

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



**ZHODNOCENÍ ÚČINNOSTI REALIZOVANÝCH TECHNICKÝCH
PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ VE VYBRANÝCH KATASTRÁLNÍCH
ÚZEMÍCH (OKRES KROMĚŘÍŽ)**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Prof. Ing. Miloslav Janeček DrSc.

Autor:

Bc. Jana Chaloupková

Praha, 2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE **(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)**

pro: Bc. Janu Chaloupkovou
obor: Krajinné a pozemkové úpravy

Název tématu: Zhodnocení účinnosti realizovaných technických protierozních opatření ve vybraných katastrálních územích (okres Kroměříž).

Název tématu v anglickém jazyce: Evaluation of Technical Erosion Control Measures Implemented in Selected Cadastral (district Kroměříž).

Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce je vyhodnotit účinnost technických protierozních opatření ve vybraných katastrálních územích obcí Blazice, Lutopecny, Popovice a Prusinovice (okres Kroměříž) z dat poskytnutých pozemkovým úřadem Kroměříž a vlastního terénního průzkumu. Na základě vlastních výpočtů navrhnout vhodnější alternativy.

Prohlášení

Prohlašuji že diplomovou práci na téma: *„Zhodnocení účinnosti realizovaných technických protierozních opatření ve vybraných katastrálních územích (okres Kroměříž)“* jsem vypracovala samostatně za pomoci použité literatury a dostupných zdrojů uvedených v seznamu citovaných pramenů.

V Kosoři dne 25. 4. 2011

.....
Bc. Jana Chaloupková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Miloslavu Janečkovi DrSc. a konzultantce diplomové práce Ing. Evě Procházkové za ochotu, trpělivost a cenné rady; Ing. Michalu Luhanovi, zaměstnanci Pozemkového úřadu v Kroměříži, za užitečné odkazy a tipy a Výzkumnému ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Českému úřadu zeměměřičskému a katastrálnímu a Pozemkovému úřadu v Kroměříži za poskytnutí mapových podkladů a projektové dokumentace.

Dále děkuji své rodině, rodičům, kamarádům a spolužákům za psychickou podporu a Bc. Aleně Novákové a Janě Šupáčkové za hlídání syna v době vyučování.

Abstrakt

Cílem práce je zhodnotit současné poznatky o technických protierozních opatřeních realizovaných na území kroměřížského okresu v rámci pozemkových úprav a následně pomocí hydrotechnických výpočtů navrhnout vhodnější protierozní opatření v zájmové oblasti k. ú. Lutopecny.

První část práce se věnuje problematice eroze, jejího vzniku, následků a možnostem ochrany půdy s důrazem na technická protierozní opatření.

V druhé části práce je na základě projektové dokumentace a terénního průzkumu zpracována inventarizace technických opatření v katastrálních územích obcí Blazice, Lutopecny, Popovice a Prusinovice včetně vypracovaných katalogových listů.

Závěrečná část obsahuje alternativní návrh protierozní ochrany obce Lutopecny na základě vlastních hydrotechnických výpočtů.

Klíčová slova: eroze, technické protierozní opatření, hydrotechnické výpočty, pozemkové úpravy, okres Kroměříž

Abstract

The aim of this thesis is to evaluate implemented current knowledge on the technical erosion control measures on the territory of Kromeriz district for the land consolidation and by using the hydro calculations suggest a more appropriate erosion control measures in the area of interest cadastral Lutopecny.

The first part deals with problems of erosion, its origin, effects and options for soil conservation, with emphasis on technical erosion control measures.

The second part is based on project documents and field survey, compiled an inventory of technical measures in the cadastral municipalities Blazice, Lutopecny, Prusinovice, Popovice and including prepared data sheets.

The final section contains an alternative proposal for erosion protection Lutopecny community on its own hydro calculations.

Key words: erosion, technical erosion control measures, hydro calculations, landscaping, district Kroměříž

Obsah

Obsah.....	7
1. Úvod a cíl práce.....	9
2. Metodika.....	11
3. Problematika eroze	12
3.1 Druhy eroze	13
3.2 Vodní eroze	13
3.3 Následky eroze	15
3.4 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí.....	16
4. Protierozní opatření	19
4.1 Organizační protierozní opatření.....	19
4.2 Agrotechnická protierozní opatření.....	21
4.3 Technická protierozní opatření (TPeO).....	21
4.3.1 Zemní úpravy	23
4.3.1.1 Terénní urovnávky	23
4.3.1.2 Protierozní meze.....	23
4.3.1.3 Terasy	25
4.3.2 Hydrotechnické prvky	27
4.3.2.1 Protierozní příkopy.....	27
4.3.2.2 Průlehy	29
4.3.2.3 Ochranné hrázky	31
4.3.2.4 Zatravněné údolnice	33
4.3.2.5 Protierozní nádrže	34
4.3.2.6 Protierozní cesty	36
4.4 Ochrana půdy v pozemkových úpravách	36
5. Realizovaná technická protierozní opatření (TPEO) v rámci pozemkových úprav.....	38
5.1 Katastrální území Blazice.....	39
5.1.1 Protierozní meze/průlehy ZP1 a ZP2	39
5.1.2 Protierozní příkop K1	40
5.2 Katastrální území Lutopecny.....	42
5.2.1 Protierozní příkop P5 a P8	42
5.2.2 Protierozní suchá nádrž	44
5.2.3 Zatravněná údolnice ZU2.....	45

5.3	Katastrální území Popovice u Kroměříže.....	46
5.3.1	Protierozní nádrž	46
5.4	Katastrální území Prusinovice.....	47
5.4.1	Sběrný protierozní příkop.....	47
6.	Zhodnocení protierozního poldru v k.ú. Lutopecny a návrh vhodné alternativy	49
6.1	Charakteristika území.....	49
6.2	Klimatické poměry	50
6.3	Hydrologické poměry.....	50
6.4	Geologické poměry	51
6.5	Pedologické poměry a zemědělský půdní fond.....	51
6.6	Stávající protierozní poldr.....	52
6.7	Výpočet univerzální rovnice (USLE) pro řešené území	53
6.7.1	Faktor R.....	53
6.7.2	Faktor K.....	53
6.7.3	Faktor S	54
6.7.4	Faktor L	55
6.7.5	Faktor P	56
6.7.6	Faktor C.....	56
6.7.7	Výpočet smyvu půdy v zájmovém území	56
6.7.8	Výpočet povrchového odtoku metodou CN křivek v zájmovém území	58
6.7.9	Výpočet doby doběhu a koncentrace povrchového odtoku v zájmovém území ..	60
6.7.10	Výpočet kulminačního průtoku.....	61
6.7.11	Výpočet odhadovaného transportu splavenin v zájmovém území.....	63
6.7.12	Alternativní návrh protierozního opatření v zájmovém území	66
6.7.13	Katalogové listy.....	68
7.	Diskuze.....	69
8.	Závěr.....	70
9.	Domácí literatura.....	72
10.	Cizojazyčná literatura.....	75

1. Úvod a cíl práce

Nejcennějším přírodním bohatstvím je půda – žijící prostorový útvar s transformační, translokační a produkční schopností, která podmiňuje tvorbu biomasy (Jandák 2008). Je neustále se vyvíjející přírodní útvar vznikající činností půdotvorných faktorů. Základním prvkem pro tvorbu půdy je matečná hornina, nejčastěji magmatického, metamorfovaného nebo sedimentárního původu, která se chemickým a fyzikálním zvětráváním přeměňuje v půdotvorný substrát. Ten se pak půdotvornými činiteli (organismy) mění v půdu (Janeček a kol., 2008). OSN definuje půdu jako „omezený a nenahraditelný zdroj; v případě postupující degradace a její ztráty se stává tento zdroj v mnoha částech světa hranicí dalšího rozvoje lidské společnosti. Jestliže by půda přestala existovat, přestane existovat biosféra s ničivými následky pro lidstvo“ (Holý 1994).

Dalším důležitým zdrojem biosféry je voda. Její význam pro člověka a životní prostředí definuje ve 12 bodech Evropská charta o vodě vyhlášená Evropskou radou 6.5.1948 ve Strasburgu. Již v té době upozorňovala na nutnost ochrany, udržování zásob a pokud možno i rozhojňování sladké vody, neboť její zásoby nejsou nevyčerpatelné (Beran 2009).

Erozi rozumíme rozrušování zemské kůry, ke které dochází právě destrukčními účinky vody a větru. Erozní síly naruší povrch, odnesou půdní hmotu a následně dojde k jejímu usazení v místech snížení účinnosti erozních faktorů (Holý 1994). Tato činnost probíhá za přirozených podmínek pozvolna, pro lidskou generaci téměř nepozorovatelně a neškodně, označujeme ji jako erozi normální (Cáblík, Jůva 1963) neboli vyrovnanou (Zachar 1970). Ale až poslední dobou člověk svým nešetrným chováním prohlubuje a zvyšuje negativní dopad eroze. Vznikají tak obrovské ztráty půdy, postupnému zhoršování kvality půdního profilu, nižší úrodnosti, vyšším nákladům a dalším negativům. Půda odnesená erozními činiteli bývá nenávratně ztracena. Navíc množství odnosu mnohonásobně převyšuje přirozeně vznikající množství nové půdy (Schwab 1993).

