

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



Návrh protierozních a protipovodňových opatření na pozemcích u Velenic u Zákup

Diplomová práce

Autor diplomové práce: **Bc. Matěj Páv**

Vedoucí diplomové práce: **Prof. Ing. Miloslav Janeček, DrSc.**

2009

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením Prof. Ing. Miloslava Janečka, DrSc., a že jsem v seznamu literatury uvedl všechny prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré informace v ní obsažené budou řádně citovány.“

V Praze 27. 4. 2010

Podpis

Poděkování

Děkuji panu Prof. Ing. Miloslavu Janečkovi, DrSc. za vedení práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kterým se mnou spolupracovali, nebo mi pomohli zajistit podmínky, abych tuto práci mohl napsat. Děkuji rodině, přítelkyni, ČUZK, VÚMOP, agronomovi ZOD Brniště, starostce obce Velenice u Zákup a dalším.

Abstrakt

Páv M., 2010: Návrh protierozních a protipovodňových opatření na pozemcích u Velenic u Zákup. Diplomová práce, ČZU v Praze, Praha.

Vodní eroze představuje jednu z hlavních příčin degradace půdy. Může mít za následek snižování produktivity skrze změny půdních vlastností a v konečné fázi celkovou ztrátu půdy, která představuje nenahraditelný zdroj obživy. Vodní eroze je ovlivňována mnoha faktory. Ne její intenzitě se podílí přírodní činitelé jako déšť, morfologie terénu a půdní vlastnosti. Její škodlivý projev však většinou umožňuje až lidský zásah, který vede k odstranění vegetačního pokryvu. Vegetační pokryv zajišťuje ochranu před účinky dopadajících kapek a povrchového odtoku. Vystavení půdy dešti za jistých podmínek, kdy se srážková voda nestačí vsakovat a dochází k povrchovému odtoku na svažitéch plochách nedostatečně chráněných rostlinným pokryvem, vede k odnosu půdy.

Zvýšené vodní erozi je možno čelit zorněním vhodných ploch. Řešení přináší také agrotechnická a technická opatření, jenž zabraňují rozvoji eroze zejména zintenzivněním vsaku a zabráněním soustředění a pohybu povrchového odtoku po svahu.

S vodní erozí je svázána také problematika povodní. Půda bez rostlinného pokryvu nebo s pokryvem kulturním, který představují v pravidelných řádcích vysázené plodiny stejného vzrůstu s minimálním podrostem, nejenže neodolává rozrušení půdních agregátů a odnosu půdních částic, nedokáže též zadržet srážky díky snížené infiltraci a zhoršené retardační schopnosti.

Cílem této práce je návrh protierozních a protipovodňových opatření na pozemcích u Velenic u Zákup, které byly v květnu roku 2009 zasaženy bleskovou povodní. Obec byla při přivalovém dešti zaplavena nejen vodou, ale také smytou půdou z výše položených polí, na kterých byla v naprosté většině vysazena kukuřice, která je dobře známa svou omezenou schopností zadržet srážky a ochránit půdu před erozí. Tato práce také shrnuje současné znalosti v problematice eroze.

Protierozní ochrana bude řešena s využitím rovnice pro dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy vodní erozí na základě metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček a kol. 2007). Pro výpočet bude částečně využit program

ArcGIS 9.2 od společnosti ESRI. Protipovodňová ochrana je založena na ochraně protierozní. K jejímu vyjádření je využita metoda CN křivky.

Z práce vychází nutnost změny hospodaření na plochách resp. potřeba komplexních pozemkových úprav. Bez odpovídajícího zásahu se bude situace z května 2009 opakovat.

Klíčová slova: eroze, půdní smyv, povrchový odtok, povodeň, protierozní hrázka

Annotation

Páv M., 2010: Project of soil protection from erosion and flood protection on lands by the village Velenice u Zákup. Graduation thesis. Czech university of agriculture in Prague, Prague.

Water erosion is one of the main reasons of soil degradation. It may result in decreasing productivity through changes in soil properties and eventually complete depletion of soil, which is an irreplaceable source of nutrition. Water erosion is influenced by many factors. Its intensity depends on natural factors like rainfall, topography and soil properties. But its harmful impact is mainly subject to human activities that lead to vegetative cover removal. Vegetative cover provides surface protection from the forces of raindrop impact and surface runoff. Exposure of soil to rain under certain condition, when the soil infiltration rate does not cover rainfall intensity and runoff occurs on a steep land insufficiently protected by vegetative cover, leads to soil loss.

We can face the increased water erosion by cultivating suitable sites that are not vulnerable to water erosion. Agrotechnical and technical means which prevent the erosion development mostly by intensifying the infiltration and avoiding concentration and movement of downhill runoff also bring a solution.

Water erosion issue is bound with flood questions. Soil without vegetative cover or with cultural cover, which represent even-aged crop-plants planted out in regular lines with minimal sub-canopy not only does not resist destruction of soil aggregates and soil particles loss, it does not even detain rainfall due to decreased infiltration and impaired retardative capabilities.

The main object of this thesis is project of soil protection from erosion and flood protection of pieces of land by the village Velenice u Zákup, that was stricken by flash flood in may 2009 due to the storm rainfall. The village was flooded out not only by water but also by loam washed down from higher situated field where there were corn planted out on most of the extent. Corn is well known for its reduced ability to detain runoff and for its inability to protect soil from erosion. This thesis also summarize current knowledges in the matter of soil erosion.

The protection from erosion will be solved with usage of equation for long-term average annual soil loss by water erosion (USLE – universal soil loss equation) on the basis of a methodology Protection of agricultural land against erosion (Janecek et al. 2007). ArcGIS 9.2 from ESRI company will be partially used for calculation. Protection against floods is based upon protection against erosion. This issue is solved with CN curve method.

From this thesis follows need of change of management on the lands or complex land adjustments. Without appropriate intervention the situation from may 2009 will recur.

Keywords: erosion, soil loss, surface runoff, flood, earth fill dam

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíle práce.....	3
3. Problematika degradace půdy	4
3.1 Definice půdy	4
3.2 Význam půdy	5
3.3 Degradace půdy.....	5
3.3.1 Ukazatele kvality půdy	6
3.3.2 Příčiny degradace půdy	6
3.3.3 Zhutnění půdy jako jeden z nejvýznamnějších degradačních procesů.....	7
4. Problematika eroze	8
4.1 Definice eroze	8
4.2 Faktory ovlivňující projev vodní eroze.....	9
4.3 Eroze zrychlená lidskou činností	9
4.4 Intenzita eroze a rychlost tvorby půdy.....	10
4.5 Vliv vývoje krajiny a způsobu hospodaření na půdní erozi v ČR	11
4.6 Mechanismus a formy vodní eroze	12
4.7 Důsledky vodní eroze na orné půdě.....	13
4.7.1 Změny půdních vlastností vyvolané vodní erozí.....	14
4.7.2 Důsledky plošné vodní eroze.....	15
4.8 Dopady vodní eroze orné půdy projevující se mimo ornou půdu.....	16
4.9 Vodní eroze mimo ornou půdu	17
4.10 Přístup k řešení protierozní a protipovodňové ochrany v ČR.....	17
4.11 Problematika eroze v legislativě ČR.....	18
4.12 Metody měření a predikce eroze	20
4.13 Empirické metody určení ohroženosti pozemků vodní erozí	20
4.14 Simulační modely určení ohroženosti pozemků vodní erozí.....	21
5. Protierozní opatření	22
5.1 Dělení a způsob uplatňování protierozních opatření	23
5.2 Organizační protierozní opatření	24
5.2.1 Tvar a velikost pozemků.....	24
5.2.2 Delimitace druhu pozemků.....	24
5.2.3 Protierozní rozmísťování plodin.....	25

5.2.4	Pásové střídání plodin.....	25
5.2.5	Protierozní osevní postupy	26
5.3	Agrotechnická protierozní opatření	26
5.3.1	Minimalizační a půdoochranné technologie pěstování plodin	27
5.3.1.1	Zápory minimalizačních a půdoochranných technologií	28
5.3.1.2	Klady minimalizačních a půdoochranných technologií	29
5.3.1.3	Možnosti a podmínky uplatnění minimalizačních technologií	30
5.3.1.4	Speciální stroje nutné k půdoochrannému zpracování půdy	32
5.3.2	Návrhy protierozních technologií pěstování konkrétních plodin	32
5.3.2.1	Protierozní technologie pěstování kukuřice	32
5.3.2.2	Protierozní technologie pěstování řepky ozimé a obilnin	34
5.4	Technická protierozní opatření	35
5.4.1	Terénní urovnávky.....	36
5.4.2	Protierozní meze	36
5.4.3	Protierozní příkopy a průlehy.....	36
5.4.4	Zatrávněné údolnice	37
5.4.5	Vsakovací pásy.....	38
5.4.6	Protierozní hrázky.....	38
5.4.7	Protierozní nádrže.....	38
5.4.8	Polní cesty s protierozní funkcí	39
6.	Opatření ke snížení povrchového odtoku, retenční schopnost krajiny	40
7.	Charakteristika vybraného území.....	42
7.1	Klimatické poměry.....	42
7.2	Hydrologické poměry	43
7.3	Geomorfologická charakteristika.....	43
7.4	Biogeografické členění	43
7.5	Půdní charakteristika.....	44
7.6	Hospodářská charakteristika	45
8.	Metodika práce.....	46
8.1	Faktory USLE a postup určování a vyhodnocování erozní ohroženosti, přípustný půdní smyv.....	47
8.2	Výpočet faktorů USLE dle metodiky (2007), využití programu ArcGIS 9.2 ..	49
8.2.1	Faktor erozní účinnosti dešťových srážek (<i>R</i>).....	50
8.2.2	Faktor délky svahu (<i>L</i>).....	50

8.2.3	Faktor sklonu svahu (<i>S</i>)	52
8.2.4	Faktor erodovatelnosti půdy (<i>K</i>).....	54
8.2.5	Faktor ochranného vlivu vegetace a agrotechnických opatření (<i>C</i>)	55
8.2.6	Faktor účinnosti protierozních opatření (<i>P</i>)	59
8.3	Určování povrchového odtoku.....	59
8.3.1	K účování CN	60
8.3.2	Parametry hrázek a jejich dimenzování.....	61
8.3.4	Výpočet povrchového odtoku k určení vlivu hrázek.....	61
8.4	Návrhové srážky a požadavky na nadimenzování opatření	62
9.	Návrh protierozních a protipovodňových opatření	62
9.1	Zatrávněné půdní bloky	63
9.2	Protierozní opatření na půdním bloku 6509/1	63
9.3	Protierozní opatření k snížení smyvu na půdním bloku 5503	66
9.3.1	Částečné zatrávnění.....	66
9.3.2	Průlehy	69
9.3.3	Protierozní hrázky	70
9.3.3.1	Dimenzování hrázek.....	72
9.3.4	Částečné zatrávnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)	73
9.4	Protierozní opatření na půdním bloku 5604	74
9.4.1	Částečné zatrávnění	75
9.4.2	Průlehy.....	76
9.4.3	Protierozní hrázky.....	77
9.4.3.1	Dimenzování hrázek.....	77
9.4.4	Částečné zatrávnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)	79
9.5	Protierozní opatření na půdním bloku 4503/1	79
9.5.1	Částečné zatrávnění	80
9.5.2	Průlehy.....	82
9.5.3	Protierozní hrázky.....	82
9.5.3.1	Dimenzování hrázek.....	83
9.5.4	Částečné zatrávnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)	86
9.6	Protierozní opatření na půdním bloku 5501	87

9.6.1	Částečné zatravnění	87
9.6.2	Upravený osevní postup (agrotechnika)	88
9.7	Protierozní opatření na půdním bloku 5602/6	88
9.7.1	Částečné zatravnění	89
9.7.2	Průlehy	94
9.7.3	Protierozní hrázky	97
9.7.3.1	Dimenzování hrázek	100
9.7.4	Částečné zatravnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)	104
9.8	Protierozní opatření k snížení smyvu na půdním bloku 5601	105
9.8.1	Částečné zatravnění	106
9.8.2	Průlehy	106
9.8.3	Protierozní hrázka	107
9.8.3.1	Dimenzování hrázky	107
9.8.4	Upravený osevní postup (agrotechnika)	108
9.9	Protierozní opatření k snížení smyvu na půdním bloku 5603	108
9.9.1	Částečné zatravnění	108
9.9.2	Průlehy	109
9.9.3	Protierozní hrázka	109
9.9.3.1	Dimenzování hrázky	110
9.9.4	Částečné zatravnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)	110
10.	Vyhodnocení vlivu protierozních hrázek na odtokové poměry v řešeném území	111
10.1	Vliv hrázek na povrchový odtok	111
10.2	Kritický profil, charakter koryta toku v obci.	113
10.3	Kapacitní průtok vybraného profilu	114
11.	Hodnocení navržených opatření z hlediska možné realizace	114
12.	Diskuse	116
13.	Závěr	118
14.	Použitá literatura	120
15.	Seznam tabulek	125
16.	Seznam grafů a obrázků	129
17.	Přílohy	130

1. Úvod

„Přišlo to krátce po půlnoci. Byla bouřka a silný liják k nám spláchl hlínu z pole nad vesnicí. Letos místo obilí vysadili kukuřici a ta nápor vody neudržela.“ Takto vysvětluje událost, která se odehrála ve Velenicích u Zákup dobrovolný hasič v reportáži, která se objevila v televizních zprávách 27. května 2009. Takovýchto zpráv od jara do podzimu můžeme slyšet mnoho. Tyto zprávy mají jeden společný jmenovatel, kukuřici či jinou širokořádkovou plodinu vysazenou na svažitéch pozemcích.

Dnešní krajina je člověkem velmi silně pozměněná. Byla upravena tak, aby hospodaření v ní přinášelo maximální zisky. Hospodaření na půdě často nerespektuje místní podmínky, půdu a vodu v krajině. Tak dochází k tomu, čeho jsme se stali svědky mimojiné 27. května 2009 ve Velenicích u Zákup.

Letní povodně způsobené přívalovými, krátkými dešti velké intenzity (tzv. bleskové povodně) mohou být v našich podmínkách vyvolány úhrny v desítkách milimetrů. Vyskytly se i hodnoty ke 200 mm. Zvláště ohrožená jsou sklonitá povodí vějířovitého typu, kterým se, jsou-li zasaženy pozemky bez dostatečného vegetačního krytu, katastrofa nevyhne (Patera & Kašpárek 2002 in Patera a kol.).

K těmto událostem dochází a vzhledem k prognózám vývoje klimatu může docházet stále častěji. Jak uvádí Pater a kol. (2002), hypotézy o působení globální změny klimatu zůstávají nepotvrzeny, i když se patrně již projevují. Statistický důkaz totiž podle jeho slov neumožňuje nedostatek dat.

Přitom existují nástroje, jejichž využitím lze těmto událostem předcházet nebo je alespoň mírnit. Je nutno poznamenat, že k těmto událostem dochází při respektování všech zákonných podmínek zemědělského hospodaření a ochrany životního prostředí daných současně platnou legislativou. Několik obecných ustanoveních o erozi, na která se odkazují poškozené obce v případech soudních sporů o náhradu škody, lze, jak se ukazuje, zcela jednoduše obejít odvoláním se na přírodní katastrofu a naprostou “nepředvídatelnost“ události. Prvním a zcela základním řešením celé situace je proto revize a úprava legislativy tak, aby odpovídala současným znalostem, požadavkům a výzvám.

Eroze půdy je podle Skleničky (2003) důsledkem nerozumného využívání přírodních zdrojů, které se projevuje v nerespektování přírodních charakteristik a zákonů.

Odstraněním mezí a remízků byly vytvořeny velké pozemky orné půdy, které s sebou nesou příliš dlouhé dráhy povrchového odtoku. Orná půda byla umístěna i na velkých svazích a na nich byly (a stále jsou) pěstovány plodiny, které půdě neposkytují vhodnou protierozní ochranu. Došlo k degradaci půdní struktury mj. vlivem nedostatečného organického hnojení a zhutňování. (Sklenička 2003)

Eroze půdy vede k půdní degradaci. Toy a kol. (2002) spatřují v erozi největší soudobý environmentální problém. V souvislosti s rostoucí celosvětovou populací, jejími požadavky na produkci potravin, potřebou místa pro výstavbu a rostoucími očekáváními na úroveň života vzrůstá tlak na produkční potenciál půdy a úbytek půdy erozí se zrychluje a zasahuje stále širší oblasti. Světová dodávka potravin na osobu se během posledních deseti let snížila a stále se snižuje, což je připisováno zejména ztrátě produkční schopnosti půd plynoucí z rozsáhlé eroze půdy, likvidaci zemědělské půdy a populačnímu růstu. (Toy a kol. 2002)

V roce 1960 připadalo na jednoho obyvatele planety 0,44 ha zemědělské půdy, v roce 1990 jen 0,27ha a dle očekávání by se výměra zemědělské půdy na hlavu měla do roku 2050 snížit k 0,07ha, což je již hranice umožňující minimální výživu lidí. V ČR tato výměra v současnosti činí 0,25ha. (Janeček a kol. 2005) Dlouhodobou úrodnost půd a s tím i trvale udržitelné zemědělství přitom podmiňuje ztráta půdy, která nepřevyšuje rychlost tvorby půdy, což větší míra eroze vylučuje. (Toy a kol. 2002)

Ztráta půdní úrodnosti vodní erozí může být maskována pěstováním vysokovýnosových odrůd, hnojiv atd. To však vyžaduje vyšší náklady. Podle Weesies a kol. (1994) ex Toy a kol. (2002) byl mezi poli poškozenými erozí a poli zasaženými erozí jen minimálně pozorován rozdíl ve výnosech v době před příchodem průmyslových hnojiv o 50% a více.

Nevyhovující stav hospodaření s půdou a celkově i vztah k půdě dokreslují následující údaje. Pouze 22% půdy je využitelných pro kultivaci a pouze 3% mají vysokou produkční kapacitu. (Lal 1995 ex Šarapatka a kol. 2002) Podle hodnocení OSN je ¼ světového zemědělského půdního fondu ohrožena degradací, přičemž 15,6% je silně degradováno a 51,7% středně. Na území členských států Evropské unie (před přistoupením nových zemí včetně ČR v roce 2005) se odhaduje, že je degradací postiženo více než 16% celkové rozlohy. Vodní eroze přitom nese více než 50% podíl na degradaci půd. (Šarapatka a kol. 2002) Podle Stolte (2003) bylo kvůli erozi opuštěno za posledních 50 let 400 milionů hektarů půdy. Na území ČR je vodní erozí ohroženo 50% orné půdy. (Janeček a kol. 2007)

Vodní eroze má na svědomí zvyšující se množství plavenin ve vodních tocích. (Šarapatka a kol. 2002)

Vodní eroze má mnoho negativních důsledků. Častý výskyt přívalových dešťů způsobujících erozi a transport sedimentu a jejich dopad na vodní toky, nádrže, infrastrukturu, sídla podtrhuje nutnost realizace opatření k zamezení erozi. (Dostál & Janeček 2006 in Boardman & Poesen)

Vodní eroze nastává jen tam, kde dochází k povrchovému odtoku. Opatření proti vodní erozi jsou proto zaměřena na zintenzivnění vsaku, zamezení soustředování povrchového odtoku a zpomalování povrchového odtoku (snížení unášecí síly vody). (Tlapák a kol. 1992) Současně chrání půdu před destruktivními účinky deště, zlepšují soudržnost půdy a umožňují neškodné odvádění povrchové vody a zachycují smytý materiál. (Janečka a kol. 2008) Protierozní opatření jsou současně i opatřeními protipovodňovými, neboť snižují objem povrchového odtoku a velikost kulminačních průtoků, ke kterým dochází při přívalových deštích. (Hůla a kol. 2003; Soukup a kol. 2006) Protierozní ochranu je tak potřeba řešit jako komplexní systém, který naplňuje funkci přímé ochrany půd před škodlivými účinky vodní eroze a zároveň z hlediska vodohospodářského upravuje srážkoodtokové procesy. (Slavík & Neruda 2007)

Opatření protierozní ochrany, které v sobě zahrnují krajinné úpravy a zlepšování půd nepomohou jen odtokovým a vodním poměrům, zvýší též stabilitu krajiny a její estetickou hodnotu. (Dostál & Janeček 2006 in Boardman & Poesen)

2. Cíle práce

Cílem této práce je zejména vyhodnocení řešeného území z hlediska ohroženosti erozí a návrh a následné posouzení opatření k jejímu snížení. Vybrané území bude posouzeno z hlediska ztráty půdy vodní erozí dle univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy Wischmeier-Smithe.

Dále je cílem práce navrhnout řešení, které pomůže snížit povrchový odtok a tak i ohroženost obce bleskovou povodní. Pomocí metody CN křivek bude zjištěn objem povrchového odtoku pro původní stav a návrh s protierozními hrázkami a tím vyjádřen vliv opatření na celkové množství odtékající vody pro návrhový déšť.

Dále bude stručně posouzena kapacita koryta vodního toku v obci s cílem upozornit na místo, které je z hlediska možného opakování události z května 2009 kritické a navrhnout řešení.

Tato práce bude předána starostce obce Velenice u Zákup a také hlavnímu agronomovi Zemědělského a obchodního družstva Brniště, které obhospodařuje většinu z řešeného území. Uvedená a zejména navržená opatření bránící erozi a povodním by měla vzbudit zájem a úvahy o jejich realizaci. Pravým cílem této práce je tedy probuzení zájmu o změnu způsobu hospodaření na pozemcích, resp. o komplexní pozemkové úpravy, které by vedly k realizaci protierozních a protipovodňových opatření v katastru obce Velenice u Zákup a části katastru sousední obce Brniště, čímž by byla zajištěna zejména menší ohroženost intravilánu obce povodněmi a menší míra eroze na řešených pozemcích. Hospodaření na nich by se tak stalo trvale udržitelné. Mají-li pozemky zůstat trvale úrodné, je třeba vyvyrovnat se vytváření takových podmínek, kdy ztráta půdy vede k její degradaci. To by měl být zájem každého odpovědného hospodáře.

Podstatná část práce je syntézou informací nejen o příčinách a následcích eroze a s ní spojených lokálních povodních, ale také o opatřeních k snížení eroze a povrchového odtoku, o způsobech půdoochranného obdělávání půdy a půdoochranných technologiích pěstování plodin, o degradaci půdy, platné legislativě týkající se povodní atd. Práce syntetizuje současné poznatky a konfrontuje jednotlivé názory, a tak může sloužit jako informační zdroj širšímu okruhu lidí, kteří hledají ucelený zdroj informací k problematice eroze a všemu, co s ní souvisí.

3. Problematika degradace půdy

3.1 Definice půdy

Definice půdy nalezneme nespočet, liší se však v podstatě jen mírou detailu popisu. Půda je podle Kozáka a spol. (2006) „povrchová vrstva souše, která se vyvíjí působením půdotvorných faktorů a podmínek.“ Kutílek a kol. (2004) definuje půdu jako „samostatný přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a organických zbytků.“ Podobně se podle Vašků (2008) jedná o: „autonomní přírodně historický útvar, který vznikl v důsledku komplexního působení vnějších činitelů (klíma, organismy, vodní režim, reliéf, kultivační vlivy) na matečnou horninu v určitém čase.“ Zvláště důležité podle Vašků (2008) je, že se jedná o „živou hmotu“ charakterizovatelnou organizovanými, navzájem

propojenými částmi a na sobě závislými částmi, kde probíhá látková výměna a která má v jistých mezích i schopnost autoregulace. V souvislosti s tímto hovoří Vašků (2008) o půdě jako o ekosystému. Šarapatka a kol. (2002) uvádí, že jedna kávová lžička může obsahovat 1,5 x více organismů, než čítá lidská populace.

3.2 Význam půdy

Půda je zejména jednou z hlavních složek krajiny, základní složkou životního prostředí a jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů. (Vašků 2008) Půda je nenahraditelná z hlediska stability ekosystémů a bilance látek a energií. (Kutílek a kol. 2004)

Její význam nespočívá jen v zajišťování obživy (produkční funkci), je jednou ze základních podmínek života vůbec. Vašků (2008) zdůrazňuje, že půda má též mnoho jiných neméně důležitých funkcí, především:

- prostorová funkce (prostor pro život, činnosti)
 - hydrologická a vodohospodářská funkce (retence, akumulace, drenáž)
 - ekologická funkce (biodiverzita, krajinný ráz)
 - sanitární a hygienická funkce (látková a energetická přeměna, samočisticí pochody)
 - pufrční funkce (zabraňování změně pH např. z kyselých dešťů)
 - transformační funkce (rozklad organických látek)
 - sociální funkce (zboží, předmět obživy obyvatel)
- a další.

Stav půdy přímo vytváří a ovlivňuje životní prostředí a udržitelný rozvoj. (Kutílek a kol. 2004) Z výčtu jednoznačně vyplývá naprostá nepostradatelnost půdy, podle čehož bychom k ní měli přistupovat.

3.3 Degradace půdy

Degradace půdy je podle Janečka a kol. (2005) definována jako pokles kvality a produkční schopnosti půd zapříčiněný nesprávným využíváním půdy. Jako složitý otevřený systém přímo propojený s okolním prostředím je se půda snadno znehodnotitelná,

degradovatelná. (Vašků 2008) Pokud má hospodaření na půdě za následek její degradaci, pak je snížena samoregulační schopnost půdy, což vede ke snížení její ekologické stability, funkčnosti a zvýšení potřeby vnějších vstupů (načasované zásahy vstupy doplňkové energie, využívání technických a biologických prostředků atd.), které toto zajišťují. (Vašků 2008)

Zjednodušeně lze říct, že pokud dochází ke změně v ukazatelích kvality půdy, kdy je třeba zvyšovat vnější vstupy (práce, hnojení atd.), abychom udrželi výnosy (za předpokladu vhodně zvolených osevních postupů a za běžného chodu počasí v jednotlivých letech), pak dochází k půdní degradaci.

3.3.1 Ukazatele kvality půdy

Indikátory kvality (půdní vlastnosti) se dají rozdělit do tří skupin (Šarapatka a kol. 2002):

- fyzikální – textura, hloubka půdy, hydraulická vodivost, maximální a retenční vodní kapacita, objemová hmotnost, pórovitost, struktura, stabilita půdních agregátů
- chemické nebo fyzikálně chemické – obsah a kvalita humusu, obsah celkového dusíku, kationová výměnná kapacita, pH, vodivost, obsah živin, nasycenost sorpčního komplexu a hygienické parametry s ohledem na rizikové prvky a organické kontaminanty
- biologické – C, N biomasy mikroorganismů, potencionálně mineralizovatelný N, respirace, aktivita půdních enzymů atd.

3.3.2 Příčiny degradace půdy

Podle Janečka a kol. (2008) za degradaci půdy stojí zejména eroze vodní i větrná, zhutňování půdy a rozpad půdní struktury, salinizací, zamokření, odčerpávání živin, desertifikace atd. Podle Šarapatky a kol. (2002) je významná tzv. biologická eroze, což představuje ubývání organické hmoty v půdě.

K degradaci (znehodnocování) půdy obecně mohou vést přírodní činitelé jako vulkanická činnost, sesuvy, určité půdotvorné procesy atd., antropogenní faktory znehodnocování půdy však převažují. Může jít o odstranění vegetace, stavební činnost, nevhodné obdělávání, chov zvířat, aktivita obyvatelstva aj. Antropogenní faktory můžeme

rozdělit na přímé a nepřímé. Přímé jsou například nevhodné mechanické obdělávání, nadměrné hnojení zejména průmyslovými hnojivy, nevhodné zavlažování a odvodnění, pěstování monokultur, přejezd těžkých strojů, vápnění atd. Nepřímé faktory degradace půdy pak jsou zejména dešť, sníh, voda a ovzduší, které do půdy přináší škodliviny vyprodukované lidskou činností mimo půdu (emise, exhaláty). (Šarapatka a kol. 2002)

3.3.3 Zhutnění půdy jako jeden z nejvýznamnějších degradačních procesů

Mezi degradační procesy nepatří zdaleka jen eroze, jak je uvedeno o kapitole výše. U nás velmi významný problém představuje zhutnění půd, kterým je postiženo zhruba 45% zemědělského půdního fondu ČR. Jedná se o proces, jenž nastává v důsledku rozpadu půdní struktury (určuje růst rostlin biologické procesy, vodní poměry atd.), která je závislá na obsahu organické hmoty, textuře, půdním roztoku, mikroorganismech, rostlinách a způsobu hospodaření atd. (Šarapatka a kol. 2002)

Zhutnění půd u nás ve většině případů postihuje potencionálně vysoce úrodné půdy. Vzniká jako důsledek velkého množství přejezdů, pojížděním půdy bez ohledu na vlhkost, nepřiměřeným tlakem kol na půdu, nevhodným zpracováním půdy a nevhodně zvolenou strukturou plodin s nízkým zastoupením hlubokokořenících rostlin, (Hůla & Procházková a kol. 2008), pěstováním monokultur, nadměrným hnojením draselnými hnojivy, nadměrným hnojením průmyslovými hnojivy přispívajícími k acidifikaci a nedostatečným hnojením hnojivy organickými. (Šarapatka a kol. 2002)

Zhutňování půdy je určováno mnoha faktory, mezi které řadíme zrnitost, kdy větší náchylnost projevují půdy jílovité a prachovité a s vyšším obsahem illitu a kaolinitu, vláhu (vyšší vlhkost nese větší riziko utužení), množství a kvalitu organických látek v půdě (vyšší obsah humusu brání kompakci) a strukturu. Nejvíce jsou ohroženy půdy těžší, jílovité, zamokřené, méně humózní a kyselé se špatnou strukturou. (Šarapatka a kol. 2002) Podle Nováka & Vally (2003) in Borůvka se kompakce projevuje zejména jako změna fyzikálních vlastností - rozpadem půdní struktury, snížením pórovitosti, zvýšením objemové hnotnosti, zhoršením infiltrace a propustnosti. Utužení omezuje růst a pronikání kořinek do půdy, ztěžuje obdělávání, zhoršuje hospodaření s vodou, snižuje propustnost a infiltrační a drenážní schopnost půdy. (Šarapatka a kol. 2002), potlačuje biologickou aktivitu půdy a snižuje retenční vodní kapacitu, čímž ovlivňuje většinu produkčních i mimoprodukčních funkcí. (Novák & Vally 2003 in Borůvka) Zhutňování půd významně

souvisí s vodní erozí skrze zvyšování povrchového odtoku, který přímo určuje erozi půdy. (Soukup a kol. 2006)

Výnos se při utužení půdy dle studie Briggs & Courtney (1989) ex Šarapatka a kol. (2002) z Velké Británie snižuje v závislosti na půdním druhu a plodině o 25 – 74%. S kompakcí půdy také roste spotřeba pohonných hmot při obdělávání až o 35%. Předcházení zhutnění půdy poskytuje správný osevní postup s vhodnou strukturou plodin, organické hnojení, vápnění, vhodná agrotechnika, obdělávání při vhodném vlhkostním stavu půdy, omezení přejezdů a regulace vodního a vlhkostního režimu. U půd těžkých může pomoci vylehčení např. organickými hnojivy ve spojení s hlubším mechanickým zásahem. Zhutnění podorničí lze řešit pomocí agromelioračních opatření jako dlátovací kypření, hloubkové meliorační kypření atd. (Šarapatka a kol. 2002)

4. Problematika eroze

4.1 Definice eroze

V nejširším slova smyslu představuje eroze rozhlodávání litosféry (lat. “erodere“ – rozhlodávat), resp. pedosféry pohybující se hmotou exogenního původu. Mezi exogenní činitele počítá Zachar (1970) vodu, led, sníh, vzduch, zvětraliny, organismy, člověka. Erozi půdy podle Janečka a kol. (2008) rozumíme komplexní přírodní proces zahrnující rozrušování půdního povrchu (resp. litosféry), transport a sedimentaci uvolněných částic působením vody, větru, ledu a dalších tzv. erozních činitelů. Podle působícího erozního činitele můžeme erozi třídit na vodní, větrnou, ledovcovou, sněhovou atd. (Janeček a kol. 2005)

Eroze je proces přírodní, který modeluje zemský povrch, a jako takový je součástí vývoje země a procesem nezastavitelným (eroze geologická). (Cáblík & Jůva 1963) Podle Toy a kol. (2002) k ní dochází v přírodním a člověkem nenarušovaném prostředí. Erozní splach a vymílání půdy vodou souvisí se vznikem a vývojem půd, ke kterému dochází zvětráváním hornin a rozkladem organických zbytků. Při tomto procesu působí eroze zčásti prospěšně tak, že podporuje a urychluje zvětrávání, a tak i celkový půdotvorný proces. (Cáblík & Jůva 1963) Podle Zachara (1970) je výsledkem eroze, která na jedné straně snižuje a na straně druhé zvyšuje zemský povrch, “zarovnávatí“ zemského povrchu. Rychlost “zarovnávatí“ ovlivňuje podle něj zejména míra zvětrávání hornin.

4.2 Faktory ovlivňující projev vodní eroze

Vznik, intenzita a průběh eroze jsou součinitelem řady faktorů, které jsou, ale také nejsou ovlivňovány člověkem. Janeček a kol. (2008) označuje za hlavní příčiny následující faktor (v tom se až na detaily shoduje například s Tlapákem a kol. 1992) :

- klimatické a hydrologické - zeměpisná poloha; nadmořská výška; množství, rozdělení a intenzita srážek; teplota, oslunění, výpar a odtok; výskyt, směr a síla větrů
- morfologické – sklon; délka a tvar svahu; expozice a návětrnost
- geologické a půdní - povaha horninového substrátu; půdní druh a typ; textura a struktura půdy; její vlhkost a zvrstvení; obsah humusu
- vegetační - hustota a délka trvání pokryvu
- způsob využívání a obhospodařování půdy - poloha a tvar pozemků; směr obdělávání; střídání plodin

Hlavními silami pohánějícími vodní erozi jsou účinek kapek dopadajících na půdu a povrchový odtok. Míru eroze určuje zejména velikost těchto sil (erozivita) ve vztahu k odolnosti půdy proti uvolňování jednotlivých půdních částic (erodibilita), která je určována mnoha faktory. (Toy a kol. 2002)

4.3 Eroze zrychlená lidskou činností

Vlivem lidské činnosti dochází ke zrychlené erozi, která vede k závažné ztrátě půdy, jenž má za následek její degradaci. Základním kamenem je rozrušování vegetačního pokryvu. (Toy a kol. 2002) Podle Dostála & Janečka (2006) in Boardman & Poesen jde zejména o intenzivní zemědělství. Za hlavní zrychlené vodní eroze příčiny dále označují:

- scelení pozemků a tím vytvoření velkých bloků orné půdy
- zničení liniových prvků, které brání povrchovému odtoku
- přeměnu travnatých ploch v orné plochy ve svažitéch oblastech a podhůřích
- omezení infiltrační kapacity půd jejich utužením vlivem užíváním těžké mechanizace
- nevhodnou agrotechniku, zejména setí plodin do širokých řádků
- nedostatek vhodných technologií pro ochranné obdělávání

Důležitými faktory, které zde byl opomenut, je rušení hydrografických prvků v krajině, které zkracují povrchový odtok a umožňují jeho neškodné odvádění a také pěstování širokořádkových plodin na svazích bez protierozních opatření. (VÚMOP 1995)

Výsledkem zrachlené eroze dle Šarapatky a kol. (2002) fyzikální, chemická a biologická degradace půdy, nenávratná ztráta zeminy, humusu a živin, ovlivnění mikrobiálního života a narušení a ničení plodin.

4.4 Intenzita eroze a rychlost tvorby půdy

Šarapatka a kol. (2002) uvádí, že k vytvoření centimetru půdy je v závislosti na podmínkách zapotřebí cca 100 – 400 let, což znamená, že půda je „v dimenzích lidského života neobnovitelná.“ Úkolem ochranných opatření je snížení lidským působením zrychlené eroze na úroveň eroze geologické, resp. takové, kdy jsou ztráty půdy erozí kompenzovány vytvářením půdy nové postupným zvětráváním podloží. (Janeček a kol. 2005)

Dlouhodobě udržitelné zemědělství vyžaduje, aby ztráta půdy nepřekračovala rychlost tvorby půdy. (Toy a kol. 2002) Wischmeier & Smith (1978) ex Toy a kol. (2002) hovoří o toleranci půdy k erozi, kterou představuje maximální míra ztráty půdy umožňující vysoké výnosy udržitelné ekonomicky a dlouhodobě. Janeček a kol. (2007) a využívá ve smyslu předchozí definice pojmu přípustná ztráta půdy.

Intenzita eroze se nejčastěji vyjadřuje jako průměrná ztráta (odnos) půdy v milimetrech nebo tunách na hektar za určitý čas. Aby nedocházelo k úbytku půdy a tak i k znehodnocování zemědělských pozemků, měla by se intenzita eroze držet v mezích rychlosti tvorby půdy nové, která je dána především vlastnostmi substrátu, jeho tvrdostí, zvětratelností podloží a danými, zejména klimatickými podmínkami. (Janeček a kol. 2008) Kukul (1964) ex Janeček a kol. (2005) uvádí, že průměrná rychlost tvorby půdy na celé zemi je cca $1,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Zachar (1970) za míru vyrovnané eroze považuje ztrátu $0,75 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ s kolísáním mezi $0,25$ a $1,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Nejvyšší rychlost tvorby půdy byla zjištěna na uměle kypřených půdách. Pokud je vrstva půdy mocnější, jsou přípustné roční ztráty půdy vyšší. (Janeček a kol. 2008)

4.5 Vliv vývoje krajiny a způsobu hospodaření na půdní erozi v ČR

Eroze ve své ničivé podobě se začala objevovat v souvislosti narušením vegetačního krytu půdy. V oblasti dnešní ČR se počátky využívání půdy spjaté se zemědělskou výrobou datují do doby cca 5000 let př. n. l. (neolitu). Až do 12. století se osídlení týkalo jen nížinatých oblastí. Lesy a mokřady zaujímaly většinu území. V této době dochází k nárůstu populace a potřeba půdy pro zemědělství a potřeba topiva rozšiřuje vliv člověka okolní krajinu. Ten však stále zůstává v nížinách. (Janeček a kol. 2005)

Až příliv cizích pracovních sil ze zahraničí v 13. století, který je vyvolán touhou feudálů rozšiřovat svou sféru vlivu, vede z důvodu vyčerpání vhodných ploch k zemědělství v rovinách a nížinách k osidlování a k rozšíření zemědělství i v erozi relativně více ohroženém terénu v podhůří a horách. Sídla jsou zakládány lokátorem, který rozmístěním pozemků, jejich hranic, cest a příkopů a určením způsobu využití jednotlivých ploch vytváří první systémy protierozní ochrany. V té době již lze uvažovat větší problémy s vodní erozí. V podmínkách nížin při stále se zvětšujících plochách orné půdy lze uvažovat ohrožení erozí větrnou. (Janeček a kol. 2005)

Výrazný nárůst větrné eroze, ale i eroze vodní, je u nás spjat s obdobím socialistické intenzifikace zemědělské výroby, spočívající v scelování pozemků a likvidaci krajinné zeleně. Došlo k likvidaci cenných ekosystémů a výraznému zjednodušení krajinné struktury. Socialistická intenzifikace znamenala kolektivizaci (zestátnění) půdy a zakládání jednotných zemědělských družstev, které byly s časem dále spojovány v konglomeráty. Byly prováděny necitlivé zásahy v podobě plošných meliorací půd a narovnávání vodních toků narušující vodní režim v krajině. Do té doby byla eroze udržována v menším rozsahu zejména díky pestré mozaice drobných pozemků a střídání polních kultur na nich. (Sklenička 2003, Janeček a kol. 2005) Vývoj krajiny vedl k podstatnému snížení prostorové heterogenity, které vedlo k snížení biodiverzity, ale také ke snížení retenční a retardační schopnosti krajiny. (Sklenička 1998 in Fídlér)

Od pádu komunistického režimu u nás uplynulo dvacet let. Od navrácení vlastnických práv k půdě si mnozí slibovali roztříštění větších celků orné půdy a tak zlepšení protierozní ochrany.

Polistopadové změny však podle Janečka a kol. (2008) nepřinesly ve vztahu k erozi zatím výraznější změny, neboť se stále hospodaří na původních scelených půdních celcích. Jako řešení této situace spatřují Janeček a kol. (2008), ale také Dostál & Janeček (2006)

komplexní pozemkové úpravy a programovou podporu Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí.

Podle Skleničky (2003) však k zlepšení stavu již došlo, když píše, že rok 1989 znamenal velké zlepšení. Uvádí, že se do současnosti s využitím pozemkových úprav a územního plánování a za pomoci krajinných programů podařilo významně ovlivnit vývoj krajiny.

Podle Janečka a kol. (2008) dochází ke snižování eroze především díky zdokonaleným technologiím zpracování půdy a setí plodin. Za zlepšováním těchto technologií stojí podle Toy a kol. (2002) především ekonomické zájmy, nikoliv snaha o potlačení eroze jako taková.

4.6 Mechanismus a formy vodní eroze

Dosahuje-li intenzita deště vyšších hodnot než je vsakovací (infiltrační) schopnost půdy, pak dochází po zaplnění mikroakumulačních prostorů (drobných nerovností a komůrek na povrchu) k povrchovému odtoku, který má schopnost unášet půdní částice. (Janeček a kol. 2008) Resp. k povrchovému odtoku dochází, převyšuje-li objem spadlé srážky intercepci (množství vody zadržené na rostlinách), výpar, vsakovací schopnost půdy a akumulaci půdního povrchu. (Tlapák a kol. 1992) V závislosti na svažitosti a morfologii terénu se stékající voda postupně soustřeďuje (tzv. plošný odtok způsobující plošnou erozi přechází v odtok soustředěný a erozi linií), čímž dochází k vytváření erozních rýh. (Šarapatka a kol. 2002; Janeček a kol. 2008) Vyšší sklonitost území a délka svahů vedou k většímu a rychlejšímu povrchovému odtoku a jejímu soustředění v koncovém profilu povodí. Čili větší odtoky vznikají v území výškově členitém. (Tlapák a kol. 1992) K největšímu povrchovému odtoku dochází při tzv. přivalových deštích, které lze charakterizovat kratší dobou trvání a vysokou intenzitou. (Soukup & Hrádek 1999)

První fází eroze je eroze kapková, která v půdě vytváří drobné jamky. (Janeček a kol. 2005) Dešťové kapky, které dopadají na nechráněný povrch půdy, rozrušují svou kinetickou energií půdní agregáty, čímž dochází k uvolňování půdních částic. (Janeček a kol. 2008) Další fází je eroze vznikající pohybem vody po svahu, kdy jsou v závislosti na kinetické energii proudící vody nejprve strhávány jemné částice a na povrchu zůstává hrubozrnná vrstva (selektivní eroze plošná), postupně dochází k strhávání částic větších a větších. Vymíláním částic a postupným soustřeďováním plošného odtoku vzniká postupně

eroze rýžková, která s dalším soustředováním povrchového odtoku a s prohlubováním stružek přechází v erozní rýhy, výmoly, strže. (Janeček a kol. 2005)

Vzdálenost svahové polohy od rozvodí, ve které přechází plošná eroze v erozi rýhovou je závislá na mnoha faktorech, na sklonu a tvaru svahu, na protierozní odolnosti půdy, vegetaci a velikosti povrchového odtoku. Rýhy se nejen prodlužují po pádu, ale také se zařezávají směrem proti spádu, čímž se dostávají do vyšší polohy. Stékající voda se v zhlaví rýh soustřeďuje v pramének, který vede ke vzniku malého vodopádu, který intenzivně vymílá půdu. (Cáblík & Jůva 1963)

Dále rozeznáváme též vnitropůdní erozi a erozi tunelovou (viz Janeček a kol. 2008). Působením vodní eroze dochází v extrémních případech až k úplnému odstranění ornice a půdy a obnažení skalního podloží. (Janeček a kol. 2005)

Plošný splach je většinou spojen s méně vydatnými a mírnými dešti, neboť u dešťů větší intenzity dochází velmi rychle ke koncentraci vody ve stružkách a rýhách. Eroze výmolná obvykle následuje po erozi rýhové, eroze však může počínat i erozí výmolnou. Může k tomu docházet zejména v přirozených průlezech, u svahových cest a příkopů a u po spádu vedených pozemkových hranic atd. (Cáblík & Jůva 1963)

4.7 Důsledky vodní eroze na orné půdě

Vodní eroze půdy zejména ochuzuje zemědělské půdy o ornici, čímž dochází vlivem zhoršování fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy ke snížení úrodnosti půdy. V České republice je podle Šarapatky a kol. (2002) ohroženo vodní erozí 54% půd.

