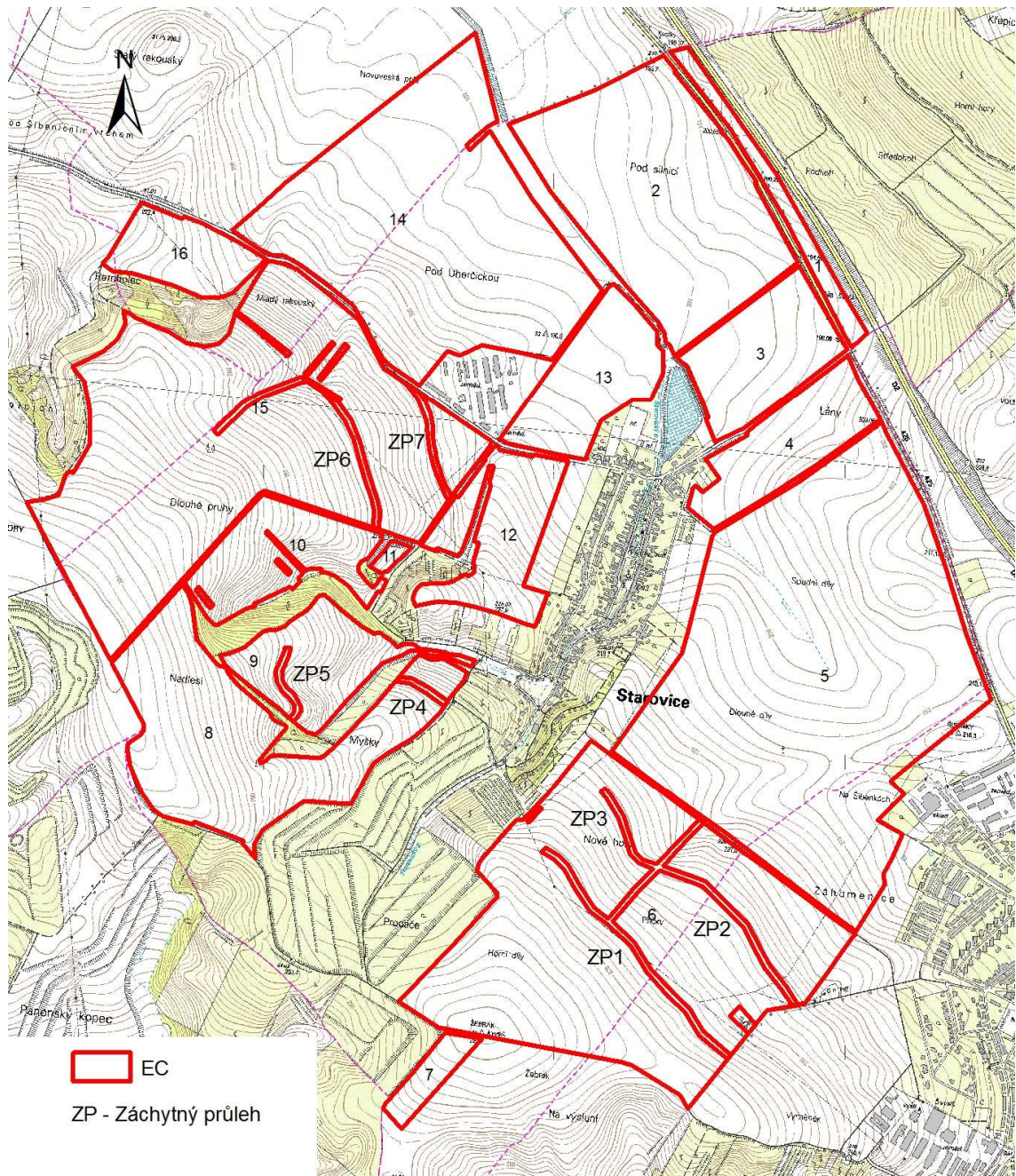
Příloha č. 9: MEO na území obce Starovice – varianta č. 3

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)



Příloha č. 10: Záchytné průlehy – umístění na EC na území obce Starovice

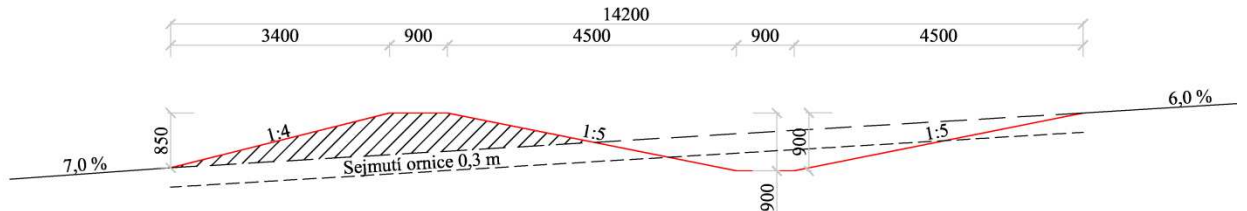
(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)