Pozemkové úpravy jsou v České republice jednou z nejúčinnějších forem krajinného plánování. Jejich účelem je zabezpečit racionální využívání krajiny a její ochranu použitím právních, biotechnických a organizačních opatření (Sklenička 2003). Nedílnou součástí pozemkových úprav je i problematika eroze v rámci návrhu společných zařízení.

V diplomové práci se budu zabývat již realizovanými protierozními opatřeními navrženými v rámci pozemkových úprav. Podkladem mi budou z data poskytnutá pozemkovým úřadem v Kroměříži a zpracované výsledky vlastního terénního průzkumu.

První část práce tvoří literární rešerše, ve které jsou popisovány erozní procesy, vodní eroze, protierozní opatření a také pozemkové úpravy.

Druhou část práce tvoří analýza účinnosti technických protierozních opatření v katastrálních územích obcí Blažice, Lutopecny, Popovice a Prusinovice, spadajících do okresu Kroměříž.

Závěrem zhodnotím tyto opatření a navrhu vhodnější alternativu.

2. Metodika

Postup práce lze rozdělit do několika na sebe navazujících úseků: studium dané problematiky a související literatury, vypracování literární rešerše, sběr dat a vlastní terénní průzkum, vyhodnocení dat a poznatků z terénního průzkumu s následnou tvorbou katalogových listů pro potřeby VÚMOP, v. v. i., výběr lokality pro bližší výzkum a její následný rozbor včetně hydrotechnických výpočtů na jejichž základě jsem navrhovala protierozní opatření.

Nejprve bylo nutné se důkladně seznámit s problematikou eroze a protierozních opatření, především opatření technických. Podkladem k tomuto kroku mi byly především zdroje dostupné v Zemědělské a potravinářské knihovně, Státní technické knihovně, Knihovně ČZU a knihovně VÚMOP, v. v. i.. Tyto zdroje mi zároveň posloužily jako podklady pro literární rešerši a jsou uvedeny v seznamu použité literatury a zdrojů.

Jako podklad pro terénní průzkum mi byl Dotazník vytvořený v. v. i. VÚMOP pro interní potřeby v rámci zpracování projektu Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření a data k realizovaným pozemkovým úpravám poskytnutá Pozemkovým úřadem v Kroměříži. Po nastudování dokumentace k pozemkovým úpravám jsem provedla vlastní terénní průzkum, při němž jsem zaznamenala, přeměřila a zdokumentovala současný stav protierozních opatření. Vyhodnocení terénního průzkumu a projektové dokumentace je zaznamenáno v katalogových listech (příloha č. 1-7) a je i dispozici i ve výroční zprávě projektu NAZV č. QI91C008 – Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření za rok 2010 (VÚMOP 2010).

Po konzultaci s vedoucím práce prof. Janečkem jsem se zaměřila na ochranu intravilánu obce Lutopecny, který v současnosti zajišťuje suchá nádrž. Mým úkolem bylo navrhnout jiné řešení. Před samotným návrhem jsem musela spočítat hydrotechnické výpočty – vymežit povodí, zjistit ztrátu půdy, stanovit objem odtoku metodou CN-křivek, určit dobu doběhu, koncentraci povrchového odtoku a stanovit kulminační průtok. Na základě těchto výpočtů jsem navrhla alternativní protierozní opatření: zatravněné údolnice, protierozní příkop a retenční hrázku včetně jejich nadimenzování. Pro tuto část jsem použila data poskytnutá Českým úřadem zeměměřičským a katastrálním, VÚMOP v. v. i. a mapové podklady dostupné z webových stránek www.geoportal.cenia.gov a byla zpracována pomocí programu Microsoft Excel sady Microsoft Office a programu ArcGis (ArcMap a ArcCatalog) firmy ESRI.

3. Problematika eroze

Samotné slovo „eroze“ má svůj původ v latinském „erodere“ – rozhlašovat a zabývat se jí poměrně nová věda – erodologie (Janeček a kol., 2008). Erozi charakterizujeme ji jako třífázový proces způsobený činností vody, větru, sněhu nebo ledovců. V první fázi se uvolní částice z půdní hmoty, ve druhé jsou uvedenými činiteli transportovány a ve třetí fázi dochází k poklesu transportní energie k usazení půdních částic (Holý 1994). Takto je každoročně odneseno desítky tisíc tun kvalitní zemědělské půdy. Usazené půdní částice (splaveniny) se dostávají do vodních toků a vodních ploch, kde způsobují značné škody a jsou považovány za celosvětově největšího znečišťovatele povrchových vod (Janeček a kol. 1992). Ekonomický i ekologický dopad je zde zcela zřejmý – snížená vrstva půdy je ochuzena o ornici a klesají tak výnosy, jsou odnášeny nejmenší půdní částice, což zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd a zvyšuje šterkovitost, snižuje je mocnost půdního profilu, obsah živin a humusu, postupně se znesnadňuje pohyb pro zemědělské stroje, dochází k hutnění půdního profilu a v neposlední řadě zvyšuje i potřebné množství osiva, sadby a hnojiv. Usazené splaveniny zhoršují kvalitu povrchových vod, zanášejí nádrže, snižují průtočnost vodních toků a ploch, zakalují je, zhoršují prostředí pro vodní organismy (Janeček a kol., 2008) a vznikající sedimenty jsou dále zpracovávány jako odpad (Bláha 2011). Odhaduje se, že celková plocha degradované půdy je více než 2 miliardy hektarů, což by znamenalo globálně o 30% více produktivní půdy (Janeček 1996).

Tento přírodní proces probíhá v přirozených podmínkách zvolna. Je však urychlován lidskou činností, nejvýrazněji stále intenzivnější zemědělskou činností (Boardman, Poesen 2006), velkoplošným obhospodařováním půdy a stále narůstající stavební činností (Podhrázská a kol., 2006). Obdobně rozdělil erozi již Bennet (1939) na erozi normální nebo-li přirozenou, která by se vyskytovala vždy a zrychlenou, kterou urychluje člověk svým počínáním. Foster (1973) poukazuje na nutnost udržení rovnováhy vody a půdy. Pokud půda pojme dopadající množství srážek, je vše v pořádku. Převáží-li srážkový úhrn a jeho kinetická energie pufrační schopnost půdy, je půda rozrušována a transportována. V opačném případě, kdy se vláhy nedostává je půda vysušená a náchylná z větrné erozi. Vláhů je třeba dodat uměle pomocí závlahových zařízení.

Příkladem extrémně antropologicky zvýšených erozních procesů nám může být stonásobné zvýšení erozního odnosu v rámci scelování pozemků při kolektivizaci zemědělství v bývalém Československu (Buzek 1995).

3.1 Druhy eroze

Podle Janečka (2008) je možné podle činitele erozi rozdělit na:

- fluviální (vodní)
- eolickou (větrnou)
- glaciální (ledovcovou)
- nivální (sněhovou).

Holý (1978) zmiňuje ještě erozi:

- zemní
- antropogenní.

3.2 Vodní eroze

Vodní eroze je vyvolává kinetická energie dešťových kapek dopadajících na půdní povrch a následně mechanickou silou povrchově stékající vody. Povrchový odtok vzniká z přívalových nebo dlouhotrvajících srážek, ze sněhových vod při jarním tání a také koncentrací vody v přirozené i umělé hydrografické síti (Holý 1994).

V případě, že intenzita a úhrn dešťové srážky převyšují infiltraci vody do půdy, dochází k povrchovému odtoku. Vodní eroze se projevuje smyvem půdy (i málo nápadným), zpočátku plošným až postupně může docházet k vytváření erozních rýžek, rýh a stružek soustřeďujících povrchový odtok. Snižuje mocnost ornice, ochuzuje ji o živiny, zhoršuje její vodní jímavost a způsobuje vznik lokálních nánosů zeminy v dolních partiích svahu (Kvítek 2003). Ve vyhraněných případech se může půdní profil snížit až na skalní podloží (Janeček a kol. 2008).