Vodní eroze redukuje výnosy snížením obsahu organické hmoty, snížením vodní kapacity, prokořenění a snížením dostupnosti rostlinných živin a poškozováním půdní struktury a pozměňováním zrnitosti. (Toy a kol. 2002) Poškozuje plodiny a kultury, způsobuje ztráty osiv, sadby, hnojiv a pesticidů. (Dostál & Janeček 2006 in Boardman & Poesen; Janeček a kol. 2008) Eroze půdy má negativní vliv na retenční schopnost krajiny skrze podíl srážek, který je půda schopna infiltrovat a který odeče jako povrchový odtok. (Dostál & Janeček 2006 in Boardman & Poesen)

Beasley (1985) ex Janeček a kol. (2005) uvádí, že odnosem pěti až patnácti cm půdy byla zjištěna redukce výnosu o 15 – 30 %. Při ztrátě 30 cm půdy dochází dle Šarapatky a kol. (2002) k snížení výnosů až o 75%. Eroze vede dle Fulajtára & Jávského

(2001) ex Šarapatka a kol. (2002) na silně erodovaných plochách k snížení výnosů u pšenice o 25%, u kukuřice o třetinu, u slunečnice až o polovinu a u ječmene až o dvě třetiny.

Změny ve stavu půdy ovlivňují zisky z hospodaření na půdě zejména snížením výnosů a zvýšenými požadavky na péči o kultury. Vliv eroze na produkční schopnost půd lze zmírnit využitím vysoko výnosových odrůd, pesticidů a hnojiv. Toto řešení však může zhoršovat ekonomiku podnikání zatížením dalšími náklady a vyššími požadavky na práci a často způsobuje jiné environmentální problémy, jako je znečištění vod aj. (Toy a kol. 2002)

Eroze však nepřináší jen znehodnocování míst erodovaných (zóna transportní), ale i míst, na která je erodovaný materiál ukládán (zóna akumulací), například při sedimentaci neúrodných sedimentů na jinak úrodné půdě. (Sklenička 2003)

4.7.1 Změny půdních vlastností vyvolané vodní erozí

Ztráta organické hmoty, ke které dochází smyvem povrchové vrstvy půdy, ale také přioráváním podorničí (Janeček a kol. 2008), má zásadní vliv na vlastnosti půdy.

Organická hmota je zásobárnou energie, zdrojem živin, stabilizuje strukturu, ovlivňuje retenci vody, kationtovou výměnnou kapacitu a pufrací schopnost, určuje mineralizaci dusíku atd. (Šarapatka a kol. 2002)

Zhoršení fyzikálních vlastností vodní erozí je zejména ve zvyšování štěrkovitosti (změně zrnitosti), degradaci struktury, snižování vodní kapacity a pórovitosti, poklesu infiltrační schopnosti, snižování hloubky půdy pro vývoj kořenů (Janeček a kol. 2008)

Chemické vlastnosti půdy jsou dle Janečka a kol. (2005) zasaženy:

- snížením obsahu organické hmoty a humusu
- snížením obsahu minerálních živin v půdě
- obnažením podorničí s nízkou přirozenou úrodností a vyšší kyselostí

Vodní eroze a ztráta organické hmoty je doprovázena ztrátou základních živin (N a P), ale také dalších prvků (K, Ca, Mg aj.). Zvýšená kyselost půdy zvyšuje potřebu vápnění, které však nemůže být na erodovaných půdách realizováno dostatečně efektivně pro rychlé odplavování Ca. (Janeček a kol. 2008) Snížený obsah organické hmoty má mj. přímý dopad na efektivitu použití herbicidů. (Janeček a kol. 2008)

Biologická degradace půd zasažených erozí je zejména důsledkem snížením obsahu organických látek, organického uhlíku a úbytku půdních mikroorganismů. Jak již bylo uvedeno, degradace půdy vede k nutnosti zvýšení vnějších vstupů mezi které patří zejména vyšší využití chemikálií (hnojiva, pesticidy), což má negativní dopad na populace půdních mikroorganismů. (Lal 1994 ex Janeček a kol. 2005) Na populace mikroorganismů má vliv také snižující se provzdušněnost půdy, která je zásadní pro život půdního edafonu, a rostoucí objemová hmotnost půdy. Tyto faktory vedou k úbytku mikroorganismů a veškerého půdního edafonu (aktinomycety, bakterie, žížaly atd.). (Janeček a kol. 2005)

Odstraněním svrchní vrstvy půdy dochází k obnažení hlouběji uložené půdy, která má jiné vlastnosti a tím i jinou schopnost odolávat erozi. Infiltrační kapacita svrchního horizontu je často vyšší než u horizontu pod ním, dochází tak ke zvýšení eroze. (Toy a kol. 2002) S úbytkem svrchní vrstvy půdy (ornice) se snižuje množství organických látek, které mají vliv na stabilitu půdních agregátů a struktury půdy. Agregáty jsou pak náchylnější k rozbití kapkami deště a rozplavení, čímž dochází k ucpávání pórů a vzniku tzv. půdního škraloupu, který zabraňuje infiltraci a zvyšuje povrchový odtok a erozi. (Janeček a kol. 2005)

Často dochází k obnažování podorničí s vyšším obsahem jílu. Snižuje se tak dostupnost vody rostlinám pro její upoutání kapilárními silami, snižuje se infiltrační schopnost půdy a zvyšuje se povrchový odtok, čímž roste rychlost eroze. Výsledkem je mimo jiné též větší náchylnost k zhutňování vedoucí opět k zvýšení povrchového odtoku a urychlení eroze. Dochází-li v důsledku eroze k obnažování písčitého podorničí, dochází ke zvýšení infiltrace vlivem zvětšování pórů a zvýšení výparu a k snížení schopnosti zadržet vodu pro rostliny. (Janeček a kol. 2005)

4.7.2 Důsledky plošné vodní eroze

Eroze plošná zejména nepříznivě mění chemismus půdy snižováním obsahu dusíku a jiných živin jejich rozpouštěním a vyluhováním. Dále vede plošná eroze zejména k vytváření půdního škraloupu a s tím spojenému poklesu vsakovací schopnosti. Nejintenzivněji působí tam, kde déšť dopadá na silně vyschlou půdu a tříští její nechráněný povrch. Suchá půda se z počátku provlhuje velice nesnadno. (Cáblík & Jůva 1963)

4.8 Dopady vodní eroze orné půdy projevující se mimo ornou půdu

Janeček a kol. (2005) uvádí, že eroze nemá jen ekonomický dopad na uživatele resp. vlastníky půdy, ale působí též velké škody mimo pozemky, které často převyšují škody na pozemcích. Janeček a kol. (2008) píše, že „transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulární prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zvyšují náklady na úpravu vody, velké povodňové průtoky (navýšené vyšším povrchovým odtokem) poškozují budovy, komunikace, koryta vodních toků apod.“ Podobný výčet přináší i Soukup a kol. (2006).

V dnešní době se v zemědělství využívá velké množství chemických látek, jejichž vstup do povrchové nebo i podzemní vody představuje velké nebezpečí. Hlavním zdrojem těchto látek jsou průmyslová hnojiva, pesticidy a zemědělské a průmyslové odpady, které jsou do půdy nebo na půdu ukládány ve snaze udržet vysoké výnosy. (Holý 1994) Jemné částice uvolněné erozí mají velkou schopnost absorpce rostlinných živin, ale také těžkých kovů, pesticidů a jejich reziduí a patogenních organismů. (VÚMOP 1995) Vysoký obsah dusíku a fosforu ve vodě způsobuje eutrofizaci vodních nádrží a rybníků, což vede mj. k snížení jejich rekreační atraktivity, ale také k úhynu ryb a celé řady vodních organismů. (Holý 1994) Intenzivní způsob hospodaření v zemědělství představuje největšího znečišťovatele vod. Hlavní znečišťující látkou je nitrátový dusík. (Šarapatka a kol. 2002) Nezanedbatelné nejsou ani pesticidy (insekticity, herbicidy, fungicidy) aplikované k udržení “zdravých“ monokultur.

Podle Janečka a kol. (2008) se hodnoty smyvu, při kterých ještě nedochází k významnější eutrofizaci vod pohybují v rozmezí od 0,5 do 2 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Přípustnou ztrátu půdy pro dané místo je třeba posoudit podle charakteru vodního toku jako recipientu a charakteru povodí, proto se určuje jako průměrná hodnota pro celé povodí. (viz tab. č. 1)

Tab. 1) Orientační hodnoty přípustné ztráty půdy v povodí vodních zdrojů (Janeček a kol. 2008)

Zastoupení orné půdy v povodí (%)	Přípustná ztráta půdy (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
100	1
50	2
25	4
10	10

4.9 Vodní eroze mimo ornou půdu

„Na celkovém množství splavenin pohybujících se v potocích a řekách se významně podílí i eroze z ploch obnažených při stavební činnosti, eroze z polních a lesních nezpevněných cest, mechanizovanou těžbou dřeva poškozené lesní půdy, koryt břehů vodních toků zejména při povodních, vymílání zaplavené půdy a ztráty půdy ze sesuvů,“ říká Janeček a kol. (2008). Při holosečném způsobu hospodaření v lesích dochází k poškození půdního pokryvu v těžebním procesu až na 75 % plochy, kde těžba probíhala. (Janeček a kol. 2008) Vytváření „kolejí“ pojezdem těžké lesní techniky a stahováním dřeva se zvyšuje soustředěný povrchový odtok, snižuje se retence, akumulace a retardace vody lesním porostem. Schopnost lesa odolávat erozi závisí také na zdravotním stavu lesa. (Sklenička 2003)

Není tedy pravda, že eroze hrozí jen tam, kde se oře na polích, ale dochází k ní všude, kde člověk vyvíjí činnost, při které se zasahuje do půdního povrchu. I zde může eroze způsobovat velké škody, a to nejen na kvalitě vody, ale například také třeba ve zvýšení nákladů na opravy komunikací, inženýrských sítí, zhoršení produkční funkce lesa aj.

4.10 Přístup k řešení protierozní a protipovodňové ochrany v ČR

Obecně se kritizuje nízká legislativní ochrana majetku obyvatel a obcí potažmo státu před erozí. Podle Dostála & Janečka (2006) in Boardman & Poesen české právo postrádá konkrétní direktivy, které by v případě škod způsobených erozí mohly být použity k rozhodnutí o tom, zda-li byla škoda způsobena porušením principů protierozní ochrany nebo byl příčinou výskyt extrémní srážky. Tak dochází k tomu, že se zemědělci hospodařící na plochách, ze kterých je při přívalovém dešti smyto velké množství půdy, opakovaně vymlouvají na přírodní katastrofu.

Hlavní motivací k protierozní ochraně podle Dostála & Janečka (2006) in Boardman & Poesen není zamezení škodám na půdě, ale spíše ochrana měst a obcí. Projekty na ochranu půdy před erozí se vypracovávají až tam, kde dojde ke škodám. (Dostál & Janeček 2006 in Boardman & Poesen) Zrovna tak projekty protipovodňové ochrany jsou zacíleny zejména na území, kde se vyskytla povodeň. (David a kol. 2002 in Patera a kol.) Dle slov Dostála & Janečka (2006) in Boardman & Poesen, ale také dle zdravého rozumu by bylo lepší a efektivnější k těmto opatřením přistupovat preventivně.

Prevence v protipovodňové ochraně získává jen omezený prostor, přičemž na mnoha místech můžou být následky výskytu přívalového deště mnohem závažnější než tam, kde byla z důvodu nedávných povodňových škod realizována protipovodňová opatření. (Považuji za důležité uvést, ačkoliv spolu eroze a povodně velmi úzce souvisí a je to logické, že totéž se samozřejmě vztahuje i k ochraně protierozní, pokud za její realizaci stojí událost spjatá s výskytem extrémní srážky v dobu, kdy byla půda nedostatečně chráněna). Praxe v protipovodňové ochraně je taková, že se neřeší příčiny, ale následky. Tzv. „neškodným“ odvedením odtoku, které se často omezuje na zvýšení kapacity koryt a propustků v intravilánech, se problém neřeší, jen se „přesouvá“ dále po proudu. (David a kol. 2002 in Patera a kol.) Je tomu proto, jak uvedl i prof. Ing. Miloslav Janeček DrSc. (nepubl.), že se jedná o nejsnáze realizovatelné opatření.

4.11 Problematika eroze v legislativě ČR

Základem většiny problémů v oblasti životního prostředí bývá legislativa, resp. její chybný výklad nebo nedostatečné uplatňování. Přístupu českého práva k problematice eroze se ve stručnosti věnuje tato kapitola.

Podle § 3 odst. 1 Zákona 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu musí vlastníci nebo nájemci pozemků hospodařit na zemědělském půdním fondu tak, aby mj. „nepoškozovali okolní pozemky a příznivé fyzikální, biologické a chemické vlastnosti půdy a chránili obdělávané pozemky podle schválených projektů pozemkových úprav“.

Na základě směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (nitrátová směrnice), bylo vydáno Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech. Směrnice je základem tzv. zásad správné zemědělské praxe. Zásady jsou sepsány pro subjekty hospodařící mimo tzv. zranitelné oblasti a mají na rozdíl od Nařízení doporučující charakter.

Podle § 11 odst. 2 Nařízení vlády č. 103/2003 Sb., ve znění pozdějších úprav, se mj.: „z důvodů ochrany půdy před erozí a vod před znečištěním nesmí pěstovat širokořádkové plodiny, například kukuřice, slunečnice, sója, bob, brambory, na zemědělských pozemcích se sklonitostí převyšující 7° (cca 12%), přímo sousedících s útvary povrchových vod nebo nacházejících se od nich ve vzdálenosti menší než 25 m.“

Dále se dle tohoto paragrafu upravuje hospodaření na vybraných plochách ohrožených erozí. Nařizují se agrotechnická protierozní opatření jako půdoochranné zpracování, vrstevnicové obdělávání, mulčování, výsev do ochranné plodiny nebo strniště atd.

§ 27 Zákona 254/2001 Sb. o vodách říká, že: „vlastníci pozemků jsou povinni zajistit, aby nedocházelo ke zhoršování odtokových poměrů, odnosu půdy erozní činností vody atd.“

K problematice způsobování škod se hovoří také v občanském zákoníku, který ukládá tzv. obecnou prevenční povinnost. Podle § 415 zákona 40/1964 Sb. je každý povinen: „počínat si tak, aby nedocházelo ke škodám na zdraví, na majetku, na přírodě a životním prostředí.“

Silným prostředkem, který významně rozhoduje o způsobu hospodaření zemědělců na svažitých plochách, jsou závazné podmínky, které je nutno splnit pro získání dotací EU. Jedná se o Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC). Nedodržení těchto standardů může pro zemědělce znamenat snížení přímých plateb, tv.“dotací na plochu“, což pro něj ve svém důsledku může znamenat ztrátu konkurenceschopnosti a následný krach. Dodržování standardů je také podmínkou podpory z osy II Programu rozvoje venkova.

Pro rok 2009 bylo stanoveno, že na půdních blocích (evidovány ve veřejném registru půdy LPIS) s průměrnou sklonitostí převyšující 12° (přes 21%) nesmí být pěstovány kukuřice, brambory, řepa atd. GAEC pro rok 2010 významně upravuje podmínky vztahující se k protierozní ochraně. Zavádí povinnost dalších opatření pro snížení eroze, vylučuje se pěstování širokořádkových plodin na plochách silně ohrožených erozí dle principu rovnice pro výpočet dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí podle vrstvy ve veřejném registru půdy LPIS. V případě pěstování obilovin a řepky je nutné využít na takových plochách půdoochranné technologie. Výjimku představují obilniny pěstovány s podsevem jetelovin. Jako půdoochranné technologie jsou zde brány přímé setí, setí do mulče, setí do mělké půdnítky při zachování min. 30% rostlinných zbytků na povrchu půdy a setí do ochranné plodiny a důlkování.

Dále musí být půda do 30. listopadu ponechána v zoraném stavu nebo jako strniště. Zavádí se povinnost organického hnojení a pěstování plodin zlepšujících kvalitu půdy na určitém podílu obhospodařované plochy. Tato úprava by jednoznačně měla vést k snížení eroze a zlepšení stavu půdy. Standardy GAEC byly novelou č. 291/2009 začleněny do Zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství.

Tato úprava představuje významný posun, někteří jej však považují za nedostatečný. Největším nedostatkem je omezení agrotechnických protierozních opatření zásahů na plochy silně ohrožených erozí. Například v území řešeném touto prací není dle LPIS žádná taková plocha. V mnoha ohledech stále nedostatečná legislativní ochrana půdy před vodní erozí je naléhavou výzvou všem zákonodárcům, aby celou problematiku přezkoumali a vyvodili patřičné legislativní kroky.

Určitou změnu k lepšímu by měla přinést také novela zákona o ochraně zemědělského půdního fondu, který mj. doplňuje kompetenci ke kontrole hospodaření s půdou a svěřuje ji České inspekci životního prostředí. (Bursík M. 2009)

4.12 Metody měření a predikce eroze

Měření a predikce eroze a také vyhodnocování účinnosti protierozních opatření se provádí zpravidla pomocí zkoumání následků eroze. To je možné několika způsoby, mezi přímé patří zejména měření ztrát půdy na odtokových parcelkách s možným využitím simulátorů deště. Nepřímé představují pedologické metody, laserové snímání mikroreliefu, morfometrické metody a metody fotogrammetrické, které vyhodnocují letecké a družicové snímky. Dále je možno využít například metodu volumetrickou, spočívající v měření objemu erozních rýh. Své místo mají také odběry vzorků eroze z toků, ať už jde o využití vzorkovačů splavenin, nebo sedimentu. O intenzitě erozních procesů v povodí vypovídá i měření množství usazenin ve vodních nádržích. Vliv eroze na půdní úrodnost lze pozorovat pomocí vývoje vegetace a z výnosů plodin. Roste uplatnění GPS (globální poziční systémy) a jeho propojení s GIS (geografickými informačními systémy). (Janeček a kol. 2008)

Odtokové parcelky musí být co se týče odtoku izolovány od okolí. K záznamu deště slouží ombrograf. Voda z parcelky odtéká do sedimentační nádrže. Ztrátu půdy na parcelkách lze zjišťovat také pomocí výškových změn povrchu půdy s využitím stálých bodů nebo pomocí měření objemu erozních rýh či objemu nánosů na úpatí svahu. K simulaci erozních dešťů slouží simulátory deště. (Janeček a kol. 2008)

4.13 Empirické metody určení ohroženosti pozemků vodní erozí

K určení ohroženosti pozemků vodní erozí slouží dle Janečka a kol. (2008) empirické a simulační modely. Empirické modely vznikají na základě vyhodnocení

velkého množství dat. Zahrnují omezený počet vstupních parametrů, které jsou většinou vyjádřeny jako koeficienty. Jejich výhodou jsou jednoduchost, rychlost a průhlednost výpočtu. (David a kol. 2002 in Patera a kol.)

K posouzení ohroženosti půdy vodní erozí bylo vytvořeno mnoho empirických vztahů. Nejdokonalejší a dodnes užívaná je podle Janeček a kol. (2008) tzv. univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy vodní erozí dle Wichmeiera a Smithe (USLE – universal soil loss equation), která byla uveřejněna v roce 1978. Tuto rovnici využívá i metodika, podle které postupují při určování ohroženosti pozemků vodní erozí. Rovnice má jeden významný limit, neumožňuje určit přímý odhad erozního projevu jednotlivých přívalových srážek. (Slavík & Neruda 2007)

USLE byla na základě zkušeností podrobena úpravám, což vedlo k vytvoření tzv. revidované univerzální rovnice ztráty půdy (RUSLE). RUSLE má mimo jiné univerzálnější použití a může dosáhnout lepších výsledků. Větší požadavky na vstupních data zapřičiňují, že se stále upřednostňuje USLE. (Janeček a kol. 2008)

4.14 Simulační modely určení ohroženosti pozemků vodní erozí

Simulační modely jsou založeny na fyzikálním popisu probíhajících dějů. Popisují reálný proces a je výrazně snazší je aplikovat v jiných podmínkách. (David a kol. 2002 in Patera a kol.)

Teoretický rozvoj v oblastech hydrauliky povrchového odtoku, infiltrace, mechanismů eroze a také rozvoj technický vedl k vytvoření simulačních modelů eroze. Pro prognózu intenzity eroze a transportu látek se vyhodnocují faktory přírodní i antropogenní podílející se na erozi a určuje se jejich podíl na intenzitě eroze a její dopad na životní prostředí. Simulační modely dosahují lepších výsledků a jejich využití je opět univerzálnější. Tyto výsledky jsou však podmíněny dostupností většího množství dat a teoretickou a technickou vybaveností zpracovatelů. (Janeček a kol. 2008)

Simulační modely erozních procesů lze rozdělit například z pohledu časového, tj. je-li určen pro jednotlivou srážku (epizodní), nebo pro delší období, nebo podle postihované plochy. (Slavík & Neruda 2007)

Simulačních modelů je mnoho a mají různé základy, vyžadují různé vstupy a poskytují různé výsledky. Pro podmínky ČR byl na FSv ČVUT v Praze odvozen simulační model odtoku a eroze na svahu SMODERP. (Janeček a kol. 2008)

5. Protierozní opatření

Zabezpečení či nezabezpečení protierozní ochrany a způsob jejího provedení se odvíjí od ohroženosti půdy vodní erozí. Hlavní způsoby a cíle ochrany zemědělské půdy před vodní erozí představuje ČSN 75 4500. Protierozní opatření podle ní „slouží k ochraně půdy před přímým působením dešťových kapek vegetačním pokryvem, zlepšováním vlastností půdy jako je stabilita struktury a infiltrační schopnosti, omezováním vzniku povrchového odtoku a zejména zabráněním vzniku soustředěného povrchového odtoku a stabilizací drah povrchového odtoku.“ K cílům, principům a způsobům využívání protierozních opatření se vyslovuje mnoho autorů a je možno najít mnoho různých pohledů. Ty hlavní následují.

Podle Hůly & Kovaříčka (2003) je účelem protierozních opatření zachování půdy v konkrétních přírodně-hospodářských podmínkách. Jejich využití je určováno potřebou ochrany půdy před erozí, účinností jednotlivých opatření, limity jejich využití a požadovanou ochranou vod, obcí, infrastruktury, vlastnickými a uživatelskými vztahy k půdě a dalšími omezeními a povinnostmi vycházejícími z veškerých platných právních dokumentů. (Podhrázká & Dufková 2005)

Dle Janečka a kol. (2008) je cílem zejména ochrana půdy před účinky deště, podpora infiltrace, zlepšení soudržnosti půdy, omezení unášecí schopnosti vody a povrchového odtoku, neškodné odvádění povrchové vody a zachycování smytého materiálu.

Slavík & Neruda (2007) vidí v protierozních opatřeních komplexní cíle v ochraně pozemků i hydrografické sítě před zanášením splaveninami. Jejich úkolem je podle nich zlepšení hydrologických charakteristik v toku, ale také na ploše povodí. Protierozní opatření podle nich zvyšují ekologickou stabilitu a vytvářejí podmínky pro diverzifikaci hospodaření na velkých půdních celcích zvýšením zastoupení trvalých travních porostů a rozptýlené a liniové zeleně doprovázející technické prvky protierozní ochrany. (Slavík & Neruda 2007)

Základním principem protierozní ochrany je podle Janečka a kol. (2008) pěstování plodin s vysokým ochranným účinkem na erozně ohrožených plochách a omezení doby, kdy není půda chráněna rostlinným pokryvem či zbytky, zejména v období největšího výskytu přívalových dešťů.

5.1 Dělení a způsob uplatňování protierozních opatření

Protierozní opatření se dají rozdělit na tři velké skupiny:

- organizační
- agrotechnická
- technická

Podhrázská & Dufková (2005) navrhuje postupovat při zpracovávání projektu protierozní ochrany dle následujícího postupu:

- a) vyhodnocení území
- b) posouzení současného smyvu a odtokových poměrů
- c) návrh organizačních opatření
- d) posouzení smyvu po návrhu organizačních opatření
- e) návrh agrotechnických opatření
- f) posouzení smyvu po návrhu agrotechnických opatření
- g) návrh technických a protipovodňových opatření
- h) posouzení smyvu po návrhu komplexních protierozních opatření

Dostál & Janeček (2006) in Boardman & Poesen odhadují, že kontrola eroze na 18% území České republiky může být realizována vhodnými plodinami, osevními postupy, agrotechnikou a organickým hnojením. Kontrola eroze na 16,3% plochy ČR vyžaduje podle nich trvalé zatravnění.

V oblastech s intenzivním zemědělstvím je vyšší zastoupení kukuřice a okopanin, zatímco v oblastech méně příznivých je vyšší zastoupení trvalých travních porostů. To má výrazný vliv na potřebu a charakter protierozních opatření. V oblastech s intenzivním zemědělstvím by podle Hůly & Kovaříčka (2003) měla být realizována taková opatření, která nesnižují výnosy. V oblastech pro zemědělství méně výhodných by způsob využití půdy měl být podřízen ochraně půdy. V méně úříznivých podmínkách k zemědělskému hospodaření by měla být prováděna hlavně méně nákladná opatření.

Vždy je však nutno zohlednit všechny místní podmínky (erozivitu dešťů, erodibilitu půd, morfologické poměry a rozhodně též způsob obhospodařování. (Hůla a kol. 2003)

5.2 Organizační protierozní opatření

Účinek těchto opatření vychází z různé půdoochranné funkce jednotlivých plodin. Protierozní účinek porostu roste se stářím a hustotou porostu, kdy klesá jeho povrchový odtok. (Hůla a kol. 2003) Doklad významného vlivu kultury na povrchový odtok přináší např. Kasprzak a kol. (1998) in Fidler, který při lokálních deštích na experimentálních ploškách stanovil průměrné odtokové součinitele. Pro holou půdu bylo stanoveno 0,347, 0,062 pro obilní strniště slabě zaplevelené, 0,023 pro mladý travní porost, 0,02 pro zaplevelenou vojtěšku a 0,004 pro ozimou pšenici před sklizní. Významným rozdílem v povrchovém odtoku a smyvu mezi kulturami odpovídá tabulka, podle které se určuje factor *C* (tab. 8) a též tabulka, podle které se určuje poměr odtoku dle CN křivek např. dle Janečka a kol. (2007).

5.2.1 Tvar a velikost pozemků

Rozeř pozemku po svahu nemá přesáhnout maximální přípustnou délku svahu vycházející z maximální přípustné ztráty půdy vodní erozí, získanou pomocí USLE. Pozemek musí být z hlediska povrchového odtoku izolován od pozemků okolních, jinak je třeba počítat s více pozemky, které spojuje povrchový odtok.

Pozemky by měly být situovány delší stranou po směru vrstevnic. Při určování tvaru a velikosti pozemků by měly být respektovány potřeby efektivního využívání mechanizace při daném způsobu hospodaření spolu s požadavky na přístupnost pozemků. (Janeček a kol. 2008) Při návrhu tvaru a velikosti pozemků je nutno přihlížet k požadavku homogenity půdních vlastností, krajiny, mechanizační přístupnosti a expozici. (ČSN 75 4500) Ideálním tvarem z hlediska užívání strojů je obdélník o poměru šířky k délce 1:2 až 1:3 situovaný delší stranou po vrstevnici. (Sklenička 2003) Vhodný je též n-úhelník s dvěma nejdelšími protilehlými stranami rovnoběžně se směrem obdělávání. Žádná zbývající strana by neměla se směrem obdělávání svírat úhel nižší než 60 – 70°. Ideální rozptýl výměř pozemků je mezi 4 resp. 5 ha a 30 ha. (ČSN 75 4500)

5.2.2 Delimitace druhu pozemků

Delimitace kultur je funkční a prostorová optimalizace pozemků zejména z hlediska jejich sklonových poměrů. Janeček a kol. (2005) v souladu s ČSN 75 4500 doporučuje zalesnění svahů se sklonem vyšším než 50% a zatravnění na svazích se sklonem vyšším

než 25%, které nelze pro vysoký půdní smyv úspěšně využívat jako ornou půdu. Ochranné zatravnění se provádí též mj. v drahách soustředěného povrchového odtoku a v profilech průlehu. (Soukup a kol. 2006; Janeček a kol. 2008)

Podhrázská & Dufková (2005) navrhuje zatravnění na svazích od 12° (21,3%), dále mělké půdy do 30cm, středně skeletovité na pevných substrátech na svazích 7° (12,3%) - 12° a v dalších nepříznivých půdně-klimatických podmínkách. Zalesnění navrhuje na svazích nad 17° (30,5%) a mnoha půdách zamokřených a jinak nevhodných k zemědělství.

Zatravnění nepřináší jen vyšší protierozní ochranu půdy, ale umožňuje zadržování srážek skrze zvýšenou infiltraci. Zároveň v půdě zvyšuje obsah kvalitního humusu. (Mrkvička a kol. 1998 in Fídl)

5.2.3 Protierozní rozmístování plodin

Plodiny nedostatečně chránící půdu by neměly být pěstovány na svažitých pozemcích. Zejména kukuřice, brambory (širokořádkové plodiny) by měly být pěstovány na pozemcích do sklonu 8%, resp. 15% při jejich střídání s vrstevnicovými pásy obilnin. (Janeček a kol. 2005) Podhrázská & Dufková (2005) doporučují pěstovat širokořádkové plodiny (kukuřice, brambory) jen na svazích do 3° (5,2%) (kdy je u svahů nad 300m délky potřeba využít protierozní agrotechnická opatření či jiná protierozní opatření). Na pozemcích do 7° (12,3%), tj. středně ohrožených erozí, doporučují pěstovat obiloviny, řepku len a okopaniny (s doprovodem vhodných protierozních opatření dle přípustné délky svahu (USLE) a využívat bezorebného setí meziplodin). Na pozemcích výrazně ohrožených erozí do 12° navrhuje pěstovat pouze úzkořádkové plodiny (za použití minimálního zpracování půdy v osevních postupech s vysokým podílem víceletých pícnin).

5.2.4 Pásové střídání plodin

Jedná se o metodu snížení smyvu půdy spočívající ve střídání plodin s menším a větším protierozním účinkem. Šířku pásů určuje zejména sklon a délka svahu, druh plodin, náchylnost půdy k erozi, erozní srážky a také šířka záběru využívaných strojů, mohou být proměnlivé i konstantní šířky. (Janeček a kol. 2005) Jejich počet je dán přípustnou délkou svahu (USLE), poté musí dojít k přerušení svahu (průleh, příkop atd.). Janeček a kol. 2008 doporučuje zejména stejně široké vrstevnicové pásy plodin cílových prokládat nesterjné

širokými pásy ochranných porostů. ČSN 75 4500 toto opatření uznává jen na plochách se sklonem od 5 do 20%, při 12 až 20% je nutné využít víceletých píceňin. Pásy musí být orientované po vrstevnici, nebo v odklonu do 30° od vrstevnic. Z hlediska mechanizace je minimální šířkou pásu 20m. (ČSN 75 4500)

5.2.5 Protierozní oseední postupy

Protierozní postupy představují takovou strukturu a sled pěstovaných plodin, které umožní udržet ztrátu půdy vodní erozí v mezi přípustných ztrát dle hloubky půdy tam, kde zejména nelze uplatnit jiný způsob rozmířování plodin z technologických nebo organizačních důvodů. Plodiny s malou protierozní účinností jsou nahrazovány plodinami s účinností vyšší. (Podhrázská & Dufková 2005) Zejména je potřeba omezit okopaniny. K tomuto účelu jsou vhodné píceňinářské oseední postupy s vysokým podílem jetelovin. (Kvěch a kol. 1985)

5.3 Agrotechnická protierozní opatření

Jedná se o soubor opatření vedoucích k zvýšení infiltrační schopnosti půdy, zvýšení protierozní odolnosti půdy a k zajištění vyšší ochrany povrchu půdy před přívalovými srážkami v období, kdy není půda dostatečně kryta plodinami. (Janeček a kol. 2008)

Vliv na snížení eroze i na snížení povrchového odtoku je u těchto opatření významný. Při aplikaci půdoochranného obdělávání v porostu širokořádkové plodiny klesá povrchový odtok ze 100 m³ . ha⁻¹ na 25 – 42 m³ . ha⁻¹ . (Hůla a kol. 2003)

Badalíková & Hrubý (2009) uvádějí obecné doporučení přechodu k technickým protierozním opatřením tam, kde je sklon svahu vyšší než 12%, neboť zde již nepůsobí.

Využití agrotechnických opatření vyžaduje speciální stroje. (Soukup a kol. 2006) K posouzení možnosti využití agrotechnických opatření a případné volbě vhodné agrotechniky by tedy bylo zapotřebí zjistit, jakými stroji na zde hospodařící subjekty disponují, resp. jaké jsou jejich možnosti pořízení či zapůjčení speciálních strojů.

Protierozní agrotechnika podle ČSN 75 4500 představuje zejména protierozní orbu prováděnou otočnými radličnými pluhy, kultivaci půdy pomocí radličkových či rotačních kypřičů bez obracení půdy, setí do nezpracované půdy, mulčování. Podle Soukupa a kol. (2006) se jedná také o výsev do ochranné plodiny či strniště, hrázkování, vrstevnicové

obdělávání. Agrotechnická protierozní opatření se provádějí ve směru vrstevnic nebo s malým odklonem od vrstevnic. (Janeček a kol. 2008)

5.3.1 Minimalizační a půdoochranné technologie pěstování plodin

Tato kapitola přináší přehled složité problematiky minimalizačních a půdoochranných technologií. Téměř každý, kdo se touto problematikou zabývá, využívá různé termíny pro různé postupy. Snahou této kapitoly je poskytnout syntézu a alespoň základní rozdělení a přiblížení těchto systémů.

Způsoby zpracování půdy lze zjednodušeně rozdělit na konvenční, při kterém je půda zpracovávána orbou, kdy jsou rostlinné zbytky na povrchu zapravovány do půdy, a na minimalizační, které jsou bezorebné. (Hůla & Procházková a kol. 2008) Jedná se o způsob hospodaření na půdě s redukovanou hloubkou a intenzitou zpracování. Jde o různé druhy mělkého zpracování, kypření, výsevy do nezpracované půdy (přímé setí), vymrzajících meziplodin atd. (Hůla & Procházková 2004) Důležitým aspektem je snížení počtu přejezdů slučováním operací. V České republice jsou minimalizační technologie uplatňovány na více než 30% orné půdy. (Hůla & Procházková a kol. 2008)

Hlavním faktorem při přechodu k ochranným technologiím hospodaření na půdě je ekonomika hospodaření. (Weesies et al. 1994 ex Toy a kol. 2002) Jak uvádí Hůla & Procházková a kol. (2002), k vývoji zjednodušených systémů zpracování půdy vedlo zjištění „nevýrazné reakce většiny plodin na hloubku a intenzitu zpracování půdy a pozitivní reakce obilnin na půdu spíše utuženou, odpovídající půdě přirozeně uložené, tedy nezpracované.“

Půdoochranné obdělávání (conservation tillage) jsou minimalizační způsoby obdělávání s různým stupněm redukce zpracování půdy rozšířené o ponechávání posklizňových zbytků nebo využití meziplodin. (Hůla & Procházková a kol. 2008) Hůla (1999), Hůla a kol. (2003), Soukup a kol. (2006), Hůla & Procházková a kol. 2008, Janeček a kol. (2008) a další uvádějí, že se ochranné obdělávání vyznačuje ponecháním alespoň 30% rostlinných zbytků na povrchu půdy. Jedná se tedy o pojem, který pod sebou může skrývat mnohé metody hospodaření, rozhodující je ponechání alespoň 30% rostlinných zbytků na povrchu půdy. Půda se neoře, ale jen kypří kypřiči, stroje půdu nepřeklápí, ale drobí, na povrchu půdy se tvoří mulč (nastýlka). Šetrné kypření nahrazující orbou pomáhá vytvořit a udržet stabilní strukturu půdy. (Hůla a kol. 2003)

Zbytky rostlin se na povrchu nechávají, protože přítomnost rostlinného materiálu na povrchu půdy zpomaluje povrchový odtok, zlepšuje podmínky pro vsakování a půda je tak chráněna před destruktivními účinky dopadajících kapek. (Janeček a kol. 2008) Tam, kde půda není chráněna, především tak po orbě a předseťové přípravě, dochází účinkem dopadajících kapek k vyšší míře rozrušování a rozplavování agregátů a slévání půdy, čímž se ucpou póry a povrchový odtok je navýšen. (Hůla a kol. 2003)

Půdoochranné technologie s výsevem do nezpracované půdy, nebo do vymrzající či přezimující, chemicky likvidované meziplodiny nejsou u nás příliš rozšířené, avšak výhledově lze očekávat zvýšený zájem o tyto technologie, zejména v souvislosti s již zavedenou dotační podporou pěstování mezipločin (dotační titul Pěstování mezipločin). Význam zavádění mezipločin tkví zejména v obohacení půdy o snadno rozložitelnou organickou hmotu zvyšující mikrobiální aktivitu v půdě, zlepšení půdní struktury, omezení ztráty dusíku, snížení vodní i větrné eroze (Hůla & Procházková a kol. 2008), urychlení rozkladu slámy, potlačení plevelů. (Hůla & Procházková a kol. 2002) Dále jsou vhodné k přerušení obilných osevních postupů.

5.3.1.1 Zápory minimalizačních a půdoochranných technologií

Každá technologie má své klady i zápory. V případě minimalizačních a půdoochranných technologií se jako nevýhoda můžou jevit zvýšené nároky na kvalifikovanou volbu agrotechnických zásahů, vyšší požadavky na zemědělskou techniku zejména v oblasti kypřičů, postřikovačů a secích strojů zejména a jejich vyšší cena (částečně kompenzováno nižšími požadavky na počet traktorů a vyšším využitím jednotlivých zařízení (Hůla & Procházková a kol. 2008)), rozvoj plevelů, chorob (pat stébel, virová zakrslost, sněti atd.) a škůdců, který s sebou nese vyšší potřebu herbicidů a různých agrochemikálií na ochranu rostlin. V rostlinných zbytcích vznikají také vhodné podmínky pro přemnožení hraboše. (Hůla 1999)

Hůla (1999) dále uvádí možný nepříznivý dopad na výživu rostlin sníženou rychlostí mineralizace organických látek, rizika spojená s pomalejším vzcházením na jaře, k čemuž vede pozvolnější prohřívání kompaktní půdy. Kašpar a kol. (1990) ex Hůla & Procházková a kol. (2008) uvádějí celkový nepříznivý vliv snižování teploty půdy rostlinnými zbytky v chladnějších podmínkách. Podle Kostelanského a kol. (1997) ex Hůla & Procházková a kol. (2002) dochází při seti do nezpracované půdy ke koncentraci solí z průmyslových hnojiv, pesticidů, dále také k okyselování půdy, snížení její biologické

aktivity a pomalejšímu uvolňování živin. Meziplodiny využívané při půdoochranných technologiích odčerpávají živiny a půdní vláhu. (Soukup a kol. 2006)

Hromadění rostlinných zbytků na povrchu půdy může vést k produkci mykotoxinů, fytoncidů a dalších látek, jenž omezují klíčení a vzházení rostlin. Zvyšuje se i riziko přenosu chorob jako je sněť a další. V souvislosti s těmito problémy navrhuje Hůla (1999) jako efektivní řešení orbu. Orbu je také nutné využít pro zapracování většího množství organické hmoty, například hnoje nebo zeleného hnojení. Orba mj. také vyzvedne proplavené živiny (P, Ca, K) do vrchní vrstvy ornice.

5.3.1.2 Klady minimalizačních a půdoochranných technologií

Rostlinné zbytky na povrchu půdy jednak ochraňují povrch, ale také zvyšují stabilitu půdních agregátů, a tak pomáhají vytvářet stabilní systém vertikálních makropórů, čímž se zvyšuje infiltrace. (Hůla a kol. 2003) Jednoznačným přínosem těchto technologií je ve většině případů příznivý vliv na půdní strukturu, omezení výparu mulčem, omezení teplotních výkyvů, zvýšení vododržnosti, zvýšení infiltrační schopnosti, omezení vodní a větrné eroze, omezení vyplavování hnojiv (N) a zvýšení obsahu a kvality humusu, zvýšení obsahu půdního edafonu (Hůla & Procházková a kol. 2008), snížení vymrzání (Hůla & Procházková a kol. 2002), zvýšení vlhkosti a omezení tvorby půdního škraloupu. (Soukup a kol. 2006) Hůla a kol. (1997) zdůrazňují příznivý vliv výsevu do mulče z hlediska omezení rizika tvorby půdního škraloupu u setí do širších řádků.

Příznivý vliv mají minimalizační technologie na míru zhutňování půd. Převažuje používání výkonných kolových traktorů, kterým je možné namontovat přídatná kola k snížení tlaku na půdu, což vede mj. i k omezení vzniku kolejových stop, které jednak brání využití zjednodušeného zpracování půdy, ale také vytvářejí podmínky pro rozvoj vodní eroze. Tyto technologie mají také pozitivní dopad na ekonomiku hospodaření úsporou práce a energií. (Hůla & Procházková a kol. 2008) Baker a kol. (1996) ex Hůla (1999) uvádí úsporu paliva při přechodu z orby na přímé setí až 80%.

Vliv ochranného obdělávání na omezení eroze půdy zhodnotil Hanna a kol. (1995) ex Hůla (1999). Při pokrytí 20 – 30% povrchu půdy rostlinnými zbytky v době setí dojde ke snížení vodní eroze o 50 – 90%.

Celkově lze říci, že množství i kvalita organické hmoty v půdě orané a půdě obhospodařované bezorebně se liší ve prospěch půdy obhospodařované bez orby. (Hůla & Procházková a kol. 2002) Při zpracování půdy orbou dochází k rychlejší mineralizaci

zapravených organických látek, což má za výsledek větší množství uvolněných živin pro následující plodinu, ale také degradaci půdní organické hmoty. Podstatná část uvolněných živin je ohrožena vyplavením. (Kinsell 1998 ex Hůla & Procházková a kol. 2002)

Dle slov Hůly & Procházkové a kol. (2002) je největší předností půdoochranných zpracování půdy šetření vláhou díky omezené evapotranspiraci zapříčiněné rostlinné zbytky na povrchu půdy. Tento jev však může být nežádoucí na půdách s nižší infiltrační schopností, kde se zvyšuje riziko splachu hnojiv, pesticidů a mělce zasetého osiva. (Hůla & Procházková a kol. 2002)

Pro minimalizační technologie mohou hrát i výnosy. Hůla & Procházková a kol. (2002) uvádějí studii Cannell & Hawes (1994) sumarizující studie zabývající se hodnocením minimalizačních technologií v USA, podle které mají bezorebné technologie vyšší výnosy než přináší konvenční zpracování půdy. Jako hlavní faktor snižující výnosy u bezorebných technologií uvádí již zmiňovanou nedostatečnou ochranu proti plevelům. Vždy je však nutné prověřit možnosti využití té či oné technologie v určitých podmínkách. (Hůla & Procházková 2008)

5.3.1.3 Možnosti a podmínky uplatnění minimalizačních technologií

Při volbě způsobu zpracování půdy je podle Zrubeč (1984) ex Hůla & Procházková a kol. (2002) nutné mít na zřeteli především udržení optimálního poměru mezi jednotlivými půdními vlastnostmi, který je prostředkem pro zajišťování dlouhodobé úrodnosti. Dlouhodobá úrodnost se však většinou řeší jen ve vědeckých sférách a praxe výrazně zaostává. V praxi se nekonvenční způsoby obdělávání prosadili zejména v souvislosti se snižováním nákladů. (Toy a kol. 2002)

K založení většiny porostů kukuřice jsou nyní v souvislosti s dotacemi využívány minimalizační technologie. Celkem se v současnosti se minimalizační technologie využívají na více než cca třetině orné půdy. Nejčastěji jsou tyto postupy využívány u hustě setých obilnin a kukuřice, u olejnin, hrachu, cukrovky a brambor. (Hůla & Procházková a kol. 2008)

Volbu způsobu zpracování půdy a zakládání porostu je vždy potřeba řešit s ohledem k půdním a klimatickým podmínkám a nárokům pěstovaných plodin na půdní prostředí. Půdy ve vlhčích a chladnějších podmínkách jsou náročné na udržení půdní pórovitosti a jako takové nejsou vhodným adeptem k aplikaci půdoochranných a minimalizačních technologií. Zrovna tak účinek mulče na uchování půdní vlhkosti může

být nepříznivý v podmínkách vysokých srážek, nízké teploty a nízké drenážní schopnosti půdy. (Hůla & Procházková a kol. 2008) Jednotlivé minimalizační technologie není možné přebírat z jiných podmínek. Pro každé podmínky je potřeba jednotlivé postupy zpracování půdy a zakládání porostu prověřit. (Hůla & Procházková a kol. 2002)

Nejlepší podmínky pro snížení hloubky a intenzity zpracování jsou obecně na středně těžkých půdách s vyšší přirozenou úrodností v sušších podmínkách kukuřičné a řepařské oblasti. (Hůla & Procházková a kol. 2008) Hůla & Procházková a kol. (2002) popisují minimalizační technologie jako zcela nevhodné na zamokřených a velmi utužených půdách.