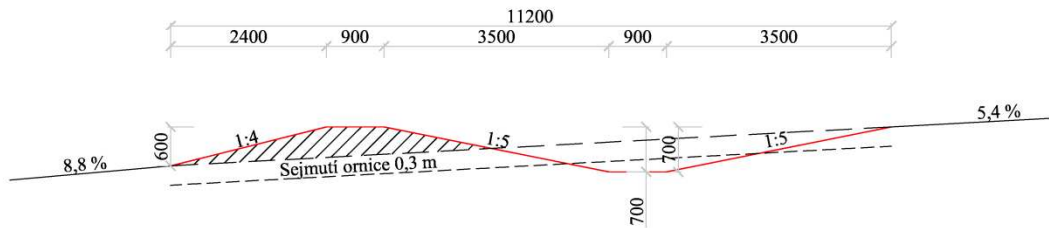
Příloha č. 11: Záchytné průlehy – vzorové příčné řezy 1–4

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)

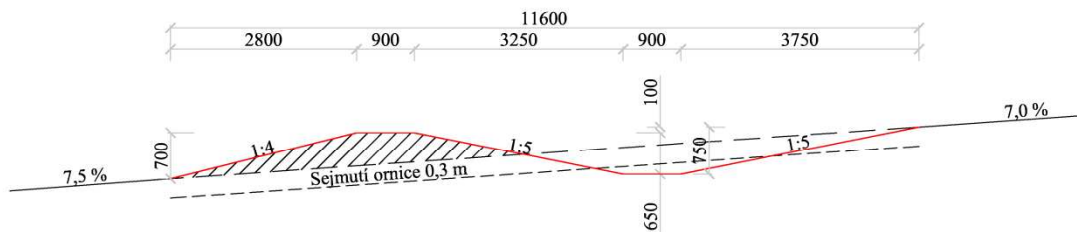
ZP1



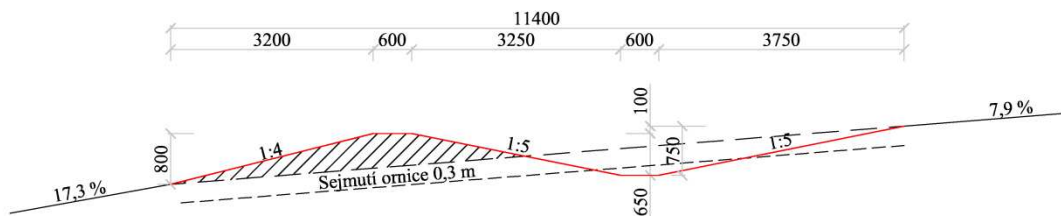
ZP2



ZP3



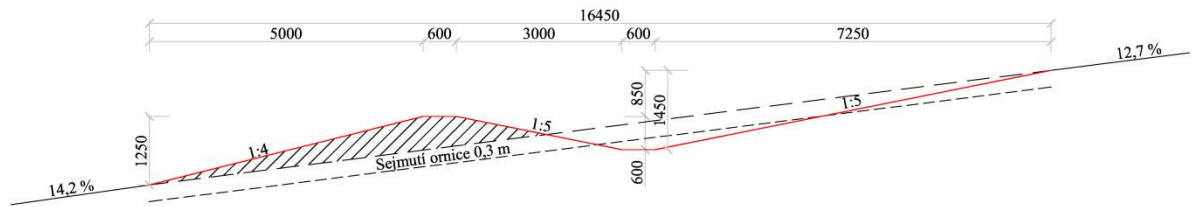
ZP4



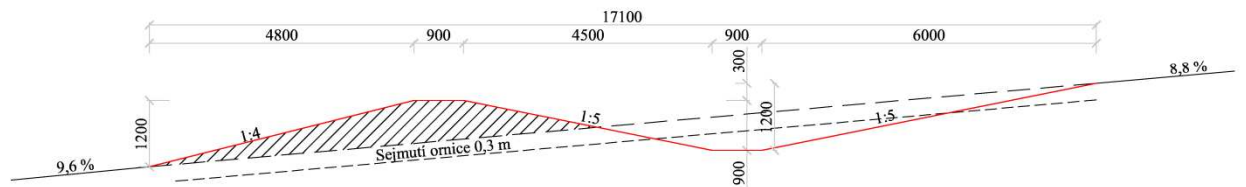
Příloha č. 12: Záchytné průlehy – vzorové příčné řezy 5–7

(Zdroj: vlastní práce v programu ArcGIS)

ZP5



ZP6



ZP7