Vodní erozi dělíme na mořskou a kontinentální (Toy et al. 2002). V našich podmínkách se zabýváme pouze kontinentální, kterou dále dělíme na vodní erozi plošnou, výmolnou a proudovou. Při plošné erozi působí erozní činitele rovnoměrně po celé ploše pozemku nebo jeho určité části. Významnou roli zde má i členitost pozemku – čím je členitost vyšší, tím lepší jsou i podmínky pro soustřeďování vody a vznik plošné eroze. Voda se však soustřeďuje i na rovném pozemku a tvoří rýžky, čímž částečně splývá s erozí výmolnou (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Plošná energie ve své první fázi tvoří drobné jamky (kapková eroze), voda v nich soustředěná se pak dává vlivem svahu terénu do pohybu. Při malé kinetické energii jsou

vodou vyplavovány nejjemnější půdní části a na povrchu půdy se začíná tvořit hrubozrnná vrstva skeletu. Soustředováním odtoku vznikají několikacentimetrové rýžky (rýžková eroze), které se při postupném soustředování většího množství vody prohlubují do rýh různých velikostí a tvarů. Pokud příčný profil rýhy přesáhne šíři 1m, hovoříme již o stržích, což je největší forma erozních rýh (Janeček a kol. 2008).

Podle Janečka (2002) je vznik, průběh a intenzita erozního procesu ovlivněna kombinovaným působením řady přírodních a člověkem ovlivněných podmínek. Tyto tzv. faktory eroze dělí na:

a) klimatické a hydrologické

- zeměpisná poloha
- nadmořská výška
- množství, rozdělení a intenzita srážek
- povrchový odtok
- teplota, oslunění, výpar
- výskyt, směr a síla větru

b) morfologické

- sklon území
- délka a tvar svahu
- expozice, nevětrnost

c) geologické a půdní

- povaha horninového substrátu
- půdní druh a typ
- textura a struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu

d) vegetační

- hustota a délka trvání vegetačního pokryvu

e) způsob využívání a obhospodařování půdy

- poloha a tvar pozemků
- směr a technologie obdělávání

- střídání plodin

Za hlavní příčiny současné eroze zemědělských půd u nás lze považovat:

- přílišné zvětšení velikosti oraných pozemků na svazích a vytváření nevhodných tvarů pozemků, prodlužující jejich délku po spádnici a tím i dráhu erozi působícího odtoku,
- rušení bývalých hydrografických prvků v krajině, zkracujících povrchový odtok po pozemcích, včetně jeho neškodného odvádění jako jsou cestní příkopy a zatravněné údolnice,
- rozšířené pěstování širokořádkových plodin (okopanin, kukuřice) a kultur na svazích bez protierozních opatření, na úkor víceletých píceňin a trvalých travních porostů a jejich soustředování do velkých celků – povodí, s častými následky katastrofálních povrchových odtoků a smyvů půdy,
- zhutňování půdy, snižující propustnost půdy pro vodu a tím zvyšování podílu povrchového odtoku a eroze i na méně svažitéch pozemcích,
- absence strojů, které kromě základních agrotechnických operací přispívají k ochraně půdy, zejména v období střídání a počátečního růstu plodin (Janeček a kol. 1992).

3.3 Následky eroze

Dlouhodobé působení eroze působí značné kvalitativní i kvantitativní změny vlastností půdy. Nejdůležitějším negativním dopadem je snížení úrodnosti půdy (Jambor, Ilavská 1998). Z fyzikálních vlastností eroze mění infiltrační schopnost, objemovou hmotnost, texturu, strukturu, vodní kapacitu, pórovitost, hloubku půdy pro vývoj kořenů a další. Z chemických vlastností je nejvýznamnější snižování obsahu minerálních látek, snižování obsahu organické hmoty a humusu v půdě a obnažování podorniční vrstvy s nízkou přirozenou úrodností a vyšší kyselostí (Janeček a kol., 2008). Dochází tak k znehodnocení míst erodovaných (transportní zóna), míst sedimentačních (zóna akumulací) a postupně je snižován produkční potenciál půd (úrodnost) (Rosenbloom a kol., 2001; Strauss, Klaghofer 2001). Pasák (1984) uvádí, že erozní odnos 1cm půdy znamená snížení úrodnosti půdy o 3%. Oproti tomu Hraško (1985) uvádí, že odnos již 1mm půdy znamená 2-3% snížení úrodnosti půdy. Smyté částice půdy zanášejí vodní toky a nádrže, znečišťují vodní zdroje, intravilány a celkově mají nepříznivý vliv na životní prostředí (Ježek 1987).

Erozi jsou narušovány přírodní procesy v biosféře (Podhrázská a kol. 2006). Dále způsobuje ztráty osiva a hnojiv, znesnadňuje pohyb zemědělské mechanizace po pozemku (Janeček a kol. 2002) a působí velké škody i vně hranic erodovaných pozemků. Není výjimkou, že tyto škody přesahují škody na samotných pozemcích. Proto je nutné si uvědomit, že jakékoliv zúrodnování již poškozené půdy je mnohem dražší a časově náročnější než samotná prevence a ochrana půdy (Janeček a kol. 2008).

Paradoxně v posledních letech se ukazuje, že kvalita půdy není dlouhodobě významně poškozována, ale stále výraznější jsou dopady erozních a transportních procesů. Nejvýraznější je vliv na kvalitu vody. Část uvolněné půdy je transportována do vodních toků. Na transportovaných půdních částicích jsou navázány různé škodliviny, které se následně promítají do kvality vody. Jsou to hnojiva, živiny, rezidua pesticidů, těžké kovy. Nejvýraznějším polutantem ve vodních tocích je však bezesporu fosfor (Dostál 2009). Sedimenty dále narušují biologickou rovnováhu v tocích a nádržích a dochází k eutrofizaci (Holý 1994). Výše uvedené procesy však nejsou jediným znečišťovatelem vod. Významně se na zhoršené kvalitě vod podílí různé bodové zdroje průmyslových a komunálních odpadních vod (Janeček a kol. 1998).

3.4 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí

Odhad ztráty půdy a plánování protierozní ochrany je vždy nejefektivnější řešit pouze pro konkrétní situaci, neboť faktory ovlivňující ohroženost pozemků vodní erozí bývají rozdílné (Janeček a kol. 2008).

V současné době je za nejvhodnější metodu výpočtu ztráty půdy považována univerzální rovnice pro výpočet průměrné dlouhodobé ztráty půdy z pozemků tzv. USLE od Wischmeiera a Smithe (1978):

$$G = R * K * L * S * C * P \quad [t/ha \text{ za rok}]$$

G – dlouhodobá ztráta půdy erozí v t/ha za rok

R – faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na jejich četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii

K – faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice,

obsahu organické hmoty a zrnitosti

L – faktor délky svahu, zohledňující vliv nepřerušené délky svahu a velikost ztráty půdy

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

C – faktor ochranného vlivu vegetace, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice

P – faktor účinnosti protierozních opatření

Výsledek je vztažen k tzv. standardnímu pozemku o délce 22,13m, sklonu svahu 9%, udržovanému jako kypřený černý úhor kultivovaný ve směru sklonu pozemku (Toman 1996; Janeček a kol. 2007).

Výsledná hodnota v tunách na hektar, udává dlouhodobý průměr množství půdy, které může být v dlouhodobém měřítku za daných podmínek vodní erozí rozrušeno a transportováno. Rovnice již dále nezahrnuje akumulaci sedimentů a nelze ji použít pro kratší dobu než je jeden rok, nebo jednu konkrétní srážku či tání sněhu (Janeček a kol 2007, Janeček a kol. 2008).

Pokud je výsledná vypočtená ztráta půdy vyšší než přípustná ztráta půdy, je zřejmé, že současný způsob využívání pozemku dostatečně nezabezpečuje protierozní ochranu půdy. V tomto případě je nutné uplatnit vhodné protierozní opatření, jejichž účinnost sníží hodnotu některého z faktorů univerzální rovnice, tudíž se sníží i výsledná vypočtená ztráta půdy (Janeček a kol. 1992; Toman 1996; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Tab. 1 Hodnoty přípustných ztrát stanovených podle hloubky půdního profilu:

Hloubka půdy		5. místo kódu BPEJ	t*ha ⁻¹ * rok ⁻¹
půdy mělké	0 - 30 cm	5, 6, 8, 9	1
půdy středně hluboké	30 - 60 cm	4, 7	4
půdy hluboké	nad 60 cm	0, 1, 2, 3	10

Dostál (2007) uvádí průměrnou roční ztrátu na zemědělský pozemcích v ČR kolem 2,7 t/ha.rok. Jednoznačně největší zastoupení v ČR mají půdy středně hluboké s přípustnou ztrátou 4 t/ha.rok, může se proto jevit, že situace v ČR není nijak vážná. Avšak téměř každá vodní nádrž s významnějším podílem orné půdy z povodí je silně eutrofizována a vykazuje nadlimitní koncentrace fosforu (Dostál 2009).