Ačkoliv je nekonvenční obdělávání doporučováno zejména do sušších a teplejších oblastí s nižší nadmořskou výškou, mnohé výhody, zejména úspora času a nákladů, tohoto způsobu obdělávání dle Hůly (1999) vedou k rozšíření těchto technologií i do humidních oblastí. Například přímé setí je dle Mištiny & Kováče (1993) ex Hůla (1999) vhodné do 350 m.n.m., v místech s průměrnou teplotou nad 8°C a s úhrnem srážek do 600mm. Minimalizační technologie mohou být využívány i na těžších půdách, kde stav půdy neumožňuje kvalitní založení ozimých plodin v určených agrotermínech s využitím konvenční technologie zpracování. (Hůla & Procházková a kol. 2002) Hůla & Procházková a kol. (2008) uvádí jako limitující nedostatek živin, nízké pH a zhutnění. Dále vidí jako omezení využití minimalizace zpracování půdy zplevelenost pozemku, zejména výskyt vytrvalých plevelů jako je pýr plazivý, pcháč rolní, svlačec rolní, mléč rolní atd.

Vysoké množství vyprodukované organické hmoty u meziplodin podmiňuje jejich správnou funkci. Nárůst organické hmoty meziplodiny je odvislý od teplotních a vláhových podmínek. Dostatečný nárůst organické hmoty je podmíněn brzkým výsevem, tj. co nejdříve po sklizni hlavní plodiny, nejlépe do konce srpna. (Badalíková & Hrubý 2009)

K zajištění tvorby humusu je nutné držet vyvážený poměr C:N. Posklizňové zbytky mají povětšinou nepříznivý poměr C:N. Např. sláma obilnin má tento poměr v rozmezí 80-90:1. Optimální poměr pro organické hnojení představuje 30:1. Tento i lepší poměr má chlévský hnůj (20:1), sláma luskovin (20-30:1). Po zapravení materiálu s nepříznivým poměrem C:N může dojít k imobilizaci dusíku půdní mikroflórou vedoucí k snížení růstu a následně výnosů, neboť půdní mikroflóra dusík potřebuje ke své výživě. Má-li docházet k tvorbě humusu, je nutné dostatečně hnojit (ať už hnojem, nebo pomocí zeleného hnojení

– tj. zařazením meziplodiny s příznivým poměrem C:N). (Hůla & Procházková a kol. 2002)

5.3.1.4 Speciální stroje nutné k půdoochrannému zpracování půdy

K aplikaci půdoochranných technologií potřebujeme kromě postřikovačů a další techniky zejména kypřiče, neboť zpracování půdy nikdy zcela vynechat nelze. Kypření má příznivý dopad na infiltraci mj. také narušením půdního škraloupu. Snižuje tak povrchový odtok i půdní smyv. (VÚMOP 1995; Soukup a kol. 2006)

Kypřiče se dělí do dvou skupin:

- s pasivními pracovními orgány – radličkové kypřiče
- s aktivními pracovními orgány – rotační kypřiče

Radličkové kypřiče podřezávají půdu v celém záběru, půdu nepromíchávají. Na povrchu půdy ponechávají až 70% rostlinných zbytků. Oproti tomu rotační kypřiče promísí půdu v celém profilu a zanechávají tak na povrchu méně rostlinných zbytků. Kypřiče bývají součástí tzv. kombinovaných secích strojů, tj. secích strojů s kypřiči. Těch se využívá zejména u obilovin. (VÚMOP 1995; Soukup a kol. 2006)

5.3.2 Návrhy protierozních technologií pěstování konkrétních plodin

Obec Velenice byla postižena povodňovou událostí související s výsevem kukuřice na svazích nad obcí, v osevním postupu jsou však i další plodiny s kterými souvisí erozní ohrožení, a proto podávám přehled i o agrotechnických technologiích pěstování jiných vysévaných plodin.

5.3.2.1 Protierozní technologie pěstování kukuřice

Základem všeho je v podmínkách vyššího ohrožení půdy erozí kukuřici vůbec nepěstovat. Místo kukuřice lze ke krmení skotu v těchto podmínkách využívat víceleté pícniny, trvalé travní porosty a jednoleté luskovinoobilní směsky. (Hůla a kol. 2003)

Kukuřice však zaujímá významné místo v obilných osevních postupech, kde působí jako “přerušovač“ obilných sledů. Obilí se u nás pěstuje na polovině orné půdy. Výměra

plochy, na které se vysévá kukuřice rok od roku stoupá, a tak nelze očekávat odstranění kukuřice ze všech erozně ohrožených ploch. (Hůla & Procházková a kol. 2008)

Janeček a kol. (2008) a také Hůla a kol. (2003) uvádí jako nejjednodušší opatření výsev pásů plodin s vyšším protierozním účinkem po vrstevnicích. Výsev pásů představuje opatření dostačující jen v případě nižšího erozního ohrožení pozemků. Kvůli konkurenci se z obilnin v případě kukuřice doporučuje ozimý ječmen, který při zasetí na jaře nevymetá. Kukuřice v ranném stádiu vývoje totiž špatně odolává ostatním plodinám. Pruhy v šířce 1 až 2 metry by se měly realizovat s odstupem 20 až 40 metrů. (Soukup a kol. 2006) Druhou možností je současné setí kukuřice a ochranné podplodiny (např. ozimé žito) do meziřadí. Možným protierozním opatřením je také setí ochranné podplodiny do nakypřených stop traktoru. Jako nevýhodu těchto technologií uvádí Soukup a kol. (2006) a Janeček a kol. (2008) fakt, že obilovina nedostatečně chrání půdu před erozí při přivalových deštích a také do 30 dní od jejího zasetí.

V sušších a teplejších podmínkách jsou při využití minimalizační technologie dosahovány výnosy stejné nebo i vyšší. V chladnějších a vlhčích podmínkách je zaznamenán problém s nižšími výnosy, který je možno v určité míře řešit hlubším kypřením. Problém ve využití minimalizačních technologií při pěstování kukuřice představuje nedostatečné prohřívání půdy v chladnějším jarním období, což má za následek pomalejší klíčení a vzcházení. Naopak příznivý je vliv na vlhkostní podmínky půdy. (Hůla & Procházková a kol. 2004; Zimolka a kol. 2008)

Při zařazení kukuřice po obilninách jsou nejčastěji využívány postupy s podmínkou následovanou hlubším kypřením do 0,2 metru nebo mělkým zpracováním. Uplatňuje se také podmínka a regulace vzešlého výdrolu a plevelů herbicidy. Tento způsob se uplatňuje dominantně v teplejších a sušších oblastech. (Hůla & Procházková a kol. 2004; Zimolka a kol. 2008) Na jaře se provádí mělké zpracování půdy se zapravením tekutých organických nebo minerálních hnojiv. (Zimolka a kol. 2008)

Janeček a kol. (2008), ale také třeba Soukup a kol. (2006) uvádí jako nejvýznamnější agrotechnické protierozní opatření setí kukuřice do mulče ve třech variantách:

- zasetí do ponechaného strniště se zbytky po sklizni přezimující meziplodiny (se seje do rotačně zpracovaných pásů o šířce 15 – 20 cm; nezpracovaný zbytek chrání půdu před erozí)

- zasetí do slámy obilní předplodiny ponechané na povrchu půdy nebo mělce zapravené kypřením (seje se do po sklizni rozdrčené slámy; podle Janečka a kol. (2008) jedná se o pro zemědělce nejsnáze realizovatelnou variantu)
- zasetí do přemrzlých meziplodin (meziplodina, např. hořčice bílá či svazenka vratičová, odumře a na jaře se kukuřice vyseje do mulče, který z meziplodiny vznikne; vhodné při obvyklém kukuřičně-obilním osevním postupu při včasné sklizni obiloviny; nejefektivnější je přímé setí kukuřice do vymrzlé meziplodiny, to je však pro dobré a rychlé vzcházení semen a následný výnos podmíněno dobrou strukturou půdy)

Výsev kukuřice do meziplodin se nejčastěji provádí při zařazení kukuřice po obilnině. Při zařazení kukuřice po kukuřici nebo okopaninách při opožděné sklizni mohou nastat problémy se založením porostu a vypěstováním meziplodiny. S ohledem k horšímu prohřívání půdy na jaře při využívání minimalizačních a půdoochranných technologií je při zakládání porostu meziplodiny zejména v chladnějších a vlhčích oblastech vhodné po podmítce zařadit hlubší prokypření půdy. Většinou je na jaře při setí kukuřice nutné počítat s aplikací neselektivního herbicidu a setím kukuřice společně s podpovrchovým zapravováním minerálního hnojiva. (Zimolka a kol. 2008)

I pro vysévání meziplodiny platí více možností setí (do konvenčně zpracované půdy, do půdy kypřené a přímé setí). Při vysévání meziplodiny je z hlediska protierozní ochrany nejefektivnější přímé setí. K setí do konvenčně zpracované půdy, ale i kypřené půdy se pojí zvýšené riziko eroze od zasetí do vzejití meziplodiny.

Hůla & Procházková a kol. (2004) uvádí pro zakládání porostu kukuřice po obilné předplodině do mulče jako nejvýhodnější řešení, které umožní prohřívání půdy na jaře, podmítku a hlubší prokypření do 0,2 m, urovnání povrchu a výsev vymrzající meziplodiny.

5.3.2.2 Protierozní technologie pěstování řepky ozimé a obilnin

V posledních letech se řepka pěstuje na stále větších plochách. Řepka má příznivý vliv na půdní strukturu a její posklizňové zbytky mají vysokou kvalitu. Její nejčastější předplodinou jsou obilniny, sama je zvláště vhodnou předplodinou pro ozimou pšenici. (Hůla & Procházková a kol. 2004)

Z hlediska protierozní ochrany při pěstování řepky a ozimých obilnin je nejdůležitější období před jejich výsevem. V tomto období se u nás v průměru vyskytuje až 30% přívalových dešťů. (VÚMOP 1995) Po sklizni plodiny, která předchází zasetí, je vhodné ponechat mulč a do toho také sít. Jako mulč může sloužit neselektivním herbicidem umrtvený porost jílku jednoletého. Možným postupem je setí po mělké podmítce, kterou je pro zachování maxima zbytků na povrchu vhodné provést odřezávacími šípovými radličkami. (Janeček a kol. 2008) nebo přímé setí do nezpracované půdy. (VÚMOP 1995) Řepka se dle VÚMOP (1995) lépe vyrovná vzházivostí i výnosem s vysetím do nakypřené půdy.

Hůla & Procházková a kol. (2004) hovoří o nutnosti okamžité podmítky při pěstování řepky po obilninách, po které může následovat buď kypření s úpravou povrchu nebo aplikace herbicidu. Dále mluví o omezeních využívání minimalizačních technologií, která vycházejí zejména z potřeby likvidace výdrolu a ponechávání slámy obilnin na poli. Řepka vyžaduje vyšší kvalitu setí, a proto je nutné, aby byla sláma důkladně rozdrčena, rovnoměrně rozprostřena, musí být upraven poměr C:N a podpořen rozklad slámy organominerálními hnojivy. Sláma by podle nich měla být co nejdříve zapravena do půdy, což je poněkud v rozporu s Janečkem a kol. (2008) a dalšími (Soukup a kol. 2006), kteří doporučují setí do mulče jako vhodné protierozní opatření.

5.4 Technická protierozní opatření

Tato opatření doplňují ostatní protierozní opatření tam, kde nelze dosáhnout požadovaného snížení smyvu organizačními ani agrotechnickými opatřeními. (ČSN 75 4500) Představují je zemní úpravy a hydrotechnické prvky. (Janeček a kol. 2008) Umožňují účinné snížení unášecí síly proudící vody na svažitém pozemku snížením jeho sklonu, zkrácení délky povrchového odtoku a jeho zachycení a bezpečné odvedení, zachycení vody z výše položených pozemků, zachycení vody i smyté zeminou. (Hůla a kol. 2003) Dále zajišťují ochranu měst, obcí a objektů před vodou a smytou zeminou. (Janeček a kol. 2008) Technická protierozní opatření je třeba uplatnit v rámci projektů pozemkových úprav. (Soukup a kol. 2006)

5.4.1 Terénní urovnávky

Terénní urovnávky představují zemní úpravy spočívající ve vyrovnávání nerovností, čímž se snižuje riziko vytváření soustředěného povrchového odtoku a snižuje se sklon na některých místech. Omezení aplikace urovnávek spočívá v hloubce půdy. (ČSN 75 4500; Janeček a kol. 2008)

5.4.2 Protierozní meze

Protierozní účinnost mezí je podmíněna jejich orientací po vrstevnici. Představují terénní stupeň, který postupně vzniká orbou, nebo také snosem kamení a ukládáním organických materiálů. Význam mezí je především v usměrňování obhospodařování půdy po vrstevnici, mírném snížení sklonu svahu nad mezí a přerušení velkého půdního celku, což vytváří podmínky pro střídání plodin. Schopnost mezí přerušit povrchový odtok je malá, a proto se navrhuje doplnění o průlehy nebo příkopy. (Podhrázká & Dufková 2005; Janeček a kol. 2008) Podle Soukupa a kol. (2006) jsou meze bez těchto doplňujících prvků nefunkční.

5.4.3 Protierozní příkopy a průlehy

Příkopy představují otevřená, nezpevněná, ale i zpevněná koryta ve tvaru lichoběžníku, sloužící dočasně k zadržení i odvádění povrchové vody i smyté půdy. Musí být vždy napojeny na stálou hydrologickou síť v povodí. (Podhrázká & Dufková 2005) Dimenzují se na průtoky od vod pětiletých až po stoleté dle požadovaného stupně ochrany. (ČSN 75 4500)

Protierozní příkopy dělíme dle funkce do tří kategorií (Janeček a kol. 2008; ČSN 75 4500; Soukup a kol. 2006):

- záchytné – k ochraně před vodou odjinud, zejména z lesů
- sběrné – k zachycování povrchového odtoku v rámci řešené plochy
- svodné – k zajištění neškodného odtoku vody do recipientů

Průlehy jsou mělké příkopy s mírným sklonem svahů, které jsou zpravidla zatravněny, případně je lze i obdělávat jako ornou půdu. Od příkopů se mimo jiné liší tím, že mají významnější infiltrační funkci a tím, že je lze přejíždět technikou, aniž by bylo potřeba budovat mostky s propustky, které se při průtoku vody se splaveninami ucpávají a

dochází k vzduťí vody a tím i k větším škodám. (Janeček a kol. 2008) Dalšími výraznými výhodami jsou snadná realizace a údržba. (Hůla a kol. 2003)

Průlehy se dělí dle ČSN 75 4500 do čtyř kategorií:

- záchytné – vsakovací s nízkým či nulovým podélným sklonem; vhodné v sušších oblastech a na půdách s dobrým vsakováním; hlavně k ochraně před cizí vodou
- odváděcí – ve vlhčích oblastech a na půdách s horší infiltrační schopností k zachycování povrchového odtoku v rámci řešené plochy
- kombinované – s funkcí odváděcí i vsakovací
- svodné – k zajištění neškodného odtoku vody do recipientů

Soukup a kol. (2006) uvádí místo odváděcích a kombinovaných sběrné, které pak dělí na vsakovací a odváděcí.

Budují se na pozemcích do sklonu svahů nejvýše 15% (9°). Sklon svahů průlehu by měl být od 1:10 po 1:5. (ČSN 75 4500). Při větších průtocích a rychlostech vody může být nutné část průlehu zpevnit, to platí i u příkopů. (Podhrázská & Dufková 2005) Průlehy lze odvodnit drenáží. (Soukup a kol. 2006) Podélný sklon příkopů i průlehů musí být takový, aby v nich nedocházelo k sedimentaci vodou unášených plavenin a zároveň nedocházelo k jejich vymílání. Tlapák a kol. (1992) uvádí, že by podélný sklon průlehů neměl překračovat 3%. Hůla a kol. (2003) uvádí jako podmínky pro jejich realizaci přechodnost proudění vody a rychlost odtékající vody nepřesahující 1,2 m.s⁻¹. Toto se vztahuje k zatravněným průlehům. U obdělávaných je nutné držet ještě nižší podélný sklon a větší šířku, aby rychlost odtékající vody byla ještě nižší. Funkci příkopů a průlehů mohou zastávat cestní příkopy. (Tlapák a kol. 1992)

Vzájemná vzdálenost příkopů i průlehů by měla odpovídat maximální přípustné délce svahu vypočtené z USLE. (ČSN 75 4500)

5.4.4 Zatravněné údolnice

Velmi významné jsou průlehy v podobě zatravněných údolnic. Tyto u nás hojně prvky začaly být neuváženě hospodářsky využívány v důsledku scelování pozemků. V údolnicích dochází k soustředění povrchového odtoku. Tyto dráhy povrchového odtoku jsou velmi ohrožené erozí, a proto je žádoucí je chránit. Vhodným způsobem jejich

ochrany je zatravnění. Při vyšších rychlostech a průtocích je nutné, jak bylo uvedeno výše u průlehů, zvážit jejich zpevnění. Údolnice musí být dobře odvodněna drenáží, aby se neudržovala vlhká a nedocházelo k jejímu poškozování pohybem po ní. (Janeček a kol. 2005) Zatravnění se navrhuje na průtok obvykle desetileté vody. Příčný profil se upravuje do tvaru paraboly, lichoběžníku nebo trojuhelníku. (ČSN 75 4500) Orba na okolních pozemcích by měla probíhat kolmo na údolnici, aby nedocházelo k vytváření rýh podél zatravnění, čímž by se změnila místa soustředěného povrchového odtoku. (Podhrázská & Dufková 2005)

5.4.5 Vsakovací pásy

Navrhují se jako zatravněné, křovinné či zalesněné pásy k přerušení povrchového odtoku a jeho vsaku. Šířku je třeba určit výpočtem. (ČSN 75 4500)

5.4.6 Protierozní hrázky

Protierozní hrázky představují zemní tělesa vytvořená k rozdělení a akumulaci povrchového odtoku a zachycení a usazení erozního smyvu z přívalových srážek. Realizují se na pozemcích bez výrazných údolnic. Mimojiné se jimi usměrňuje povrchový odtok do dostatečně kapacitních profilů. (Hůla a kol. 2003) Především se jich využívá pro ochranu objektů. (ČSN 75 4500)

Jsou to nejvýše 1,5 m vysoké, zatravněné, nepřelévavé zemní hráze s vodorovnou korunou. Součástí hrázky je vypouštěcí zařízení k vypuštění vody po usazení smytých půdních částic. Uplatňují se tam, kde v důsledku malého podélného sklonu dochází k zanášení příkopů a průlehů. (Janeček a kol. 2008)

5.4.7 Protierozní nádrže

Nádrže jsou velmi účinným opatřením sloužícím k zachycení povrchového odtoku a sedimentu, (Janeček a kol. 2008) nebo také k akumulaci, retenci, retardaci a infiltraci povrchového odtoku. (Soukup a kol. 2006) Budují se na pozemcích s výraznou údolnicí (Hůla a kol. 2003) zpravidla jako závěrečný prvek souboru protierozních opatření. (ČSN 75 4500) Jejich budování je velmi složité a nákladné, a tak by se k nim mělo přistupovat až tehdy, kdy se nepodařilo dosáhnout požadovaných změn v odtoku a odnosu půdy jinými

opatřeními a to zvláště tehdy, je-li ohrožen intravilán obcí, zdroj pitné vody aj. Navrhují se na minimálně padesátiletou vodu. (Janeček a kol. 2008) Podhrázská & Dufková (2005) navrhuje dimenzovat nádrže na vodu stoletou. Dle Soukupa a kol. (2006) se dělí na pravé vodní nádrže s vymezeným sedimentačním, zásobním a retenčním prostorem a suché a polosuché retenční nádrže (tzv. poldry), které slouží ke krátkodobému zachycení povrchového odtoku, bez zásobního prostoru. Janeček a kol. (2008) doporučuje budování zejména tzv. suchých nádrží, které se plní jen v době zvýšeného odtoku.

Suché nádrže nejsou tak náročné na údržbu (nedochází k takovému zanášení a není je tedy potřeba tak často čistit). Navrhují se tak, aby zachytily vodu, kterou oblast pod nádrží není schopna bezpečně provést, neboli podle maximálního přípustného průtoku (odtoku), který je určen průtočnou kapacitou kritických profilů pod nádrží a dle kulminačního odtoku vody z povodí. (Podhrázská & Dufková 2005) Dno suchých nádrží je možno v době, kdy nedochází k povodňové události, obhospodařovat. Podhrázská & Dufková (2005) navrhuje pro zlepšení kvality vody kaskádové uspořádání malých nádrží na vodoteči, kde první článek tvoří suchá nádrž, která je následována nádržemi zatopenými. Hydrologické podklady pro návrh protierozní nádrže musí být zpracovány dle ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod a návrh, výstavba a provoz se řídí ČSN 73 6824 Malé vodní nádrže.

5.4.8 Polní cesty s protierozní funkcí

Jedná se o cesty doplněné příkopy nebo průlehy na straně ke svahu ve vhodném postavení k vrstevnicím, tj. rovnoběžně či v mírném odklonu. Příkopy a průlehy musí být napojeny na další prvky hydrografické sítě. (Soukup a kol. 2006) Budují se tam, kde je potřeba zpřístupnit pozemky a zároveň přerušit svah pro jeho přílišnou délku. Parametry musí respektovat dopravní i hydrologické požadavky. (Podhrázská & Dufková 2005) Polní cesty vedené nad terénem mohou působit jako protierozní hrázky. (ČSN 75 4500)

6. Opatření ke snížení povrchového odtoku, retenční schopnost krajiny

Obecně se v souvislosti s přívalovými dešti, ale také s povodněmi většího rozsahu v poslední době stále častěji hovoří o retenční schopnosti krajiny a možnostech jejího zvýšení. Retenční kapacita krajiny je dle Dostála a kol. (2002) in Patera a kol. nejvýznamnějším prostředkem k ovlivnění vodohospodářské bilance a odtokového režimu povodí. Retenční kapacita se projevuje zadržením srážkových vod v krajině, ke kterému dochází prodloužením doby svahového odtoku zpomalením povrchového odtoku a jeho převedením v odtok podpovrchový a také vytvářením retenčních prostorů jako jsou zejména suché nádrže a poldry. (Dostál a kol. 2002 in Patera a kol.) Opatření ke zvýšení retenční schopnosti krajiny, opatření zpomalující a snižující povrchový odtok mají vliv na snížení extrémních odtoků. (Soukup 2008 in Máca a kol.)

Zvýšení retenční kapacity krajiny můžeme dosáhnout zejména změnou plošného zastoupení jednotlivých kultur, zatravňováním a zalesňováním, omezováním výměry zpevněných ploch atd. (Soukup & Hrádek 1999)

Zjednodušeně je nutné umožnit co největší zasakování v místě dopadu kapek a maximálně tak zabránit jejich odtoku. Půdní profil při dobré infiltrační schopnosti může převést výraznou část srážek pod zem a omezit tak odtok povrchový ve prospěch odtoku podpovrchového. Zhutnění půd představuje významnou překážku infiltraci vody do půdy. (Dostál a kol. 2002 in Patera)

Infiltrační schopnost půdy je podle Hrádka (1998) in Fídlér ovlivňována zejména strukturou půdního profilu, stavem svrchní vrstvy půdy a druhem vegetačního krytu prostřednictvím jeho kořenového systému. Písčitohlinité půdy infiltrují z počátku maximálně okolo $1 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$, v průběhu času se tato hodnota snižuje. Přívalové srážky přitom mohou dosahovat intenzity až kolem $5 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Z toho plyne, že infiltrace, ačkoliv se jí přikládá vysoký význam, nemůže být vždy schopná problém vyřešit. (Herynek 1998 in Fídlér)

Další silou, která drží vodu mimo koryta toků, je retardace povrchového odtoku. Povrchový odtok trvalou a dočasnou vodní sítí dosahuje rychlosti $0,1 - 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Rychlost odtoku povrchovou vrstvou humusu a hrabanky v lese představuje pouze $0,01 - 0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a půdní odtok dokonce jen rychlosti kolem $10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. (Herynek 1998 in Fídlér)

Mezi faktory ovlivňující retenci patří hydrologické půdní poměry, geomorfologické poměry, hydrogeologické poměry podloží, tvar povodí, vlhkost půdy a její odvodnění, vodohospodářská zařízení a další. (Spitz & Prudký 2001)

Opatření ke snížení a zpomalení povrchového odtoku se do značné míry překrývají s opatřeními protierozními. Přináším jen stručný výčet některých opatření dle Soukupa 2008 in Máca a kol.

Zemědělskými opatřeními organizačními jsou zejména:

- správné rozmístění kultur
- střídání plodin na svahu
- eliminace pěstování nevhodných plodin na svahu
- optimalizace tvaru a velikosti pozemků
- zatravnění nivních ploch a přirozených průleहů
- pěstování "zlepšujících" plodin
- opatření k zvyšování podílu organické hmoty v půdě
- obnova mokřadů

Vodohospodářskými a zemědělskými opatřeními stavebními jsou zejména:

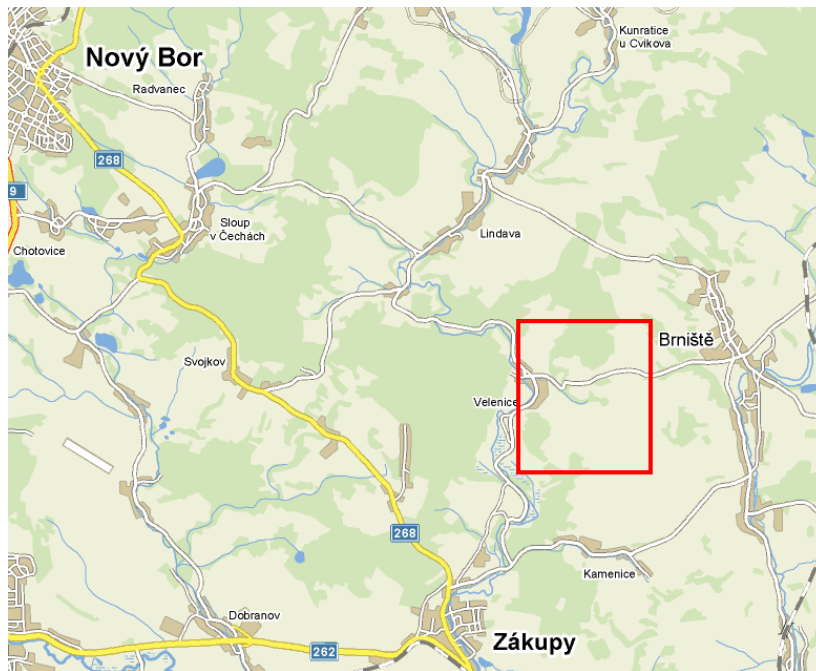
- průlehy, terasy, poldry atd.
- rybníky, malé vodní nádrže a vodní nádrže
- rozšíření litorálu a obnova slepých ramen toků
- retardace odtoku pomocí jezů, stupňů, skluzů atd. na vodních tocích
- zasakovací drenáž
- hrazení bystřin
- optimalizace polních a lesních cest

Ve své práci navrhuji řešení problematiky eroze pomocí protierozních hrázek. Tímto řešením výrazně snižuji množství ze svahů stékající vody. Hrázky ve svém akumulačním prostoru zadržují veškeré srážky dopadající nad nimi. Jejich vliv na celkový povrchový odtok bude spočítán.

7. Charakteristika vybraného území

Řešená plocha se nachází nad obcí Velenice u Zákup v k.ú. Velenice u Zákup a Brniště v Libereckém kraji přibližně uprostřed pomyslného čtverce tvořeného městy Česká Lípa, Nový Bor, Jablonné v Podještědí a Mimoň. Přibližná souřadnicová poloha Velenic u Zákup je 50° 43' severní šířky a 14° 40' východní délky.

Obr. 1) Orientační mapa



7.1 Klimatické poměry

Jako podklad pro určení klimatických poměrů slouží BPEJ (bonitované půdně ekologické jednotky) zemědělské půdy definované ve vyhlášce MZe č. 327/1998 Sb. – 1. číslice z pětimístného kódu. Informace takto získané jsou ověřené v Atlasu podnebí ČR (Tolasz 2007). Pomocí atlasu podnebí byly zjištěny nejbližší klimatologické stanice na JZ v České Lípě a na SV v Jablonném v Podještědí (do cca 10 km) a nejbližší srážkoměrné stanice na JV v Mimoní a na SZ v Novém Boru (do cca 10 km).

Dle výpisu BPEJ se jedná o lokalitu spadající do mírně teplého a mírně vlhkého klimatického regionu (MT2) s roční průměrnou teplotou 7 - 8 °C, s průměrným ročním úhrnem srážek 550 – 650 (700) mm a s výskytem suchých let 15 – 30 %. (Vašků 2008) Langův dešťový faktor činí 80-100 (Benda a kol. 1963). Oblast tak patří do oblasti vlhké s podzolovým půdotvorným procesem s podmínkami vhodnými k pěstování obilnin a píce.

7.2 Hydrologické poměry

Roklí sevřenou mezi pozemky na řešené ploše protéká potok, který v suchých měsících vysychá. Tvoří levostranný přítok řeky Svitávky, který je pravostranným přítokem řeky Ploučnice. Hydrologické pořadí Svitávky: 1-14-03-039.

7.3 Geomorfologická charakteristika

Geomorfologie byla vyčtena ze Zeměpisného lexikonu ČR (Demek a kol. 2006). Řešené území spadá pod oblast s kódem VIA – 1B – 1. Nachází se tedy v provincii Česká Vysočina, soustavě Česká Vysočina (VI), podsoustavě Česká tabule (A), Zákupské pahorkatině (1B), Cvikovské pahorkatině (1).

Cvikovská pahorkatina je okrskem v severozápadní a střední části Zákupské pahorkatiny. Má ráz členité pahorkatiny až ploché vrchoviny vzniklé na turonských až coniackých křemenných, méně jílovitých a vápnitých pískovcích s četnými proniky třetihorních vulkanitů. Vyznačuje se strukturně denundačním georeliéfem pliocenních a staropleistocenních zarovnaných povrchů, širokých údolí vodních toků a četných výrazných vulkanických vrchů. (Demek a kol. 2006)

7.4 Biogeografické členění

Dle publikace Biogeografické členění (Culek a kol. 2005) se řešeného území rozkládá v Ralském bioregionu (1.34) ve třech tzv. biochorách, které představují kódy:

4II – izolované vrchy z bazických vulkanitů čtvrtého výškového stupně

4BE – rozřezané plošiny na spraších čtvrtého výškového stupně

4BW – rozřezané plošiny na kyselých pískovcích čtvrtého výškového stupně

Lesní výškové stupně: řešené území spadá do čtvrtého lesního výškového stupně (kód 4) – stupeň bukový

Georeliéf: izolované vrchy (kód I), rozřezané plošiny (kód B)

Půdní substrát: bazické vulkanity (kód I), spraše (kód E), kyselé pískovce (kód W)

Potenciální přirozená vegetace:

4II – základem jsou květnaté bučiny s kyčelnicí devítilistou (*Dentario enneaphylli – Fageteum*), které místy nahrazují strdivkou bučiny (*Melico – Fageteum*); na prudkých svazích se mimo jižní orientace jsou suťové lesy (*Mercuriali – Fraxinetum*, řidčeji *Lunario – Aceretum*); na jižních svazích občas černýšové dubohabřiny (*Melampyro nemorosi – Caprinetum*) a fragmenty břekových doubrav (*Sorbo torminalis – Querceretum*); na skalnatých místech může být maloplošně vyvinuto primární bezlesí s vegetací svazu *Alyso – Festucion*, na sutích i nexerotermní bezlesí svazu *Drypterido – Athyrion*; na odlesněných úpatích se vyskytují luční porosty svazu *Arrhenatherion*, řidčeji *Bromion*

4BE – základem jsou acidofilní bučiny a jedliny (*Luzulo – Fageteum*, *Luzulo pilosae – Abieteum*); v členitějším reliéfu převažují bučiny, na plošinách jedliny; podél potoků se vyskytují nivy s vegetací podsvazu *Alnion glutinoso – incanae*, nejčastěji ptačinové olšiny (*Stellario – Alnion*) a vegetace svazu *Petasition officinalis*; na odlesněných plochách mokřadů nejdeme vegetaci svazu *Calthion*, místy na prameništích vegetaci svazu *Caricion fuscae*; na mezofilních stanovištích lze očekávat travníky svazu *Cynosurion*, na pískovcovém podkladu se mohou vyskytnout společenstva svazu *Violion caninae*

4BW – základem jsou acidofilní bikové bučiny (*Luzulo – Fageteum*), často v kombinaci s acidofilními brusinkovými borovými doubravami (*Vacinio – vitis-ideae – Quercetum*); na výstupech čedičových hornin se nacházejí ostrůvky květnatých bučin, nejspíše *Dentario enneaphylli – Fageteum*, *Tilio cordatae – Fageteum* nebo *Melico – Fageteum*; podél potoků se vyskytují nivy s vegetací podsvazu *Alnion glutinoso – incanae*, zpravidla ptačinové olšiny (*Stellario – Alnion*); na odlesněných místech jsou charakteristické luční porosty svazu *Cynosurion* a *Violion caninae*, místy i *Corynephorion*, na vlhkých místech svazu *Calthion*, místy i rašelinné louky svazu *Caricion fuscae*.

7.5 Půdní charakteristika

O vlastnostech půd využívaných zemědělským způsobem vypovídají BPEJ (bonitované půdně ekologické jednotky) upravené vyhláškou MZe č. 327/1998 Sb. Druhá a třetí číslice v pětimístném kódu představuje hlavní půdní jednotku (HPJ). Čtvrtá číslice představuje kombinaci svažitosti a expozice pozemku ke světovým stranám a pátá kombinaci hloubky půdního profilu a skeletovitosti půdy.

V řešeném území se dle centrální databáze BPEJ z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd (VÚMOP) vyskytují BPEJ s kódy: 5.44.1.0; 5.40.7.7; 5.47.1.2; 5.44.0.0; 5.14.0.0; 5.43.1.0; 5.42.0.0; 5.43.1.0; 5.47.1.0; 5.14.1.0

Z půd se zde dle BPEJ a Taxonomického klasifikačního systému půd ČR (Vašků 2008) vyskytují hlavní půdní jednotky (HPJ):

14: luvizemě modální a hnědozemě luvické na prachovitých nebo polygenetických hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké, s těžkou spodinou a příznivými podmínkami

40: půdy se sklonitostí vyšší než 12° , kambizemě, rendziny, pararendziny, rankery, regozemě, černozemě, hnědozemě a další, zrnitostně středně těžké lehčí až lehké, s různou skeletovitostí, vláhově závislé na klimatu a expozici

42: hnědozemě oglejené na prachovicích, středně těžké, bez šterku, náchylné k dočasnému zamokření

43: hnědozemě luvické oglejené, luvizemě oglejené na prachovicích, středně těžké až těžké a ve spodině i těžší, bez skeletu nebo s příměsí skeletu se sklonem k dočasnému zamokření

44: pseudogleje modální a luvické na prachovicích, středně těžké, těžší ve spodině, bez skeletu nebo s jeho příměsí se sklonem k převlhčení a zamokření

47: pseudogleje modální a luvické a kambizemě oglejené na polygenetických hlínách, středně těžké, ve spodině těžší, až středně skeletovité se sklonem k dočasnému zamokření

Sklonitost a expozice odpovídá ve většině případů kódu 0 či 1, což představuje sklonitost od 0 do 7° a všesměrnou expozici. Kód 7 představuje sklon od 12 do 17° a severní expozici. Kód skeletovitosti a hloubky půd je ve většině případů 0, což reprezentuje žádnou skeletovitost a hloubku půdního profilu nad 0,6m. Číslo 7 pak znamená žádnou až slabou skeletovitost a hloubku půdy od 0,3m po více než 0,6m.

7.6 Hospodářská charakteristika

Dle Bendy a kol. (1963) se řešená plocha nachází ve výrobním typu bramborářském s převládajícím podtypem bramborářsko-ječným.

Většina zemědělských ploch je využívána jako orná půda, jen menší část je zatravněna. Na většinové ploše hospodaří v režimu konvenčního hospodaření (KH)

Zemědělské a obchodní družstvo (ZOD) Brniště, dále pan Zdeněk Sklenář (KH) a na minoritní ploše hospodaří Farma Svitavka s.r.o. v režimu certifikovaného ekologického zemědělství. Na území hospodaří jen s travními porosty.

8. Metodika práce

Nejprve bude provedena rekognoskace terénu a její pomocí bude zjištěno: rozvodnice; odtokové dráhy soustředěného povrchového odtoku; kritické profily na toku odvádějícím vodu z povodí; výskyt příkopů podél cest a komunikací; směr a způsob agrotechnických operací; formy erozních procesů; rozsah poškození území vodní erozí aj.

Pro účel vypracování této práce byla získána mapa BPEJ z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd (VÚMOP) a rastrová data výškopisné a katastrální složky SM 1:5000 a data ZABAGED, která byla zapůjčena Českým zeměměřickým a katastrálním úřadem. Půdní bloky, pro které řeším protierozní opatření, byly získány z veřejného registru půdy dostupného na adrese <https://farmar.mze.cz/plpis/>.

Při vypracovávání návrhu protierozních a protipovodňových opatření vycházím z metodiky Janečka a kol. (2007). Pro potřeby výpočtu dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí je potřeba určit hodnoty daných faktorů. K určení faktoru vegetačního krytu a agrotechniky (**C**) byl získán osevní postup ZOD Brniště, který bude aplikován na celou řešenou plochu. Na zemědělských pozemcích nehospodaří jen toto družstvo, družstvo však obhospodařuje naprostou většinu plochy. Faktor erodovatelnosti půdy (**K**) bude určen určen dle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Faktor erozní účinnosti deště (**R**) byl získán pro stanici v Doksech.

Část práce bude prováděna v programu ArcGIS 9.2 od firmy ESRI a Microstation V8 od firmy Bentley.

8.1 Faktory USLE a postup určování a vyhodnocování erozní ohroženosti, přípustný půdní smyv

USLE dle Janečka a kol. (2007): $G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P (t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1})$

R.....faktor erozní účinnosti deště – vyjádřený v závislosti na výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště

K.....faktor erodovatelnosti půdy – vyjádřeny v závislosti na struktuře ornice, obsahu organických látek (humusu), propustnosti a zrnitostním složení půdy

L.....faktor délky svahu – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy vodní erozi

S.....faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy vodní erozí

C.....faktor ochranného vlivu vegetace a agrotechnických opatření – vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice

P..... faktor účinnosti protierozních opatření

Posouzení míry erozního ohrožení půdy se provádí pomocí principu tzv. přípustné ztráty půdy, která představuje maximální hodnotu ztráty půdy umožňující „trvale a ekonomicky dostupně udržovat úrodnost půdy.“ (Janeček a kol. 2008)

Pokud dosažením hodnot faktorů pro řešený pozemek (linii) do rovnice USLE získáme ztrátu půdy (G), která překročí hodnotu stanovenou za přípustnou ztrátu (G_p) (viz tab. č. 2) určenou na základě hloubky půdy dle BPEJ, způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou protierozní ochranu půdy (dochází k nepřipustnému úbytku ztráty půdy) a je tedy nutné navrhnout protierozní opatření. Do rovnice dosadíme nové hodnoty, odpovídající naší nové úpravě a výpočtem ověříme, zda-li je řešení dostatečné.

Rozlišují se čtyři stupně erozní ohroženosti (viz tab. č. 3). V oblastech se zvláštním režimem ochrany (PHO, OP, CHKO) , nebo jde-li o půdy značně erozně poškozené, doporučuje se hodnoty přípustného smyvu snížit o jeden stupeň. (Podhrázká & Dufková 2005)

Švehla (1995) ex Vlasák & Bartošková (2007) uvádí, že nepřesnost metody v určení ztráty půdy vycházející z chybně určených faktorů může činit 10 – 30%. Navrhuje proto v tomto rozmezí provádět další protierozní opatření. Jelikož v práci přistupuji k

snížení hodnoty smyvu o jeden stupeň nebudu tuto možnou odchylku zohledňovat a budu se držet smyvu na hranici limitu.

V tabulce č. 2 schází kategorie půd do 30 cm hloubky. Takovéto půdy by se jako orná půda využívat neměly, neboť je tak ohrožena jejich trvalá úrodnost. Doporučuje se jejich převedení do kategorie trvalých travních porostů (dále ttp). (Janeček a kol. 2008) Ztráta půdy na nich by pak neměla přesáhnout $1 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$, jak je tomu např. podle Janečka a kol. (2005).

Tab. 2) Přípustná ztráta půdy podle hloubky orných půd (Janeček a kol. 2008)

hloubka půdy	kód BPEJ (5. číslice)	Přípustná ztráta ($\text{t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$)
středně hluboká (30 – 60 cm)	1,4,7	4
hluboká (nad 60 cm)	0,2,3	10

Tab. 3) Určení míry ohroženosti půdy erozí (Janeček a kol. 2008)

Stupeň erozní ohroženosti	Násobek Gp
1 – nepatrná	$\leq 1x$
2 – střední	$\leq 2x$
3 – silná	$\leq 3x$
4 – velmi silná	$\leq 4x$

V území je v trasách linií povrchového odtoku na orné půdě pouze hlubší půda (nad 60 cm), takže zde stačí snížit smyv na $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. S ohledem k situaci, která nastala v květnu 2009, přistupuji k snížení přípustné ztráty půdy na hodnotu pro středně těžké půdy, tj. $4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Opatření podřízená tomuto požadavku budou přinášet větší ochranu intravilánu obce, korytům vodních toků a objektům na nich před zanášením smytou půdou. Limity pro dlouhodobý půdní smyv po zpřísnění kritérií byly překročeny na všech odtokových liniích vyjma těch, které vedou výhradně po pozemcích s trvalým travním porostem.

Odtokové linie často přecházejí přes více pozemků (půdních bloků), pokud ty od sebe nejsou nijak odděleny, nebo pokud jejich oddělení nepovažuji za výchozí stav. Uvažuji oddělení příkopem u následujících bloků: 5503 a 4503/1; 5602/6 a 5603; 5601 a 5602/6. Linie jsou tedy pojmenovány dle dominantního pozemku, přes který vedou a na kterém je nutno řešit erozi.

Jednotlivé pozemky v řešeném území jsou ohroženy zejména dlouhou nepřerušovanou délkou pozemků. Sklony jsou relativně mírné. Vyjma zatravněných ploch nepřesahují sklony většinou 10%.

Navržením opatření k snížení smyvu na danou míru vznikají nové úseky s novými poměry, na kterých je třeba prověřit smyv. K jeho výpočtu využívám již dříve vypočítané údaje o sklonitosti (pro původní desetiny o dané délce), viz výpočetní metoda faktoru S .