Tab. 2 Potencionální ohrožení zemědělských půd ČR vodní erozí (Kozák 2010)

Stupeň ohrožení	Povrchový odnos (t.ha⁻¹.rok)	% zemědělské půdy
velmi slabé	< 1,5	3
slabé	1,6 - 3,0	26
střední	3,1 - 4,5	25
silné	4,6 - 6,0	17
velmi silné	6,1 - 7,5	11
extrémní	> 7,5	18

4. Protierozní opatření

Pokud je vypočtená průměrná ztráta půdy vyšší než stanovené limity je nutné pomocí protierozních opatření snížit množství erodované půdy (Janeček a kol. 1992). Při návrhu konkrétního způsobu ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a ochrana zasažených objektů (vodních zdrojů, toků a ploch, intravilánu obcí či měst). Dále musí být zohledněny zájmy vlastníků a uživatelů půdy, ochrana přírody, krajiny a životního prostředí (Janeček a kol. 2008).

V České republice se protierozní opatření realizují převážně formou pozemkových úprav. Nejprve je proveden průzkum erozní ohroženosti, poté samotný návrh (Podhrázká, Dufková 2005). Při průzkumu se analyzují příčiny eroze (typ půdy, morfologie terénu, délka svahu, pěstované plodiny aj.), dále se hodnotí funkčnost a praktičnost stávajících protierozních prvků a jejich možné začlenění do nového uspořádání půdního fondu (Podhrázká a kol. 2006).

Hlavním účelem protierozních opatření je podporovat vsak vody do půdy, chránit půdu před účinky dopadajících kapek deště, zlepšovat soudržnost půdy, podporovat vsak do půdy, neškodně odvádět povrchově odtékající vodu, zachycovat smytou zeminu a omezovat unášecí sílu vody a soustředěného povrchového odtoku (Janeček a kol. 2008).

Protierozní opatření dělíme na **organizační**, **agrotechnická** a **technická**. V praxi se nejčastěji setkáme s jejich vzájemně se doplňující kombinací tak, aby byly respektovány současné základní požadavky a možnosti zemědělské výroby (Janeček a kol. 1992; Janeček a kol. 2008).

4.1 Organizační protierozní opatření

Základním organizačním protierozním opatřením je změna velikosti a tvaru pozemků, jejich situování delší stranou po vrstevnici a vymezení parcel vhodných ke změně druhu pozemku. téměř vždy je navrhujeme společně s ostatními protierozními opatřeními. Zcela zásadní je i spolupráce a kladný přístup hospodařících subjektů (Janeček a kol. 2007).

Účinnost závisí na rozdílné půdoochranné funkci pěstovaných plodin a kultur. Čím déle zapojený a hustší je porost, tím lépe je půda ochráněna před erozními činiteli a povrchovým odtokem (Janeček a kol. 2002).

Znalost příčin vzniku erozních jevů a zákonitosti jejich rozvoje vyúsťují společně se zásadami protierozní ochrany organizačního charakteru v obecné protierozní zásady – včasný termín výsevu plodin, rozmístění plodin podle ohroženosti pozemku, zařazování bezorebně setých meziplodin, výsev víceletých píceňin do krycí podmínky a posun podmínky do období s nižším výskytem přívalových dešťů (na září). Důležitý je i vegetační pokryv, který chrání půdu před přímým dopadem kapek, podporuje však srážkové vody do půdy a kořenovým systémem zvyšuje soudržnost půdy (Janeček a kol. 2007), nejvíce v období největšího ohrožení půdy erozí v době tání sněhu a v období výskytu přívalových dešťů od poloviny května do konce srpna (Pasák a kol. 1983).

Mezi organizační protierozní opatření řadíme:

- delimitaci kultur
- ochranné zatravnění a zalesnění
- protierozní osevní postupy
- pásové pěstování plodin
- pozemkové úpravy (měníme jimi velikost a orientaci pozemků, včetně trasování polních cest) (Janeček a kol. 2008).

Delimitací pozemků rozumíme prostorové a funkční optimalizace pozemků k pěstování jednotlivých kultur (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Ochranné zatravnění používáme v místech, která nejsou vhodná jako orná půda vzhledem k vysokým ztrátám půdy, neboť zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochrana. Zatravněvány by měly být také plochy břehů vodních toků a ploch, dráhy soustředěného povrchového odtoku a profily průlehů a těles ochranných hrázek (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Protierozní rozmíst'ování plodin, obecná zásady ochrany půdy, vychází z toho, že jednotlivé plodiny mají různé protierozní účinnosti. Seřazení plodin od nejvyšší po nejnižší erozní účinnost: travní porosty – jetel – vojtěška – ozimé obilniny – jarní obilniny – řepka ozimá – hrách – plodiny okopaninového charakteru (slunečnice, brambory, cukrovka, kukuřice) (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Zásada pásového střídání plodin spočívá v prokládání pásů plodin s nižší erozní účinností s pásy s vyšší erozní účinností (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

4.2 Agrotechnická protierozní opatření

Hlavním účelem agrotechnických opatření je minimalizovat období, kdy je půda bez vegetačního pokryvu, neboť právě tehdy nejvíce podléhá erozi. Dále mají za úkol zlepšit vsakovací schopnost půdy, zvýšit její protierozní odolnost a vytvořit ochranu půdního povrchu především v období největšího výskytu přívalových srážek. Pokryv půdy vegetací nebo posklizňovými zbytky tlumí kinetickou energii dopadajících kapek a eliminuje destrukci půdních agregátů (Janeček a kol. 2008).

Mezi tato opatření řadíme především půdoochranné technologie pěstování plodin, především vrstevnicové obdělávání a ponechání posklizňových zbytků na povrchu půdy - výsev do strniště, výsev do ochranné plodiny, výsev do hrubé brázdy, mulčování, důlkování, hloubkové kypření atd. (Hůla a kol. 2003). Zajímavé například je, že Pasák (1984) zdůrazňuje negativní účinek podmítky, zatímco Holý (1978, 1994) je názoru opačného.

Podle Janečka (2008) lze pěstované plodiny rozdělit podle stupně ochrany povrchu půdy před erozí na tři skupiny:

- plodiny s vysokým protierozním účinkem po celou dobu vegetačního období, jimiž jsou travní porosty, jetelotrávy a jeteloviny
- plodiny s dobrou protierozní účinností po převážnou část vegetačního období, jimiž jsou obiloviny, luskoviny a meziplodiny
- plodiny s nedostatečnou protierozní ochranou po většinu vegetačního období, jimiž jsou brambory, cukrová řepa a kukuřice.

V porovnání např. s osevním postupy je výhodou, že do jisté míry lze uplatnit i plodiny s nízkou protierozní účinností, ale vysokým tržním významem. Nevýhodou jsou vysoké investice potřebné na nákup vhodných zemědělských strojů (Fulajtár, Janský 2001).

4.3 Technická protierozní opatření (TPeO)

V případě, že hodnoty přípustné ztráty půdy nelze snížit organizačními nebo agrotechnickými opatřeními používáme opatření technického charakteru (Janeček a kol. 1992; Kvítek, Tipll 2003; Janeček a kol. 2008). Používají se ale i v případě, že jsou technická opatření nejvýhodnější (příkopy, průlehy, ochranné hrázky a nádrže) (Janeček a kol. 2008).

Při řešení protierozní ochrany v konkrétních případech je většinou použito pouze organizačních a agrotechnických opatření nedostačujících. Doplnujeme je tedy technickými opatřeními, především liniového charakteru (Dumbrovský 1998; Podhrázská, Dufková 2005).

Organizační a agrotechnické typy opatření nemohou zaručit trvalou změnu způsobu využívání a ochranu půdy, neboť nemají charakter společných či veřejných opatření. Jejich funkčnost závisí na obhospodařujícím zemědělci, kterému jsou podány formou nezávazného doporučení (Uhlířová a kol. 2005). TPeO jsou dlouhodobá opatření, která při správné realizaci a zajištění dostatečné údržby mají trvalé účinky (Pasák a kol. 1974). Jejich nevýhodou je finanční náročnost a ze všech typů protierozních opatření nejvýrazněji zasahují do půdního fondu i krajinného rázu, např. vybudováním teras nebo příkopů. Jejich realizaci vždy přechází zpracování projektové dokumentace (Podhrázská, Dufková 2005).

Základem pro návrh TPeO je vytvoření vhodných tvarů a velikosti pozemků a jejich uspořádání. Ideální jsou pozemky obdélníkového tvaru s delší stranou kolmo na směr převládajícího větru, šíře pozemku ve stejném směru by neměla přesáhnout 50m (Pasák a kol. 1983).

Účelem protierozních technických opatření je:

- snížit sklon pozemku
- zlepšit podmínky pro infiltraci
- zpomalit povrchový odtok
- vyrovnat příčné terénní nerovnosti
- chránit pozemky před „cizí“ vodou, stékající z výše položených pozemků
- zkrátit délku svahu
- omezit soustředění odtoku
- zadržet povrchový odtok v uměle vytvořených průlezích a příkopech
- odvést povrchově stékající vodu do říční sítě
- ochránit intravilán obcí, měst a komunikace před škodami způsobenými povrchovým odtokem a smytou zeminou (Fulajtár, Janský 2001; Janeček a kol. 2008).