Někdy je třeba při výpočtu smyvu pro jednotlivé dráhy povrhového odtoku a jednotlivá opatření zahrnovat i závěrečný zatravněný úsek. To zejména tehdy, je-li např. zatravněný úsek s výrazněji vyšším sklonem než předchozí úsek při relativně menší velikosti zatravněného úseku – tj. nekompensuje-li klesající faktor C zejména rostoucí S ; je-li linie velmi dlouhá a velká část linie vede přes ornou půdu (byť přerušovanou zatravněním) – tj. zůstává-li nadále vysoký faktor C . Jindy se omezují pouze na řešení smyvu na úsecích s ornou půdou, neboť rostoucí faktory S a L kompenzuje klesající faktor C . Nutnost prověření smyvu pro úsek zahrnující zatravnění na jeho konci hovoří také vyšší faktor K na zatravněné části. Z filosofie USLE plyne, že k nepřijatelnému smyvu nemá docházet na žádném úseku pozemku resp. odtokových linií. Tento požadavek se snažím maximálně respektovat. Vynechávám jen výpočty, které zjevně vedou k jasnému výsledku, nejčastěji na základě předchozích výpočtů. Všechna potřebná ověření smyvu jsou provedena.

8.2 Výpočet faktorů USLE dle metodiky (2007), využití programu ArcGIS 9.2

Faktory L , S a K počítám větším či menším využitím programu ArcGIS 9.2. V programu ArcGIS jsem nejdříve vytvořil vrstvu odtokových linií, kterou jsem následně rozkopíroval, neboť jí budu potřebovat pro výpočet všech jmenovaných faktorů. Odtokové linie je nutné vykreslit podle spádu od nejvýše položeného místa po místo nejnižše položené kvůli jejich dalšímu zpracování.

Pomocí nástroje *Topo to Raster* na základě vrstevnic ZABAGED vznikl digitální model terénu (DMT), grid s velikostí 2 x 2m, z něhož byl nástrojem *Slope* vytvořen rastr svažitosti se svažitostí vyjádřenou v %, který bude využíván pro určování sklonitosti odtokových linií a jejich částí.

8.2.1 Faktor erozní účinnosti dešťových srážek (R)

Erozní účinnost (erozivita) závisí na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii přívalových srážek, které způsobují povrchový odtok (srážky erozní). Určuje se ideálně z 50-ti leté řady pozorování. (Podhrázká & Dufková 2005)

Hodnota faktoru R je součtem erozní účinnosti jednotlivých erozních srážek v uvažovaném roce. Erozní srážky nejsou srážky, jejichž intenzita nepřekročí 6,25 mm/15min a jejichž úhrn není větší než 12,5mm. Deště o vydatnosti do 12,5 mm oddělené od předchozích a následujících srážek šestihodinovou a delší přestávkou se neuvažují. (Janeček a kol. 2007)

Hodnotu faktoru R lze určit výpočtem na základě měření meteorologické stanice, nebo můžeme užít celorepublikový průměr $R = 20$. (Janeček a kol. 2008) Tato hodnota se v současnosti přehodnocuje a výsledkem by mohla být hodnota kolem 50. (Dostál & Janeček 2006 in Boardman & Poesen) Hodnota faktoru R určena z práce Janeček a kol. (2001) pro stanici v Doksech ($R = 28$).

Výskyt přívalových dešťů na území ČR je lokální a časově rozdílný. Jejich výskyt kolísá od 0 do 25 za rok. (Hůla a kol. 2003) Z rozdělení R – faktoru pro území Čech (viz tab. 4) plyne, že v období od června do srpna se vyskytuje 80 % erozních dešťů a proto je v této době ochrana půdy nejdůležitější. (Janeček a kol. 2007)

Tab. 4) Rozdělení faktoru R do jednotlivých měsíců (Janeček a kol. 2007)

měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
% faktoru R	0,5	10	23	32	27	7	0,5

Určení hodnoty faktoru erozní účinnosti deště:

Pro výpočet USLE byl faktor R vyčten z Janečka a kol. (2001) pro stanici v Doksech, které leží cca 16 km vzdušnou čarou od Velenic u Zákup. Faktor R je 28.

8.2.2 Faktor délky svahu (L)

Faktor sklonu svahu S a faktor délky svahu L určujeme pro spádnice, na kterých je součin L a S nejvyšší. Tyto spádnice se stávají místy soustředění povrchového odtoku, kde dochází k největšímu projevu eroze (dráhy povrchového odtoku). (Janeček a kol. 2008) Odtokové linie (spádnice) jsou vždy vedeny kolmo na vrstevnice.

Faktor délky svahu se určuje výpočtem ze vztahu Wischmeier & Smith (1978) revidovaného Renardem a kol. (1997) ex Janeček a kol. (2007):

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

l..... nepřerušená délku svahu (*m*)

22,13.. rozměr standardního pozemku

m..... exponent délky svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze (viz tab. 5)

Tab. 5) Hodnoty faktoru *m* v závislosti na sklonu a poměru mezi rýžkovou a plošnou erozí (Renard a kol. 1997 ex Janeček a kol. 2007)

Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí			Sklon svahu (%)	Poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí		
	Nízký	Střední	Vysoký		Nízký	Střední	Vysoký
0,2	0,02	0,04	0,07	12,0	0,37	0,55	0,71
0,5	0,04	0,08	0,16	14,0	0,40	0,57	0,72
1,0	0,08	0,15	0,26	16,0	0,41	0,59	0,74
2,0	0,14	0,24	0,39	20,0	0,44	0,61	0,76
3,0	0,18	0,31	0,47	25,0	0,47	0,64	0,78
4,0	0,22	0,36	0,53	30,0	0,49	0,66	0,79
5,0	0,25	0,40	0,57	40,0	0,52	0,68	0,81
6,0	0,28	0,43	0,60	50,0	0,54	0,70	0,82
8,0	0,32	0,48	0,65	60,0	0,55	0,71	0,83
10,0	0,35	0,52	0,68				

Nízký poměr - na pastvinách a jiných ulehých půdách s vegetačním pokryvem

Střední poměr - na pozemcích s řádkovými plodinami nebo na středně ulehých půdách s řídkým nebo středním vegetačním pokryvem

Vysoký poměr - na nově vytvořených antropogenních půdách a na velmi zkrpřených půdách

Výpočet faktoru L:

K výpočtu je částečně využit program ESRI ArcGIS 9.2. Efektivita jeho využití je v tomto případě sporná. Nástrojem *Zonal Statistics as Table* je na základě rastru svažitosti mj. vypočten průměrný sklon pro každou linii –informační tabulka. Atributová tabulka vrstvy s liniemi je pomocí klíče, názvu odtokových linií, propojena nástrojem *Join* s informační tabulkou.

V atributové tabulce vrstvy odtokových linií jsou pak doplněny nové sloupce:
 delka - délka linie je vypočtena pomocí *Calculate geometry*

exp - je doplněn exponent dle tab. č. 5 s využitím interpolace
 hodnot pro střední poměr mezi rýžkovou a plošnou erozí na základě hodnoty
MEAN z info tabulky

L - je vypočtena hodnota faktoru délky svahu pro jednotlivé linie ve *Field Calculatoru* pomocí vzorce: $L = ([delka] / 22.13)^{[exp]}$

8.2.3 Faktor sklonu svahu (S)

Vodní eroze se stupňuje se svažností území. Na rovině a mírných sklonech je eroze škodlivá jen tehdy, dochází-li k soustředování odtoku. Se vzrůstajícím sklonem eroze roste se zvyšující se energií odtoku až do míry, kdy již není přípustné polní hospodářství a přichází v úvahu pouze trvalý travní porost nebo zalesnění. (Tlapák a kol. 1992)

Faktor sklonu svahu lze samostatně stanovit pomocí vztahu (Renard a kol. 1997 ex Janeček a kol. 2007):

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

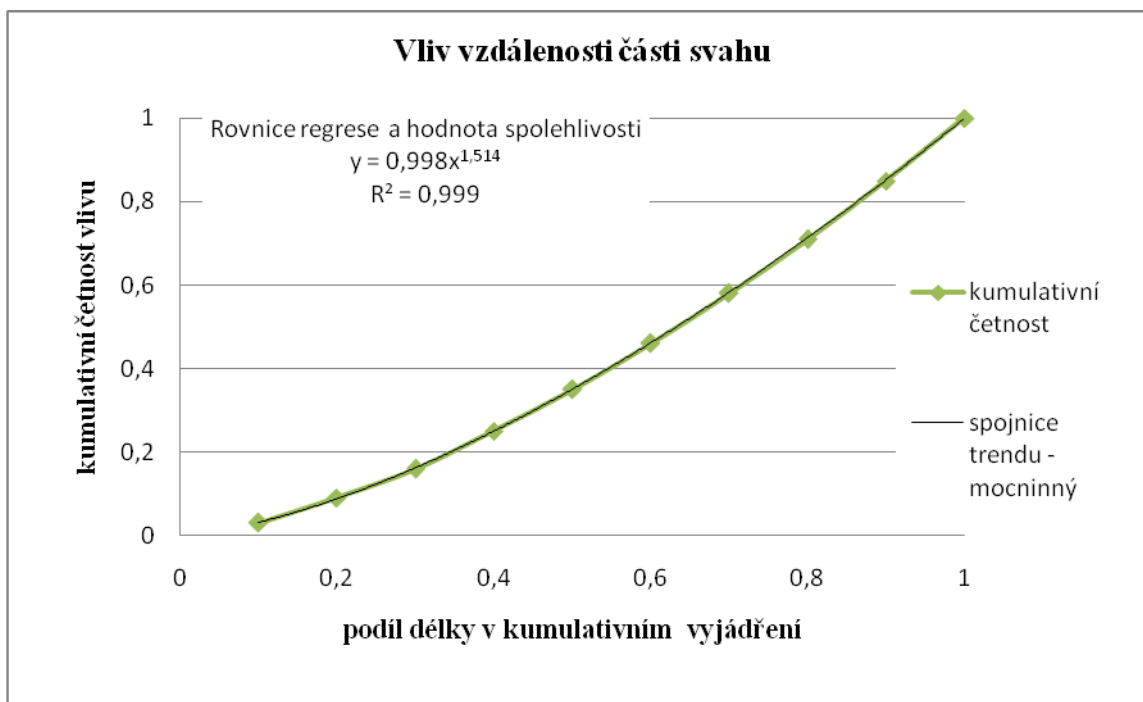
$$S = 16,8 \sin s - 0,50 \text{ pro } s \geq 9\% \quad , \text{ kde } s \text{ je sklon svahu v radianech (rad)}$$

K vyjádření vlivu změn sklonu svahu je třeba rozdělit svah (linii) na deset stejně velkých úseků a ty přenásobit jejich vahou (získáme vážený průměr), tj. vlivem vzdálenosti části svahu od horního okraje pozemku (začátku linie) dle tab.6. (Podhrázká & Dufková 2005)

Tab. 6) V prvním řádku je uvedeno pořadí desetin pozemku po spádnici, ve druhém podíl vlivu této části na faktor S (K, C) (Janeček a kol. 2007) a ve třetím podíl délky v kumulativním vyjádření

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
0,03	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15
0,03	0,09	0,16	0,25	0,35	0,46	0,58	0,71	0,85	1,00

Graf 1) Vliv vzdálenosti části svahu v kumulativním vyjádření a rovnice regrese sloužící k výpočtu vlivu v tabulkovém editoru Excel.



Výpočet faktoru S:

K výpočtu je částečně využit program ESRI ArcGIS 9.2. Odtokové linie ve vrstvě rozdělím na deset dílů pomocí nástroje *Divide*. Dojde k rozdělení při zachování posloupnosti, což je podstatné pro následný výpočet. Nově vzniklé linie se pojmenují dle původních. Sloučením názvu odtokové linie a FID se vytvoří nový klíč nutný k výpočtu sklonů jednotlivých úseků a jejich jednoznačné identifikaci. Pomocí nástroje *Zonal Statistics as Table* se určí sklon dílčích částí. Vzniká info tabulka. Zásadní je sloupec MEAN obsahující průměrný sklon. Před *Join* je info tabulka připojena k vrstvě linií.

Dále jsou vytvořeny nové sloupce:

delka - délka linie je vypočtena pomocí *Calculate geometry*

svaz_rad - je vypočtena svažitost v radiánech převedením hodnoty svažitosti v procentech na radiány vzorcem $svaz_rad = \text{Atn} ([MEAN] / 100)$

Si - seřazením atributů dle hodnoty svažitosti nebo pomocí *Select by Attributes* jsou vybrány a vypočteny zvlášť úseky linií se svažitostí vyšší a nižší než 9%. Vzorec při sklonu vyšším než 9%: $Si = 16,8 * \text{Sin} ([svaz_rad]) - 0,5$; při sklonu pod 9%: $Si = 10,8 * \text{Sin} ([svaz_rad]) + 0,03$

K dalším výpočtům slouží Excel, kde se provede výpočet s využitím tabulky 6 k vyjádření vlivu změn.

8.2.4 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Je definován jako „odnos půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ na jednotku dešťového faktoru R ze standardního pozemku o délce 22,13m na svahu o sklonu 9 %, který je udržován jako černý úhor kultivací ve směru sklonu.“ (Podhrázská & Dufková 2005) Vyjadřuje náchylnost půdy k vodní erozi, která je dána infiltrační schopností půdy a odolností povrchu půdy a půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících kapek deště a transportu povrchovým odtokem. (Janeček a kol. 2005)

Při značném zjednodušení se nízkým sklonem k erodovatelnosti vyznačují půdy jílovité díky odolnosti vůči uvolňování půdních částic. Erodivita je nízká též u půd písčitých, neboť se pro jejich vysokou infiltrační schopnost nevytváří tak velký povrchový odtok. Nejnáchylnější erozi jsou půdy prachovité, na kterých se vytváří vysoký povrchový odtok a jejichž půdní částice se snadno uvolňují. (Toy a kol. 2002)

Faktor K závisí na zrnitostním složení půdy (0,002–0,1mm a 0,1–2,0mm), obsahu organické hmoty (humusu), struktuře ornice a třídě propustnosti půdního profilu (rychlosti infiltrace). Hodnotu faktoru K lze dle metodiky Janeček a kol. (2007) určit výpočtem (frakce 0,002 – 0,100 mm nepřekročí 70%) s využitím kódů (propustnost, struktura), nomogramů, nebo z BPEJ dle HPJ (hlavní půdní jednotky). Ztráta půdy roste se vzrůstajícím faktorem K .

Při výpočtu K pro celý svah mě zajímají ty půdy, kterými spádnice procházejí. Prochází-li spádnice více půdami reprezentovanými odlišnými HPJ, pak je nutno postupovat stejně jako v případě určování faktoru sklonu S při měnícím se sklonu svahu (viz topografický faktor), tj. uvažovat vliv vzdálenosti části svahu (linie) s daným K od horního okraje pozemku na výslednou hodnotu faktoru K (viz tab.6). (Podhrázská & Dufková 2005)

Výpočet faktoru K :

K výpočtu je částečně využit program ESRI ArcGIS 9.2. Efektivita jeho využití je v tomto případě sporná. Vrstvu s odtokovými liniemi jsem pomocí nástroje *Intersect* překryl vrstvou s BPEJ. Správnou topologii, konkrétně správnou fragmentaci linií umožňující snadnou opravu parametrů linií tam, kde se hranice okrsků BPEJ nekryjí s hranicemi půdních bloků, je nutné ošetřit topologickým nástrojem *Planarize lines*.

Data je nutno doplnit o sloupec vyjadřující délku (delka), která je spočtena nástrojem *Calculate geometry*. Nutno poznamenat, že zpracování faktoru **K** bez ArcGIS nepřináší více práce.

Databázová tabulka slouží k dalším výpočtům v programu Excel, kde se provede výpočet s využitím tabulky č. 6 k vyjádření vlivu změn.

Tab. 7 Hodnoty faktoru náchylnosti k erozi **K** podle HPJ (hlavní půdní jednotky z kódu BPEJ, tj. 2. a 3. místo kódu) dle Janečka a kol. (2007)

HPJ	14	42	43	44	47
K - faktor	0,59	0,56	0,58	0,56	0,43

8.2.5 Faktor ochranného vlivu vegetace a agrotechnických opatření (C)

Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky **C** představují poměr ztráty půdy na pozemku s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy na standardním pozemku (délka 22,13 m; sklon 9%), který je udržován jako černý úhor, jenž je kypřen po každém dešti. (Janeček a kol. 2008)

Ochranný účinek vegetačního pokryvu před smyvem půdy spočívá v přímé ochraně povrchu půdy před destruktivními účinky dešťových kapek, zpomalování povrchového odtoku, zpevnění půdy kořeny, omezení zanášení porů uvolněnými půdními částicemi a také nepřímo v působení vegetace na půdní vlastnosti, jako je pórovitost, propustnost a struktura. Ochranný vliv vegetace je závislý na pokryvnosti a hustotě porostu a to zejména v čase hojného výskytu erozních dešťů (IV – IX). Nejlepší protierozní účinek tak mají travní porosty a jeteloviny, kdežto širokořádkové plodiny, kde jsou mezi jednotlivými rostlinami velké rozestupy, jako kukuřice, okopaniny atd., mají protierozní účinek velmi nízký. (Podhrázská & Dufková 2005)

„Pro určení dlouhodobé erozní ohroženosti pozemku je zapotřebí určit hodnotu faktoru **C** pro celý osevní postup, resp. strukturu pěstovaných plodin, včetně období mezi střídáním plodin i bez porostů při zohlednění nástupu a způsobu agrotechnických prací.“ (Janeček a kol. 2007) Jak již plyne z celého názvu faktoru **C**, jeho hodnota je určována též agrotechnikou. Ponecháme-li například po sklizni na poli strniště, je půda lépe chráněna. Setí do strniště je z hlediska ochrany půdy před erozí lepší než setí do zorané půdy.

K zohlednění jednotlivých období vývoje porostu a tedy různého účinku protierozní ochrany porostu v čase je celý hospodářský rok pro každou plodinu rozdělen do pěti období v závislosti na stupni ochranného účinku plodiny a jejich posklizňových zbytků. (Wischmeier & Smith 1978 ex Janeček a kol. 2008) Pro tato tzv. pěstební období je dána

dílčí hodnota faktoru C pro hlavní plodiny v závislosti na použité agrotechnice a zařazení v osevním postupu (viz tab. 8). Podle agrotechnických termínů v určité výrobní oblasti (klimatické oblasti) se z těchto dílčích hodnot určí průměrná hodnota faktoru C pro danou plodinu. Hodnota C dané plodiny v jednotlivých měsících se musí upravit dle rozdělení R faktoru (výskytu erozně nebezpečných dešťů) v průběhu roku. (Podhrázská & Dufková 2005)

Období vývoje plodin a použité agrotechniky:

- období podmínky a hrubé brázdy
- období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení
- období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení , u ozimů do 30.04.
- období od konce 3.období trvajícím do sklizně
- období strniště

Tab. 8) Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky (Wischmeier & Smith 1978 ex Janeček a kol. 2007)

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období						
			1	2	3	4	5 a	5 b	
obilniny	v 1.roce	OP	0,50	0,55	0,30	0,05	0,20	0,04	
	po jetelovinách	St	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
	po obilninách	OP	0,65	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04	
		St	0,25	0,25	0,20	0,08	0,25	0,04	
	po okopaninách a kukuřici	OP	0,70	0,75	0,50	0,08	0,25	0,04	
		St	0,70	0,70	0,45	0,08	0,25	0,04	
kukuřice	sláma	OP	0,70	0,90	0,70	0,35	0,70	0,40	
	předplodiny		O K	O K	O K	O K	O K	O K	
	sklizená	St	0,25-0,70	0,25-0,70	0,20-0,50	0,25	0,60	0,30	
	sláma	OP	0,60	0,75	0,55	0,25	0,60	0,30	
	předplodiny		O K	O K	O K	O K	O K	O K	
	nesklizená	St	0,04-0,30	0,04-0,20	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 -ozimé mezplodiny		0,05	0,05	0,05	0,05	0,15	0,10
	brambory, cukrovka	v přímých řádcích		0,65	0,80	0,65	0,30	0,70	
vojtěška			0,02						
jetel červený dvousečný			0,015						
víceletá tráva, louky			0,005						

Pozn.: OP - setí do zorané půdy, St - setí do strniště, 5 s - sláma sklizená, 5 p - sláma ponechána, O - po obilovině, K - po kukuřici

K určení faktoru C pro původní stav i upravený osevní postup a agrotechniku:

Faktor **C** na orné půdě je určen pro osevní postup ZOD Brniště, který jsem získal od agronoma ZOD Ing. Ivana Pastorka. ZOD hospodaří na většině plochy, kterou zde řeším. Nepředpokládám, že by hospodář Zdeněk Sklenář, který hospodaří na zbytku orné půdy, využíval výrazně odchylný osevní postup a agrotechniku, ostatně tomu napovídají i výsledky terénní pochůzky. Proto tento osevní postup považuji za reprezentativní.

V ZOD je od poloviny dubna zakládán porost vojtěšky, která je zaorána další rok v polovině července. Po třech týdnech je případně aplikován neselektivní herbicid ROUNDUP. V srpnu se provádí orba. Cca 10. září se vysévá ozimá pšenice. Sklizená je

v srpnu. Poté je v druhé polovině září (15. – 25.) vyset ozimý ječmen, který se sklízí kolem 10. července. Následuje hnojení. Dále je na řadě ozimá řepka, která je vyseta 10. – 25. 8. a sklizena na přelomu července a srpna. Následuje ozimá pšenice (setí 10. září – 20. říjen a sklizeň 15. – 20. srpen), po které je provedeno hnojení. Poslední plodinou v osevním postupu je kukuřice, která jde na pole po 20. 4. Kukuřice na siláž je sklizena od 15. září a kukuřice na LKS kolem 10. října. Po sklizni se přistupuje k mulčování a orbě.

ZOD využívá meziplodiny. Na 100 hektarů je ročně vysazena svazanka vratičolistá na vymrznutí. Seje se mezi řepkou a pšenicí od 25. 8. do 10. 9. V osevním postupu ji však uvažovat nebudu, neboť není vysévána vždy a všude.

Sláma na polích po sklizni pšenice a ječmene nezůstává, je sklizena jako podestýlka pro krůty. Sláma po řepce je sklizena pouze na třetině plochy. Ve výpočtu sklizeň slámy nezahrnuji. Po sklizni obilnin a řepky se v průměru po deseti dnech přistupuje k podmítce, kterou může následovat hnojení a orba. Orba po kukuřici přichází také po cca 10 dnech. Pro přípravu pozemku k setí uvažuji ve všech případech 10 dní. Výpočet faktoru C pro uvedený osevní postup a agrotechniku je v tabulce v příloze.

Agronom ZOD Ing. Ivan Pastorek vylučuje zásadní úpravu osevního postupu, kterou by bylo například vyloučení kukuřice. Největší změny představují změnu agrotechniky (přímé setí do strniště u ozimého ječmene, druhé ozimé pšenice, svazanky a kukuřice), která je podmíněna pořízením speciálních strojů, které ji umožňují. Vliv navržených opatření na produkci a jejich realizovatelnost v daných podmínkách je třeba prověřit, aby bylo hospodaření i nadále rentabilní. Ochranný vliv vymrzající svazanky vratičolisté na porost přímo vyseté kukuřice uvažuji pro nedostatek dat jako výsev do herbicidem umrtveného jílku. Ochranný vliv svazanky po jejím výsevu do strniště uvažuji stejný jako u vojtěšky, v 2. období o něco vyšší. Výpočet faktoru C pro upravený osevní postup a agrotechniku je v tabulce v příloze.

Výpočet faktoru C :

K určení C v jednotlivých liniích povrchového odtoku jsou změřeny úseky s jednotlivým typem pokryvu. Polní cesty nezpevněné nejsou pro svou velikost, pro absenci příkopů a pro absenci relevantních vstupních dat ve výpočtu C pro určení dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy brány v potaz. Jsou zařazeny pod ornou půdu. Polní cesty asfaltové se uvažují s faktorem C rovným jedné, tedy bez jakýchkoliv retardačních a infiltračních účinků. V excelu se využije tabulka 6 k vyjádření vlivu změn.

8.2.6 Faktor účinnosti protierozních opatření (*P*)

Hodnoty faktoru *P* jsou uvedeny k jednotlivým protierozním opatřením v tabulce 11. Při nedodržení stanovených podmínek je hodnota faktoru *P* rovna jedné. (Podhrázská & Dufková 2005)

Tab. 9) Hodnoty faktoru protierozních opatření *P* (Wischmeier & Smith 1978 ex Janeček a kol. 2008)

Protierozní opatření	Sklon svahu (%)			
	2-7	7-12	12-18	18-24
Maximální délka pozemku po spádnicí při konturovém obdělávání	120 m	60 m	40 m	-
	0,6	0,7	0,9	1,0
Maximální šířka a počet pásů při pásovém střídání	40 m	30 m	20 m	20 m
	6 pásů	4 pásy	4 pásy	2 pásy
- okopanin s víceletými pícninami	0,30	0,35	0,40	0,45
- okopanin s ozimými obilovinami	0,50	0,60	0,75	0,90
Hrázkování, resp. přerušované brázdování podél vrstevnic	0,25	0,30	0,40	0,45
Terasování	0,05 – 0,20			

8.3 Určování povrchového odtoku

Přímý odtok z povodí určují pomocí tzv. metody čísel odtokových křivek – CN (curve number – číslo křivky). Jedná se o jednoduchý srážkoodtokový model použitelný pro stanovení přímého odtoku vyvolaného přívalovým deštěm. (Janeček a kol. 2007) Na základě přímého odtoku se určuje kulminační průtok. Tato metoda je použitelná „k posuzování vlivu způsobů využívání povodí, protierozních opatření a dalších změn na velikost přímého odtoku a zejména pak k navrhování a posuzování technických protierozních opatření v souladu s ČSN 75 1300“ (Janeček a kol. 2005)

Přímý odtok je odtok, jenž se skládá z povrchového a hypodermického odtoku (voda, která se pro přítomnost nepropustné nebo mělko uložené málo propustné vrstvy, terénní poměry záhy po infiltraci vrací zpět na povrch) , tedy takový odtok, který nastává prakticky hned s přívalovou srážkou, čímž přímo určuje velikost povodňové vlny. Metodou CN je objem srážek převeden v objem odtoku, který se podílí na povodňové vlně. (Janeček a kol. 2005)

Hodnoty CN jsou určeny dle hlavních půdních jednotek (HPJ) z BPEJ na základě (Janeček a kol. 2008):

- hydrologických vlastností půd (minimální rychlosti infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení)
- obsahu vody v půdě (tzv. předchozích vláhových poměrech (nebo indexu předchozích srážek IPS) určených na základě 5-ti denního úhrnu předcházejících srážek; k návrhovým účelům se využívá IPS II)
- využití půdy (úhor, obilniny, lesy atd.)
- způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření (přímé řádky bez ohledu na sklon, vrstevnicové obdělávání, pásově pěstované plodiny s průlehy)
- hydrologických podmínek (hustota zapojení porostu, procentuální zastoupení jeteloviny v osevním postupu, posklizňové zbytky; u lesa např. mocnost hrabanky, typ a hloubka humusu atd.)

Určení výšky odtoku dle Janečka a kol. (1997) (odvození viz Janeček a kol. 2008):

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

$$H_o = (H_s - 0,2 A)^2 / (H_s + 0,8 A), \text{ kde platí } H_s \geq 0,2 A$$

H_ovýška odtoku (mm)

H_svýška návrhového deště (mm)

Apotenciální retence povodí (mm) vyjádřená v CN

Stanovení objemu odtoku: $O_{pH} = 1000 \cdot P_p \cdot H_o$

O_{pH} objem přímého odtoku (m^3)

P_p plocha povodí (km^2)

H_ovýška odtoku (mm)

8.3.1 K učování CN

Ornou půdu považují za čerstvě zkyplený úhor, který s sebou nese vůbec nejvyšší CN v rámci zemědělského využití (CN např. oproti širokořádkovým plodinám (kukuřici) při špatných hydrologických podmínkách na půdě s hydrologickou skupinou půd C o 3 vyšší (91 vs 88), pro skupinu B dokonce o 5 vyšší (86 vs 81)). Ačkoliv tato úprava povrchu orné půdy v roce nedominuje, je žádoucí počítat s nejhorší možnou variantou. Tento přístup mi poskytuje vyšší jistotu, že hrázka danou vodu opravdu udrží. Trvalé travní

porosty jsou kalkulovány jako louky sklizené. Hydrologické podmínky v lese nebyly odborně zjišťovány, ale ze složení porostu (vysoké zastoupení listnatých stromů) a z relativně vysoké hloubky a povahy humusu zjištěné dvěma náhodně umístěnými sondami lze usuzovat, že budou minimálně střední. CN se pro lesní půdy určuje na základě nejbližší HPJ okolní zemědělské půdy.

Menší nezpevněné cesty a cesty vedoucí v poli neuvažují pro absenci vhodné kategorie v dostupných materiálech a hodnotu CN pro úhor, která je poměrně vysoká, jako samostatnou kategorii, pro kterou by se mělo určit vlastní CN. Zahrnují je pod ornou půdu.

8.3.2 Parametry hrázek a jejich dimenzování

K nadimenzování hrázek využívám návrhový déšť s pravidelností opakování 50 let. Hrázky jsou vrstevnicové. Mají tedy v celé své délce konstantní výšku. Smyslem této volby je vyvarování se budování hrázek vyšších než jeden a půl metru. Sklon před hrázkou, a tak i minimální výška nutná k zachcení povrchového odtoku z 50-ti leté srážky, je určen pomocí programu ArcGIS. Polygonová vrstva obsahuje plochy, které před každou hrázkou zachycují plochu odpovídající jednomu výškovému metru. Pro tyto plochy jsou pomocí nástroje *Zonal Statistics as Table* s využitím pro výpočet faktorů *S* již vytvořeného rastru sklonitosti určeny průměrné sklony (sloupec MEAN). Vzniká informační tabulka. Hodnoty v ní vstupují do výpočtu potřebné výšky hrázek.

Hrázky mají sklon svahu v retenčním prostoru $1 : m = 1 : 1,5$ (66,67%). V tabulce, ve které je nadimenzována hrázka, se k výpočtu obsahu příčného řezu hladinou vody k určení celkového zadržného objemu využívá dvou obsahů a jejich následného součtu - S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou, celkový součet pak představuje S . Při výpočtu je použit upravený vzorec pro výpočet obsahu trojúhelníku ve tvaru : $\text{výška } (m) * 100 / \text{sklon hrázky (pozemku) } (\%) * \text{hloubka } (m) / 2$. $V / 1m$ je objem na metr délky hrázky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou, který vznikne přenásobením hodnoty $V / 1m$ délkou hrázky.

8.3.4 Výpočet povrchového odtoku k určení vlivu hrázek

Změna povrchového odtoku v povodí je kalkulována pro variantu, která povrchový odtok z území nejvíce redukuje, tj. variantu s hrázkami. Plochy, s jejichž využitím jsou nadimenzovány hrázky, se na povrchovém odtoku nepodílejí. S využitím metodiky

Janeček a kol. (2007) byly v programu ArcGIS 9.2 vytvořeny vrstvy s polygony obsahující plochy, které rozlišuje tabulka s hodnotami CN. Každému polygonu byla přiřazena hodnota CN a následně pro ně byla pomocí *Field Calculatoru* vypočtena výměra s využitím VBA skriptu dostupného v nápovědě. Z jednotlivých vrstev byly pomocí nástroje *Summarize* dostupného v atributové tabulce vypočteny výměry pro jednotlivé kultury a hodnoty CN. To bylo provedeno pro původní stav a variantu s hrázkami.

Výměry jednotlivých ploch s odlišným CN pro nadimenzování hrázek jsou určovány s využitím programu *Microstation*.

8.4 Návrhové srážky a požadavky na nadimenzování opatření

Pro účely návrhů a posuzování protipovodňových opatření byly z Janečka & Vášky (2001) vyčteny hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností opakování N let pro stanice Doksy a Mimoň, která je řešenému území nejbližší. Z měření ve stanici Doksy byl určen faktor R pro výpočet USLE. Podle Janečka a kol. (2008) se tyto srážkové úhrny blíží hodnotám návrhových přívalových dešťů, které stojí za erozí půdy. Ve výpočtu jsou využity hodnoty ze stanice Doksy.

Tab. 10) N- leté denní úhrny pro stanici Doksy:

N let	2	10	20	50	100
Mimoň	33,1	52,1	59,9	69,4	76,9
Doksy	34,1	55,6	64,4	75,1	83,5

Jednotlivé hodnoty se používají v návaznosti na požadavky na nadimenzování protipovodňové ochrany. Dle Janečka & Vášky (2001) se pro ochranu orné půdy nejčastěji volí doba opakování 5 až 10 let, pro intravilán potom až 100 let.

9. Návrh protierozních a protipovodňových opatření

Jsou uvažovány čtyři možné způsoby řešení eroze:

- částečné zatravnění
- průlehy v kombinaci s částečným zatravněním
- protierozní hrázky v kombinaci s částečným zatravněním
- upravený osevní postup a agrotechnika v kombinaci s částečným zatravněním

Některé půdní bloky nejsou vhodné pro realizaci všech návrhů, na některých je řešení smyvu např. pomocí průlehy vhodné jen na části pozemku. Omezení může představovat morfologie pozemku, kdy se výrazněji mění šířka úpravou vznikajícího “pásu“ orné půdy (zvláště u užších pásů) nebo také složité odvádění povrchového odtoku zachyceného na pozemku. Opatření může být nevýhodné také pro omezený “zisk“ orné půdy tohoto opatření oproti prostému částečnému zatravnění.

Jednotlivá řešení obsahují vyhodnocení smyvu na všech úsecích, kde vzniká podezření, že by zde smyv mohl přesáhnout přípustnou mez.

Průlehy jsou navrženy jako zatravněné. Jejich podélný sklon nepřevyšuje 1,5%, aby jimi voda neprotékala příliš rychle a nenarušovala travní drn, aby nebylo nutné zvažovat jejich opevnování. Ve svém začátku mají 0,5% a po směru spádu jejich sklon pozvolně roste. Zvyšování sklonu je nutno dodržet kvůli zamezení vypadávání vodou unášených částic, čímž se brání zanášení průlehy. Jejich dimenzování není předmětem této studie. Vše k hrázkám a jejich dimenzování je v kapitole 8.3.2.

9.1 Zatravněné půdní bloky

Na půdních blocích 4503/1 a 5602/5 vznikají v rámci pozemku zcela zatravněných linie s nejvyšším součinem faktorů L a S , proto již žádné další zcela zatravněné pozemky ve vybrané ploše na smyv netestují.

Tab. 11) Smyv na zcela zatravněných pozemcích

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$)	G _{přip.} ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$)
5602/5_A	28	0,56	3,29	2,10	0,005	1	0,54	4
4503/2_A	28	0,43	3,48	1,09	0,005	1	0,23	4

9.2 Protierozní opatření na půdním bloku 6509/1

Půdní blok obdělává ZOD Brniště. Jedná se o členitý půdní blok se značně proměnlivou svažitostí (0% ve středu – přes 20% ve při okrajích, zejména pak v SZ výběžku), v řešené části s povrchovým odtokem k Velenicím s třemi výraznějšími údolnicemi. Průměrná svažitost půdního bloku je 4,7°. V řešené části je jeho sklonitost však podstatně vyšší. Pozemek leží přímo nad intravilánem obce Velenice u Zákup. Blok je lemován travnatým pásem představujícím půdní blok 6509/6 o průměrné sklonitosti

8,1°, který je má zjevně za úkol snižovat povrchový odtok a erozní škody. Půdní blok je obděláván po svahu.

Tento půdní blok postihují odtokové linie 6509/1_A a 6509/1_B_1. Linie 6509/1_B_1 vede na zatravněný půdní blok 6509/6. K dořešení protierozní ochrany v místech, která dvě hlavní odtokové linie nepostihují, byly využity doplňkové linie 6509/1_D, 6509/1_E a 6509/1_F. Linie 6509/1_D a 6509/1_F jsou omezeny pouze na ornou půdu. S ohledem k úpravám, které uvažují na plochách, které popisují (zatravnění po několika desítkách metrů), délkovým a sklonovým poměrům v těchto místech, není nutné vést linie i přes zatravněné plochy. Ztráta půdy bude vyhovovat i na liniích vedoucích i přes ttp.

Tab. 12) Smyv na liniích na PB 6509/1

linie	R	K	L	S	C	P	$G (t.ha^{-1}.rok^{-1})$	$G_{přip.} (t.ha^{-1}.rok^{-1})$
6509/1_A	28	0,59	3,58	0,76	0,241	1	10,83	4
6509/1_B_1	28	0,59	3,68	0,93	0,241	1	13,63	4
6509/1_D	28	0,59	2,53	1,27	0,241	1	12,79	4
6509/1_E	28	0,59	1,78	1,35	0,241	1	9,57	4
6509/1_F	28	0,59	2,39	1,44	0,241	1	13,70	4

Navrhuji konturové obdělávání, které však pro nedodržení podmínek nevede k snížení faktoru **P**. Samotné pásové zatravnění nelze realizovat v uspokojivé podobě. Díky poměrně vysoké sklonitosti a délce svahu v kombinaci s vysokým faktorem erodovatelnosti půdy by na řešené části pozemku nezůstala téměř žádná orná půda. Stejně ani průlehy nelze svah úspěšně přerušovat na celé ploše. Na linii 6509/1_B_1 je již po 140m nutno přistoupit k přerušování svahu po 20m. Díky nutnosti vést průlehy v určitém sklonu je při dané morfologii svahu nemožné vyvarovat se přiblížení průlehu na vzdálenost nižší než 20m, velkým problémem je také výrazně proměnlivá šířka pásů. Z uvedených důvodů přistupuji ke kombinaci zatravnění s průlehy. Průlehy jsou navrženy v horní, méně sklonité části, kde je umožněno ponechat alespoň 40m pásy orné půdy. Zatravnění je realizováno ve spodní části, zejména na linii 6509/1_B_1. Průlehy jsou navrženy tak, že svádí vodu do údolnic, v jejichž trasách jsou vedeny linie 6509/1_A a 6509/1_B_1. Údolnice budou zatravněny. Je nutné zvážit případné opevnění údolnice, neboť zde může díky vysokému sklonu a s tím související vysokou rychlostí proudící vody docházet k poškozování travnatého drnu, což by vedlo k výrazné liniové erozi! Varianta s hrázkami není uvažována, neboť naprostá většina povrchového odtoku z pozemku neodtéká kritickým profilem vstupu potoka do obce a voda odtékající z pozemku při řešené

přivalové srážce nezpůsobila škody. Na řešené údolnice navazují příkopy procházející obcí a odvádějící vodu do potoka v místech, kde je koryto již podstatně širší a hlubší. V případném projektu řešícím celkové zabezpečení obce před povodněmi je s přítokem z této plochy nutno počítata při prověřování kapacity koryta. Taktéž musí být prověřena dostatečná průtočnost příkopů. V případě nutnosti musí být rozšířeny.

Na odtokové linii 6509/1_A navrhuji šest průlehů po 60m a pak pravidelně s odstupem 40m. Za šestým průlehem je ponechán 40m pás orné půdy. Zbytek linie je zatravněn.

Tab. 13) Smyv na linii 6509/1_A při rozdělení linie průlehy

6509/1_A	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
po 1. průleh	28	0,59	1,48	0,61	0,241	1	3,59	4
po 2. průleh	28	0,59	1,31	0,74	0,241	1	3,86	4
po 3. průleh	28	0,59	1,30	0,76	0,241	1	3,93	4
po 4. průleh	28	0,59	1,30	0,70	0,241	1	3,62	4
po 5. průleh	28	0,59	1,30	0,74	0,241	1	3,83	4
po 6. průleh	28	0,59	1,31	0,76	0,241	1	3,96	4
op pod 6.průl.	28	0,59	1,30	0,72	0,241	1	3,73	4

Ověřuji smyv ve všech úsecích mezi průlehy a pro 40m pás orné půdy za posledním průlehem. Měnící se faktory *S* i *L* jsou spočteny v příloze. Linie 6509/1_A_1 bude od prvního průlehu, tj. po 60m zatravněna (zatravněná údolnice).

Odtokovou linii 6509/1_B_1 navrhuji přerušit dvěma průlehy po 100m a 40m. Za druhým průlehem ponechávám 25m pás orné půdy. Zbytek je zatravněn.

Tab. 14)) Smyv na linii 6509/1_B_1 při rozdělení linie průlehy

6509/1_B_1	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
po 1. průleh	28	0,59	1,75	0,54	0,241	1	3,76	4
po 2. průleh	28	0,59	1,30	0,74	0,241	1	3,83	4
op pod 2.průl.	28	0,59	1,06	0,93	0,241	1	3,92	4

Ověřuji smyv pro úsek po první a po druhý průleh a též pro 25m pás orné půdy za posledním průlehem. Měnící se faktory *S* a *L* jsou spočteny v příloze. Linie 6509/1_B_1 bude od prvního průlehu, tj. po 100m zatravněna (zatravněná údolnice).

Doplňkové linie pomáhají určit hranici zatravnění. Linii 6509/1_F cca po 40m, linii 6509/1_D po 65m a linii 6509/1_E po 35m.

Tab. 15) Smyv na úsecích orné půdy ostatních linií na PB 6509/1

pás op	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
6509/1_D	28	0,59	1,54	0,66	0,241	1	4,05	4
6509/1_E	28	0,59	1,22	0,75	0,241	1	3,64	4
6509/1_F	28	0,59	1,30	0,75	0,241	1	3,88	4

9.3 Protierozní opatření k snížení smyvu na půdním bloku 5503

Půdní blok obdělává soukromý zemědělec Zdeněk Sklenář. Půdní blok 5503 je poměrně členitý. Ve svých SZ, SV a JZ částech je při okrajích navíc značně svažité (až 20%). JV část je sklonitá jen mírně, tj. do 6%. Průměrná svažitosť půdního bloku je 3,7°. Obdělávání se realizuje po svahu.

Půdní blok je ohrožen přítokem “cizí vody“ z půdního bloku 4503/1, od kterého jej odděluje pouze polní cesta vzniklá utužením půdy pojezdem zemědělské techniky, která netvoří překážku povrchovému odtoku. Nad cestou navrhuji vybudovat průleh nebo příkop. Navrhuji konturové obdělávání, které však pro nedodržení podmínek nevede k snížení faktoru *P*.

Tab. 16) Smyv na liniích na PB 5503

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5503_A	28	0,59	2,93	0,88	0,241	1	10,27	4
5503_B	28	0,43	2,85	0,84	0,241	1	6,95	4
5503_C_1	28	0,43	3,28	0,63	0,241	1	6,00	4
5503_D	28	0,59	2,63	1,32	0,241	1	13,82	4
5503_E	28	0,59	2,48	0,86	0,241	1	8,49	4
5503_F	28	0,59	2,12	0,97	0,241	1	8,19	4
5503_H	28	0,43	2,30	1,02	0,241	1	6,81	4

9.3.1 Částečné zatravnění

Varianta č. 1: Na linii 5503_A navrhuji zatravnění, které vede ke vzniku dvou pásů orné půdy v šířce 60m na začátku a 40m po 40m oddělujícího zatravněného pásu. Zbytek linie je zatravněn. Zatravnění za prvním pásem orné půdy a druhý pás orné půdy jsou protaženy v neměnné šířce až za linii 5503_B.

Tab. 17) Výpočet faktoru C na linii 5503_A při částečném zatravnění

5503_A	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	60,0	0,25	0,25	0,1231	0,1231	op	0,241	0,030
	40,0	0,17	0,42	0,2669	0,2669	ttp	0,005	0,001
	40,0	0,17	0,59	0,4443	0,1774	op	0,241	0,043
	99,0	0,41	1,00	0,9989	0,5546	ttp	0,005	0,003
Celkem	239,0							0,077

Tab. 18) Smyv na linii 5503_A při částečném zatravnění

5503_A	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
celá linie	28	0,59	2,93	0,88	0,077	1	3,28	4
bez posl. ttp	28	0,59	2,10	0,63	0,166	1	3,63	4
první pás op	28	0,59	1,42	0,50	0,241	1	2,83	4

Ztráta půdy byla ověřena pro celou linii a také pro první pás a pro úsek bez posledního zatravněného pásu. Měnicí se faktory *C*, *S* i *L* jsou vypočteny v příloze.

Linie 5503_B je zatravněna obdobně. První pás orné půdy se na linii 5503_B promítne v délce 80m.

Tab. 19) Smyv na linii 5503_B při částečném zatravnění

5503_B	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
bez posl. ttp	28	0,43	2,26	0,81	0,173	1	3,81	4
první pás op	28	0,43	1,63	0,57	0,241	1	2,70	4

Ztráta půdy byla ověřena pro první pás a pro úsek bez posledního zatravněného pásu. Měnicí se faktory *C*, *S* i *L* jsou vypočteny v příloze.

Půdní blok je na linii 5503_C_1 zatravněn tak, že vzniká 220m pás orné půdy na začátku. Po 50m přerušení ttp následuje 60m orné půdy. Zbytek linie je zatravněn.

Tab. 20) Výpočet faktoru C na linii 5503_C_1 při částečném zatravnění

5503_C_1	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	220,0	0,54	0,54	0,3963	0,3963	op	0,241	0,096
	50,0	0,12	0,67	0,5405	0,1442	ttp	0,005	0,001
	60,0	0,15	0,81	0,7325	0,1920	op	0,241	0,046
	75,0	0,19	1,00	0,9989	0,2664	ttp	0,005	0,001
Celkem	405,0							0,144

Tab. 21) Smyv na linii 5503_C_1 při částečném zatravnění

5503_C_1	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
celá linie	28	0,43	3,28	0,63	0,144	1	3,58	4
bez posl. ttp	28	0,43	2,81	0,52	0,194	1	3,41	4
první pás op	28	0,43	2,42	0,54	0,241	1	3,79	4

Ztráta půdy byla ověřena pro celou linii a také pro první pás a pro úsek bez posledního zatravněného pásu. Měnící se faktory *C*, *S* i *L* jsou vypočteny v příloze.

Linii 5503_D je žádoucí zatravnit po cca 50m. Na linii 5503_E uvažují 40m zatravnění po 35m orné půdy, které následuje dalších 40m orné půdy. Zbytek linie je zatravněn. Linii 5503_F zatravnějí po 50m, tato úprava je platná také pro variantu č.2. Linii 5503_H uvažují zatravněnou po 75m.

Tab. 22) Výpočet faktoru C na linii 5503_E při částečném zatravnění

5503_E	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	35,0	0,22	0,22	0,1019	0,1019	op	0,241	0,025
	40,0	0,25	0,47	0,3231	0,2213	ttp	0,005	0,001
	40,0	0,25	0,73	0,6174	0,2943	op	0,241	0,071
	43,0	0,27	1,00	0,9989	0,3815	ttp	0,005	0,002
Celkem	158,0							0,098

Tab. 23) Smyv na linii 5503_E při částečném zatravnění

5503_E	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
1. pás op	28	0,59	1,23	0,79	0,241	1	3,87	4
bez posl. ttp	28	0,59	2,06	0,72	0,156	1	3,82	4
celá linie	28	0,59	2,48	0,86	0,098	1	3,45	4

Tab. 24) Výpočet smyvu pro úseky s ornou půdou ostatních linií na PB 5503

pás op	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
5503_D	28	0,59	1,42	0,71	0,241	1	4,01	4
5503_F	28	0,59	1,39	0,73	0,241	1	4,04	4
5503_H	28	0,43	1,69	0,79	0,241	1	3,87	4

Smyv půdy byl prověřen na linii 5503_E pro první pás orné půdy, po druhý pás s ornou půdou (bez posl. ttp) a celou částečně zatravněnou (pás. zatrav.), na ostatních liniích pro nezatravněné úseky. Měnící se faktory *C*, *S* i *L* jsou vypočteny v příloze.

9.3.2 Průlehy

Varianta č. 2: Na tomto půdním bloku dále navrhuji přerušení a odvádění povrchového odtoku průlehy. Průlehy odvádí zachycený povrchový odtok do cestního příkopu k silnici, která tvoří jižní hranici bloku. V místech, kde by tvorbou průleहů v požadovaných odstupech vznikaly díly s nevhodnými tvary, které jsou hůře obdělávatelné, nebo díly příliš malé či úzké, a tam, odkud nelze vyvést průleह jinam než do lesa, volím zatravnění.

Na linii 5503_A navrhuji vytvořit první průleह po 90m, na linii 5503_B po 120m, a na linii 5503_C_1 navrhuji vytvořit první průleह po 160m a druhý po 138m. Dalšími dvěma průlehy vznikají tři pásy orné půdy s v trasách linií neměnnou šířkou 50, 20 a 30m pod posledním průlehem. Neměnné šířky pásů orné půdy jsou navrženy kvůli usnadnění hospodaření. Předposlední průleह, který umožňuje vytvořit jen 20m pás orné půdy, je možné vynechat a uvažovaný úsek orné půdy pod ním zatravnit.

Tab. 25) Smyv na linii 5503_A při rozdělení linie průlehy

5503_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 1.průleह	28	0,59	1,71	0,58	0,241	1	3,95	4
po 2.průleह	28	0,59	1,40	0,71	0,241	1	3,96	4
po 3.průleह	28	0,59	0,95	1,06	0,241	1	4,01	4
op pod 3. pr.	28	0,59	1,15	0,79	0,241	1	3,62	4

Tab. 26) Smyv na linii 5503_B při rozdělení linie průlehy

5503_B	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 1.průleह	28	0,43	2,01	0,68	0,241	1	3,97	4
po 2.průleह	28	0,43	1,42	0,74	0,241	1	3,05	4
po 3.průleह	28	0,43	0,95	1,07	0,241	1	2,95	4
op pod 3. pr.	28	0,43	1,17	1,02	0,241	1	3,46	4

Tab. 27) Smyv na linii 5503_C_1 při rozdělení linie průlehy:

5503_C_1	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 1.průleह	28	0,43	2,33	0,54	0,241	1	3,65	4
po 2.průleह	28	0,43	1,99	0,49	0,241	1	2,83	4
po 3.průleह	28	0,43	1,43	0,77	0,241	1	3,19	4
po 4.průleह	28	0,43	0,95	0,93	0,241	1	2,56	4
op pod 4. pr.	28	0,43	1,16	0,95	0,241	1	3,16	4

Ztráta půdy byla ověřena v případě všech linií pro úseky linie mezi průlehy, pro pás orné půdy za posledním průlehem i pro pás orné půdy po první průleह. Úsek za pásem orné půdy za posledním průlehem zatravněuji. Smyv z celých úseků za posledním průlehem není třeba prověřovat. Měnicí se faktory *C*, *S* i *L* jsou spočítány v příloze.

Zatrávnění na linii 5503_F z varianty č.1 je zachováno. Linii 5503_D přerušuje průleh po 40m. Pod průlehem 45m pás orné půdy. Na linii 5503_E vznikají úseky orné půdy o šířce 15, 20 a 65m. Linie 5503_H je přetnuta průlehy po 28, 50 a 25m.

Tab. 28) Smyv na linii 5503_D při rozdělení linie průlehy

5503_D	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
op po 2. průl.	28	0,59	1,37	0,72	0,241	1	3,93	4

Tab. 29) Smyv na linii 5503_E při rozdělení linie průlehy

5503_E	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
op pod 2.pr.	28	0,59	1,58	0,64	0,241	1	4,03	4

Tab. 30) Smyv na linii 5503_H při rozdělení linie průlehy

5503_H	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
op po 2. průl.	28	0,43	1,47	0,94	0,241	1	4,01	4
op po 3. průl.	28	0,43	1,07	1,16	0,241	1	3,60	4

Smyv půdy byl prověřen pro úsek linie 5503_D s ornou půdou pod průlehem. Smyv na úseku po první průleh je pod limitem. Byl zde prověřen v rámci varianty č. 1 pro o deset metrů delší úsek. Na linii 5503_E je byl prověřen smyv pro úsek mezi druhým průlehem a zatrávněním (první úsek je velmi krátký a druhý je méně sklonitý než odpovídající úsek na linii 5503_A) a na linii 5503_H úsek mezi prvním a druhým a druhým a třetím průlehem (první ani poslední úsek není třeba prověřovat). Měnicí se faktory C, S i L jsou spočítány v příloze.

9.3.3 Protierozní hrázky

Varianta č. 3: K redukci smyvu a také k výraznějšímu omezení povrchového odtoku z půdního bloku uvažují vybudování tří ochranných protierozních hrázek. Voda z hrázek je s pomocí vypustného zařízení sváděna potrubím do cestního příkopu. První hrázka je uvažována na kótě 335m.n.m. Před ní je zatrávněný pás o šířce 10m. Druhá hrázka na kótě 331 m.n.m. je také doplněna o 10m pás ttp. Linii 5503_A přerušuje osa první hrázky po 93m, linii 5503_B po 107m a linii 5503_C_1 po 260m. Mezi první a druhou hrázkou vzniká pás orné půdy proměnlivé šířky v nejužším místě o šířce 48m. Mezi druhou a třetí hrázkou je šířka pásu orné půdy neměnná – 35m. Třetí hrázka je na kótě 326 m.n.m. Před ní je širší pás ttp.

Tab. 31) Smyv na linii 5503_A při rozdělení linie hrázkami

5503_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op pod 1. hr.	28	0,59	1,4	0,72	0,241	1	4,01	4
op pod 2. hr.	28	0,59	1,21	0,85	0,241	1	4,09	4

Tab. 32) Smyv na linii 5503_B při rozdělení linie hrázkami

5503_B	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op pod 1. hr.	28	0,43	1,44	0,64	0,241	1	2,67	4
op pod 2. hr.	28	0,43	1,26	1,07	0,241	1	3,91	4

Tab. 33) Smyv na linii 5503_C_1 při rozdělení linie hrázkami

5503_C_1	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op po 1. hr.	28	0,43	2,54	0,53	0,241	1	3,91	4
op pod 1. hr.	28	0,43	1,57	0,56	0,241	1	2,55	4
op pod 2. hr.	28	0,43	1,25	0,93	0,241	1	3,37	4

Smyv není třeba ověřovat pro úseky orné půdy nad první hrázkou v případě linií 5503_A a 5503_B, neboť zde byl smyv pro delší úseky orné půdy prověřen v rámci varianty č. 2. Smyv nad první hrázkou je potřeba ověřit pouze u linie 5503_C_1, kde je nad hrázkou nad 10m zatravněním 250m orné půdy. Celé úseky po hrázkou včetně zatravnění také není třeba počítat, nárůst faktorů *S* a *L* kompenzuje snižování faktoru *C*. Měnící se faktory *C*, *S* i *L* jsou spočítány v příloze.

Na linii 5503_D je před hrázkou s ornou půdou 40m. Pod hrázkou pás orné půdy široký 40m. Linie 5503_H je přerušena hrázkou po 57m. Posledních 10m je zatravněno. Pod hrázkou je 35m pás orné půdy, následuje zatravnění a hrázka. Linie 5503_E je přetnuta hrázkou po 35m, posledních 10m je zatravněno. Pod hrázkou je 64m orné půdy, které následuje zatravnění a druhá hrázka.

Tab. 34) Smyv na linii 5503_D při rozdělení linie hrázkou

5503_D	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op pod hráz.	28	0,59	1,30	0,75	0,241	1	3,88	4

Tab. 35) Smyv na liniích 5503_E a 5503_H při rozdělení linie hrázkami

op po 2. hr.	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5503_E	28	0,59	1,58	0,63	0,241	1	3,96	4
5503_H	28	0,43	1,26	1,07	0,241	1	3,91	4

Úsek před hrázkou na linii 5503_H není třeba prověřovat, stejně tak úsek s ornou půdou před hrázkou na linii 5503_D, kde byl smyv prověřen již v rámci varianty č. 1 pro úsek o 10m delší. Na linii 5503_E a 5503_H byl prověřen pouze úsek s ornou půdou mezi hrázkami. Měnící se faktory *C*, *S* i *L* jsou spočítány v příloze.

9.3.3.1 Dimenzování hrázek

První hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 335 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 5,38%, hrázka je dlouhá 353m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,9m vysoká.

Tab. 36) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	47	C	xxx	71	1908	0,04	2,61
úhor	47	C	xxx	91	40761	0,78	71,37
ttp	14	B	xxx	58	1539	0,03	1,72
úhor	14	B	xxx	86	7766	0,15	12,85
suma:					51974	1,00	88,54

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	H_o (mm)
75,1	88,54	32,87	46,31

Tab. 37) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,05197	46,31	2407

Tab. 38) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; $V/1m$ objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,7	4,55	0,37	4,92	4,92	1737,25
0,8	5,95	0,48	6,43	6,43	2269,06
0,9	7,53	0,61	8,14	8,14	2871,78
1,0	9,29	0,75	10,04	10,04	3545,41
1,1	11,25	0,91	12,15	12,15	4289,94

Druhá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 331 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 8,87%, hrázka je dlouhá 349m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,7m vysoká.

Tab. 39) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	47	C	xxx	71	2203	0,10	6,77
úhor	47	C	xxx	91	14211	0,61	55,95
ttp	14	B	xxx	58	1315	0,06	3,30
úhor	14	B	xxx	86	5383	0,23	20,03
suma:					23112	1,00	86,05

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	H_o (mm)
75,1	86,05	41,17	41,38

Tab. 40) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,02311	41,38	956

Tab. 41) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S ₁ (m ²)	S ₂ (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,5	1,41	0,19	1,60	1,60	557,26
0,6	2,03	0,27	2,30	2,30	802,46
0,7	2,76	0,37	3,13	3,13	1092,23
0,8	3,61	0,48	4,09	4,09	1426,59
0,9	4,57	0,61	5,17	5,17	1805,52

Třetí hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 326 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 7,83%, hrázka je dlouhá 423m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,6m vysoká.

Tab. 42) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	47	C	xxx	71	4422	0,18	12,58
úhor	47	C	xxx	91	6314	0,25	23,03
ttp	14	B	xxx	58	4028	0,16	9,36
úhor	14	B	xxx	86	10189	0,41	35,12
suma:					24953	1,00	80,09

H _{s50} (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	80,09	63,15	31,06

Tab. 43) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P _p (km ²)	H _o (mm)	O _{ph} (m ³)
0,02495	31,06	775

Tab. 44) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S ₁ (m ²)	S ₂ (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,4	1,02	0,12	1,14	1,14	482,94
0,5	1,60	0,19	1,78	1,78	754,60
0,6	2,30	0,27	2,57	2,57	1086,62
0,7	3,13	0,37	3,50	3,50	1479,01
0,8	4,09	0,48	4,57	4,57	1931,77

9.3.4 Částečné zatravnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)

Varianta č. 4: Smyv na vybraných liniích se pomocí upraveného osevního postupu na PB 5503 znatelně snižuje.

Tab. 45) Smyv na liniích na PB 5503 při upraveném osevním postupu a agrotechnice

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5503_A	28	0,59	2,93	0,88	0,148	1	6,31	4
5503_B	28	0,43	2,85	0,84	0,148	1	4,27	4
5503_C_1	28	0,43	3,28	0,63	0,148	1	3,68	4
5503_D	28	0,59	2,63	1,32	0,148	1	8,49	4
5503_E	28	0,59	2,48	0,86	0,148	1	5,21	4
5503_F	28	0,59	2,12	0,97	0,148	1	5,03	4
5503_H	28	0,43	2,30	1,02	0,148	1	4,18	4

Linie 5503_A vyžaduje zatravnění po 160m, linie 5503_B po 220m, 5503_D již před výrazně se zvyšujícím sklonem po 90m, linie 5503_E po 125m, 5503_F po 95m a 5503_H po 120m. Navrhovaným zatravněním vznikají nad okraji půdního bloku “travnaté výběžky“. Z důvodu zachování ploch tvarů vhodných pro obdělávání a pro nejisté určení faktoru *K* na ploše, kde není zmapována BPEJ, zatravnějí posledních cca 20m linie 4503/1_C_1 a linii 5503_B již po 190m.

Tab. 46) Smyv na liniích na PB 5503 při upraveném osevním postupu a agrotechnice a jejich částečném zatravnění

linie - úsek	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5503_A-op	28	0,59	2,29	0,7	0,148	1	3,92	4
5503_A-celá	28	0,59	2,93	0,88	0,085	1	3,62	4
5503_B-op	28	0,43	2,76	0,81	0,148	1	3,98	4
5503_B-celá	28	0,43	2,85	0,84	0,138	1	3,98	4
5503_D-op	28	0,59	1,85	0,73	0,148	1	3,30	4
5503_D-celá	28	0,59	2,63	1,32	0,068	1	3,90	4
5503_E-op	28	0,59	2,16	0,74	0,148	1	3,91	4
5503_E-celá	28	0,59	2,48	0,86	0,105	1	3,70	4
5503_F-op	28	0,59	1,92	0,83	0,148	1	3,90	4
5503_F-celá	28	0,59	2,12	0,97	0,118	1	4,01	4
5503_H-op	28	0,43	2,20	0,91	0,148	1	3,57	4
5503_H-celá	28	0,43	2,30	1,02	0,136	1	3,84	4

Smyv je prověřen pro ornou půdu a pro celé linie. Mění se faktory *C*, *S* a *L* jsou spočítány v příloze.

9.4 Protierozní opatření na půdním bloku 5604

Půdní blok obdělává ZOD Brniště. Půdní blok s průměrnou sklonitostí 4,6° se svažuje ke všem světovým stranám kromě severu. Při okrajích přesahuje svažítost 12%.

Přítok “cizí vody“ nehrozí. Silnice nad pozemkem je z obou stran lemována příkopy. Na pozemku se vysévá bez ohledu na sklon s přibližným odklonem setby od vrstevnic 45°. Opatření na půdním bloku jsou vytvářena na základě dat z linií 5604_A a 5604_B. K dořešení protierozní ochrany je vytvořena linie 5604_E. Navrhují konturové obdělávání, které však pro nedodržení podmínek nevede k snížení faktoru *P*.

Tab. 47) Smyv na liniích na PB 5604

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5604_A	28	0,43	2,68	0,71	0,241	1	5,52	4
5604_B	28	0,43	2,9	0,84	0,241	1	7,07	4
5604_E	28	0,43	1,68	1,31	0,241	1	6,39	4

9.4.1 Částečné zatravnění

Varianta č. 1: Navrhují zatravnění strmější jihozápadní části pozemku. Ponechání významné délky linií bez jakéhokoliv zásahu umožňuje zejména nízký faktor erodovatelnosti a nízký počáteční sklon. Linií 5604_A tak zatravním po 190m a linií 5604_B po 170m.

Tab. 48) Výpočet faktoru C na linii 5604_A při částečném zatravnění

5604_A	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	190,0	0,81	0,81	0,7193	0,7193	op	0,241	0,173
	46,0	0,19	1,00	0,9989	0,2796	ttp	0,005	0,001
Celkem	236,0							0,175

Tab. 49) Výpočet faktoru C na linii 5604_B při částečném zatravnění

5604_B	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	170,0	0,68	0,68	0,5536	0,5536	op	0,241	0,133
	81,0	0,32	1,00	0,9989	0,4453	ttp	0,005	0,002
Celkem	251,0							0,136

Tab. 50) Smyv na linii 5604_A při částečném zatravnění

5604_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,43	2,66	0,71	0,175	1	3,98	4
pás op	28	0,43	2,32	0,57	0,241	1	3,84	4

Tab. 51) Smyv na linii 5604_B při částečném zatravnění

5604_B	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,43	2,9	0,84	0,136	1	3,99	4
pás op	28	0,43	2,19	0,58	0,241	1	3,69	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na celých liniích i pro samostatný pás orné půdy na obou liniích. Měnící se faktory *S* a *L* pro odtokové linie pro samostatný pás orné půdy jsou vypočteny v příloze.

Linii 5604_E je žádoucí zatravnit po cca 40m. Tento způsob úpravy místa charakterizovaného touto linií je uvažován pod všemi variantami.

Tab. 52) Smyv na linii 5604_E při částečném zatravnění

5604_E	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
pás op	28	0,43	1,32	1,01	0,241	1	3,87	4

9.4.2 Průlehy

Varianta č. 2: Rozdělní svahu průlehem. Průleh odvádí vodu do rokle na jižní hranici pozemku. Místo, kudy voda vtéká do rokle, musí být voleno tak, aby nedocházelo k dalšímu rozšiřování rokle. Případně je třeba zvážit opevnění.

Linie 5604_A je pomocí průlehu přerušena po 185m a linie 5604_B po 175m. Na úseku pod průlehem jsou vytvořeny dva pásy orné půdy. První pod průlehem má 25m, druhý 20m. Druhý se promítá pouze do linie 5604_B, kde je od prvního oddělen 31m pásem ttp. Úsek za prvním pásem orné půdy na linii 5604_A je zatravněn.

Tab. 53) Smyv na linii 5604_A při rozdělení linie průlehy

5604_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op pod pr.	28	0,43	1,06	1,19	0,241	1	3,66	4

Ztrátu půdy pro úsek po průlehu na linii 5604_A není třeba prověřovat, neboť již byla prověřena pro o 5m delší úsek s ornou půdou v rámci varianty č. 1. Smyv bude nižší než $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok$. Smyv vychází vyhovující pro úsek s ornou půdou pro 25m pás orné půdy pod průlehem. Měnící se faktory pro úsek orné půdy pod průlehem *S* a *L* jsou vypočteny v příloze.

Tab. 54) Smyv na linii 5604_B při rozdělení linie průlehy

5604_B	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
pod průlehem	28	0,43	1,90	1,21	0,137	1	3,79	4

Ztráta půdy vychází vyhovující pro celý úsek pod průlehem. První pás orné půdy pod průlehem není třeba ověřovat, podmínky jsou stejné jako u totožného již prověřeného pruhu na linii 5604_A. Rovněž ztrátu půdy pro úsek po průlehu není třeba prověřovat, neboť

již byla prověřena pro jen o 5m kratší úsek s ornou půdou (175m vs 170m) v rámci varianty č. 1., kde smyv činil $3,69 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}$. Smyv bude nižší než $4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}$. Měnící se faktory *S*, *C* a *L* jsou vypočteny v příloze.

9.4.3 Protierozní hrázky

Varianta č. 3: K redukci smyvu a také k výraznějšímu omezení povrchového odtoku z půdního bloku uvažují vybudování dvou protierozních hrázek. Voda z hrázek je s využitím výpustného zařízení sváděna potrubím do rokle. První hrázka je na kótě 328 m.n.m. a druhá 324 m.n.m. Nad první hrázkou je 10m široký pás trvalého travalého porostu. Orná půda je na linii 5604_A k zatravnění před hrázkou na 192m linie. U linie 5604_B je orná půda na prvních 171m. Pod první hrázkou je 35m pás orné půdy. Pod tím je pás ttp o proměnlivé šířce končící na kótě druhé hrázky. Pod druhou hrázkou je 20m pás orné půdy následovaný zatravněním po konec půdního bloku.

Tab. 55) Smyv na linii 5604_A při rozdělení linie hrázkami

5604_A	R	K	L	S	C	P	G ($\text{t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$)	G příp. ($\text{t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$)
op pod hr.	28	0,43	1,25	0,95	0,241	1	3,45	4

Tab. 56) Smyv na linii 5604_B při rozdělení linie hrázkami

5604_B	R	K	L	S	C	P	G ($\text{t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$)	G příp. ($\text{t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$)
op pod 1.hr.	28	0,43	1,26	1,03	0,241	1	3,77	4
op pod 2.hr.	28	0,43	0,95	1,25	0,241	1	3,45	4

Smyv není potřeba prověřit pro úsek orné půdy po první hrázkou, neboť byl již prověřen pro delší úsek na linii 5604_B v rámci varianty č. 2 a na linii 5604_A pro úsek jen o 2m kratší v rámci varianty č. 1. Smyv bude nižší než $4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}$. Smyv pod hrázkami vychází vyhovující. Měnící se faktory *S* a *L* jsou vypočteny v příloze.

9.4.3.1 Dimenzování hrázek

První hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 328 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 11,73%, hrázka je dlouhá 247m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 1,1m vysoká.

Tab. 57) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	47	C	xxx	71	2393	0,09	6,21
úhor	47	C	xxx	91	24988	0,91	83,05
suma:					27381	1,00	89,25

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	H_o (mm)
75,1	89,25	30,59	47,79

Tab. 58) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,02738	47,79	1309

Tab. 59) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; $V/1m$ objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,9	3,45	0,61	4,06	4,06	1002,86
1,0	4,26	0,75	5,01	5,01	1238,10
1,1	5,16	0,91	6,07	6,07	1498,10
1,2	6,14	1,08	7,22	7,22	1782,86
1,3	7,20	1,27	8,47	8,47	2092,38

Druhá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 324 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 8,87%, hrázka je dlouhá 253m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,6m vysoká.

Tab. 60) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	47	C	xxx	71	3046	0,29	20,82
úhor	47	C	xxx	91	7339	0,71	64,31
suma:					10385	1,00	85,13

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	H_o (mm)
75,1	85,13	44,35	39,67

Tab. 61) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,01039	39,67	412

Tab. 62) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,4	0,90	0,12	1,02	1,02	258,54
0,5	1,41	0,19	1,60	1,60	403,97
0,6	2,03	0,27	2,30	2,30	581,72
0,7	2,76	0,37	3,13	3,13	791,79
0,8	3,61	0,48	4,09	4,09	1034,17

9.4.4 Částečné zatravnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)

Varianta č. 4: K požadovanému omezení smyvu poslouží v případě linií 5604_A a 5604_E upravený osevní postup. V případě linie 5604_B je však nedostačujícím opatřením. Doporučuji nadměrný smyv na půdním bloku řešit pouze zatravnění na spodním okraji pozemku.

Tab. 63) Smyv na liniích na PB 5604 při upraveném osevním postupu a agrotechnice

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5604_A	28	0,43	2,66	0,71	0,148	1	3,37	4
5604_B	28	0,43	2,90	0,84	0,148	1	4,34	4
5604_E	28	0,43	1,68	1,31	0,148	1	3,92	4

Linii 5604_B je vhodné zatravnit v úplném konci po 240m. Vniká tak cca 10m pás ttp.

Tab. 64) Smyv na linii 5604_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice a částečném zatravnění

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5604_A	28	0,43	2,81	0,8	0,148	1	4,01	4

Měnící se faktory *S* a *L* jsou vypočteny v příloze.

9.5 Protierozní opatření na půdním bloku 4503/1

Na půdním bloku hospodaří ZOD Brniště. Jedná se o mírně sklonitý blok s průměrnou sklonitostí 2,9°, jen v SV výběžku se sklony pohybují kolem 10%. Obdělávání je po svahu. Přítok “cizí vody“ z bloku 4502 teoreticky hrozí, neboť cesta nad polem “pod“ tímto blokem není doprovázena příkopem. S ohledem k spádovým a sklonovým poměrům bude však zcela zanedbatelný.

Možný přítok vody ze zatravněného půdního bloku 4503/2 představuje linie 4503/1_A. K přítoku cizí vody dochází z pozemku 5503. Předpokládám vytvoření průlehu nebo příkopu podél polní cesty, která tyto dva bloky odděluje. Linie 4503/1_C je doplňková linie sloužící jako kontrolní. Její význam tkví v tom, že je údolnicí, ve které může docházet ke koncentraci vody. Navrhuji konturové obdělávání, které však pro nedodržení podmínek nevede k snížení faktoru *P* a tak ani ke snížení smyvu.

Tab. 65) Smyv na liniích na PB 4503/1

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
4503/1_A	28	0,51	3,46	0,61	0,236	1	7,11	4
4503/1_B_1	28	0,56	3,58	0,54	0,241	1	7,31	4
4503/1_C	28	0,56	2,77	0,57	0,241	1	5,97	4

9.5.1 Částečné zatravnění

Varianta č. 1: Pásové zatravnění redukuje smyv na odtokové linii 4503/1_A pomocí dvou pásů ttp. První 37m pás s trvalým travním porostem je pás, přes který teče voda v odtokové linii po sousedním zatravněném půdním bloku 4503/2. Uchovány jsou dva široké pásy orné půdy (100m a 110m).

Tab. 66) Výpočet faktoru C na linii 4503/1_A při částečném zatravnění:

4503/1_A	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989 \cdot \text{power}(x; 1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	37,0	0,08	0,08	0,0214	0,0214	ttp	0,005	0,000
	100,0	0,21	0,29	0,1554	0,1554	op	0,241	0,037
	90,0	0,19	0,49	0,3339	0,1785	ttp	0,005	0,001
	110,0	0,24	0,72	0,6074	0,2736	op	0,241	0,066
	131,0	0,28	1,00	0,9989	0,3915	ttp	0,005	0,002
Celkem	468,0							0,106

Tab. 67) Smyv na linii 4503/1_A při částečném zatravnění:

4503/1_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,51	3,46	0,61	0,106	1	3,19	4
bez posl. ttp	28	0,48	2,94	0,57	0,172	1	3,87	4

Ověření smyvu je provedeno pro celek a celek bez posledního zatravněného pásu. Měnící se faktory **K**, **C**, **S**, **L** jsou spočteny v příloze.

Pro odtokovou linii 4503/1_B_1 uvažuji úpravu se čtyřmi pásy ttp. Na začátku ponechávám pro nízkou sklonitost širší 100m pás orné půdy. Zatravnění o šíři 60m použiji jen na začátku, dále již uvažuji cca 70m travnaté pásy. Mezi nimi realizuji 60m pásy orné půdy.

Tab. 68) Výpočet faktoru C na linii 4503/1_B_1 při částečném zatravnění

4503/1_B_1	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989^* \text{power}(x;1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	100,0	0,16	0,16	0,0647	0,0647	op	0,241	0,016
	60,0	0,10	0,26	0,1319	0,0672	ttp	0,005	0,000
	60,0	0,10	0,36	0,2137	0,0818	op	0,241	0,020
	70,0	0,11	0,48	0,3247	0,1110	ttp	0,005	0,001
	60,0	0,10	0,57	0,4317	0,1070	op	0,241	0,026
	70,0	0,11	0,69	0,5690	0,1373	ttp	0,005	0,001
	60,0	0,10	0,79	0,6965	0,1275	op	0,241	0,031
	69,0	0,11	0,90	0,8537	0,1571	ttp	0,005	0,001
	60,0	0,10	1,00	0,9989	0,1452	op	0,241	0,035
Celkem	609,0							0,129

Tab. 69) Smyv na linii 4503/1_B_1 při částečném zatravnění

4503/1_B_1	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,56	3,58	0,54	0,129	1	3,91	4
prvních pět pásů	28	0,56	2,87	0,56	0,143	1	3,60	4

Ztráta půdy byla ověřena pro celou linii i pro prvních pět pásů. Smyv z prvního pásu orné půdy není třeba ověřovat, neboť je ověřen ve variantě s průlehy. Pro úsek prvních pěti pásů se mění faktory C , S i L , které jsou spočteny v příloze.

Na linii 4503/1_C jsou dva pásy orné půdy v šíři 110 a 60m oddělené 50m.

Tab. 70) Výpočet faktoru C na linii 4503/1_C při částečném zatravnění

4503/1_C	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989^* \text{power}(x;1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	110,0	0,37	0,37	0,2253	0,2253	op	0,241	0,054
	50,0	0,17	0,54	0,3975	0,1721	ttp	0,005	0,001
	60,0	0,20	0,75	0,6438	0,2464	op	0,241	0,059
	74,0	0,25	1,00	0,9989	0,3551	ttp	0,005	0,002
Celkem	294,0							0,116

Tab. 71) Smyv na linii 4503/1_C při částečném zatravnění

4503/1_C	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,56	2,77	0,57	0,116	1	2,87	4
1. pás op	28	0,56	1,79	0,46	0,241	1	3,11	4
bez posl. ttp	28	0,56	2,42	0,54	0,178	1	3,65	4

Smyv půdy vychází pod limitem na všech úsecích, pro první pás orné půdy, celou částečně zatravněnou linii i pro úsek bez posledního pásu trvalého ttp. Měnicí se faktory C , S , L jsou spočteny v příloze.

9.5.2 Průlehy

Varianta č. 2: Navržené průlehy svádějí vodu do příkopu podél silnice na jižní hranici pozemku.

Linii 4503/1_A bude přerušovat jeden průleh po 337 m, kde ve variantě č. 1 končí druhý pás orné půdy. Ponechán je zatravněný pás v severovýchodním výběžku pozemku. Pod průlehem je 60m pás orné půdy a zbytek linie je zatravněn.

Tab. 72) Smyv na linii 4503/1_A při rozdělení linie průlehy

4503/1_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op pod průl.	28	0,56	1,55	0,69	0,241	1	4,04	4

Ztráta půdy byla ověřena pro 60m pás orné půdy pod průlehem. Faktory USLE pro úsek nad průlehem jsou stejné jako pro úsek bez posledního pásu ttp na linii 6509/1_A ve variantě č. 1, není zde potřeba prověřovat smyv. Měnící se faktory *C*, *S*, *L* a *K* jsou spočteny v příloze.

Na linii 4503/1_B_1 jsou průlehy zvoleny 4 průlehy po 160m, 100m, 70m, 130m a poslední úsek má 149m.

Tab. 73) Smyv na linii 4503/1_B_1 při rozdělení linie průlehy

4503/1_B_1	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 1.průleh	28	0,56	1,93	0,45	0,241	1	3,28	4
po 2.průleh	28	0,56	1,82	0,57	0,241	1	3,92	4
po 3.průleh	28	0,56	1,63	0,64	0,241	1	3,94	4
po 4.průleh	28	0,56	1,98	0,53	0,241	1	3,97	4
po konec linie	28	0,56	2,08	0,52	0,241	1	4,09	4

Ztráta půdy byla ověřena pro všechny úseky. Měnící se faktory *C*, *S* i *L* jsou vypočteny v příloze.

9.5.3 Protierozní hrázky

Varianta č. 3: K redukci smyvu a také k výraznějšímu omezení povrchového odtoku z půdního bloku uvažují vybudování čtyř protierozních hrázek. Voda z hrázek je s využitím výpustných zařízení sváděna do příkopu podél silnice na jižní hranici pozemku. První hrázka na kótě 368 m.n.m. přerušuje linii 4503/1_A po 350m, linii 4503/1_B_1 po 146m. Posledních 10m je zatravněno. Pod první hrázkou následují dva cca 60m pásy orné půdy oddělené cca 40m širokým pásem ttp a druhá hrázka na kótě 359 m.n.m., kterou

předchází nestejně široký pás zatravněný s minimální šířkou 10m. Na linii 4503/1_A je pouze jeden 60m pás orné půdy, zbytek linie je zatravněn. Třetí hrázka je na kótě 353 m.n.m., před ní je po 132m pásu orné půdy 10m zatravněný pás. Poslední hrázku na kótě 347 m.n.m. předchází 80m orné půdy a nestejně široký pás ttp, který ve své šířce slouží k omezení smyvu na požadovanou hodnotu.

Tab. 74) Smyv na linii 4503/1_A při rozdělení linie hrázkami

4503/1_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op pod hr.	28	0,56	1,54	0,67	0,241	1	3,90	4

Smyv na 60m úseku s ornou půdou pod první hrázkou je v pořádku. Celý úsek linie 4503/1_A pod hrázkou není třeba prověřovat.

Tab. 75) Smyv na linii 4503/1_B_1 při rozdělení linie hrázkami

4503/1_B_1	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op po 3. hr.	28	0,56	1,99	0,52	0,241	1	3,91	4
op po 4. hr.	28	0,56	1,70	0,62	0,241	1	3,98	4

Půdní smyv v případě 132m pásu orné půdy mezi 2. a 3. a 80m pásu mezi 3. a 4. hrázkou vychází v pořádku. Celé úseky včetně pásu ttp před hrázkami není třeba prověřovat. Ztrátu půdy pro úsek po první hrázku není třeba prověřovat, neboť byl téměř identický úsek s jen o 3m méně orné půdy v případě linie 4503/1_A (337m vs 340m) prověřen v rámci varianty č. 1 a v případě linie 4503/1_B_1 byl ještě delší úsek s ornou půdou prověřen v rámci varianty č. 2. Měnící se faktory *C*, *S*, *L* a *K* jsou spočteny v příloze.

9.5.3.1 Dimenzování hrázek

První hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 368 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 5,41%, hrázka je dlouhá 389m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,9m vysoká.

Tab. 76) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44, 47	C	xxx	71	22935	0,27	19,37
úhor	44, 47	C	xxx	91	48176	0,57	52,15
les	44, 47	C	střední	73	12616	0,15	10,96
křoví	44, 47	C	xxx	65	332	0,00	0,26
suma:					84059	1,00	82,74

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	H_o (mm)
75,1	82,74	52,99	35,41

Tab. 77) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,08406	35,41	2976,62

Tab. 78) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; $V/1m$ objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,7	4,53	0,37	4,90	4,90	1904,60
0,8	5,91	0,48	6,39	6,39	2487,63
0,9	7,49	0,61	8,09	8,09	3148,41
1,0	9,24	0,75	9,99	9,99	3886,93
1,1	11,18	0,91	12,09	12,09	4703,18

Druhá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 359 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 6,13%, hrázka je dlouhá 279m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,9m vysoká.

Tab. 79) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	16521	0,37	26,32
úhor	44	C	xxx	91	28042	0,63	57,26
suma:					44563	1,00	83,59

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	H_o (mm)
75,1	83,59	49,88	36,88

Tab. 80) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,04456	36,88	1643

Tab. 81) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,7	4,00	0,37	4,36	4,36	1217,62
0,8	5,22	0,48	5,70	5,70	1590,36
0,9	6,61	0,61	7,21	7,21	2012,80
1,0	8,16	0,75	8,91	8,91	2484,93
1,1	9,87	0,91	10,78	10,78	3006,77

Třetí hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 353 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 4,87%, hrázka je dlouhá 142m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,9m vysoká.

Tab. 82) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce $H_{s,50}$

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	1449	0,06	4,61
úhor	44	C	xxx	91	20863	0,94	85,09
suma					22312	1,00	89,70

$H_{s,50}$ (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	89,70	29,16	48,75

Tab. 83) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,02231	48,75	1088

Tab. 84) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,7	5,03	0,37	5,40	5,40	766,56
0,8	6,57	0,48	7,05	7,05	1001,22
0,9	8,32	0,61	8,92	8,92	1267,16
1,0	10,27	0,75	11,02	11,02	1564,40
1,1	12,42	0,91	13,33	13,33	1892,92

Čtvrtá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 347 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 3,95%, hrázka je dlouhá 115m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,7m vysoká.

Tab. 85) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce $H_{s,50}$

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	3942	0,26	18,81
úhor	44	C	xxx	91	10941	0,74	66,90
suma					14883	1,00	85,70

$H_{s,50}$ (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	85,70	42,37	40,72

Tab. 86) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,01488	40,72	606

Tab. 87) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,5	3,16	0,19	3,35	3,35	385,49
0,6	4,56	0,27	4,83	4,83	555,10
0,7	6,20	0,37	6,57	6,57	755,55
0,8	8,10	0,48	8,58	8,58	986,84
0,9	10,25	0,61	10,86	10,86	1248,97

9.5.4 Částečné zatravnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)

Samotný upravený osevní postup snížit smyv na požadovanou hodnotu nepomůže (pouze v případě linie 4503/1_C).

Tab. 88) Smyv na liniích na PB 4503/1 při upraveném osevním postupu a agrotechnice

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
4503/1_A	28	0,51	3,46	0,61	0,145	1	4,37	4
4503/1_B_1	28	0,56	3,58	0,54	0,148	1	4,49	4
4503/1_C	28	0,56	2,77	0,57	0,148	1	3,67	4

U linie 4503/1_A navrhuji zatravnění posledních 68m po 400m. Částečné zatravnění rozšířuji i na linii 4503/1_C, neboť se nachází v údolnici a v blízkosti v dolní části zatravněné linie 4503/1_A.

Tab. 89) Smyv na linii 4503/1_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice a částečném zatravnění

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
4503/1_A	28	0,5	3,22	0,6	0,144	1	3,89	4

Není potřeba prověřovat smyv pro celou linii. Měnící se faktory C, S, L jsou spočítány v příloze. Smyv na linii 4503/1_C po jejím částečném zatravnění není třeba ověřovat.

Na linii 4503/1_B_1 navrhuji vytvoření 80m pásu ttp po 450m a na zatravněný konec linie v šířce 29m.

Tab. 90) Výpočet faktoru C pro linii 4503/1_B_1 při upraveném osevním postupu a agrotechnice a částečném zatravnění

4503/1_B_1	délka (m)	poměr	kumul. poměru	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	450,0	0,74	0,74	0,6317	0,6317	op	0,148	0,093
	80,0	0,13	0,87	0,8093	0,1777	ttp	0,005	0,001
	50,0	0,08	0,95	0,9277	0,1184	op	0,241	0,029
	29,0	0,05	1,00	0,9989	0,0712	ttp	0,005	0,000
Celkem	609,0							0,123

Tab. 91) Smyv na linii 4503/1_B_1 při upraveném osevním postupu a agrotechnice a částečném zatravnění

4503/1_B_1	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
1. pás op	28	0,56	3,13	0,54	0,148	1	3,92	4
celá linie	28	0,56	3,58	0,54	0,123	1	3,73	4
bez posl. ttp	28	0,56	3,50	0,55	0,132	1	3,98	4

Smyv byl prověřen pro celou linii, po první zatravněný pás i pro úsek bez posledního pásu ttp. Měnicí se faktory *C*, *S*, *L* a *K* jsou spočteny v příloze.

9.6 Protierozní opatření na půdním bloku 5501

Na půdním bloku hospodaří ZOD Brniště. Blok není ohrožen přítokem “cizí vody“, silnice na severní hranici pozemku je s příkopem. Rozhraní mezi tímto blokem a půdním blokem 5602/6 tvoří mez, která je překážkou povrchovému odtoku. Blok má vyrovnané sklonové poměry s nízkým průměrným sklonem 2,9°. Blok je obděláván po svahu. Půdní smyv je ověřován pro linii 5501_A.

Tab. 92) Smyv na linii 5501_A

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5501_A	28	0,56	2,63	0,54	0,241	1	5,37	4

Obdělávání po svahu bude muset být v tomto případě zachováno pro nevhodný tvar pozemku k vrstevnicovému obdělávání.

9.6.1 Částečné zatravnění

Varianta č. 1: Navrhuji pásové zatravnění pásy s trvalým travním porostem na okrajích pozemku. Uprostřed pozemku mi vzniká obdělávatelná plocha s vhodným tvarem. Zatravnuji prvních 80m a posledních 65m na linii 5501_A.

Tab. 93) Výpočet faktoru *C* pro linii 5501_A při částečném zatravnění

5501_A	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989 \cdot \text{power}(x; 1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	80,0	0,30	0,30	0,1628	0,1628	ttp	0,005	0,001
	120,0	0,45	0,75	0,6522	0,4894	op	0,241	0,118
	65,0	0,25	1,00	0,9989	0,3467	ttp	0,005	0,002
Celkem	265,0							0,121

Tab. 94) Smyv na linii 5501_A při částečném zatravnění

5501_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,56	2,63	0,54	0,121	1	2,69	4
bez posl. ttp	28	0,56	2,41	0,58	0,182	1	3,99	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na celé linii i bez posledního pásu trvalého travnatého porostu. Pro tento úsek se odlišují faktory *C*, *S* i *L*. Jejich výpočet je v příloze.

Přerušení svahu průlehy nenavrhují, neboť jím nezískám vhodnou plochu orné půdy významně větší než využitím pásového zatravnění. Budování hrázky s ohledem k ploše pozemku považují za neúčelné.

9.6.2 Upravený osevní postup (agrotechnika)

Varianta č. 2: Řešením nepřípustného smyvu je upravený osevní postup.

Tab. 95) Smyv na linii 5501_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5501_A	28	0,56	2,63	0,54	0,148	1	3,30	4

9.7 Protierozní opatření na půdním bloku 5602/6

Na půdním bloku hospodaří ZOD Brniště. Půdní blok je velmi rozsáhlý. Jeho rozloha je 47,13 ha. Katastrální hranice jej téměř na půl dělí do katastru Velenic u Zákup a Brniště. Průměrný sklon 2,9° zdánlivě nevytváří podmínky pro vysokou erozi. Sklonitost v SV, V a J části je nižší a nepřevyšuje 6%. Sklonitost však narůstá po svahu k hodnotám cca 12%. Za erozní ohrožeností však stojí zejména dlouhá nepřerušovaná délka pozemku. Blok je obděláván po svahu, pouze v SZ části je blok obděláván po vrstevnicích. V západní polovině je pod blokem zatravněný blok 5602/5, neboť zde sklon dale narůstá.