Technická protierozní opatření dělíme na dvě skupiny, *zemní úpravy* a *hydrotechnické prvky*. Mezi zemní úpravy řadíme terénní urovnávky, meze a terasy, mezi hydrotechnické prvky řadíme příkopy, průlehy, ochranné hrázky, zatravněné údolnice a nádrže (Kvítek, Tippl 2003; Janeček a kol. 2008).

4.3.1 Zemní úpravy

4.3.1.1 Terénní urovnávky

Účelem terénních urovnávek je přesunem orné půdy odstranit vertikální nerovnosti a snížit tak příčný sklon jednotlivých částí pozemku, čímž zároveň omezíme možnost soustředování povrchového odtoku a následný vznik rýhové eroze. Vzhledem k charakteru tohoto opatření jej zpravidla lze provádět jen na půdách hlubokých, jako nejvhodnější jsou doporučovány půdy sprašové (Janeček a kol. 1992; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008). Maximální sklon pozemku pro toto opatření je 18% (Toman 1996).

4.3.1.2 Protierozní meze

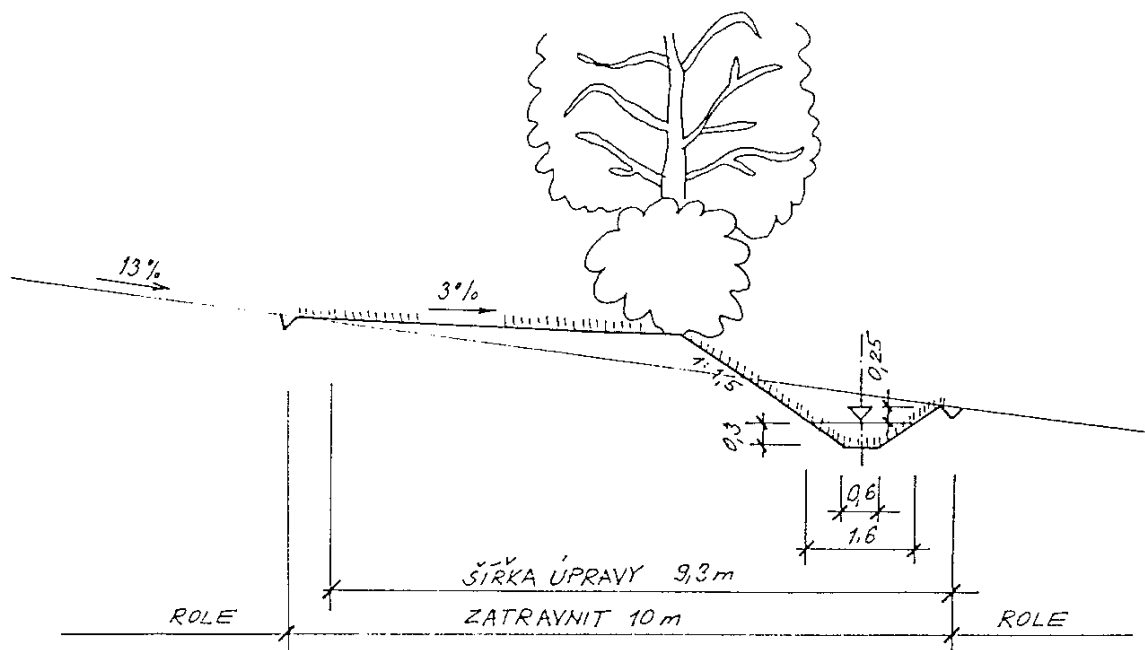
Byť mají meze velmi malou schopnost účinně přerušit povrchový odtok, byly a jsou považovány za významné protierozní opatření. Jejich protierozní účinnost spočívá hlavně v ovlivnění směru obdělávání pozemků po vrstevnici, následná možnost uplatnění pásového střídání plodin a mírné snížení sklonu svahu s těsné blízkosti mezí. Účinné jsou i meze se záklonem max. 3% od vrstevnice kombinované s hydrotechnickými prvky, příkopy či průlehy (Dumbrovský 1998; Janeček a kol. 2008). Dalším pozitivem je slučitelnost s dalšími protierozními opatřeními či jinými prvky plánu společných zařízení při projektování pozemkových úprav či jiných úprav krajinného rázu (Podhrázská, Dufková 2005). Vrstevnicové meze vznikají nejčastěji postupnou orbou, která vytvoří terénní stupeň o sklonu 1 : 1,5 a výšce cca 1 – 1,5m. Svahy jsou zatravněny či osázeny keři a stromy. Další alternativou je i kamenná rovnanina (Janeček a kol. 2008).

Jejich výhodou je minimální následná údržba, dlouhá doba životnosti, zvyšující se užitná hodnota, vysoký infiltrační a filtrační účinek a vysoká ekologická hodnota. Nevýhodou je minimální účinnost na přerušování povrchového odtoku a nutnost vytvoření propusti pro zprůjezdnění meze (Dumbrovský a kol. 1995; Podhrázská, Dufková 2005).

Samotná protierozní mez se skládá ze tří částí – *zasakovacího pásu* nad mezí, *vlastním tělesem* meze a *odváděcích prvků* pod mezí (Podhrázská, Dufková 2005).

Při výskytu dešťů nebo tání sněhu je stékající voda se splaveninami intenzivně infiltrována na zasakovacím pásu a zároveň se dochází k sedimentaci splavenin. Tento proces je způsobován snížením sklonu těsně nad tělesem meze a následným zdrsňujícím účinkem travního pokryvu. Zbylá část povrchového odtoku je svedena průlehem nebo příkopem pod mezí (Dumbrovský a kol.1995).

Obrázek 1: Schéma protierozní meze s příkopem (Dumbrovský a kol. 1995)



V dnešní době se doporučuje ponechat současné meze a doplnit či opětovně vytvořit meze zrušené rozoráváním za účelem scelování pozemků do větších celků. Scelování pozemků zároveň vytvořilo zemědělskou krajinu neprůchodnou pro člověka i polní a lesní faunu. Z důvodu lepší prostupnosti krajiny se meze kombinují s polními cestami (Dumbrovský a kol. 1995; Podhrázská, Dufková 2005).

Velký význam mezí je nejen z hlediska protierozního, ale i z hlediska krajinně estetického a ekologického. Začleňujeme je jako součást lokální biokoridorů při návrhu územního systému ekologické stability (ÚSES), opticky člení krajinu, zvyšují biodiverzitu, slouží jako migrační zóny nebo hnízdiště drobným živočichům (Dumbrovský a kol. 1995; Podhrázská, Dufková 2005).

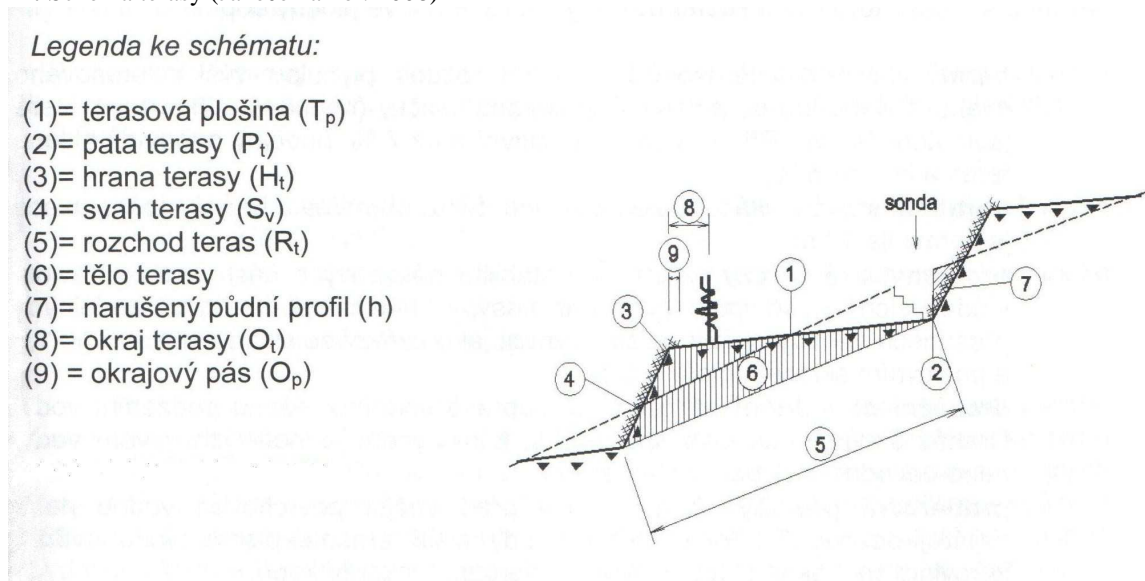
4.3.1.3 Terasy

Terasy jsou nejstarší doložené protierozní opatření známé již od starověku. Největšímu rozvoji se těší v oblasti monzunové Asie v horských oblastech. Jejich účel je zde ale produkční, tímto způsobem je pěstována rýže. (Fulajtár, Janský 2001).

Jako protierozní prvek jsou terasy velmi účinné (Pasák a kol. 1984). Pasák (1984) uvádí jejich použitelnost pro svahy o velkých sklonech nad 15%, Janeček (2007, 2008) pro svahy o extrémním sklonu nad 20%.

Jejich cílem je zmírnit nebo odstranit svažitosť, přerušit délku svahu a zlepšit nebo umožnit použití zemědělské mechanizační techniky. Umožňuje využívat pozemky, které by pro jejich velkou svažitosť a členitosť nebylo možné efektivně využívat. Podmínkou pro terasování je výskyt hlubokých až velmi hlubokých půd (Pasák a kol. 1984; Jambor, Ilavská 1998; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Obrázek 2: Schéma terasy (Janeček a kol. 2008)



V praxi je používáme jako krajní řešení protierozní ochrany, neboť silně narušují geologii, geomorfologii, pedologii a biorytmus krajiny. Nezbytně nutné je zachování a respektování alespoň části původního terénu (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008). Budování teras je časově i investičně náročné. Problémem je také zabezpečení stejné úrodnosti půdy na terasové plošině (Fulajtár, Janský 2001). Před zahájením stavby teras je proto nutné odebrat horní vrstvu půdy ho hloubky min. 20cm a uložit ji na meziskládku (Janeček a kol. 2008).

V krajině vytváří terasy výrazný prvek. Zvýrazňují členitost, napodobují původní krajinný ráz s typickými prvky mezi atd. Vhodným ozeleněním křovinnými a stromovými porosty lze krajino tvorný efekt zvýraznit. Kořenovým systémem stromů navíc posílíme stabilitu terasových svahů (Pasák a kol. 1984).

Terasy se skládají z *terasových plošin* a *terasových svahů*. Terasová plošina omezuje je produkční plocha terasy, limitovaná délkou a šířkou. Terasový svah je uměle vytvořený svah mezi jednotlivými plošinami. Náleží vždy k terase nad svahem a jeho plochu omezuje délka a šířka svahu. Optimální doporučená výška pro svah je 6m a neměla by přesáhnout 8m. Sklon u stupně do 1,5m 1 : 1, u vyšších svahů 1 : 1,25 až 1 : 1,5 (Janeček a kol. 2008).

Hlavní parametry pro výstavbu teras uvádí Janeček (2007) tyto:

- šířka, délka, podélný a příčný sklon terasové plošiny
- sklon, délka a výška svahu terasy
- způsob odvodnění terasové plošiny
- způsob zpevnění terasového svahu
- dopravní a agrotechnická přístupnost terasové plošiny.

Terasy dělíme na:

- úzké vrstevnicové
 - o šířka umožňuje výsadbu 1-2 řad vinné révy nebo ovocných stromků a keřů v běžném sponu, zároveň umožňuje průjezd běžné zemědělské techniky
- široké
 - o šířka umožňuje výsadbu 3 a více řad vinné révy nebo ovocných stromků a keřů v běžném sponu
 - o pro obdělávání, ošetření i kultivaci je možné použít všech mechanizačních zemědělských prostředků
- stupňové zemní
 - o terasový stupeň je stabilizován vegetačním pokryvem
- stupňové s opěrnými zdmi

- terasový stupeň je stabilizován opěrnou zdí nebo zárubní zdí, nejčastěji kamennou, betonovou nebo železobetonovou (Pasák a kol. 1984; Janeček a kol. 2008).

V současnosti se v České republice terasy z důvodu technické a investiční náročnosti téměř nenavrhují a nerealizují. Setkat se s nimi můžeme v podobě vinic nebo ovocných sadů vytvořených v minulosti (Janeček a kol. 2008).

4.3.2 Hydrotechnické prvky

Principem hydrotechnických prvků je řešení neškodného odvádění přívalových srážek v menších i větších povodích tak, aby nedocházelo k ohrožení půd, obcí, budov, komunikací, vodních staveb, vodních zdrojů aj. (Kvítek, Tippl 2003; Janeček a kol. 2008).

4.3.2.1 Protierozní příkopy

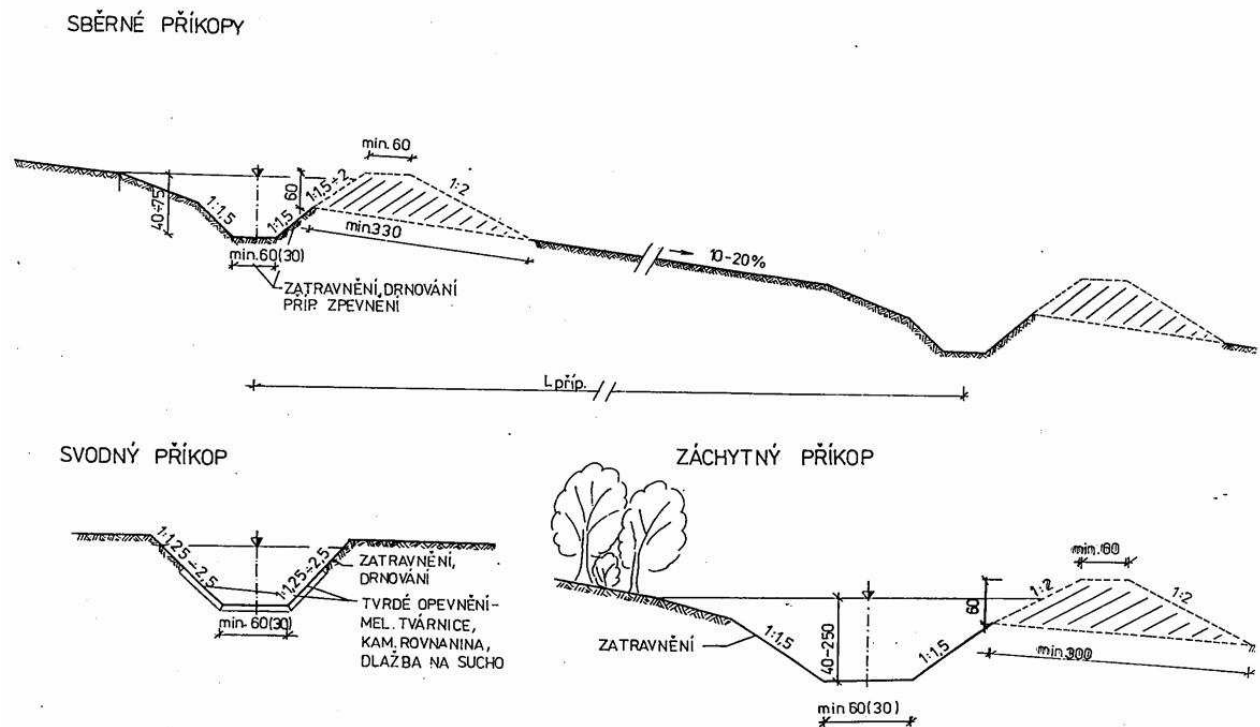
Protierozní příkopy doplňují hydrografickou síť. Slouží k zachycení a odvádění povrchového odtoku a splavenin do vsakovacích prostor nebo říční sítě, příp. mohou sloužit i pro vsakování povrchové vody. Dále zamezují přítoku cizí vody na pozemek a rozdělují dráhu povrchového odtoku u příliš dlouhých pozemků. Budují se jako jednotlivé prvky nebo soustava příkopů. Mohou být otevřené, zpevněné nebo nezpevněné, nejčastěji s příčným profilem ve tvaru lichoběžníku. Navrhují se v území s vyšší sklonitostí do 20% výrazně ohrožených erozí (Janeček a kol. 1992; Holý 1994; Fulajtár, Janský 2001; Kvítek, Tippl 2003; Podhrázká, Dufková 2005; Janeček a kol. 2008).

Rozdělujeme je na:

- záchytné
 - slouží k ochraně níže položených pozemků před povrchově soustředěným odtokem přitékajícím z výše položených zemědělských i nezemědělských pozemků
 - navrhovaný sklon bývá 1 : 1,5, šíře dna 0,2 - 2,5m a hloubka vody 0,05 – 2,5m
- sběrné

- jejich účelem je zachytávání vnitřních vod, nebo k přerušení příliš velké délky pozemku po spádnici
- svodné
 - bezpečně odvádí odtok do recipientu (Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984; Janeček a kol. 1992; Janeček a kol. 2008).

Obrázek 3: Schéma sběrného, svodného a záchytného příkopu (Janeček a kol. 2008)



Na základě hydrologických a hydraulických výpočtů navrhujeme parametry příkopů a typy opevnění. Nejběžnější je dimenzování příkopů na průtok pětileté (Q_5) až stoleté (Q_{100}) vody, podle požadovaného stupně ochrany (Podhrázská, Dufková 2005; Janeček a kol. 2008). Při návrhu je důležité dbát na průtočnost koryta, aby příkop odvedl návrhový kulminační průtok, nezanášel se ani nevymílal (Pasák a kol. 1984; Fulajtár, Janský 2001). Pro výpočet se vychází ze základní rovnice pro průtok a z Chézyho rovnice (Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984).