Část JV a podstatnou část JZ hranici tvoří asfaltová polní cesta, která však nezabraňuje přítoku "cizí vody", neboť ji nedoprovází příkop. Blok je ohrožen přítokem "cizí vody" zejména z bloku 5601. Nad tím jsou další bloky (zatravněné půdní bloky 6603, 6606 a 6607 a les), voda z nich však nepřekoná cestu, která je od bloku 5601 odděluje. Nezanedbatelné riziko je spojeno s půdními bloky na JV, tj. 4701/15 a 5602/2.

K umožnění využití půdního bloku 5603 ležícího pod tímto blokem je nutné přerušit povrchový odtok z pozemku v severovýchodní části. Mez ležící mezi půdními bloky povrchový odtok z přívalového deště dokáže překonat. Navrhují protierozní hrázku vybudovanou před mezí nebo příkop v případě varianty s částečným zatravněním nebo ve variantě s průlehy. Příkop bude odvádět velké množství vody, a proto je nutné posoudit případné provedení opevnění na vtoku do rokle, kam je voda sváděna, aby nedocházelo k jejímu rozšiřování. Tímto vznikne samostatná odtoková linie na půdním bloku 5603.

Asfaltová cesta mezi půdními bloky 5601 a 5602/6 nepředstavuje žádnou překážku povrchovému odtoku. Navrhují vybudování příkopu po obou stranách cesty. Spodní příkop je uvažován kvůli zamezení stékání vody z cesty na níže položené pole. Případná koncentrace z komunikace odtékající vody může vytvářet hluboké erozní rýhy. Osamostatňuje se tak půdní blok 5601.

Linie jsou uvažovány až po vybudování příkopů mezi půdními bloky 5602/6 a 5603 a 5602/6 a 5601. Bez těchto úprav by plochy, které mohou být ponechány jako orná půda, zejména ve variantě s částečným zatravněním, byly zcela minimální.

Ve střední a západní části, které jsou navrhovaná opatření propojené, určují jejich povahu a umístění linie 5602/6_C, 5602/6_D, 5602/6_J, 5602/6_E, 5602/6_F_2 a 5602/6_I_2. Tolik linií využívám pro velkou výměru, proměnlivé sklonové a půdní podmínky a výskyt několika významných erozních rýh o hloubce až 15cm, které vznikly po inkriminované srážce. Nevyužívám je však všechny v celé jejich délce. K výpočtu a ověřování smyvu využívám často jen jejich jednotlivé části.

Navrhují konturové obdělávání, které však pro nedodržení podmínek nevede k snížení faktoru **P**.

Tab. 96) Smyv na liniích na PB 5602/6

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5602/6_A_1	28	0,56	2,96	0,51	0,241	1	5,70	4
5602/6_B	28	0,56	2,87	0,58	0,241	1	6,29	4
5602/6_C	28	0,56	3,18	0,62	0,220	1	6,80	4
5602/6_D	28	0,57	3,58	0,63	0,212	1	7,63	4
5602/6_E	28	0,58	3,56	0,77	0,205	1	9,13	4
5602/6_F_2	28	0,57	3,04	0,96	0,195	1	9,08	4
5602/6_I_2	28	0,56	3,31	1,25	0,144	1	9,34	4

9.7.1 Částečné zatravnění

Varianta č. 1: Navrhují omezení smyvu pomocí zatravněných pásů. V severovýchodní části určují rozmístění orné půdy a trvalých travních porostů linie 5602/6_A_1 a 5602_B. Půdní smyv zde snižují dva pásy. První je na linii 5602/6_A_1 po 270m a na linii 5602_B po 190m a je široký 50m. Druhý pás je na konci linií v proměnlivé šíři vyhovující snížení smyvu na požadovanou mez.

Tab. 97) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_A_1 při částečném zatravnění

5602/6_A_1	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	270,0	0,57	0,57	0,4259	0,4259	op	0,241	0,103
	50,0	0,11	0,68	0,5509	0,1250	ttp	0,005	0,001
	80,0	0,17	0,84	0,7724	0,2215	op	0,241	0,053
	74,0	0,16	1,00	0,9989	0,2265	ttp	0,005	0,001
Celkem	474,0							0,158

Tab. 98) Smyv na linii 5602/6_A_1 při částečném zatravnění

5602/6_A_1	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
celá linie	28	0,56	2,96	0,51	0,158	1	3,74	4
bez posl. ttp	28	0,56	2,67	0,46	0,203	1	3,91	4
1.pás op	28	0,56	2,24	0,43	0,241	1	3,64	4

Tab. 99) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_B při částečném zatravnění

5602/6_B	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	190,0	0,49	0,49	0,3427	0,3427	op	0,241	0,083
	50,0	0,13	0,62	0,4882	0,4882	ttp	0,005	0,002
	80,0	0,21	0,83	0,7549	0,2666	op	0,241	0,064
	65,0	0,17	1,00	0,9989	0,2440	ttp	0,005	0,001
Celkem	385,0							0,151

Tab. 100) Smyv na linii 5602/6_B při částečném zatravnění

5602/6_B	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
celá linie	28	0,56	2,87	0,58	0,151	1	3,94	4
bez posl. ttp	28	0,56	2,51	0,46	0,198	1	3,58	4
1.pás op	28	0,56	1,97	0,4	0,241	1	2,98	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na celých liniích, pro úsek bez posledního pásu trvalého travnatého porostu i pro první pásy orné půdy. Pro tyto úseky se odlišují faktory C, K, S i L. Jejich výpočet je v příloze.

V centrální části uvažují na liniích 5602/6_C, 5602/6_D, 5602/6_J a 5602/6_E dva pásy ttp v šíři 30m a 35m, pod kterými jsou 30m pásy orné půdy. Pod ornou půdou pod 35m pásem následuje zatravnění až po konce linií u linií 5602/6_C a 5602/6_D.

Tab. 101) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_C při částečném zatravnění

5602/6_C	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989^* \text{power}(x;1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	15,0	0,03	0,03	0,0061	0,0061	op	0,241	0,001
	5,0	0,01	0,05	0,0094	0,0094	c	1,000	0,009
	40,0	0,09	0,14	0,0495	0,0401	ttp	0,005	0,000
	160,0	0,37	0,50	0,3545	0,3049	op	0,241	0,073
	30,0	0,07	0,57	0,4302	0,0757	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,07	0,64	0,5107	0,0806	op	0,241	0,019
	35,0	0,08	0,72	0,6105	0,0998	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,07	0,79	0,7007	0,0902	op	0,241	0,022
	91,0	0,21	1,00	0,9989	0,2982	ttp	0,005	0,001
Celkem	436,0							0,127

Tab. 102) Smyv na linii 5602/6_C při částečném zatravnění

5602/6_C	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,56	3,18	0,62	0,127	1	3,93	4
bez posl. ttp	28	0,56	2,67	0,53	0,180	1	3,99	4
1.pás op	28	0,56	1,82	0,38	0,238	1	2,58	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na celých liniích, pro úsek bez posledního pásu trvalého travnatého porostu i pro první pásy orné půdy. Pro tyto úseky se odlišují faktory C, S i L. Jejich výpočet je v příloze.

Tab. 103) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_D při částečném zatravnění

5602/6_D	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989^* \text{power}(x;1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	38,0	0,07	0,07	0,0171	0,0171	op	0,241	0,004
	5,0	0,01	0,08	0,0206	0,0035	c	1,000	0,004
	48,0	0,09	0,16	0,0641	0,0435	ttp	0,005	0,000
	170,0	0,30	0,47	0,3160	0,2519	op	0,241	0,061
	30,0	0,05	0,52	0,3726	0,0566	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,05	0,58	0,4323	0,0597	op	0,241	0,014
	35,0	0,06	0,64	0,5057	0,0734	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,05	0,69	0,5716	0,0659	op	0,241	0,016
	172,0	0,31	1,00	0,9989	0,4273	ttp	0,005	0,002
Celkem	558,0							0,102

Tab. 104) Smyv na linii 5602/6_D při částečném zatravnění

5602/6_D	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,57	3,58	0,63	0,102	1	3,67	4
bez posl. ttp	28	0,57	2,59	0,46	0,174	1	3,31	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na celých liniích i pro úsek bez posledního pásu trvalého travnatého porostu. Pro tyto úseky se odlišují faktory *C*, *K*, *S* i *L*. Jejich výpočet je v příloze. První pás orné půdy není třeba řešit, ztráta nebude pro sklonové podmínky a délku pásu orné půdy vyšší než u identického pásu u linie 5602/6_C.

V případě linie 5602/6_J následuje za společným 30m pásem orné půdy s liniemi 5602/6_C a 5602/6_D 30m ještě 35m pás ttp a 40m pás orné půdy.

Tab. 105) Výpočet faktoru *C* pro linii 5602/6_J při částečném zatravnění

5602/6_J	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989^*$ $\text{power}(x;1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	42,0	0,07	0,07	0,0186	0,0186	ttp	0,005	0,000
	168,0	0,29	0,36	0,2133	0,1947	op	0,241	0,047
	30,0	0,05	0,41	0,2611	0,0478	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,05	0,46	0,3121	0,0510	op	0,241	0,012
	35,0	0,06	0,52	0,3754	0,0633	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,05	0,58	0,4327	0,0573	op	0,241	0,014
	35,0	0,06	0,64	0,5030	0,0703	ttp	0,005	0,000
	40,0	0,07	0,70	0,5876	0,0846	op	0,241	0,020
	172,0	0,30	1,00	0,9989	0,4113	ttp	0,005	0,002
Celkem	582,0							0,096

Tab. 106) Smyv na linii 5602/6_J při částečném zatravnění

5602/6_J	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,58	3,72	0,70	0,096	1	4,06	4
bez posl. ttp	28	0,59	2,67	0,46	0,160	1	3,25	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na celých liniích i pro úsek bez posledního pásu trvalého travnatého porostu. Pro tyto úseky se odlišují faktory *C*, *S* i *L*. Jejich výpočet je v příloze. První pás orné půdy není třeba řešit, ztráta nebude pro sklonové podmínky a délku pásu orné půdy vyšší než u identického pásu u linie 5602/6_C.

Na linii 5602/6_E je ještě o dva pásy více než na linii 5602/6_J. Za 40m pásem orné půdy, který je pro obě linie společný, následuje 30m pás ttp a 60m široký pás orné půdy.

Tab. 107) Výpočet faktoru *C* pro linii 5602/6_E při částečném zatravnění

5602/6_E	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989 * \text{power}(x; 1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	30,0	0,07	0,07	0,0164	0,0164	op	0,241	0,004
	30,0	0,07	0,13	0,0467	0,0467	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,07	0,20	0,0864	0,0396	op	0,241	0,010
	35,0	0,08	0,28	0,1421	0,0557	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,07	0,34	0,1968	0,0547	op	0,241	0,013
	35,0	0,08	0,42	0,2679	0,0711	ttp	0,005	0,000
	40,0	0,09	0,51	0,3578	0,0899	op	0,241	0,022
	30,0	0,07	0,57	0,4308	0,0730	ttp	0,005	0,000
	60,0	0,13	0,71	0,5900	0,1592	op	0,241	0,038
	133,0	0,29	1,00	0,9989	0,4089	ttp	0,005	0,002
Celkem	453,0							0,090

Tab. 108) Smyv na linii 5602/6_E při částečném zatravnění

5602/6_E	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,58	3,56	0,77	0,090	1	4,01	4
bez posl. ttp	28	0,59	2,74	0,56	0,149	1	3,78	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na celých liniích i pro úsek bez posledního pásu trvalého travnatého porostu. Pro tyto úseky se odlišují faktory *C*, *S* i *L*. Jejich výpočet je v příloze. První pás orné půdy ani jednotlivé úseky s různými počty pásů není třeba řešit, jak dokladuje výsledek pro úsek bez zatravnění v závěru s podledním pásem s ornou půdou v šířce 60m. Prověřovat smyv pro všechny úseky od počátku linií po jednotlivé pásy není nutné ani v případě linií 5602/6_C, 5602/6_D a 5602/6_J. Faktory USLE na všech liniích narůstají víceméně přímoúměrně s rostoucí vzdáleností od začátku linií.

Západní část je charakterizována liniemi 5602/6_F_2 a 5602/6_I_2, jenž začínají pod průlehem, který vede podél cesty, která odděluje půdní blok 5602/6 od půdního bloku 5601. Na linii 5602/6_F_2 jsou dva pásy ttp o šířce 20m a 25m. První pás orné půdy záměrně odpovídá svou šířkou poslednímu pásu orné půdy na linii 5602/6_E. Následující dva pásy orné půdy v šířce 30m a 20m přetínají v neměnné šířce i linii 5602/6_I_2, kde jsou od sebe navzájem odděleny 30m pásem ttp. Ten se na linii 5602/6_F_2 zužuje na 25m pás.

Tab. 109) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_F_2 při částečném zatravnění

5602/6_F_2	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	60,0	0,25	0,25	0,1201	0,1201	op	0,241	0,029
	20,0	0,08	0,33	0,1856	0,0656	ttp	0,005	0,000
	30,0	0,12	0,45	0,3007	0,1151	op	0,241	0,028
	25,0	0,10	0,56	0,4101	0,1094	ttp	0,005	0,001
	20,0	0,08	0,64	0,5055	0,0954	op	0,241	0,023
	88,0	0,36	1,00	0,9989	0,4934	ttp	0,005	0,002
Celkem	243,0							0,083

Tab. 110) Smyv na linii 5602/6_F_2 při částečném zatravnění

5602/6_F_2	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
celá linie	28	0,57	3,04	0,96	0,083	1	3,87	4
bez posl. ttp	28	0,59	2,27	0,68	0,159	1	4,05	4
1.pás op	28	0,59	1,45	0,49	0,241	1	2,83	4

Tab. 111) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_I_2 při částečném zatravnění

5602/6_I_2	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	Y = 0,9989* power(x;1,5147)	oprava	kultura	C _i	C
	30,0	0,13	0,13	0,0479	0,0479	op	0,241	0,012
	30,0	0,13	0,27	0,1367	0,0889	ttp	0,005	0,000
	20,0	0,09	0,36	0,2114	0,0747	op	0,241	0,018
	143,0	0,64	1,00	0,9989	0,7875	ttp	0,005	0,004
Celkem	223,0							0,034

Tab. 112) Smyv na linii 5602/6_I_2 při částečném zatravnění

5602/6_I_2	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
celá linie	28	0,56	3,31	1,25	0,034	1	2,21	4
bez posl. ttp	28	0,56	1,86	0,94	0,142	1	3,89	4
1.pás op	28	0,56	1,15	0,83	0,241	1	3,61	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na celých liniích i pro úsek bez posledního pásu trvalého travnatého porostu a pro první pás s ornou půdou. Pro tyto úseky se odlišují faktory **K**, **C**, **S** i **L**. Jejich výpočet je v příloze.

9.7.2 Průlehy

Varianta č. 2: Průlehy navrhuji pouze ve střední části pozemku v kombinaci s pásovým zatravněním v západní a severovýchodní části pozemku. Sklonové poměry v západní části neumožňují vytvoření průlehy v pravidelných odstupech bez kombinace se zatravněním. Jejich odstupy by díky vysoké sklonitosti byly minimální. V severovýchodní části by možným řešením bylo svést vodu z průlehy do zatravněné údolnice v dráze linie 5602/6_B.

Množství údolnicí odváděné vody by mohlo nahlodávat okraj rokle. Jejím rozšiřování by bylo zřejmě nutné bránit pomocí složitějších a nákladných technických úprav. Přínos tohoto opatření ve srovnání s částečným zatravněním není by nebyl výrazný. Řešení průlehy zde však je možné. Průlehy ve střední části jsou vyvedeny do rokle. Předpoklad je, že nesbírají však tolik vody pod takovým sklonem, aby docházelo k nahlodávání okraje rokle. Přesto je potřeba průlehy vyvést tak, aby voda odtékala do co možná proti erozi nejodolnějších míst (na skalní podklad).

Celkem pět průlehy v centrální v centrální části půdního bloku 5602/6 přetíná čtyři linie - 5602/6_C, 5602/6_D, 5602/6_E, 5602/6_J. Vzdálenosti mezi průlehy jsou neměnné – vzdálenost po první průlehy jsou na všech liniích různé. Dále jsou průlehy v odstupech 65, 50, 35 a 45m.

Linie 5602/6_C je rozdělena čtyřmi průlehy na úseky po 260, 65, 50 a 35m. Pod posledním průlehem je jen ttp, neboť zde vysoký sklon brání vytvoření alespoň 20m pásu orné půdy.

Tab. 113) Smyv na linii 5602/6_C při přerušení linie průlehy

5602/6_C	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 1. průlehy	28	0,56	2,25	0,47	0,239	1	3,96	4
po 2. průlehy	28	0,56	1,57	0,64	0,241	1	3,80	4
po 3. průlehy	28	0,56	1,43	0,72	0,241	1	3,89	4
po 4. průlehy	28	0,56	1,24	0,87	0,241	1	4,08	4

Ztráta půdy vychází přijatelná všech úsecích. Pro tyto úseky se odlišují faktory C, S i L. Jejich výpočet je v příloze.

Na linii 5602/6_D je pomocí pěti průlehy vytvořeno pět pásů orné půdy. Pod pátým průlehem je z důvodu vysokého sklonu zbytek svahu v trase linie zatravněn.

Tab. 114) Smyv na linii 5602/6_D při přerušení linie průlehy

5602/6_D	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 4. průlehy	28	0,56	1,23	0,74	0,241	1	3,44	4
po 5. průlehy	28	0,56	1,37	0,75	0,241	1	3,88	4

Ztráta půdy vychází přijatelná všech úsecích, ačkoliv byla přímo prověřena jen pro úsek po čtvrtý a pátý průlehy. Smyv na úsecích nad třetím průlehem bude nižší než v případě identických úseků prověřených v rámci linie 5602/6_C. Pro tyto úseky se odlišují faktory C, S i L. Jejich výpočet je v příloze.

Do linie 5602/6_J se promítají pouze tři průlehy. Linie je poprvé přerušena až třetím průlehem ve svahu po 358m. Pod třetím průlehem jsou ještě dva pásy orné půdy o šířce 40m a 20m, které jsou odděleny 25m ttp.

Tab. 115) Smyv na linii 5602/6_J při přerušení linie průlehy

5602/6_J	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 1. průleh	28	0,59	2,41	0,40	0,232	1	3,69	4
po 2. průleh	28	0,59	1,22	0,73	0,241	1	3,55	4
po 3. průleh	28	0,59	1,37	0,71	0,241	1	3,87	4
op pod 3. pr.	28	0,56	1,31	0,79	0,241	1	3,91	4
bez posl. ttp	28	0,56	1,86	0,87	0,159	1	4,03	4
pod posl. pr.	28	0,56	2,57	1,17	0,062	1	2,92	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na úsecích mezi průlehy i pro úsek prvního pásu orné půdy pod třetím průlehem (op pod 3. pr.), pro úsek po konec druhého pásu orné půdy pod třetím průlehem (bez. posl. ttp) i pro celý úsek od třetího průlehu po konec linie (pod posl. pr.). Pro tyto úseky se odlišují faktory **K**, **C**, **S** i **L**. Jejich výpočet je v příloze.

Do linie 5602/6_E se promítají pouze dva průlehy. Linie je poprvé přerušena až čtvrtým průlehem ve svahu po 214m. Pod pátým průlehem jsou ještě dva pásy orné půdy o šířce 45m (pás, který měl na linii 5602/6_J 40m, se rozšiřuje) a 20m, které jsou odděleny 35m ttp.

Tab. 116) Smyv na linii 5602/6_E při přerušení linie průlehy

5602/6_E	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 1. průleh	28	0,59	2,17	0,47	0,241	1	4,06	4
po 2. průleh	28	0,59	1,35	0,62	0,241	1	3,33	4
op pod 2. pr.	28	0,59	1,29	0,68	0,241	1	3,49	4
bez posl. ttp	28	0,59	1,99	0,84	0,144	1	3,98	4
pod posl. pr.	28	0,57	2,87	1,02	0,056	1	2,62	4

Ztráta půdy vychází přijatelná na úsecích mezi průlehy i pro úsek prvního pásu orné půdy pod druhým průlehem (op pod 2. pr.), pro úsek po konec druhého pásu orné půdy pod druhým průlehem (bez. posl. ttp) i pro celý úsek od druhého průlehu po konec linie (pod posl. pr.). Pro tyto úseky se odlišují faktory **K**, **C**, **S** i **L**. Jejich výpočet je v příloze.

9.7.3 Protierozní hrázky

Varianta č. 3: K redukci smyvu a také k výraznějšímu omezení povrchového odtoku z půdního bloku uvažují vybudování protierozních hrázek. Voda z hrázek je pomocí vypouštěcích zařízení a odtokových potrubí sváděna do rokle pod půdním blokem. V západním výběžku půdního bloku, kde by je bylo nutné budovat v malých odstupech, řeším erozní smyv primárně pásovým zatravněním. Hrázka je zde hlavně kvůli omezení povrchového odtoku. Na většině půdního bloku však představují hrázky plnohodnotnou ochranu protierozní, kdy přerušují svah tak, aby nedocházelo k nepřijatelnému smyvu v požadovaných v k tomu potřebných odstupech.

V severovýchodní části jsou uvažovány dvě hrázky na kótách 355 a 347 m.n.m. První přerušuje linii 5602/6_A_1 po 314m a linii 5602/6_B po 238m. Před ní je deset metrů široký zatravněný pás. Druhá hrázka je umístěna na okraj půdního bloku na hranu meze, která odděluje půdní blok 5602/6 od bloku 5601. Přerušuje linii 5602/6_A_1 po dalších 160m a linii 5602/6_B po 137. Předchází jí v případě linie 5602/6_A_1 35m pás ttp, u linie 5602/6_B je široký 37m, čímž vzniká pás orné půdy o proměnlivé šířce 125 resp. 100m. Šířka zatravnění je dána potřebou snížení smyvu mezi hrázkami. Vybudováním další hrázky by se mnoho orné půdy nezískalo.

V prostřední části půdního bloku jsou čtyři hrázky na kótách 345, 341, 338 a 335 m.n.m. Před první po svahu dolů je 10m pás ttp, před zbylými pouze 5m široký. Hrázky jsou uvažovány rovnoběžné s vrstevnicemi, odstupy mezi nimi se tedy mění. Nikde však nedochází k zúžení pásu orné půdy výrazněji pod 40m. Rozdíly v šíři pásů orné půdy mezi hrázkami by neměly výrazně ztěžovat obdělávání. V západní části půdního bloku je pak hrázka na kótě 326 m.n.m. Nad ní je svah pásově zatravněn.

Tab. 117) Smyv na linii 5602/6_A_1 při přerušení linie hrázkami

5602/6_A_1	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op po 1. hr.	28	0,56	2,37	0,44	0,241	1	3,94	4
op po 2. hr.	28	0,56	1,94	0,54	0,241	1	3,96	4
po 2. hrázku	28	0,56	2,21	0,60	0,167	1	3,47	4

Tab. 118) Smyv na linii 5602/6_B1 při přerušení linie hrázkami

5602/6_B	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op po 1. hr.	28	0,56	2,14	0,42	0,241	1	3,40	4
op po 2. hr.	28	0,56	1,81	0,59	0,241	1	4,04	4
po 2. hrázku	28	0,56	2,18	0,74	0,154	1	3,90	4

Ztráta půdy byla prověřena a vychází přijatelná na úseku orné půdy po první hrázku i po druhou hrázku a také pro úsek od první hrázky až po druhou i se zatravněním před druhou hrázkou (po 2. hrázku). Pro tyto úseky se odlišují faktory *C*, *S* i *L*. Jejich výpočet je v příloze.

Na linii 5602/6_C pomocí prvních tří hrázek vznikají čtyři pásy s ornou půdou o šířkách 198, 66, 41 a 30m. Pod posledním pásem již není hrázka, ale pouze zatravnění.

Tab. 119) Smyv na linii 5602/6_C při přerušení linie hrázkami

5602/6_C	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op po 1. hr.	28	0,56	2,24	0,47	0,239	1	3,95	4
op po 2. hr.	28	0,56	1,58	0,65	0,241	1	3,88	4
op po 3. hr.	28	0,56	1,32	0,74	0,241	1	3,69	4
op pod 3. hr.	28	0,56	1,16	0,91	0,241	1	3,99	4

Ztráta půdy vyhovuje ve všech úsecích mezi hrázkami, nad první hrázkou i pro pás orné půdy pod třetí hrázkou. Pro tyto úseky se odlišují faktory *C*, *S* i *L*. Jejich výpočet je v příloze.

Linie 5602/6_D je rozčleněna čtyřmi hrázkami na úseky orné půdy o šířkách 202, 73, 42, 44 a 30m. Poslední pás je pod poslední hrázkou a následuje jej zatravnění.

Tab. 120) Smyv na linii 5602/6_D při přerušení linie hrázkami

5602/6_D	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
op po 1. hr.	28	0,57	2,21	0,39	0,221	1	3,04	4
op po 2. hr.	28	0,56	1,61	0,59	0,241	1	3,59	4
op po 3. hr.	28	0,56	1,32	0,73	0,241	1	3,64	4
op po 4. hr.	28	0,56	1,36	0,75	0,241	1	3,85	4
op pod 4. hr.	28	0,56	1,15	0,83	0,241	1	3,61	4

Ztráta půdy vyhovuje ve všech úsecích mezi hrázkami, nad první hrázkou i pro pás orné půdy pod čtvrtou hrázkou. Pro tyto úseky se odlišují faktory *K*, *C*, *S* i *L*. Jejich výpočet je v příloze.

Linie 5602/6_J je předělena pěti hrázkami. Mezi čtvrtou a pátou jsou dva pásy orné půdy (30 a 20m) oddělené zatravněným pásem zde širokým 30m, které jsou v neměnné šířce protaženy až do západního výběžku tohoto půdního bloku v minimálním odklonu od vrstevnic. Mezi druhou a třetí hrázkou je 42m orné půdy a mezi třetí a čtvrtou 41m.

Tab. 121) Smyv na linii 5602/6_J při přerušení linie hrázkami

5602/6_J	R	K	L	S	C	P	G ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$)	G příp. ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$)
op po 3. hr.	28	0,59	1,33	0,73	0,241	1	3,87	4
op po 4. hr.	28	0,58	1,31	0,71	0,241	1	3,64	4
op pod 4. hr.	28	0,56	1,15	0,84	0,241	1	3,65	4
bez posl. ttp	28	0,56	1,86	0,96	0,142	1	3,98	4
4. až 5. hráz.	28	0,56	2,21	1,13	0,092	1	3,60	4

Smyv půdy je prověřován až od druhé hrázky. Před ní nebude nikde vyšší než na odpovídajících úsecích linií 5602/6_C a 5602/6_D, kde již byl smyv prověřen. Smyv vychází v mezi pro úseky orné půdy mezi hrázkami a také pro první pás orné půdy pod čtvrtou hrázkou, pro úsek za druhý pás orné půdy pod čtvrtou hrázkou (bez. posl. ttp) a také pro celý úsek mezi čtvrtou a pátou hrázkou (4. až 5. hráz.). Smyv na úseku pod pátou hrázkou není třeba zjišťovat, neboť je celý zatravněn.

Linii 5602/6_E jako první přetíná druhá hrázka ve svahu. Je přetnuta celkem čtyřmi hrázkami. Mezi třetí a čtvrtou hrázkou jsou dva pásy orné půdy oddělené zatravněným pásem, které se promítly již do linie 5602/6_J.

Tab. 122) Smyv na linii 5602/6_E při přerušení linie hrázkami

5602/6_E	R	K	L	S	C	P	G ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$)	G příp. ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$)
op po 3. hr.	28	0,59	1,45	0,64	0,241	1	3,69	4
op pod 3. hr.	28	0,59	1,15	0,77	0,241	1	3,53	4
bez posl. ttp	28	0,58	1,84	0,91	0,143	1	3,89	4

Smyv půdy je prověřován až pro třetí úsek. Před ní nebude nikde vyšší než na odpovídajících úsecích linií 5602/6_C a 5602/6_D. Smyv vychází v mezi pro úseky orné půdy mezi druhou a třetí hrázkou a také pro první pás orné půdy pod třetí hrázkou a pro úsek za druhý pás orné půdy pod čtvrtou hrázkou (bez. posl. ttp). Smyv pro úsek orné půdy po druhý průleh a pro celý úsek po čtvrtou hrázkou není třeba prověřovat, bude podobný nebo nižší než v případě identických úseků na linii 5602/6_J. Smyv na úseku s ornou půdou po první hrázkou, která linii 5602/6_E přetíná po 188 metrech (5 metrů ttp) bude nižší než v případě přetnutí linie průlehem po 214m ve variantě č. 2.

Přes linii 5602/6_F_2 v této variantě vedou dva pásy orné půdy (80 a 30m) odděleny 30m pásem ttp. Hrázka, která zachytává vodu tekoucí také po linii 5602/6_J, 5602/6_E a 5602/6_I_2 přetíná linii po 167m.

Tab. 123) Smyv na linii 5602/6_F_2 při přerušení linie hrázkami

5602/6_F_2	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
1. pás op	28	0,59	1,63	0,53	0,241	1	3,44	4
bez posl. ttp	28	0,59	2,09	0,67	0,171	1	3,96	4

Ztráta půdy vyhovuje na prvním 80m úseku s ornou půdou i pro úsek po konec druhého pásu orné půdy. Ztrátu půdy na celém úseku po hrázku není třeba prověřovat. Měnící se faktory C , S , L jsou výpočteny je v příloze.

Na linii 5602/6_I_2 jsou dva pásy orné půdy 30 a 20m oddělené 30m ttp. Vše je stejné jako v případě varianty č.1. Není potřeba ověřovat půdní smyv.

9.7.3.1 Dimenzování hrázek

První hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 355 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 4,31%, hrázka je dlouhá 314m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 1,1m vysoká.

Tab. 124) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{50} :

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m^2)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	3135	0,03	2,34
úhor	44	C	xxx	91	64330	0,68	61,54
úhor	43, 42	B	xxx	86	27656	0,29	25,00
suma					95121	1,00	88,89

H_{50} (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	88,89	31,76	47,03

Tab. 125) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km^2)	H_o (mm)	O_{ph} (m^3)
0,09512	47,03	4473

Tab. 126) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; $V/1m$ objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)

hloubka (m)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)	S (m^2)	V (m^3) / 1m	V (m^3)
0,9	9,40	0,61	10,00	10,00	3141,33
1,0	11,60	0,75	12,35	12,35	3878,18
1,1	14,04	0,91	14,94	14,94	4692,60
1,2	16,71	1,08	17,79	17,79	5584,58
1,3	19,61	1,27	20,87	20,87	6554,12

Druhá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 347 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 7,6 %, hrázka je dlouhá 287m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 1,0m vysoká.

Tab. 127) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	9388	0,21	14,64
úhor	44	C	xxx	91	34556	0,76	69,07
úhor	42	B	xxx	86	1586	0,03	3,00
suma					45530	1,00	86,70

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	86,70	38,96	42,63

Tab. 128) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,04553	42,63	1941

Tab. 129) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,8	4,21	0,48	4,69	4,69	1346,17
0,9	5,33	0,61	5,94	5,94	1703,75
1,0	6,58	0,75	7,33	7,33	2103,40
1,1	7,96	0,91	8,87	8,87	2545,11
1,2	9,47	1,08	10,55	10,55	3028,89

Třetí hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 345 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 4,43%, hrázka je dlouhá 331m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,9m vysoká.

Tab. 130) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	9329	0,13	8,99
úhor	44	C	xxx	91	35644	0,48	44,01
ttp	14	B	xxx	58	3180	0,04	2,50
úhor	14	B	xxx	86	24296	0,33	28,35
neprop. pl.	x	x	xxx	98	1245	0,02	1,66
suma:					73694	1,00	85,51

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	85,51	43,03	40,37

Tab. 131) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,07369	40,37	2975

Tab. 132) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,7	5,53	0,37	5,90	5,90	1952,22
0,8	7,22	0,48	7,70	7,70	2549,84
0,9	9,14	0,61	9,75	9,75	3227,14
1,0	11,29	0,75	12,04	12,04	3984,13
1,1	13,66	0,91	14,56	14,56	4820,80

Čtvrtá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 341 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 5,35%, hrázka je dlouhá 355m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,7m vysoká.

Tab. 133) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	1093	0,03	2,35
úhor	44	C	xxx	91	12474	0,38	34,38
ttp	14	B	xxx	58	664	0,02	1,17
úhor	14	B	xxx	86	18791	0,57	48,94
suma:					33022	1,00	86,83

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	86,83	38,53	42,88

Tab. 134) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,03302	42,88	1416

Tab. 135) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,5	2,34	0,19	2,52	2,52	896,00
0,6	3,36	0,27	3,63	3,63	1290,24
0,7	4,58	0,37	4,95	4,95	1756,16
0,8	5,98	0,48	6,46	6,46	2293,76
0,9	7,57	0,61	8,18	8,18	2903,03

Pátá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 338 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 6,76%, hrázka je dlouhá 336m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,6m vysoká.

Tab. 136) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	1094	0,06	4,49
úhor	44	C	xxx	91	8369	0,48	43,99
ttp	14	B	xxx	58	624	0,04	2,09
úhor	14	B	xxx	86	7227	0,42	35,90
suma:					17314	1,00	86,46

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	86,46	39,78	42,17

Tab. 137) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,01731	42,17	730

Tab. 138) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S ₁ (m ²)	S ₂ (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,4	1,18	0,12	1,30	1,30	437,95
0,5	1,85	0,19	2,04	2,04	684,30
0,6	2,66	0,27	2,93	2,93	985,39
0,7	3,62	0,37	3,99	3,99	1341,23
0,8	4,73	0,48	5,21	5,21	1751,80

Šestá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 335 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 6,06%, hrázka je dlouhá 276m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,5m vysoká.

Tab. 139) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}:

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	826	0,06	4,19
úhor	44	C	xxx	91	6546	0,47	42,55
ttp	14	B	xxx	58	550	0,04	2,28
úhor	14	B	xxx	86	6079	0,43	37,34
suma:					14001	1,00	86,35

H _{s50} (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	86,35	40,14	41,96

Tab. 140) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P _p (km ²)	H _o (mm)	O _{ph} (m ³)
0,01400	41,96	587

Tab. 141) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S ₁ (m ²)	S ₂ (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,3	0,74	0,07	0,81	0,81	223,58
0,4	1,32	0,12	1,44	1,44	397,47
0,5	2,06	0,19	2,25	2,25	621,05
0,6	2,97	0,27	3,24	3,24	894,32
0,7	4,04	0,37	4,41	4,41	1217,27

Sedmá hrázka: Je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 326 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 8,38%, hrázka je dlouhá 411m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,9m vysoká.

Tab. 142) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}:

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	18339	0,27	19,32
úhor	44	C	xxx	91	12692	0,19	17,14
ttp	14	B	xxx	58	7063	0,10	6,08
úhor	14	B	xxx	86	29285	0,43	37,38
suma:					67379	1,00	79,92

H _{s50} (mm)	CN	A (mm)	Ho (mm)
75,1	79,92	63,80	30,81

Tab. 143) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,06738	30,81	2076

Tab. 144) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,7	2,92	0,37	3,29	3,29	1352,65
0,8	3,82	0,48	4,30	4,30	1766,72
0,9	4,83	0,61	5,44	5,44	2236,01
1,0	5,97	0,75	6,72	6,72	2760,50
1,1	7,22	0,91	8,13	8,13	3340,21

9.7.4 Částečné zatravnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)

Již upravením osevního postupu a agritechiky dochází k významnému snížení půdního smyvu: Měnicí se faktory C tam, kde je část linie zatravněna, jsou spočteny v příloze.

Tab. 145) Smyv na liniích na PB 5602/6 při upraveném osevním postupu a agrotechnice

linie	R	K	L	S	C	P	G (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	G příp. (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)
5602/6_A_1	28	0,56	2,96	0,51	0,148	1	3,50	4
5602/6_B	28	0,56	2,87	0,58	0,148	1	3,86	4
5602/6_C	28	0,56	3,18	0,62	0,136	1	4,20	4
5602/6_D	28	0,57	3,58	0,63	0,132	1	4,75	4
5602/6_E	28	0,58	3,56	0,77	0,126	1	5,61	4
5602/6_F_2	28	0,57	3,04	0,96	0,120	1	5,59	4
5602/6_I_2	28	0,56	3,31	1,25	0,089	1	5,77	4
5602/6_J	28	0,58	3,72	0,70	0,131	1	5,54	4

Zatravnění doplňující upravený osevní postup a agrotechniku je uvažováno jako vytvoření resp. rozšíření zatravněného pásu nad hranici pozemku. V severovýchodní části půdního bloku není zatravnění potřeba, neboť ani na jedné z reprezentativních linií nedochází po úpravě faktoru C k nepřijatelnému smyvu. Nenavrhují pásové zatravnění, pouze jeden travnatý pás na okraji bloku tak, aby ponechaná orná půda tvořila kompaktní celek a bylo tak maximálně zjednodušeno obdělávání.

Linii 5602/6_C navrhuji zatravnit po 400m, linii 5602/6_D po 465m, 5602/6_E po 320m, 5602/6_J po 435m a 5602/6_I_2 po 80m. Ačkoliv stačí linii 5602/6_F_2 zatravnit až po 165m (viz výpočet), navrhuji její zatravnění kvůli vylepšení tvaru plochy s ponechanou ornou půdou, z důvodu koncentrace vody v trase této linie dané morfologií

pozemku a pro vyloučení obdělávání pozemku s větším odklonem od vrstevnic již po 140m.

Tab. 146) Smyv na liniích na PB 5602/6 při upraveném osevním postupu, agrotechnice a částečném zatravnění

linie - úsek	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5602/6_C-op	28	0,56	2,95	0,58	0,145	1	3,89	4
5602/6_C-celá	28	0,56	3,18	0,62	0,127	1	3,93	4
5602/6_D-op	28	0,57	2,99	0,52	0,144	1	3,57	4
5602/6_D-celá	28	0,57	3,58	0,63	0,110	1	3,96	4
5602/6_E-op	28	0,59	2,74	0,56	0,148	1	3,75	4
5602/6_E_celá	28	0,58	3,56	0,77	0,089	1	3,96	4
5602/6_F_2-op	28	0,58	2,35	0,70	0,148	1	3,95	4
5602/6_F_2-celá	28	0,57	3,04	0,96	0,084	1	3,91	4
5602/6_I_2-op	28	0,56	1,86	0,94	0,148	1	4,06	4
5602/6_I_2-celá	28	0,56	3,31	1,25	0,035	1	2,27	4

Smyv byl prověřen pro úseky s ornou půdou i celé linie. Měnicí se faktory *S*, *K*, *C* a *L* jsou spočteny v příloze.

9.8 Protierozní opatření k snížení smyvu na půdním bloku 5601

Většina tohoto rozsáhlého půdního bloku o výměře 53,22 ha nespadá do řešeného území. Průměrný sklon bloku je 2,9°. Blok je v řešené ploše obděláván po vrstevnicích.

Cesta, která vede nad půdním blokem v řešené oblasti odděluje blok od půdních bloků položených výše, zabraňuje přítoku "cizí" vody. Cesta vytváří "koryto", které sbírá vodu větší plochy a proto by jí bylo vhodné chránit pomocí příkopu a příčných profilů odvádějících vodu z cesty do příkopu. Tato úprava je naprosto nutná v případě varianty č. 2, kde počítám s vyvedením průlehu do cestního příkopu. Cestní příkop by byl napojen na příkop, který je uvažován pod cestou, která odděluje půdní bloky 5602/6 a 5601. Z hlediska povchového odtoku tato varianta bohužel přináší rozšíření povodí, a tak i zvýšení kulminačního průtoku, který v obci při přivalovém dešti nastává. Půdní smyv je prověřován pro linii 5601_A.

Tab. 147) Smyv na linii 5601_A

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5601_A	28	0,59	2,51	0,66	0,241	1	6,60	4

9.8.1 Částečné zatravnění

Varianta č. 1: Navrhuji vytvoření dvou pásů a tří pásů orné půdy. Na linii 5601_A se pásy ttp promítnou v šířce 40m a 36m, jenž umožňují vytvořit 20m, 30m a 40m pásy orné půdy. Výpočet faktoru *C* při pásovém zatravnění:

Tab. 148) Výpočet faktoru *C* na linii 5601_A při upraveném částečném zatravnění

5601_A	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989^*$ $\text{power}(x;1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	20,0	0,12	0,12	0,0405	0,0405	op	0,241	0,010
	40,0	0,24	0,36	0,2138	0,2138	ttp	0,005	0,001
	30,0	0,18	0,54	0,3952	0,1814	op	0,241	0,044
	36,0	0,22	0,76	0,6579	0,2627	ttp	0,005	0,001
	40,0	0,24	1,00	0,9989	0,3410	op	0,241	0,082
Celkem	166,0							0,138

Tab. 149) Smyv na linii 5601_A při částečném zatravnění

5601_A	R	K	L	S	C	P	$G (t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1})$	$G_{\text{příp.}} (t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1})$
první op	28	0,59	0,95	0,86	0,241	1	3,25	4
celá linie	28	0,59	2,51	0,66	0,138	1	3,78	4
první tři pásy	28	0,59	1,99	0,87	0,138	1	3,95	4

Ztráta půdy vychází přijatelná pro celou linii, pro první pás orné půdy i pro první tři pásy, kde je ztrátu půdy též nutno prověřit. Měnící se faktory *S*, *C* a *L* jsou spočteny v příloze.

9.8.2 Průlehy

Varianta č. 2: Navržený průleh vodu odvádí do cestního příkopu k cestě nad pozemkem, který by bylo nutné vybudovat. Přetnutím bloku průlehem je možno získat ve spodní části půdního bloku široký pás orné půdy. Průleh přerušuje linii po 76m. Před průlehem bude 36m široký zatravněný pás oddělující dva 20m pásy orné půdy. Pod průlehem je na linii 90m úsek s ornou půdou.

Tab. 150) Smyv na linii 5601_A při rozdělení linie průlehy

5601_A	R	K	L	S	C	P	$G (t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1})$	$G_{\text{příp.}} (t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1})$
po průleh	28	0,59	1,86	0,95	0,124	1	3,62	4
op pod průl.	28	0,59	1,79	0,52	0,241	1	3,71	4

Smyv na prvním úseku orné půdy na počátku linie byl prověřen již v rámci varianty č.1. Smyv pro první tři pásy (po průleh) a široký pás orné půdy pod průlehem vychází vyhovující. Měnící se faktory *S*, *L* a *C* jsou vypočteny v příloze.

9.8.3 Protierozní hrázka

Varianta č. 3: Hrázka je uvažována cca uprostřed svahu tak, aby úsek pod ní již nebylo nutné nijak zatravnňovat. Vypouštěcím zařízením a odtokovým potrubím je voda zadžená hrázkou sváděna do příkopu podél navrženého příkopu podél cesty mezi půdními bloky 5601 a 5602/6. Hrázka na konci pozemku nelze pro morfologii pozemku úspěšně realizovat tak, aby nedocházelo ke vzniku tvarů nevhodných k obdělávání. Vodu z části pozemku pod hrázkou je proto třeba zachytávat cestním příkopem (průlehem). Blok je možno předělit hrázkou na kótě 338m.n.m. 83m úsek nad hrázkou na linii 5601_A je zatravněn 36m pásem oddělujícím 20 a 20 jako ve variantě č.2. Zbývajících 7m před hrázkou je zatravněno. Pod hrázkou není třeba zatravnění.

Smyv půdy není třeba prověřovat na žádném úseku. Na 83m úseku s ornou půdou pod hrázkou je smyv nižší než na úseku s ornou půdou pod průlehem, který je delší (varianta č.2). Nad hrázkou je oproti variantě č. 2 pouze 7m pás ttp, který smyv nezvyšuje.