Protierozní příkopy a cestní síť patří do plánu společných zařízení při návrhu pozemkových úprav. Je proto velmi účelné využívat sítě cestních příkopů jako záchytných příkopů s protierozní funkcí. Zároveň lze toho opatření zahrnout v plánu společných zařízení

mezi vodohospodářská opatření a při návrhu doprovodné vegetace, i jako biokoridor v rámci územního plánu ekologické stability (ÚSES) (Pasák a kol. 1984; Sklenička 2003; Uhlířová a kol. 2005).

4.3.2.2 Průlehy

Průlehy jsou mělké široké příkopy s mírným sklonem svahů a s nulovým nebo velmi malým podélným sklonem. Považujeme je za jedno z nejzákladnějších podpůrných ochranných opatření na zemědělsky obdělávané půdě. Jejich účelem je zabránit projevům rýhové eroze, zachytit povrchovou vodu způsobenou přívalovými dešti nebo táním sněhu, umožnit však do půdy a neškodně odvést přebytečnou vodu z pozemku (Pasák a kol. 1974; Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984; Jambor, Ilavská 1998; Janeček a kol. 2008). Místně bývají naznačeny úlehem (mikrodepresí). Jsou účinnější a efektivnější než příkopy (Mazín 2010). Vyskytují se jako jednotlivé protierozní prvky nebo paralelně v soustavě (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Navrhujeme je na svazích s propustnými hlubšími půdami bez náchylnosti k sesuvům. Doporučený sklon pozemků je max. 15%, ve vyhraněných případech 18%, Pasák (1984) uvádí sklon 5 – 15% bez výjimky. Svahy nejčastěji zpevňuje pouze vegetační pokryv, sklon svahů 1 : 5 až 1 : 10. Větší sklon umožní snazší průjezdnost pro zemědělskou techniku (Holý 1994). Soustava sběrných průlehů bývá navrhována s rozestupy jednotlivých průlehů mezi 20 – 35m. Tato vzdálenost je závislá na několika faktorech – sklonu pozemku, intenzitě a celkovém úhrnu srážek a hydrologické charakteristice půd (Foster 1973; Pasák a kol. 1974; Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984, Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008). Při návrhu soustavy sběrných průlehů by paralelní vzdálenost jednotlivých průlehů neměla přesáhnout přípustnou délku pozemku (L) zjištěnou z univerzální rovnice pro přípustnou ztrátu půdy erozí - USLE (Janeček a kol. 2008).

Dle funkčnosti dělí Janeček (2008) průlehy na:

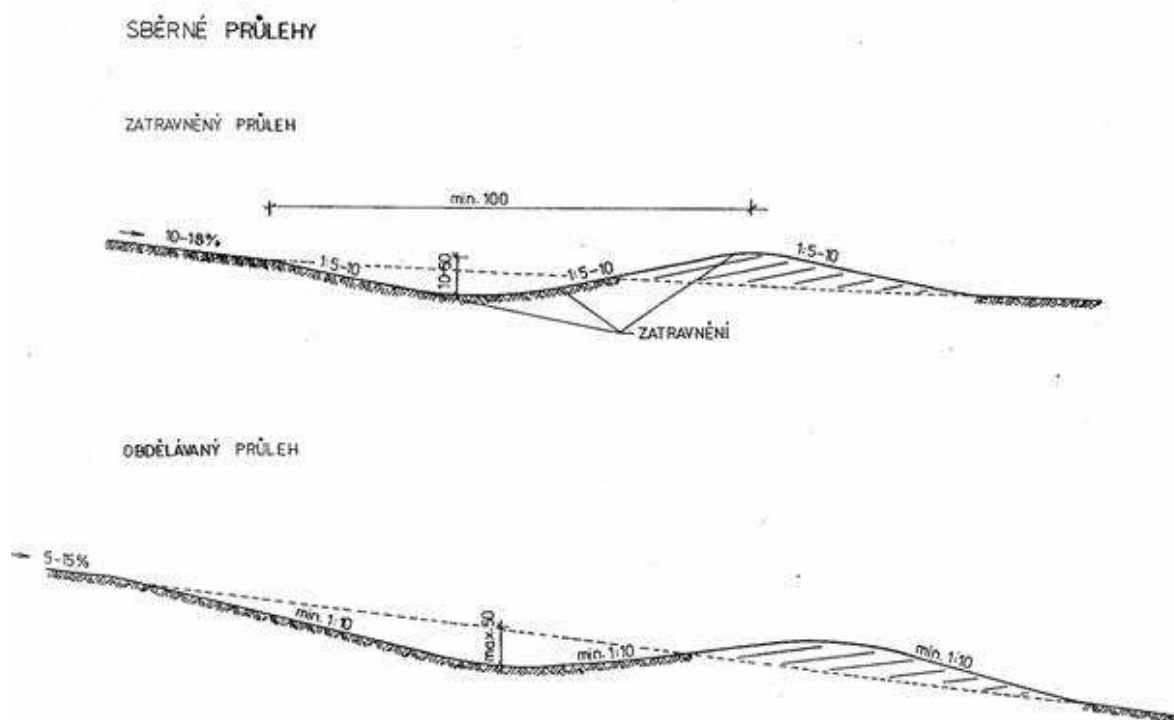
- záchytné
 - chrání pozemky před cizí vodou z výše položených pozemků
 - používají se v oblastech s vlhčími málo propustnými půdami (Janeček a kol. 1998)
- sběrné

- vsakovací – mající nulový nebo jen velmi malý sklon
 - vhodné pro lehčí propustné půdy v sušších oblastech a na pravidelné svahy v terénu (Podhrázská, Dufková 2005)
 - zadržují povrchový odtok, který se v nich následně vsákne do půdy (Pasák a kol. 1974; Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984)
 - však lze podpořit drenáží vedenou osou průlehu (Pasák a kol. 1974; Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984; Podhrázská, Dufková 2005)
 - tento typ průlehu nemusí být zpevněn, ale mělo by být možné jej obhospodařit (Janeček a kol. 1992)
- odváděcí – odvádí vodu z pozemku do svodných příkopů nebo průlehu
 - budují se na těžkých půdách s minimálním vsakem, ve vlhčích oblastech a ve zvlněném terénu (Podhrázská, Dufková 2005)
 - podélný sklon 1 – 5 ‰ (Holý 1994)
- záchytné kombinované – zachycená voda, která se nevsákne, bude neškodně odvedena z pozemku (Pasák a kol. 1974; Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984)
 - navrhují se na velmi dlouhých svazích na středně těžkých půdách (Mazín 2010)

- svodné

- odvádí vodu zatravněnými průlehy, nejčastěji formou zatravněných údolnic (Janeček a kol. 1992; Janeček a kol. 2008)
- zachycenou vodu odvádí do recipientu a tvoří tak základní článek hydrografické sítě (Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984)

Obrázek 4: Schéma sběrného průlehu (Janeček a kol. 2008)



Dimenzují se na desetiletý průtok (Q_{10}). Průleh má zabírat co nejmenší plochu a co nejméně překážet zemědělským mechanizačním strojům při obdělávání pozemků. (Pasák a kol. 1974; Pasák a kol. 1983; Pasák a kol. 1984).

Jejich výhodami v porovnání s příkopy je větší průtočná kapacita bez rizika zanesení průlehu unášenými předměty, snadná průjezdnost pro zemědělskou techniku i bez nutnosti budování propustků, nenáročná realizaci, nižší investiční náklady a minimální potřebná následná údržba (Dumbrovský 1998).