9.8.3.1 Dimenzování hrázky

Hrázka je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 338 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 6,75%, hrázka je dlouhá 276m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,5m vysoká. Výpočty k nadimenzování hrázky pro padesátiletou návrhovou srážku:

Tab. 151) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m ²)	podíl	CN . podíl
ttp	14, 43	B	xxx	58	8511	0,38	22,07
úhor	14, 43	B	xxx	86	13858	0,62	53,28
suma:					22369	1,00	75,35

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	H_o (mm)
75,1	75,35	83,11	24,15

Tab. 152) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km ²)	H_o (mm)	O_{ph} (m ³)
0,02237	24,15	540,27

Tab. 153) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; $V/1m$ objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)

hloubka (m)	S_1 (m ²)	S_2 (m ²)	S (m ²)	V (m ³) / 1m	V (m ³)
0,3	0,67	0,07	0,73	0,73	202,63
0,4	1,19	0,12	1,31	1,31	360,23
0,5	1,85	0,19	2,04	2,04	562,86
0,6	2,67	0,27	2,94	2,94	810,52
0,7	3,63	0,37	4,00	4,00	1103,20

9.8.4 Upravený osevní postup (agrotechnika)

Varianta č. 4: Smyv půdy může být snadno snížen na hranici přípustné ztráty pomocí úpravy osevního postupu, jak uvádí následující tabulka.

Tab. 154) Smyv na linii 5601_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5601_A	28	0,59	2,51	0,66	0,148	1	4,05	4

9.9 Protierozní opatření k snížení smyvu na půdním bloku 5603

Půdní blok 5603 je menší půdní blok o průměrné sklonitosti 5,4°. Jeho sklonitost stoupá po svahu dolů až k hodnotám nad 12%. Jižní a západní hranici pozemku tvoří okraje rokle. Východní hranici představuje mez, která blok odděluje od půdního bloku 5602/6. Relativně úzká a svažité mez netvoří překážku povrchovému odtoku a proto je pozemek ohrožen přítokem "cizí" vody. Tomu má zabránit plánovaná hrázka. Obdělávání půdy probíhá přibližně po vrstevnicích. Půdní blok je ohrožen nepříjemně vysokým smyvem.

Tab. 155) Smyv na linii 5603_A

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5603_A	28	0,56	2,74	1,24	0,241	1	12,84	4

9.9.1 Částečné zatravnění

Varianta č. 1: Pásové zatravnění umožňuje ponechání dvou pásů orné půdy (35 a 20m) s 20m přerušením ttp. Možné je též na ponechat pouze jeden 40m pás na začátku.

Tab. 156) Výpočet faktoru C pro linii 5603_A při částečném zatravnění

5603_A	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y = 0,9989^*$ $power(x;1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	35,0	0,27	0,27	0,1369	0,1369	op	0,241	0,033
	20,0	0,15	0,42	0,2714	0,1346	ttp	0,005	0,001
	20,0	0,15	0,58	0,4342	0,1628	op	0,241	0,039
	55,0	0,42	1,00	0,9989	0,5647	ttp	0,005	0,003
Celkem	130,0							0,076

Tab. 157) Smyv na linii 5601_A při částečném zatravnění

5603_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G _{přip.} ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
celá linie	28	0,56	2,74	1,24	0,076	1	3,57	4
bez posl. ttp	28	0,56	1,79	0,82	0,168	1	3,87	4

Prověření smyvu pro úsek bez posledního pásu trvalého travného porostu i pro celek vychází. Smyv z prvního pásu orné půdy není třeba ověřovat, bude ověřen v rámci návrhu průlehu. Pro úsek bez posledního pásu ttp se odlišují faktory *C*, *S* i *L*. Jejich výpočet je v příloze.

9.9.2 Průlehy

Varianta č. 2: Přerušování svahu průlehy lze úspěšně realizovat jen na části svahu. Sklonitost druhé poloviny linie 5603_A neumožňuje vytvoření alespoň 20m pásů orné půdy, což je v rozporu s požadavky ČSN 75 4500. Proto mohou být vytvořeny jen dva pásy orné půdy. Průleh bude na linii 5603_A po 40m. Pás orné půdy pod průlehem bude mít 30m. Průleh odvádí vodu k severní hranici pozemku. Při odvádění vody k jižní hranici, kde je stráž, by byla značně omezena plocha ponechané orné půdy. Průleh je vyveden do zatravněné sníženiny s křovisky, která postupně přechází v rokli. S ohledem k malé ploše, ze které je voda průlehem sbírána, nepředpokládám u této varianty výraznější projevy eroze v trase, kudy voda z průlehu odtéká.

Tab. 158) Smyv na linii 5603_A při rozdělení linie průlehy

5603_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G _{přip.} ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
po 1.průleh	28	0,56	1,29	0,71	0,241	1	3,46	4
op pod pr.	28	0,56	1,16	0,90	0,241	1	3,95	4

Celou úsek od průlehu po konec linie není třeba prověřovat. Pro úsek po průlehu a 30m úsek orné půdy od průlehu se odlišují faktory *S* a *L*. Jejich výpočet je v příloze.

9.9.3 Protierozní hrázka

Varianta č. 3: Vybudování protierozní hrázky na kótě 339 m.n.m. zde slouží zejména jako prostředek protipovodňový, neboť plocha nad hrázkou i pod ní je upravena stejně jako v případě varianty č. 1 – částečné zatravnění.

Tab. 159) Smyv na linii 5603_A při částečném zatravnění

5603_A	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
úsek po hr.	28	0,56	1,99	0,97	0,119	1	3,60	4

Výpočet měnicích se faktorů *C*, *S* i *L* je v příloze.

9.9.3.1 Dimenzování hrázky

Hrázka je uvažována jako vrstevnicová hrázka ve výšce 339 m.n.m. Průměrný sklon na ploše jeden výškový metr před hrázkou je 12,39%, hrázka je dlouhá 236m. Aby hrázka zadržela padesátiletou návrhovou srážku, musí být alespoň 0,8m vysoká.

Tab. 160) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :

kultura	HPJ	hydr.skupina	hydr.podmínky	CN	plocha (m^2)	podíl	CN . podíl
ttp	44	C	xxx	71	7424	0,35	24,66
úhor	44	C	xxx	91	9976	0,47	42,47
les	44	C	střední	73	2326	0,11	7,94
křoví	44	C	xxx	65	1647	0,08	5,01
suma:					21373	1,00	80,09

H_{s50} (mm)	CN	A (mm)	H_o (mm)
75,1	80,09	63,14	31,07

Tab. 161) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou

P_p (km^2)	H_o (mm)	O_{ph} (m^3)
0,02137	31,07	664

Tab. 162) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; $V/1m$ objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)

hloubka (m)	S_1 (m^2)	S_2 (m^2)	S (m^2)	V (m^3) / 1m	V (m^3)
0,6	1,45	0,27	1,72	1,72	406,57
0,7	1,98	0,37	2,34	2,34	553,39
0,8	2,58	0,48	3,06	3,06	722,80
0,9	3,27	0,61	3,88	3,88	914,79
1,0	4,04	0,75	4,79	4,79	1129,37

9.9.4 Částečné zatravnění v kombinaci s upraveným osevním postupem (agrotechnikou)

Upravený osevní postup snižující *C* na 0,148 k požadovanému snížení půdního smyvu nestačí.

Tab. 163) Smyv na linii 5603_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice

linie	R	K	L	S	C	P	G ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)	G příp. ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$)
5603_A	28	0,56	2,74	1,24	0,148	1	7,86	4

Je třeba zatravnit pozemek tak, aby bylo zatravněno posledních 50m linie. Také je možné vytvořit travnaté pásy, ale to nepřináší žádný významný zisk plochy orné půdy.

Tab. 164) Výpočet faktoru *C* na linii 5603_A při upraveném osevním postupu částečném zatravnění

5603_A	délka (m)	poměr	kumul. poměrů	$Y=0,9989* \text{power}(x;1,5147)$	oprava	kultura	C_i	C
	80,0	0,62	0,62	0,4788	0,4788	op	0,148	0,071
	50,0	0,38	1,00	0,9989	0,5201	ttp	0,005	0,003
Celkem	130,0							0,073

Tab. 165) Smyv na linii 5603_A při upraveném osevním postupu, agrotechnice a částečném zatravnění

5603_A	R	K	L	S	C	P	$G (t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1})$	$G_{\text{přip.}} (t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1})$
celá linie	28	0,56	1,80	0,83	0,148	1	3,47	4
pás op	28	0,56	2,74	1,24	0,073	1	3,89	4

Výpočet měnicích se faktorů *C*, *S* i *L* je v příloze.

10. Vyhodnocení vlivu protierozních hrázek na odtokové poměry v řešeném území

Ze všech čtyř navržených protierozních opatření má největší schopnost snížit povrchový odtok a tak i kulminační průtok varianta s protierozními hrázkami. Tato varianta je uvažována jako varianta protipovodňová. Vyhodnocení kulminačního průtoku pro původní stav a následné odvození průtoku pro variantu s hrázkami a jeho srovnání s průtočnou kapacitou koryta nemá smysl provádět, neboť je jeho stanovení dle metodiky Janeček a kol. (2007) u vějířovitých povodí s vysokým podílem lesa velmi nepřesné. (Janeček Miloslav, IV. 2010, in verb.)

10.1 Vliv hrázek na povrchový odtok

Následující tabulka představuje srovnání zastoupení jednotlivých kultur a jejich celkové plochy v původní úpravě a pro úpravu s hrázkami (původně x nově) a výpočet průměrného CN, kde CN celk. je kalkulováno jako podíl součinu CN s jejich celkovými výměrami se sumou všech ploch pro danou variantu.

Tab. 166) Výpočet celkových CN pro původní stav (pův.) a variantu s hrázkami

kultury	CN	pův. (m ²)	hrázky (m ²)	rozdíl (m ²)	CN . pův (m ²)	CN . nově (m ²)
orná půda	86	307302	84715	-222587	26427990	7285468
	91	629094	118688	-510406	57247566	10800605
ttp	71	161289	175563	14274	11451484	12464941
	58	65008	104377	39369	3770486	6053863
les	60	300788	300788	0	18047273	18047273
	73	448020	434720	-13300	32705469	31734592
nepr. plocha	98	10108	9614	-494	990568	942149
zem. dvory	82	3159	3159	0	259039	259039
komunikace příkopy -živice	92	20265	20265	0	1864395	1864395
křoví < 50%	77	17547	17800	252	1351153	1370587
křoví 50 -75%	70	10566	10529	-36	739586	737049
	56	3540	3540	0	198240	198240
křoví > 75%	65	7086	5108	-1977	460581	332047
suma:		1983772	1288866	CN_{celk.}:	78,39	71,45

Z porovnání hodnot výměř vychází významný úbytek na povrchovém odtoku se podílejší orné půdě a patrný příbytek zatravněných ploch. Průměrné CN se snižuje.

Tab. 167) Výpočet celkového objemu povrchového odtoku pro pův. stav a var. s hrázkami

	H _{s50} (mm)	CN	A (mm)	P _p (km ²)	H _o (mm)	O _{ph} (m ³)
původně	75,1	78,39	70,01	1,98377	28,47	56484
hrázky	75,1	71,45	101,49	1,28887	19,22	24766

Z tabulky č. 167 vyplývá, že vlivem hrázek dochází k významnému snížení povrchového odtoku cca o 50%. To bude mít přímý dopad i na kulminační průtok v obci. Lze předpokládat, že riziko povodně se tak výrazně snižuje. Kulminační průtok není spočítán. Výpočet se musí stát součástí případného navazujícího projektu protipovodňové ochrany. Spočítán je průtok, který se na potoce v obci může vyskytnout, aniž by za jistých předpokladů nedocházelo k vylití vody z koryta toku (viz 10.2 dále).

10.2 Kritický profil, charakter koryta toku v obci.

Povrchový odtok z přívalových srážek s sebou nese mnoho materiálu, který může omezit či znemožnit průtok v tzv. kritických profilech, jako jsou propustky, profil mostku, zúžení vlivem zástavby aj. I tak mají však tyto profily jen omezenou kapacitu.

V korytě potoka nad obcí Velenice, které svádí povrchový odtok z řešené plochy do obce, jsou dva takovéto propustky, u kterých došlo k jejich ucpání resp. zahlcení. Těmi se však zabývat nebudu.

Samotné koryto je velmi proměnlivé a těsně před vstupem na první zahradu v obci jako by se vytrácelo. Koryto ještě 100m před obcí má celkově minimálně dvojnásobnou kapacitu oproti korytu, které vstupuje do obce. V místě vtoku potoka do obce je stavba, která přemostňuje již zúžený kameny vyložený profil o rozměrech cca 1,2 x 1m částečně zasypaný kameny. Velký problém však představuje již místo, kde se voda dostává na první pozemek. Nejen, že koryto je zde velmi mělké (rozměrově lichoběžník o hloubce 0,6 – 0,7m, z jedné strany kolmé a na druhé straně se sklony 1:2 až 1:3), je navíc zataraseno pletivem (a také potrubím), na které již při nepatrném zvýšení hladiny nachytá plavený materiál a okamžitě dochází k vybřežení. Dále voda protéká například ne příliš kapacitním propuskem pod mostem. Za mostem má koryto v nejužším a nejmělkším místě nejméně 1,2 x 1,2m.

Ze situace na místě soudím, že vodou a bahnem stržený a unášený materiál (větve, listí atd.) ucpal mezery mezi oky pletiva nad korytem na hranici prvního pozemku, a vytvořila se tak nepřekonatelná překážka. Kdyby na místě pletivo nebylo, zřejmě by alespoň část vody s hlínou z polí odtekla korytem a škody by byly zcela jistě nižší. K tomu, aby se opakoval tento scénář a obec byla opět vyplavena zřejmě není potřeba ani takové srážky, jako spadla nad Velenicemi 27. Května 2009. Profil pod pletivem má jen asi 0,3 x 1m.

Voda s hlínou a plaveným materiálem však opouštěla koryto již před inkriminovaným místem. Z charakteru koryta před vstupem do obce soudím, že množství vody, které by za ideálních podmínek (odstranění pletiva a kamení) koryto na prvním pozemku v obci ještě pojalo, již na tomto úseku vede k vylévání vody z koryta a jejímu pronikání do obce.

10.3 Kapacitní průtok vybraného profilu

V rámci práce bylo vytvořeno povodí k nejproblematictějšímu místu - ke vstupu potoka do obce. Uvažují, že bylo odstraněno zmiňované pletivo. Za kritický profil v obci označují místo, kudy protéká potok pod stavbou na prvním pozemku v obci profilem o přibližných rozměrech 1,2 x 1m. S kameny, které zde koryto částečně zahrazují, nepočítám. Vypočtený kapacitní průtok by se do koryta bez jeho vyčištění pravděpodobně nevešel. Tento profil je vybrán, neboť koryto potoka před vstupem na první pozemek není složité prohloubit a zvýšit tak jeho kapacitu. U vybraného místa je to již technicky náročné.

Kapacitní průtok se určí z Manningovy rovnice (Chezyho rovnice s dosazeným Chezyho rychlostním součinitelem podle Manninga) (Roub & Pech 2003):

$$Q = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S \cdot i^{1/2} \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$$

Q průtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

n součinitel drsnosti

R hydraulický poloměr (m); ($R = S/O$)

S průtočná plocha (m^2)

O omočený obvod (m)

i sklon koryta toku (propustku)

Kapacitní průtok v kritickém profilu: (n uvažují pro hrubou kamennou dlažbu na sucho; $i = 0,02$ vyčteno z vrstevnic, přibližná hodnota)

Tab. 168) Výpočet kapacitního průtoku ve vybraném kritickém profilu

n	i	O (m)	S (m^2)	R (m)	Q ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
0,029	0,02	3,2	1,2	0,375	2,5

11. Hodnocení navržených opatření z hlediska možné realizace

K realizaci navržených opatření vedou komplexní pozemkové úpravy (dále KPÚ), které se řídí Zákonem č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech.

Podle tohoto zákona se pozemkovými úpravami „ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a

využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se k nim uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny.“

Hlavním prostředkem uplatnění ochrany jsou tzv. společná zařízení, které mimo jiné obsahují protierozní a protipovodňová opatření. Pozemky vyčleněné k realizaci opatření jsou směřovány do vlastnictví obcí k zajištění trvalého udržení způsobu jejich využívání.

Agrotechnická opatření mezi společná zařízení podle zákona č. 139/2002 nepatří. Veškerá navrhovaná opatření agrotechnického charakteru je nutno konzultovat s hospodařícími subjekty, neboť lze agrotechnická opatření pouze doporučit, a tak je nelze právně vynutit ani kontrolovat jejich dodržování. (Soukup a kol. 2006) V tomto smyslu byly úpravy konzultovány s agronomek ZOD Brniště, které hospodaří na všech řešených půdních blocích s výjimkou půdních bloků 5503 a 5603, který výraznější změny nepřipouští.

Nesouhlas ZOD Brniště s úpravami způsobu hospodaření (osevního postupu) lze zřejmě rozšířit i na nesouhlas s pozemkovými úpravami, které by jistě vedly ke stížení obdělávání pozemků.

K zahájení komplexních pozemkových úprav (KPÚ) zde může v zásadě dojít dvěma způsoby. Pozemkový úřad dle zákona č. 139/2002 zahájí KPÚ, shledá-li důvody, naléhavost a účelnost provedení KPÚ za opodstatněné. Druhým způsobem je vyslovení souhlasu vlastníků nadpoloviční většiny zemědělské půdy v dotčeném katastrálním území.

Pozemky v k.ú. Velenic drží obec Velenice, stát, několik soukromých osob, které na nich, až na výjimku pana Zdeňka Sklenáře, nehospodaří a z velké části také ZOD Brniště. Odmítnutí úprav ZOD Brniště jako hlavního hospodařícího subjektu, ale také významného vlastníka zemědělské půdy v k.ú. Velenice i v okolí může znamenat značnou komplikaci pro případné KPÚ. Schválení pozemkových úprav je totiž závislé na souhlasu majitelů tří čtvrtin výměry půdy pozemků, které byly do pozemkové úpravy zahrnuty.

12. Diskuse

Rovnice k výpočtu dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy vodní erozí byla sestavena Wischmeierem a Smithem již v roce 1978. Od té doby vzniklo mnoho metod, jak kvantifikovat vodní erozi. Tato rovnice je však pro svou jednoduchost a bezproblémové získání všech potřebných vstupů stále využívána v rámci projektantské činnosti. V této práci byla využita v podobě, ve které je uvedena v metodice Janečka a kol. (2007).

Do výsledků a jejich přesnosti se promítá použitý způsob výpočtu, kterých je možno nalézt několik. Co se určování faktoru S týká, běžný je např. výpočet faktoru pro úseky s přibližně shodným sklonem. Ve své práci jsem vybral reprezentativní linie a ty následně rozdělil do deseti shodných úseků, pro které jsem určil sklon. Tyto úseky o dané délce a sklonu jsem potom dále používal k výpočtu smyvu pro navrhovaná opatření, přičemž jsem vliv vzdálenosti části svahu (dle metodiky Janeček a kol. 2007) počítal s využitím rovnice regrese v mocninném tvaru, která vychází z kumulativní četnosti vlivu a podílu délky v kumulativním vyjádření (viz graf 1). (Tento způsob určování výsledného hodnoty faktoru “z rovnice“ je využíván také pro faktory C a K .)

Mnou použitý postup určování hodnoty faktoru S se vyznačuje značnou přesností na kratších liniích. Na delších liniích již může docházet k zahlazování lokálních sklonových výkyvů v rámci jednotlivých úseků (desetin) nebo k méně výraznému projevu změn sklonu, pokud přechod nevychází na okraj úseku (desetiny). Tento způsob je tak použitelný zvláště tam, kde nedochází k významnějším skokovým změnám sklonu, což vyhovuje podmínkám v řešeném území. Velkou výhodou tohoto způsobu je snadné určení nových hodnot faktorů USLE při změně parametrů protierozních opatření (vzdáleností mezi průlehy, ponechané délky orné půdy aj.). V rámci studie a s ohledem k dostupným podkladům k určování sklonitosti, který tvořily vrstevnice s odstupem 2m (ZABAGED, odpovídá SM 1:5000), považuji způsob vyhodnocování smyvu za vyhovující.

Výsledky mohou být ovlivněny správností hodnoty erozní účinnosti deště R . Ta byla určena pro stanici v Doksech, které leží cca 20km vzdušnou čarou od obce Velenice. Lepší by bylo využít interpolaci hodnot několika okolních stanic, ideálně Mimoň, Nový Bor, Česká Lípa a Jablonné v Podještědí.

Nedostatky představuje i faktor erodibility K . Okrsky BPEJ se ne vždy kryjí s půdními bloky a je tak nutno předpokládat, že lesní půda dle mapy BPEJ v překryvu s půdními bloky získanými z veřejného registru půdy má BPEJ odpovídající nejbližšímu okrsku půdy orné.

Návrhy jsou vždy řešeny tak, aby následný smyv nepřevyšoval přípustnou mez $4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ (s mnou určenou přípustnou odchylkou $0,1 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$). Této hodnotě se vždy snažím maximálně přiblížit, a to i s vědomím relativní nepřesnosti všech vstupů a tím i možné vyšší reálné ztráty půdy.

Je nutno vzpomenout, že hodnota přípustného smyvu půdy byla snížena z $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ na $4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ kvůli snížení erozního smyvu s ohledem k možnému opakování katastrofální události z května 2009. Při ponechání limitu přípustného smyvu na $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ by opatření ke snížení smyvu měly zcela zásadně odlišnou podobu. Ovšem právě rozpor mezi událostí z května 2009 a pozorovanou erozí a rozsahem protierozních opatření při ponechání limitu na $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ stál za rozhodnutím snížit hranici přípustného smyvu. Realizace opatření ke snížení smyvu na $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ by zřejmě nevedla k požadovanému cíli.

Při navrhování “pásů“ orné půdy, ať již ponechaných, nebo vytvářených průlehy či hrázkami, se u užších “pásů“ snažím o co nejmenší odchylky v šířce, aby bylo obdělávání co nejsnazší. Pokud někde není možno vytvořit ani 20m pás orné půdy, resp. šířka pásu orné půdy by na této úrovni byla značně rozkolísaná, přistupuji k zatravnění či jinému návrhu. Ideální by bylo tuto záležitost konzultovat s hospodařícími subjekty a dohodnout podmínky, za kterých jim obdělávání půdy nedělá problémy.

V rámci určování povrchového odtoku je kalkulováno s tou nejhorší možnou variantou. Orná půda je např. uvažována jako čerstvě zkeypřený úhor, přičemž se půda v tomto stavu v průběhu roku a zejména v době přívalových dešťů (duben – listopad) vyskytuje jen velice zřídka, zvláště u návrhového upraveného osevního postupu s upravenou agrotechnikou. Lze tedy očekávat, že odtok ze uvedené srážky nebude tak vysoký, jak je uvedeno ve výpočtu. Tento přístup zajišťuje větší bezpečnost návrhu. Slabou stránkou při určování povrchového odtoku je hodnota CN pro lesy. Hodnoty CN byly pro lesní půdy určeny na základě nejbližší HPJ okolní zemědělské půdy odhadem. Hydrologické podmínky zde byly určeny odhadem na střední. K správnému určení CN pro lesní půdy dle metodiky Janečka a kol. (2007) by bylo třeba provést síť sond a s jejich pomocí určit ulehlost humusu, jeho hloubku a hlavně určit hydrologické vlastnosti půd (rychlost infiltrace po nasycení půdy vodou). Menší nezpevněné cesty a cesty vedoucí v poli nejsou uvažovány pro absenci vhodné kategorie v dostupných materiálech a jejich hodnota CN je určena rovná hodnotě CN pro čerstvě zkeypřený úhor. Ve skutečnosti však

zřejmě bude vyšší. Zejména s ohledem k výměře lesa v povodí je možné, že je výpočet zasažen poměrně výraznou chybou.

S ohledem k účelu práce považuji zmíněné nedostatky i přes jejich nezanedbatelnost za přípustné. Na řešené ploše nikdo žádnou podobnou studii neprováděl, a tak nelze porovnat výstupy této práce.

13. Závěr

V práci byla upřednostněna řešení protierozní ochrany, která předpokládají neupravený osevňovací postup a agrotechniku. Jak bylo uvedeno, agrotechnická opatření a úprava osevňovacího postupu je záležitost dobrovolná. V případě projevu vůle hospodařících subjektů ke změně osevňovacího postupu a agrotechniky je žádoucí upravit protierozní opatření pro nový faktor C . Jak je vidět ze srovnání výsledného návrhu částečného zatravnění v případě ponechání současného osevňovacího postupu a agrotechniky a pro osevňovací postup a agrotechniku po úpravě, vede úprava faktoru C ke zcela odlišným návrhům ve prospěch snížení potřebných zásahů k omezení eroze. Osevňovací postup a agrotechnika přitom nebyly upraveny zásadním způsobem. Významným způsobem by hodnotu faktoru C ovlivnila změna osevňovacího postupu, zejména vyloučení kukuřice z osevňovacího postupu. Realizovatelnost návrhů změny osevňovacího postupu a agrotechniky je věcí vybavenosti hospodařících subjektů, reakce plodin na navržené kroky (jejich výnosů) a také otázkou ochoty zemědělců změnit zavedený způsob hospodaření. Z tohoto hlediska se jedná pouze o nástin možné cesty, kterou se lze při řešení eroze ubírat.

Navržená opatření v podobě průlehubů, zatravnění a hrázek je možné kombinovat. Pro jednotlivé půdní bloky a jejich části jsou různé úpravy různě vhodné, představují vždy různá omezení a různé požadavky na změnu hospodaření. Návrhy jsou zpracovány v mapových výstupech, které umožňují snadné srovnání jejich vhodnosti.

Z hlediska ochrany obce před opakovaním události z května je nejlepší variantou realizace protierozních hrázek, které byly nadimenzovány na déšť, který se z dlouhodobého hlediska objeví jednou za padesát let. Protierozní hrázky nejen snižují půdní smyv na přípustnou mez, ale zadržují také smytou půdu a výrazně snižují celkový povrchový odtok z území. Pomocí navržených hrázek dochází ke snížení povrchového odtoku cca na polovinu, což bude mít výrazný vliv na kulminační průtok v potoce v obci.

Vliv na povrchový odtok z řešené plochy budou mít i ostatní varianty, i když ne tak významný. Zejména se jedná o variantu s částečným zatravněním při neupraveném osevním postupu a agrotechnice.

S ohledem k zjištěné povaze koryta na řešeném úseku vstupu toku do obce je nutno konstatovat, že základem jakékoliv iniciativy, jakéhokoliv projektu ke snížení míry ohrožení obce další podobnou událostí je odstranění bariér v podobě plotu a kamení v korytě a vytvoření plnohodnotného koryta toku na úseku 100m před vstupem potoka na první pozemek v obci. Vzhledem k tomu, že nebyl spočten kulminační průtok pro návrhový déšť, není možno určit, jak by koryto mělo být nadimenzováno. Popsaný kritický profil, jehož případná úprava je technicky složitá, však nepropustí více než cca $2,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Protierozní a protipovodňová ochrana v obci je předmětem projektu zprůtočnění koryta toku v obci a komplexních pozemkových úprav. Tato práce umožňuje přiblížení problematiky eroze a lokálních povodní a je materiálem, který slouží k představě o možných řešeních, která by měla zabránit nepřijatelnému smyvu půdy ze zemědělských pozemků a zamezit opakování situace z 27. května 2009.

14. Použitá literatura

Badalíková B., Hrubý J., 2009: Využití netradičních meziplodin při protierozní ochraně půdy – metodika. Zemědělský výzkum, spol. s.r.o, Troubsko, 9 s., ISBN 978-80-86908-11-3.

Benda J. a kol. 1963: Rajonizace zemědělské výroby v ČSSR. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 362 s.

Cáblík J., Jůva K., 1963: Protierozní ochrana půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 324 s.

Culek M. a kol., 2005: Biogeografické členění České republiky / díl II. AOPK ČR, Praha, 590 s., ISBN 80-86064-82-4.

David V. a kol., 2002: Strukturovaný přístup k odhadu produkce povrchového odtoku v území. In: Patera A. a kol. (eds.): Povodně: prognózy, vodní toky a krajina. České vysoké učení technické v Praze a Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 223 – 260 s., ISBN 80-01-02561-6.

Demek J., Mackovčín P. a kol., 2006: Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny / 2. vyd. AOPK ČR, Brno, 582 s., ISBN 80-86064-99-9.

Dostál T. a kol., 2002: Posuzování účinnosti a funkčnosti akumulčních a retenčních prvků v krajině za povodní. In: Patera A. a kol. (eds.): Povodně: prognózy, vodní toky a krajina. České vysoké učení technické v Praze a Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 217 – 222 s., ISBN 80-01-02561-6.

Dostál J., Janeček M. a kol. 2006: Czech republic. In: Boardman J., Poesen J. (eds.): Soil erosion in Europe. John Wiley & Sons, Chichester, 198 – 205 s., ISBN 0-470-85910-5.

Herynek J., 1998: Hydrologické aspekty přístupů k hospodaření v povodích drobných a bystřinných toků. In: Fídl J. (red.): Hydrologická bilance a možnost zvyšování složek retence a akumulace vody – sborník z přednášek. KBÚK LF ČZU Praha, Praha, 21 – 24 s.

Holý M., 1994: Eroze a životní prostředí. Vydavatelství ČVUT, Praha, 383 s., ISBN 80-01-01078-3.

Hrádek F., 1998: Opatření ke zvýšení retence a akumulace vod v povodí. In: Fídl J. (red.): Hydrologická bilance a možnost zvyšování složek retence a akumulace vody – sborník z přednášek. KBÚK LF ČZU Praha, Praha, 35 – 50 s.

Hůla J., 1999: Půdoochranné technologie zakládání porostů plodin. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 46 s., ISBN 80-7271-060-5.

Hůla J., Procházková B. a kol., 2002: Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku. Zemědělské informace č. 3 /2002. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 104 s., ISBN 80-7271-106-7.

Hůla J., Procházková B. a kol., 2008: Minimalizace zpracování půdy. Profi Press s.r.o., Praha, 248 s., ISBN 978-80-86726-28-1 .

Hůla J., Abrham Z., Bauer F., 1997: Zpracování půdy. Nakladatelství Brázda, Praha, 144 s., ISBN 80-209-0265-1.

Hůla J., Procházková B., Kovaříček P. a kol., 2004: Minimalizační a půdoochranné technologie, Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha, Praha, 58 s., ISBN 80-86884-01-5.

Hůla J., Janeček M., Kovaříček P., Bohuslávka J., 2003: Agrotechnická protierozní opatření. VÚMOP Praha, Praha, 48 s., ISSN 1211-3972 .

Janeček M. a kol., 2001: Protierozní a protipovodňová opatření v malých zemědělských a lesních povodích. Výstup z řešení projektu NAZV QC 0235. VÚMOP Praha, Praha.

Janeček M. a kol., 2005: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV nakladatelství, Praha, 195 s., ISBN 80-86642-38-0.

Janeček M. a kol., 2007: Ochrana zemědělské půdy před erozí - Metodika, VÚMOP Praha, 76 s., ISBN 978-80-254-0973-2.

Janeček M. a kol., 2008: Základy erodologie. ČZU Praha, 172 s., ISBN 876-80-213-1842-7.

Janeček M., Váška J., 2001: Hydrologické výpočty v protierozní ochraně půdy. Doporučený standart technický, skupina: hydrologické výpočty, soubor 4: č. 06. Informační centrum ČKAIT, Praha, 24 str., ISBN 80-86364-40-2.

Kasprzak K. a kol. 1998: Vliv některých zemědělských plodin na povrchový odtok z deště. In: Fidler J. (red.): Hydrologická bilance a možnost zvyšování složek retence a akumulace vody. KBÚK LF ČZU Praha, Praha, 50 – 55 s.

Kozák J. a kol., 2006: Pedologie. ČZU, Praha, 132 s., ISBN 80-213-0907-5.

Kutílek M., Kuráž V., Císlarová M., 2004: Hydropedologie 10. Vydavatelství ČVUT, Praha, 176 s., ISBN 80-01-02237-4.

Kvěch O. a kol., 1985: Osevní postupy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 208 s.

Ministerstvo zemědělství (MZe), 2009: Průvodce zemědělce kontrolou podmíněnosti platný pro rok 2009. Ministerstvo zemědělství, 95 str., ISBN 978-80-7084-783-1.

Mrkvička J., Šantrůček J., Veselá M., 1998: Retence a akumulace vody v zemědělské krajině. In: Fídl J. (red.): Hydrologická bilance a možnost zvyšování složek retence a akumulace vody – sborník z přednášek. KBÚK LF ČZU Praha, Praha, 76 – 82 s.

Novák P., Valla M., 2003: Jiné formy degradace půdy. In Borůvka L. (ed): Pedologické dny 2002 - sborník z conference na téma degradace půdy. ČZU Praha, Praha, 137 – 142 s. ISBN 80-213-1052-9.

Patera A., Kašpárek L., 2002: Klasifikace povodní. In: Patera A. a kol. (eds.): Povodně: prognózy, vodní toky a krajina. České vysoké učení technické v Praze a Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, Praha, 23 – 24 s., ISBN 80-01-02561-6.

Podhrázká J., Dufková J., 2005: Protierozní ochrana půdy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 99 s., ISBN 80-7157-856-8.

Roub R., Pech P., 2003: Hydraulika – příklady. ČZU, Praha, 160 s., ISBN 80-213-1059-6.

Sklenička P., 1998: Delimitace kultur jako součást protipovodňové prevence In: Fídl J. (red.): Hydrologická bilance a možnost zvyšování složek retence a akumulace vody – sborník z přednášek. KBÚK LF ČZU Praha, Praha, 129 – 133 s.

Sklenička P., 2003: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 321 s., ISBN 80-903206-1-9.

Slavík L., Neruda M., 2007: Voda v krajině. FŽP UJEP, Ústí nad Labem, 176 s., ISBN 978-80-7044-882-3.

Soukup M. a kol., 2006: Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů. VÚMOP Praha, Praha, 108 s., ISBN 80-239-7643-5.

Soukup M., 2008: Preventivní opatření pro snížení extrémních odtoků v povodí drobných vodních toků. In: Máca a kol. 2008: Monitoring a vyhodnocení extrémních odtokových poměrů v povodí drobných vodních toků z hlediska prevence a zmírňování povodňových škod. Sborník workshopu grantového projektu NAZV 1G46040. KVHEM FŽP ČZU Praha a VÚMOP Praha, Praha, 22 – 28 s., ISBN 978-80-213-1850-2.

Soukup M., Hrádek F. 1999: Optimální regulace povrchového odtoku z povodí. VÚMOP Praha, Praha, 98 s., ISSN 1211-3972.

Spitz P., Prudký J., 2001: Metodika výpočtu retence vody v povodí při povodních. VÚMOP Praha, Praha, 41 s., ISSN 1211-3972.

Stolte J., 2003: Effects of land use and infiltration behavior on soil conservation strategies. CIP-DATA KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, Haag, 145 s., ISBN 90-5808-854-5.

Šarapatka B., Dlapa P., Zoltán B., 2002: Kvalita a degradace půdy. Univerzita Palackého, Olomouc, 246 s., ISBN 80-244-0584-9.

Tlapák V., Šálek J., Legát V., 1992: Voda v krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha, 320 s., ISBN 80-209-0232-5.

Tolasz R., 2007: Atlas podnebí Česka = Climate atlas of Czechia / 1. vyd. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 1 CD-ROM.

Toy T., J., Foster G. R., Renard K. G., 2002: Soil erosion – processes, prediction, measurement and control. John Wiley & Sons, New York, 338 s., ISBN 0-471-38369-4.

Vašků Z., 2008: Základní druhy průzkumů pro krajinné inženýrství, využití a ochrany krajiny. ČZU, Praha, 396 s., ISBN 978-80-213-1749-9.

Vlasák J., Bartošková K., 2007: Pozemkové úpravy. Nakladatelství ČVUT, Praha, 168 s., ISBN 978-80-01-03609-9.

VÚMOP 1995: Voda v krajině. MZe ČR, Praha, 52 s.

Zachar D. 1970: Erózia pôdy. Vydavateľstvo slovenskej akademie vied, Bratislava, 528 s.

Zimolka J. a kol., 2008: Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press, Praha, 200 s., ISBN 978-80-86726-31-1.

Normy:

ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy.

ČSN 75 1300 Hydrologické údaje povrchových vod.

ČSN 73 6824 Malé vodní nádrže.

Legislativní zdroje:

Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech, v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů, v platném znění.

Zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník, v platném znění.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, v platném znění.

Zákon České národní rady č. 334/1992, o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění.

Nářízení vlády č. 103/2003 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, v platném znění.

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

Vyhláška MZe č. 327/1998 Sb., charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci, v platném znění.

Online zdroje:

Bursík M. 2009: Vystoupení ministra ŽP k vládní novele zákona č. 334/1992 Sb. dne 17.2.2009. Dostupné na <http://www.zeleni.cz/12318/clanek/martin-bursik-k-novele-zakona-o-ochrane-zemedelskeho-pudniho-fondu/> , citováno dne 20.2.2010.

15. Seznam tabulek

Tab. 1) Orientační hodnoty přípustné ztráty půdy v povodí vodních zdrojů (Janeček a kol. 2008)	16
Tab. 2) Přípustná ztráta půdy podle hloubky orných půd (Janeček a kol. 2008)	48
Tab. 3) Určení míry ohroženosti půdy erozí (Janeček a kol. 2008).....	48
Tab. 4) Rozdělení faktoru R do jednotlivých měsíců (Janeček a kol. 2007)	50
Tab. 5) Hodnoty faktoru m v závislosti na sklonu a poměru mezi rýžkovou a plošnou erozí (Renard a kol. 1997 ex Janeček a kol. 2007)	51
Tab. 6) V prvním řádku je uvedeno pořadí desetiny pozemku po spádnicí, ve druhém podíl vlivu této části na faktor S (K, C) (Janeček a kol. 2007) a ve třetím podíl délky v kumulativním vyjádření	52
Tab. 7) Hodnoty faktoru náchylnosti k erozi K podle HPJ (hlavní půdní jednotky z kódu BPEJ, tj. 2. a 3. místo kódu) dle Janečka a kol. (2007).....	55
Tab. 8) Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky (Wischmeier & Smith 1978 ex Janeček a kol. 2007).....	57
Tab. 9) Hodnoty faktoru protierozních opatření P (Wischmeier & Smith 1978 ex Janeček a kol. 2008)...	59
Tab. 10) N- leté denní úhrny pro stanici Doksy:	62
Tab. 11) Smyv na zcela zatravněných pozemcích	63
Tab. 12) Smyv na liniích na PB 6509/1	64
Tab. 13) Smyv na linii 6509/1_A při rozdělení linie průlehy.....	65
Tab. 14)) Smyv na linii 6509/1_B_1 při rozdělení linie průlehy	65
Tab. 15) Smyv na úsecích orné půdy ostatních linií na PB 6509/1	66
Tab. 16) Smyv na liniích na PB 5503.....	66
Tab. 17) Výpočet faktoru C na linii 5503_A při částečném zatravnění	67
Tab. 18) Smyv na linii 5503_A při částečném zatravnění	67
Tab. 19) Smyv na linii 5503_B při částečném zatravnění	67
Tab. 20) Výpočet faktoru C na linii 5503_C_1 při částečném zatravnění.....	67
Tab. 21) Smyv na linii 5503_C_1 při částečném zatravnění	68
Tab. 22) Výpočet faktoru C na linii 5503_E při částečném zatravnění	68
Tab. 23) Smyv na linii 5503_E při částečném zatravnění	68
Tab. 24) Výpočet smyvu pro úseky s ornou půdou ostatních linií na PB 5503.....	68
Tab. 25) Smyv na linii 5503_A při rozdělení linie průlehy.....	69
Tab. 26) Smyv na linii 5503_B při rozdělení linie průlehy.....	69
Tab. 27) Smyv na linii 5503_C_1 při rozdělení linie průlehy:	69
Tab. 28) Smyv na linii 5503_D při rozdělení linie průlehy	70
Tab. 29) Smyv na linii 5503_E při rozdělení linie průlehy.....	70
Tab. 30) Smyv na linii 5503_H při rozdělení linie průlehy	70
Tab. 31) Smyv na linii 5503_A při rozdělení linie hrázkami	71
Tab. 32) Smyv na linii 5503_B při rozdělení linie hrázkami	71
Tab. 33) Smyv na linii 5503_C_1 při rozdělení linie hrázkami	71

Tab. 34) Smyv na linii 5503_D při rozdělení linie hrázkou.....	71
Tab. 35) Smyv na liniích 5503_E a 5503_H při rozdělení linie hrázkami.....	71
Tab. 36) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}	72
Tab. 37) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	72
Tab. 38) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; V/l objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)	72
Tab. 39) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}	72
Tab. 40) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	72
Tab. 41) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	73
Tab. 42) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}	73
Tab. 43) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	73
Tab. 44) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	73
Tab. 45) Smyv na liniích na PB 5503 při upraveném osevním postupu a agrotechnice.....	74
Tab. 46) Smyv na liniích na PB 5503 při upraveném osevním postupu a agrotechnice a jejich částečném zatravnění.....	74
Tab. 47) Smyv na liniích na PB 5604.....	75
Tab. 48) Výpočet faktoru C na linii 5604_A při částečném zatravnění.....	75
Tab. 49) Výpočet faktoru C na linii 5604_B při částečném zatravnění.....	75
Tab. 50) Smyv na linii 5604_A při částečném zatravnění.....	75
Tab. 51) Smyv na linii 5604_B při částečném zatravnění.....	75
Tab. 52) Smyv na linii 5604_E při částečném zatravnění.....	76
Tab. 53) Smyv na linii 5604_A při rozdělení linie průlehy.....	76
Tab. 54) Smyv na linii 5604_B při rozdělení linie průlehy.....	76
Tab. 55) Smyv na linii 5604_A při rozdělení linie hrázkami.....	77
Tab. 56) Smyv na linii 5604_B při rozdělení linie hrázkami.....	77
Tab. 57) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	78
Tab. 58) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	78
Tab. 59) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; V/l objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)	78
Tab. 60) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}	78
Tab. 61) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	78
Tab. 62) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	78
Tab. 63) Smyv na liniích na PB 5604 při upraveném osevním postupu a agrotechnice.....	79
Tab. 64) Smyv na linii 5604_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice a částečném zatravnění.....	79
Tab. 65) Smyv na liniích na PB 4503/I.....	80
Tab. 66) Výpočet faktoru C na linii 4503/I_A při částečném zatravnění:.....	80
Tab. 67) Smyv na linii 4503/I_A při částečném zatravnění:.....	80
Tab. 68) Výpočet faktoru C na linii 4503/I_B_1 při částečném zatravnění.....	81
Tab. 69) Smyv na linii 4503/I_B_1 při částečném zatravnění.....	81

Tab. 70) Výpočet faktoru C na linii 4503/1_C při částečném zatravnění.....	81
Tab. 71) Smyv na linii 4503/1_C při částečném zatravnění	81
Tab. 72) Smyv na linii 4503/1_A při rozdělení linie průlehy.....	82
Tab. 73) Smyv na linii 4503/1_B_1 při rozdělení linie průlehy.....	82
Tab. 74) Smyv na linii 4503/1_A při rozdělení linie hrázkami	83
Tab. 75) Smyv na linii 4503/1_B_1 při rozdělení linie hrázkami	83
Tab. 76) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}	84
Tab. 77) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	84
Tab. 78) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; $V/1m$ objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)	84
Tab. 79) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}	84
Tab. 80) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	84
Tab. 81) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	84
Tab. 82) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}	85
Tab. 83) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	85
Tab. 84) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	85
Tab. 85) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50}	85
Tab. 86) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	85
Tab. 87) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	85
Tab. 88) Smyv na liniích na PB 4503/1 při upraveném osevním postupu a agrotechnice.....	86
Tab. 89) Smyv na linii 4503/1_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice a částečném zatravnění	86
Tab. 90) Výpočet faktoru C pro linii 4503/1_B_1 při upraveném osevním postupu a agrotechnice a částečném zatravnění	86
Tab. 91) Smyv na linii 4503/1_B_1 při upraveném osevním postupu a agrotechnice a částečném zatravnění.....	86
Tab. 92) Smyv na linii 5501_A.....	87
Tab. 93) Výpočet faktoru C pro linii 5501_A při částečném zatravnění	87
Tab. 94) Smyv na linii 5501_A při částečném zatravnění	87
Tab. 95) Smyv na linii 5501_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice.....	88
Tab. 96) Smyv na liniích na PB 5602/6.....	89
Tab. 97) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_A_1 při částečném zatravnění	90
Tab. 98) Smyv na linii 5602/6_A_1 při částečném zatravnění	90
Tab. 99) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_B při částečném zatravnění	90
Tab. 100) Smyv na linii 5602/6_B při částečném zatravnění	90
Tab. 101) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_C při částečném zatravnění	91
Tab. 102) Smyv na linii 5602/6_C při částečném zatravnění	91
Tab. 103) Výpočet faktoru C pro linii 5602/6_D při částečném zatravnění.....	91
Tab. 104) Smyv na linii 5602/6_D při částečném zatravnění.....	91

Tab. 105) Výpočet faktoru <i>C</i> pro linii 5602/6_J při částečném zatravnění	92
Tab. 106) Smyv na linii 5602/6_J při částečném zatravnění	92
Tab. 107) Výpočet faktoru <i>C</i> pro linii 5602/6_E při částečném zatravnění	93
Tab. 108) Smyv na linii 5602/6_E při částečném zatravnění	93
Tab. 109) Výpočet faktoru <i>C</i> pro linii 5602/6_F_2 při částečném zatravnění	94
Tab. 110) Smyv na linii 5602/6_F_2 při částečném zatravnění	94
Tab. 111) Výpočet faktoru <i>C</i> pro linii 5602/6_I_2 při částečném zatravnění	94
Tab. 112) Smyv na linii 5602/6_I_2 při částečném zatravnění	94
Tab. 113) Smyv na linii 5602/6_C při přerušení linie průlehy.....	95
Tab. 114) Smyv na linii 5602/6_D při přerušení linie průlehy.....	95
Tab. 115) Smyv na linii 5602/6_J při přerušení linie průlehy.....	96
Tab. 116) Smyv na linii 5602/6_E při přerušení linie průlehy.....	96
Tab. 117) Smyv na linii 5602/6_A_1 při přerušení linie hrázkami.....	97
Tab. 118) Smyv na linii 5602/6_B1 při přerušení linie hrázkami.....	97
Tab. 119) Smyv na linii 5602/6_C při přerušení linie hrázkami	98
Tab. 120) Smyv na linii 5602/6_D při přerušení linie hrázkami	98
Tab. 121) Smyv na linii 5602/6_J při přerušení linie hrázkami	99
Tab. 122) Smyv na linii 5602/6_E při přerušení linie hrázkami.....	99
Tab. 123) Smyv na linii 5602/6_F_2 při přerušení linie hrázkami.....	100
Tab. 124) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	100
Tab. 125) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	100
Tab. 126) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; V/l objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)	100
Tab. 127) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	101
Tab. 128) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	101
Tab. 129) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	101
Tab. 130) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	101
Tab. 131) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	101
Tab. 132) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	101
Tab. 133) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	102
Tab. 134) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	102
Tab. 135) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	102
Tab. 136) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	102
Tab. 137) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	102
Tab. 138) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	103
Tab. 139) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	103
Tab. 140) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou.....	103
Tab. 141) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	103

Tab. 142) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	103
Tab. 143) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou	104
Tab. 144) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody.....	104
Tab. 145) Smyv na liniích na PB 5602/6 při upraveném osevním postupu a agrotechnice.....	104
Tab. 146) Smyv na liniích na PB 5602/6 při upraveném osevním postupu, agrotechnice a částečném zatravnění.....	105
Tab. 147) Smyv na linii 5601_A.....	105
Tab. 148) Výpočet faktoru C na linii 5601_A při upraveném částečném zatravnění	106
Tab. 149) Smyv na linii 5601_A při částečném zatravnění	106
Tab. 150) Smyv na linii 5601_A při rozdělení linie průlehy.....	106
Tab. 151) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	107
Tab. 152) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou	107
Tab. 153) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; V/l objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)	107
Tab. 154) Smyv na linii 5601_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice.....	108
Tab. 155) Smyv na linii 5603_A.....	108
Tab. 156) Výpočet faktoru C pro linii 5603_A při částečném zatravnění	108
Tab. 157) Smyv na linii 5601_A při částečném zatravnění	109
Tab. 158) Smyv na linii 5603_A při rozdělení linie průlehy.....	109
Tab. 159) Smyv na linii 5603_A při částečném zatravnění	110
Tab. 160) Výpočet výsledného CN a výšky odtoku na ploše nad hrázkou při návrhové srážce H_{s50} :	110
Tab. 161) Výpočet objemu přímého odtoku na ploše nad hrázkou	110
Tab. 162) Výpočet výšky hrázky potřebné k zadržení vody (S_1 je obsah průřezu vodou nad pozemkem a S_2 nad hrázkou; V/l objem na metr délky a V objem zadržené vody nad celou hrázkou)	110
Tab. 163) Smyv na linii 5603_A při upraveném osevním postupu a agrotechnice.....	110
Tab. 164) Výpočet faktoru C na linii 5603_A při upraveném osevním postupu částečném zatravnění....	111
Tab. 165) Smyv na linii 5603_A při upraveném osevním postupu, agrotechnice a částečném zatravnění	111
Tab. 166) Výpočet celkových CN pro původní stav (pův.) a variantu s hrázkami	112
Tab. 167) Výpočet celkového objemu povrchového odtoku pro pův. stav a var. s hrázkami.....	112
Tab. 168) Výpočet kapacitního průtoku ve vybraném kritickém profilu.....	114

16. Seznam grafů a obrázků

Obr. 1) Orientační mapa.....	42
Graf 1) Vliv vzdálenosti části svahu v kumulativním vyjádření a rovnice regrese sloužící k výpočtu vlivu v tabulkovém editoru Excel.	53

17. Přílohy

Tab. 1) Výpočet faktoru C pro osevní postup ZOD Brniště.....	131
Tab. 2) Výpočet faktoru C pro upravený osevní postup	132
Fotografická dokumentace	133 - 134
Mapová příloha	135 - 146
Přehled řešených půdních bloků a BPEJ	135
Sklonové poměry na řešené ploše	136
Částečné zatravnění na PB 5503, 4503/1 a 5501	137
Přerušení svahů průlehy v kombinaci s částečným zatravněním na PB 5503 a 4503/1	138
Přerušení svahů hrázkami v kombinaci s částečným zatravněním na PB 5503 a 4503/1	139
Částečné ztravnění při upraveném osevním postupu a agrotechnice na PB 5503 a 4503/1	140
Částečné zatravnění na PB 5604, 5603, 5602/6 a 5601	141
Přerušení svahů průlehy v kombinaci s částečným zatravněním na PB 5604, 5603, 5602/6 a 5601	142
Přerušení svahů hrázkami v kombinaci s částečným zatravněním na PB 5604, 5603, 5602/6 a 5601	143
Částečné zatravnění při upraveném osevním postupu a agrotechnice na PB 5604, 5603, 5602/6 a 5601	144
Řešení protierozní ochrany na PB 6509/1	145
Srovnání odtokových poměrů pro původní stav a variantu s hrázkami	146

Příloha obsahující výpočty hodnot faktorů USLE, na kterou je odkazováno v textu, je nahrána na CD umístěném na vnitřní zadní straně desek.

Tab. 1) Výpočet faktoru C pro osevni postup ZOD Brniště

plodina	pěstební obdo	trvání období	C _i	R _i	C _i · R _i
vojtěška (dva kalendářní roky)	1	11.10 – 20.4.	0,7	0,005	0,004
	2	21.4. - 31.5.	0,35	0,102	0,036
		1.6. - 15.7. dalšího roku	0,02	1,390	0,028
pšenice ozimá	1	16.7. - 31.8.	0,50	0,430	0,215
	2	1.9. - 10.10.	0,55	0,072	0,039
	3	11.10. - 30.4.	0,30	0,008	0,003
	4	1.5. - 15.8.	0,05	0,785	0,039
	5s	16.8. - 25.8.	0,20	0,090	0,018
ozimý ječmen	1	26.8. - 10.9.	0,65	0,068	0,044
	2	11.9. - 20.10.	0,70	0,050	0,035
	3	21.10. - 30.4.	0,45	0,007	0,003
	4	1.5. - 10.7.	0,08	0,437	0,035
	5s	11.7. - 20.7.	0,25	0,107	0,027
řepka ozimá	1	21.7. - 10.8.	0,65	0,197	0,128
	2	11.8. - 15.9.	0,70	0,215	0,151
	3	16.9. - 30.4.	0,45	0,045	0,020
	4	1.5. - 31.7.	0,08	0,650	0,052
	5s	1.8. - 10.8.	0,25	0,090	0,023
pšenice ozimá	1	11.8. - 20.9.	0,65	0,227	0,147
	2	21.9 – 31.10.	0,70	0,028	0,020
	3	1.11. - 30.4.	0,45	0,005	0,002
	4	1.5. - 15.8.	0,08	0,785	0,063
	5s	16.8. - 25.8.	0,25	0,090	0,023
kukuřice	1	26.8. - 20.4.	0,70	0,123	0,086
	2	21.4. - 31.5.	0,90	0,102	0,092
	3	1.6. - 30.6.	0,70	0,230	0,161
	4	1.7. - 30.9.	0,35	0,660	0,231
	5p	1.10. - 10.10.	0,40	0,002	0,001
suma :				7,00	1,684
celková hodnota C daného osevniho postupu:					0,241

Tab. 2) Výpočet faktoru C pro upravený osevní postup

plodina	pěstební období	trvání období	C _i	R _i	C _i · R _i
vojtěška (dva kalendářní roky)	1	11.10 – 20.4.	0,7	0,005	0,004
	2	21.4. - 31.5.	0,35	0,102	0,036
		1.6. - 15.7. dalšího roku	0,02	1,390	0,028
pšenice ozimá	1	16.7. - 31.8.	0,50	0,430	0,215
	2	1.9. - 10.10.	0,55	0,072	0,039
	3	11.10. - 30.4.	0,30	0,008	0,003
	4	1.5. - 15.8.	0,05	0,785	0,039
	5s	16.8. - 10.9.	0,20	0,158	0,032
ozimý ječmen	2	11.9. - 20.10.	0,25	0,050	0,013
	3	21.10. - 30.4.	0,20	0,007	0,001
	4	1.5. - 10.7.	0,08	0,437	0,035
	5s	11.7. - 20.7.	0,25	0,107	0,027
řepka ozimá	1	21.7. - 10.8.	0,65	0,197	0,128
	2	11.8. - 15.9.	0,70	0,215	0,151
	3	16.9. - 30.4.	0,45	0,045	0,020
	4	1.5. - 31.7.	0,08	0,650	0,052
	5s	1.8. - 20.9.	0,25	0,317	0,079
pšenice ozimá	2	21.9 – 31.10.	0,25	0,028	0,007
	3	1.11. - 30.4.	0,20	0,005	0,001
	4	1.5. - 15.8.	0,08	0,785	0,063
	5s	16.8. - 20.8.	0,25	0,045	0,011
svazenka vratičolistá	2	21.8. - 30.9.	0,25	0,160	0,040
	3	1.10. - 20.4.	0,02	0,008	0,000
kukuřice	2	21.4. - 31.5.	0,05	0,102	0,005
	3	1.6. - 30.6.	0,05	0,230	0,012
	4	1.7. - 30.9.	0,05	0,660	0,033
	5p	1.10. - 10.10.	0,10	0,002	0,000
suma:				7,00	1,033
celková hodnota C daného osevního postupu :					0,148



Potok v kritizovaném úseku cca 40m před plotem, který znemožnil odtok vody korytem. Podle uválené trávy je vidět, kudy voda tekla.



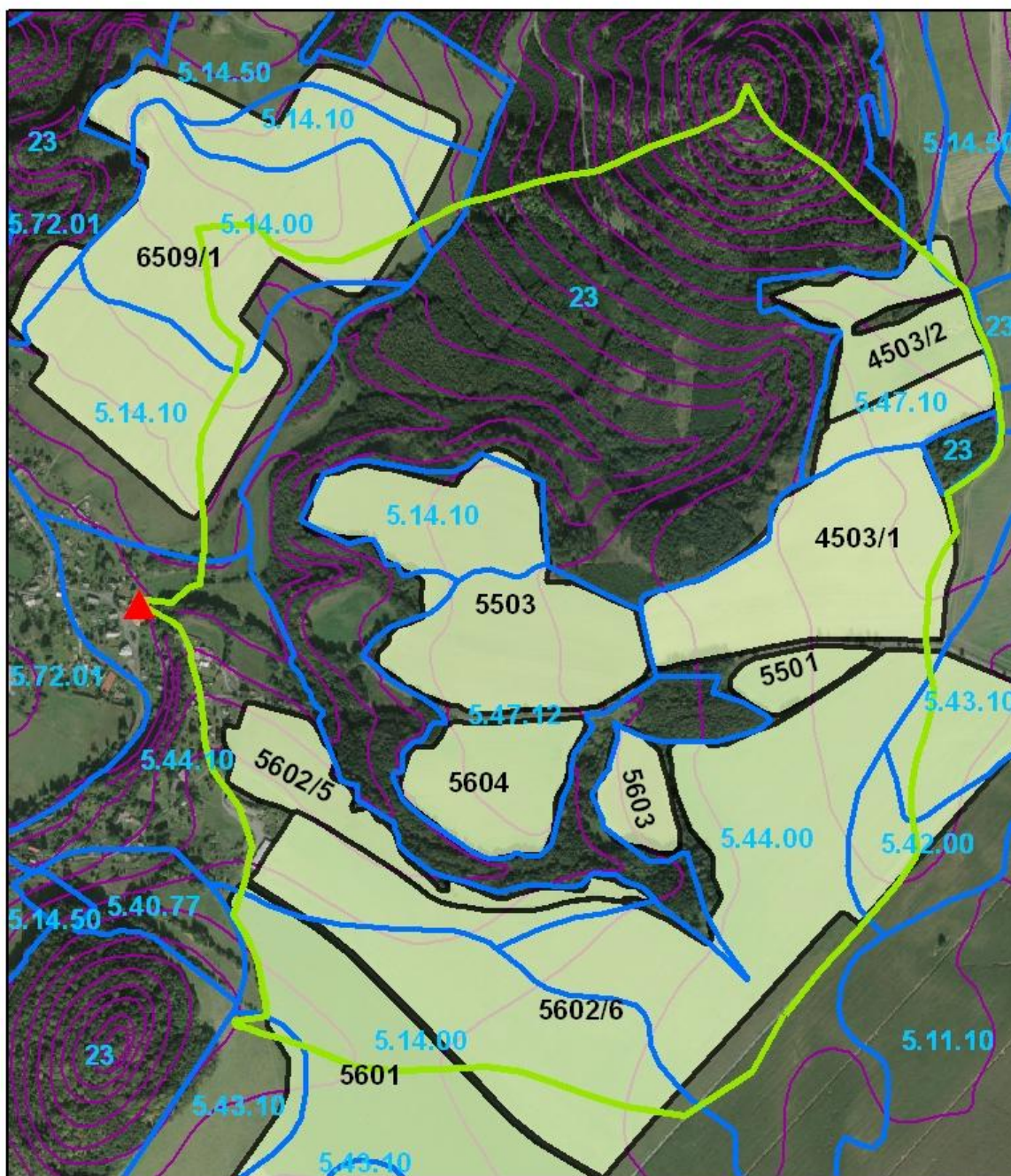
Při snižujícím se sklonu z odtékající vody vypadávající půdní částice místy zcela zakryly rostlinky kukuřice.



Na úpatí svahu až vznikly až 15cm hluboké erozní rýhy.

V drahách odtoku bylo na mnoha místech možné pozorovat i více než metr široké pásy, kde byla smyta půda včetně mladých rostlinek.

Přehled řešených půdních bloků a BPEJ



Legenda

- rozvodnice pro hlavní kritický profil a původní stav
- vrstevnice (10m)

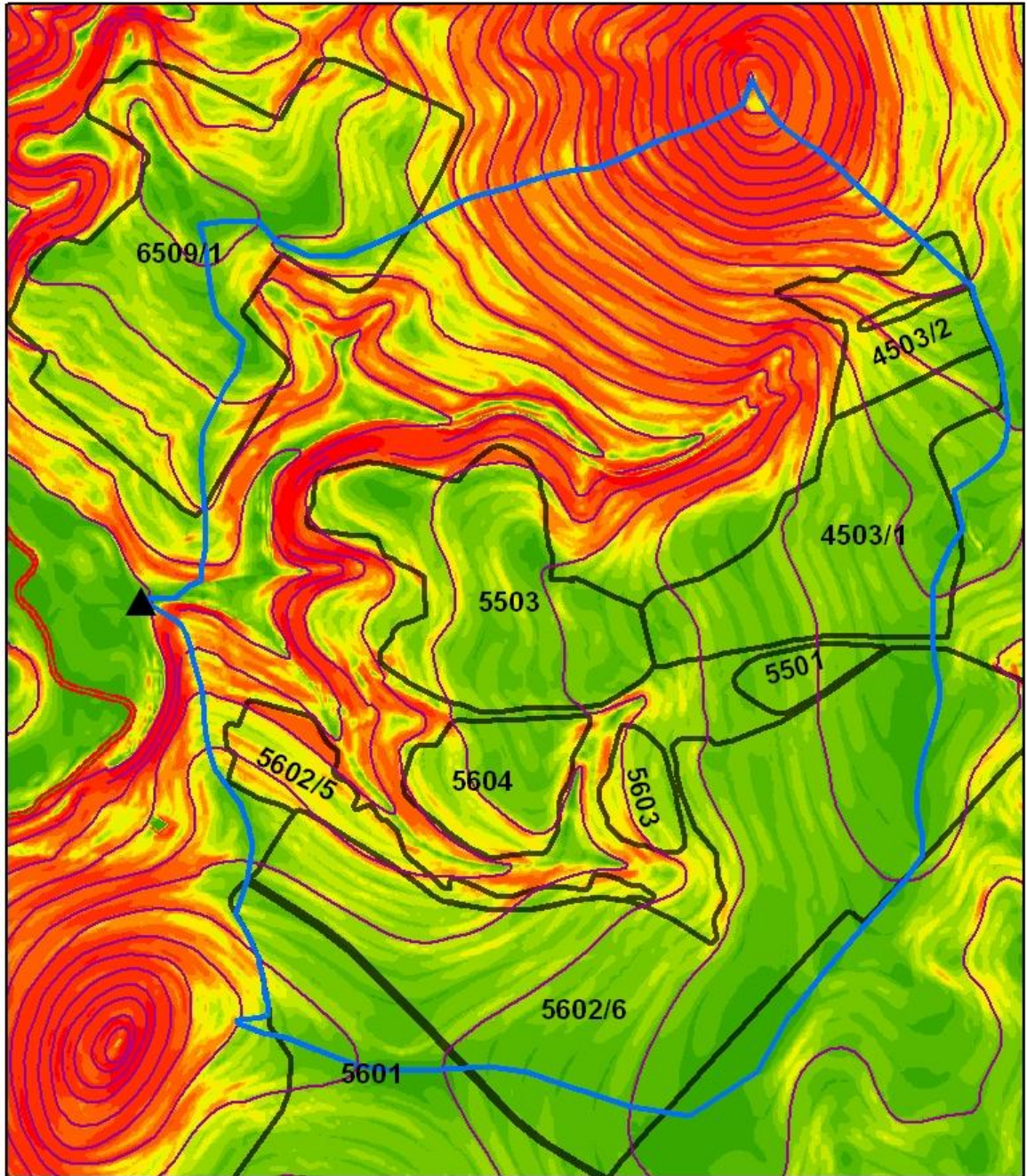
- půdní bloky
- BPEJ

- kritický profil

0 250 500 1 000m

1:12 000

Sklonové poměry na řešené ploše



Legenda

0 250 500 1 000m

— rozvodnice pro původní stav

— vrstevnice (10m)

□ půdňi bloky

▲ kritický profil

svažitost (%) :

0 - 2

2 - 4

4 - 6

6 - 8

8 - 10

10 - 12

12 - 14

14 - 16

16 - 20

20 - 30

30 - 50

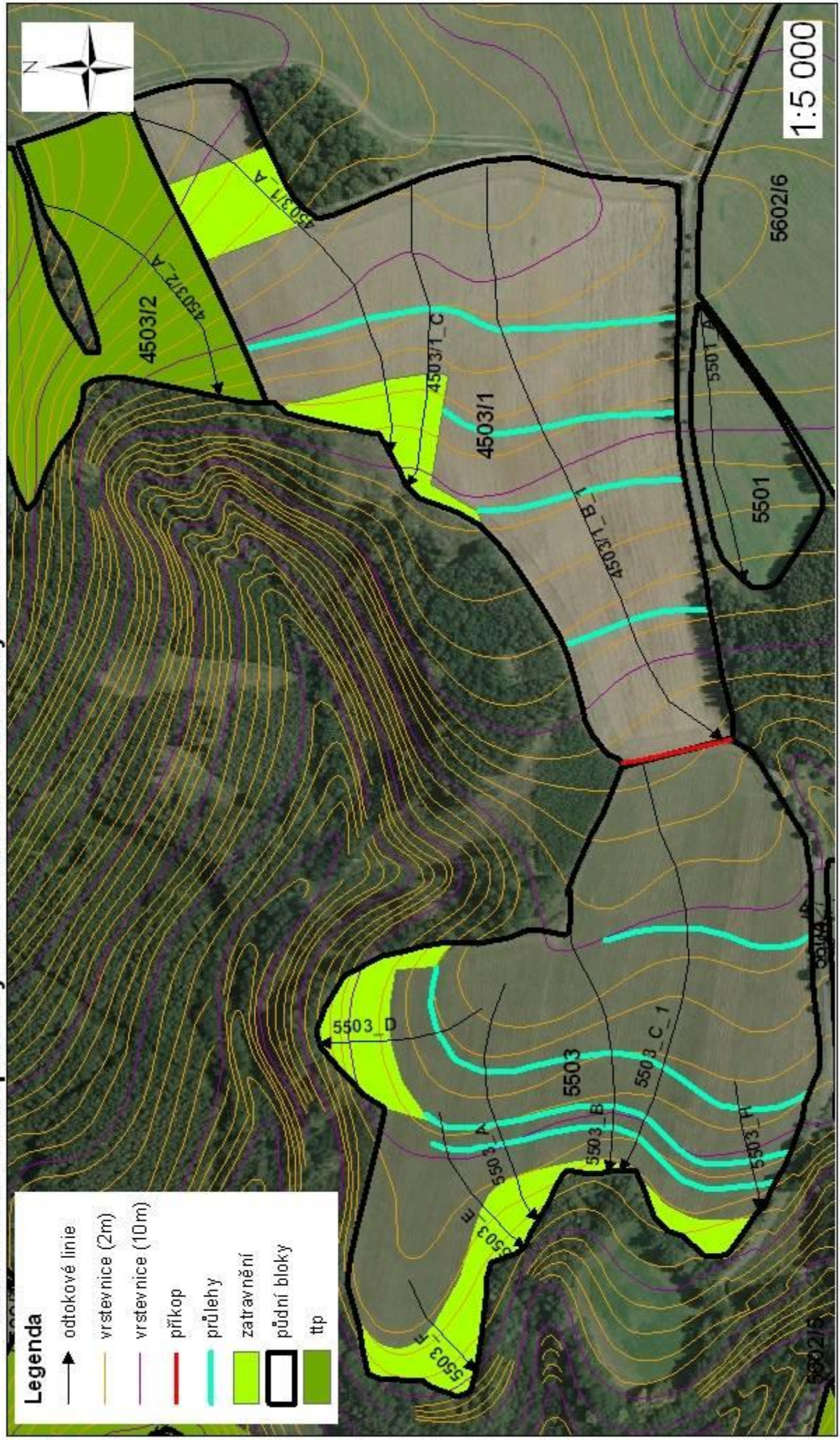
50 a více

1:12 000

Částečné zatravnění na PB 5503, 4503/1 a 5501



Přerušení svahů průlehy v kombinaci s částečným zatravněním na PB 5503 a 4503/1



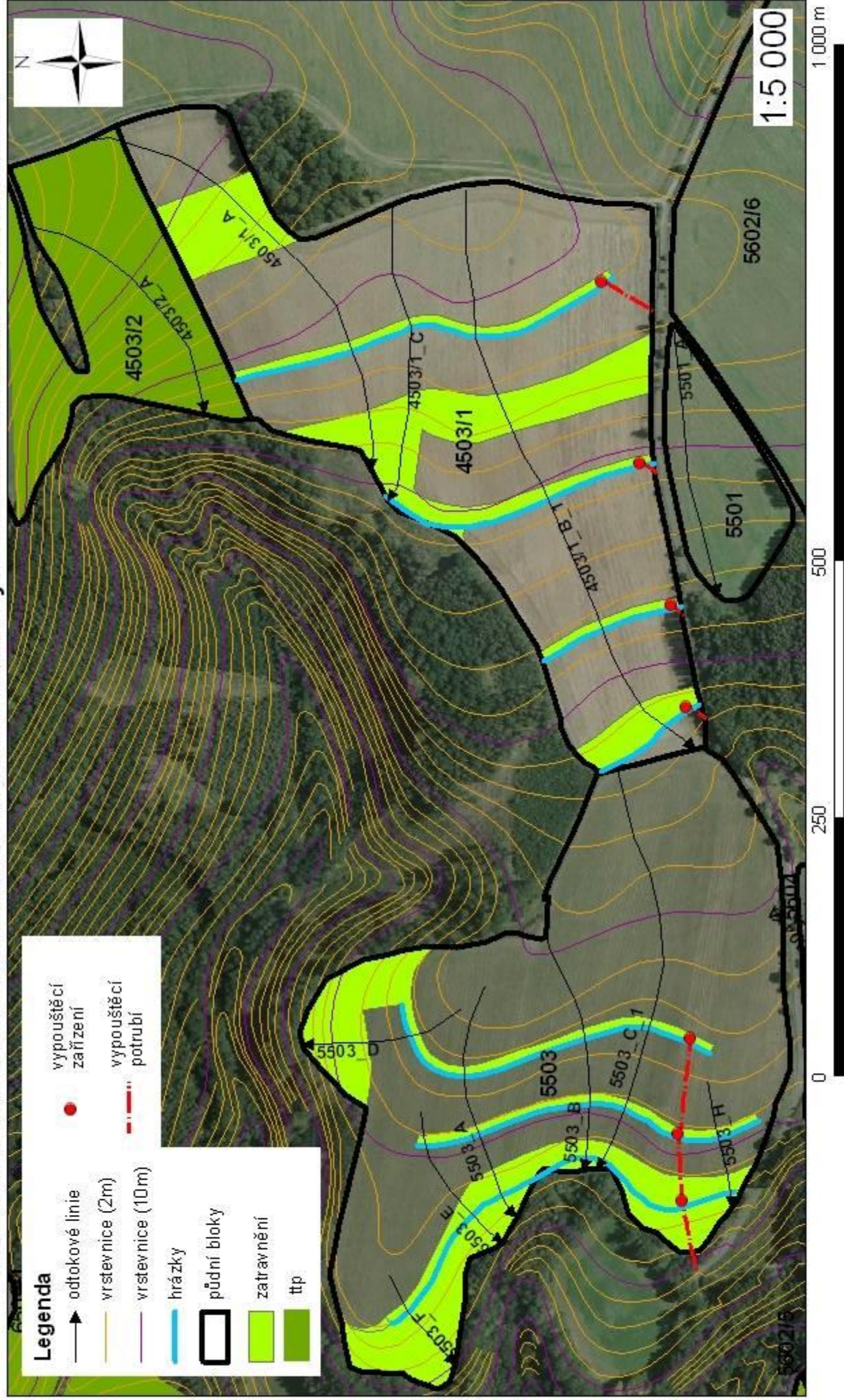
Legenda

	odtokové linie
	vrstevnice (2m)
	vrstevnice (10m)
	příkop
	průlehy
	zatravnění
	půdní bloky
	ttp

0 250 500 1 000 m

1:5 000

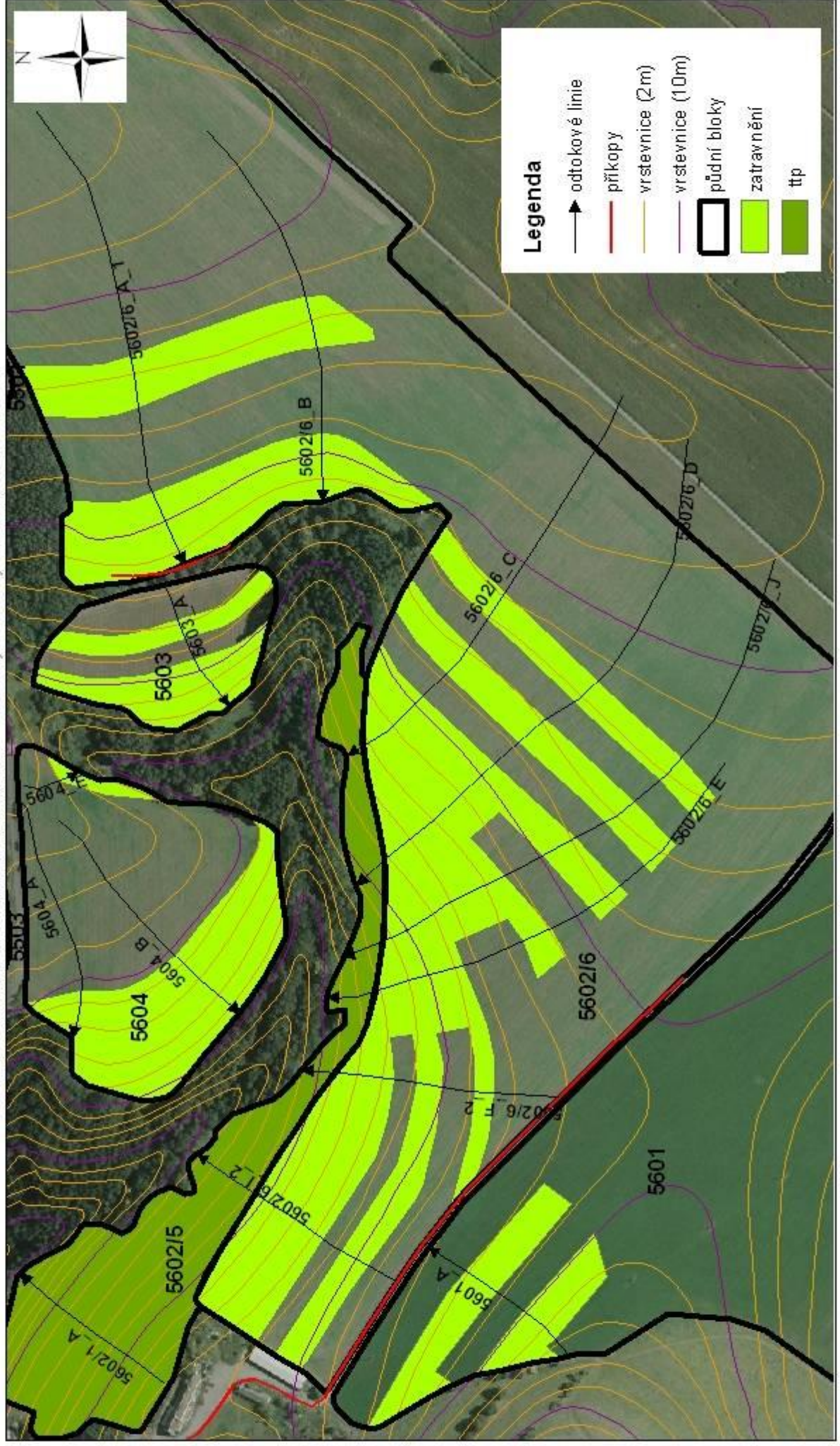
Přerušení svahů hrázkami v kombinaci s částečným zatravněním na PB 5503 a 4503/1



Částečné zatravnění při upraveném osevním postupu a agrotechnice na PB 5503, 4503/1 a 5501



Částečné zatravnění na PB 5604, 5603, 5602/6 a 5601



1:50 000

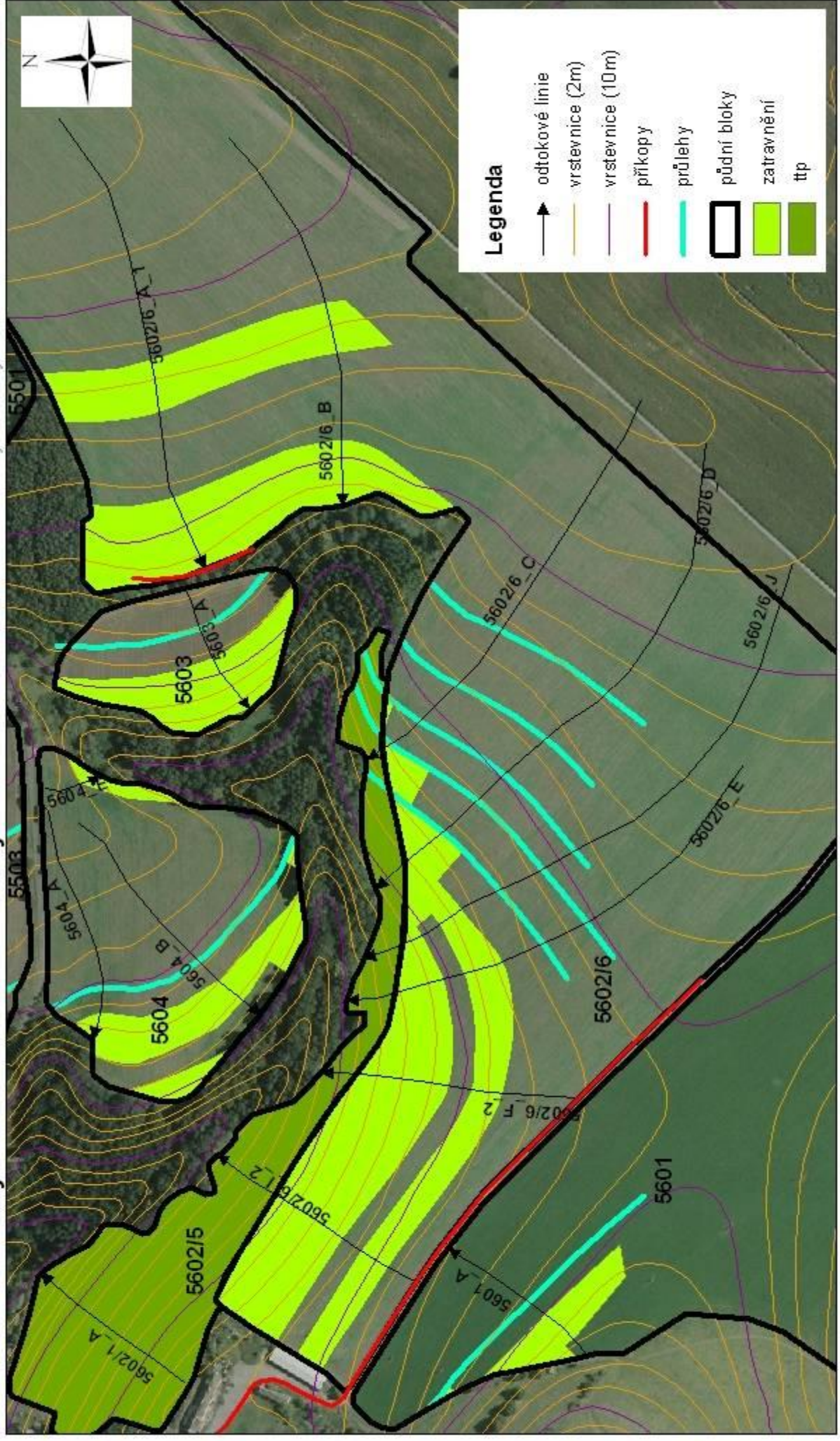
1 000 m

500

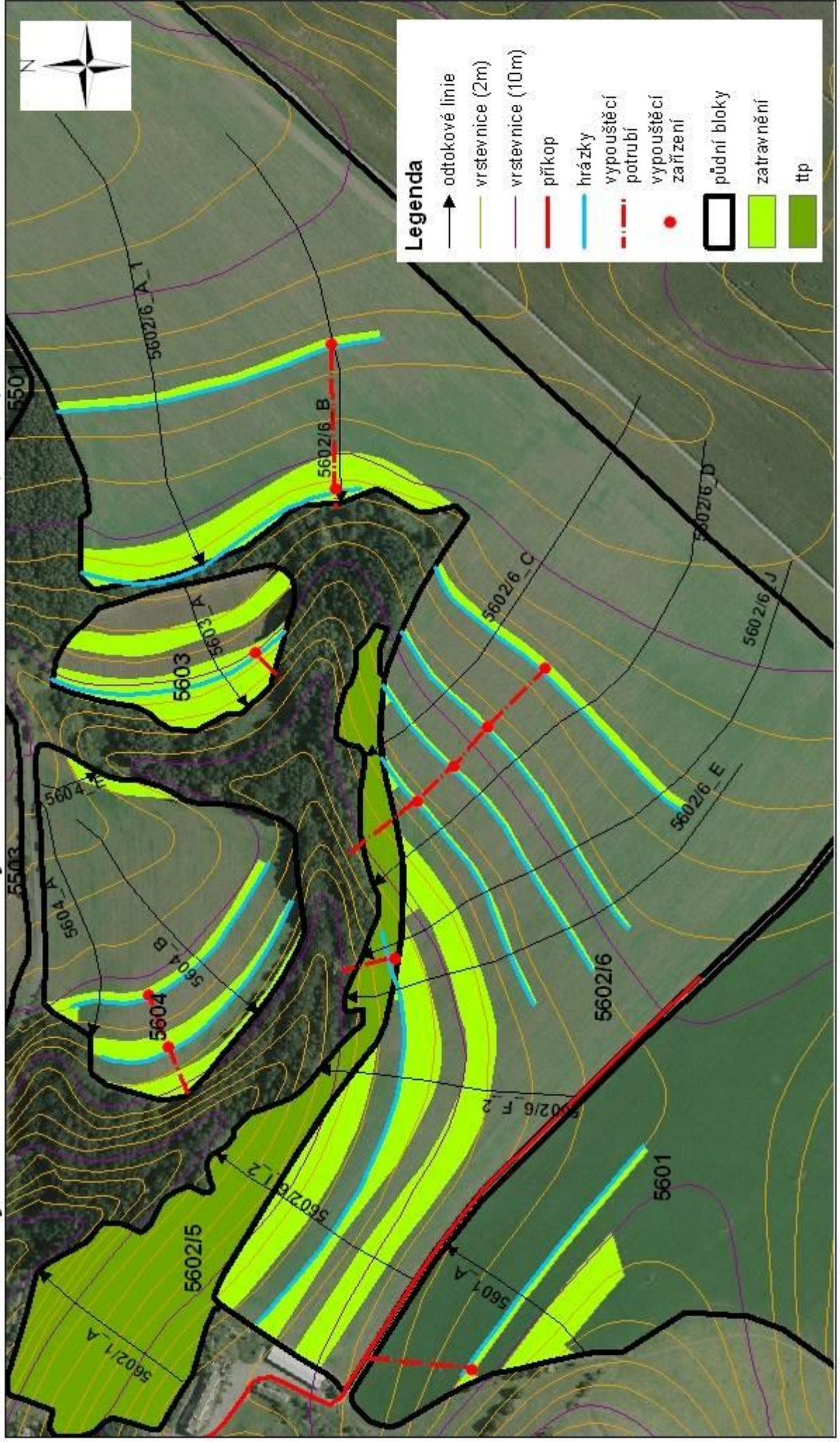
250

0

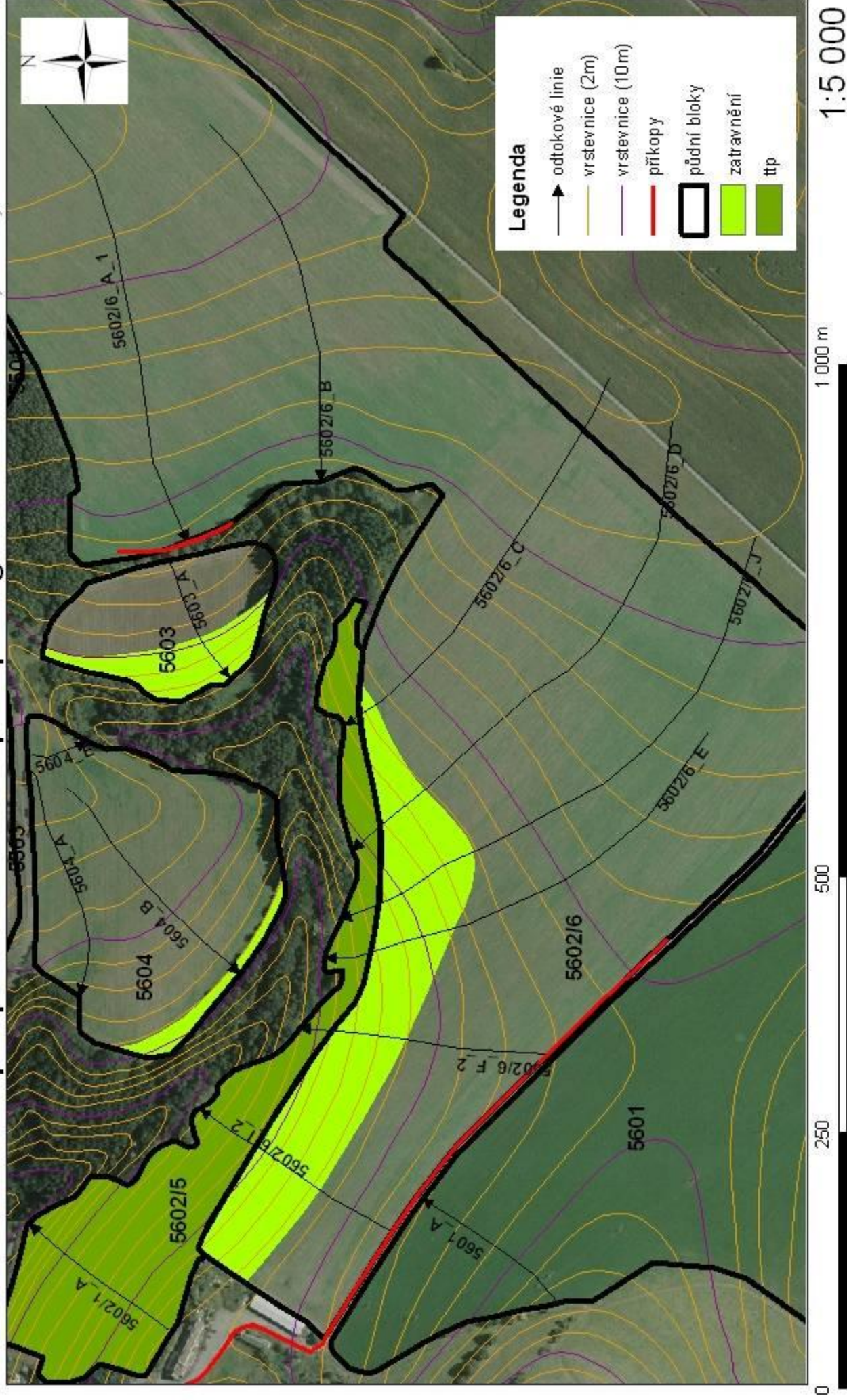
Průlehy v kombinaci s částečným zatravněním na PB 5604, 5603, 5602/6 a 5601



Hrázky v kombinaci s částečným zatravněním na PB 5604, 5603, 5602/6 a 5601



Částečné zatravnění při upraveném osevním postupu a agrotechnice PB 5604, 5603, 5602/6 a 5601



Řešení protierozní ochrany - PB 6509/1



Legenda

- odtokové linie
- vrstevnice (2m)
- vrstevnice (10m)
- průlehy
- směr toku v průlezech
- půdní bloky
- zatravnění
- ttp
- zatravněné údolnice

1 000 m

500

250

0

1:5 000

Původní stav

Srovnání odtokových poměrů pro původní stav a varianru s hrázkami

Úprava s hrázkami