4.3.2.3 Ochranné hrázky

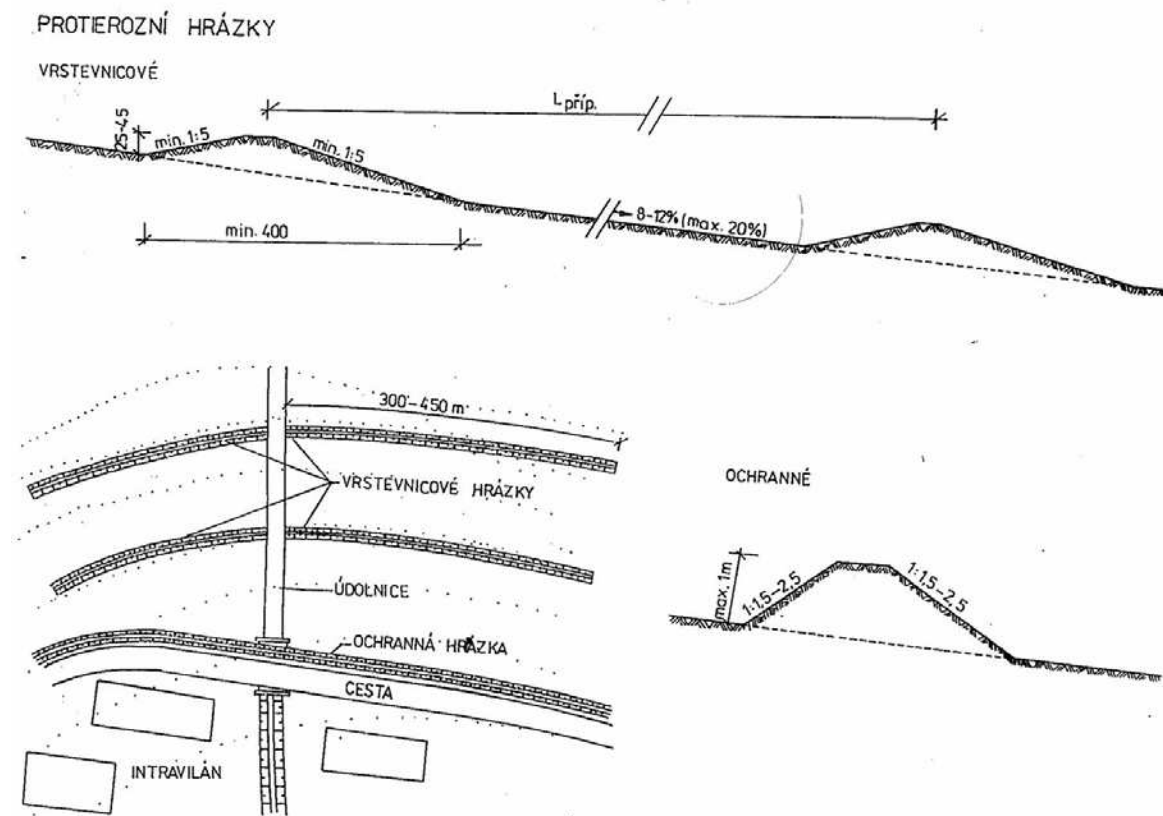
Ochranné hrázky slouží především k ochraně intravilánu nebo jiných důležitých objektů před zatopením povrchovou vodou z přívalových srážek a před zanesením erozními smyvy (Janeček a kol. 1992; Toman 1996; Kvítek, Tipl 2003; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008; Mazín 2010).

Budují se na úpatí svahu zemědělských pozemků. Délka pozemku nad hrázkou a výška hrázky musí vyhovovat potřebě retence vody a erozních smyvů. Tyto parametry zjistíme hydrologickými a hydrotechnickými výpočty (Kvítek, Tipl 2003; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Rozlišujeme dva typy ochranných hrázek:

- zasakovací
 - o mají nulový podélný sklon, vedou po vrstevnici
- odváděcí
 - o vedou šikmo na vrstevnici v podélném sklonu až 10%
 - o navrhujeme je na těžších půdách s nízkou infiltrační schopností (Holý 1978; Holý 1994; Fulajtár, Janský 2001)

Obrázek 5: Schéma ochranných hrázek (Janeček a kol. 2008)



Hrázky jsou trvalé nepřelévané zemní stavby, zpravidla 1 – 1,5m vysoké. Svahy a koruna protierozní hrázky se stabilizuje vegetačním pokryvem. Mohou být přejezdné i nepřejezdné. Navrhovaný sklon svahů pro přejezdné hrázky je min. 1 : 5, pro nepřejezdné 1 : 1,5 (Holý 1978; Kvítek, Tipll 2003; Holý 1994; Toman 1996; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Délka hrázky musí umožnit neškodný odvod co největšího objemu vody již v průběhu deště. Obvykle nepřesahuje délka hrázky 300 – 450m (Holý 1978; Holý 1994).

Tělesa hrázek jsou vybavena vypouštěcím zařízením zajišťujícím odtok čisté vody po sedimentaci půdních částic před hrázkou a k zachycení předmětů unášených povrchovým odtokem (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Hrázky mohou mít úzkou nebo širokou základnu. Úzké hrázky mají základnu o délce 80 – 150cm a výšce 15 – 30cm. Vhodné jsou na lehké propustné půdy s max. sklonem 8%. Bývají zpravidla nepřejezdné a umístěné v těch částech pozemku, kde nehrozí jejich poškození. Široké hrázky mají základnu o délce 2 – 4m (výjimečně až 10) a výšce 25 – 45cm (výjimečně až 90cm). Jsou bezpečnější, přejezdné a zřizují se na pozemcích s větším sklonem (Holý 1978; Holý 1994).

Často nahrazují málo účinné vrstevnicové meze nebo se budují místo příkopů a průlehů, které byly v důsledku malého podélného sklonu zanášeny. Jejich výhodou je, že vhodnou volbou místa vypouštěcího zařízení lze měnit místo odtoku (Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

4.3.2.4 Zatavněné údolnice

Zatavněné údolnice slouží k úpravě drah soustředěného povrchového odtoku, který se v důsledku morfologie krajiny soustřeďuje v úžlabinách a údolnicích a způsobuje erozní rýhy. Je proto nezbytné tyto místa ochránit před působením erozních činitelů, nejlépe zatavněním.

Nejvhodnější lokalitou pro umístění je přírodní údolnice, kde voda sama stéká (Podhrázská, Dufková 2005). V místech, kde se tvoří prohlubně, ve kterých se voda pouze sdružuje, ale neodtéká, je možné tyto nerovnosti zavést a odvodnit drenáží (Pasák a kol. 1974; Pasák a kol. 1984).

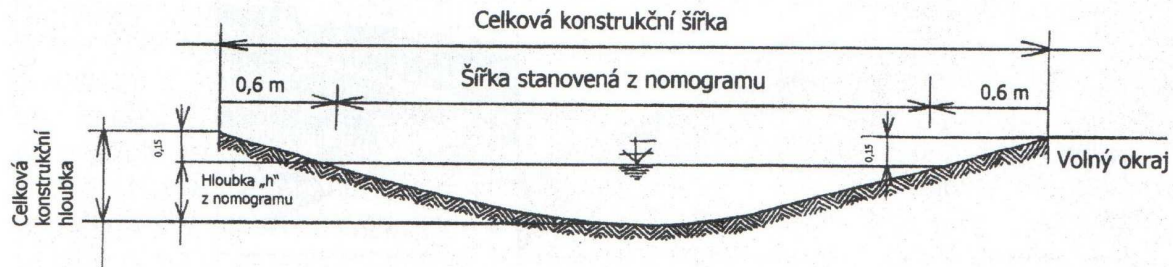
Dumbrovský (1998) považuje zatavněné údolnice za nejekonomičtější způsob odvedení povrchového odtoku z přívalových srážek z orné půdy.

Údolnice dimenzujeme na desetiletý průtok (Q_{10}) zároveň tak, aby nebylo poškození vegetační opevnění. Vždy musí mít vyústění do recipientu s dostatečnou kapacitou (Pasák a kol. 1974; Pasák a kol. 1984; Janeček a kol. 2007).

Navrhovaná běžná šířka údolnic parabolického příčného profilu je 3 – 30m a minimální hloubka 0,15m. Při dimenzování na větší průtoky je možné přerušit údolnici

objekty jako jsou suché nádrže, skluzy apod. tak, aby se docílila dovolená rychlost proudění (Podhrázská, Dufková 2005).

Obrázek 6: Příčný řez zatravněnou údolnicí (Janeček a kol. 2008)



Nejčastější je parabolický příčný profil údolnice, může se však objevit i lichoběžníkový nebo trojúhelníkový. Miskovitý parabolický tvar údolnice je přirozený a nejvhodnější pro požadované účely. Zabraňuje meandrování, je nejsnazší na vybudování i údržbu. Lichoběžníkový tvar není pro údolnice přirozený, postupně se proměňuje v parabolický miskovitý, neboť se ve dně ukládají sedimenty. Trojúhelníkový profil se používá velmi ojediněle, neboť sice snižuje sedimentaci, ale vyšší rychlost proudění poškozují dno údolnice (Foster 1973; Podhrázská, Dufková 2005).

Společně se sítí polních cest s příkopy nebo s průlehy po stranách svahu poskytuje pro většinu pozemků dostatečnou ochranu před erozí a bývá v této kombinaci často navrhována v rámci pozemkových úprav (Janeček a kol. 2008).

4.3.2.5 Protierozní nádrže

Vzhledem k změnám využívání půdy se zvýšily kulminační průtoky, které jsou silou a transportovanými sedimenty ohrožují intravilány obcí. Až v případech, kdy veškerá provedená protierozní opatření v povodí nejsou schopna zajistit dostatečnou ochranu intravilánu či jiných důležitých objektů, např. povrchových zdrojů vody pro vodárenské účely, se navrhnou protierozní nádrže. Kromě záchytné plní i funkci protipovodňovou (Pasák 1984; Toman 1996; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Kapacitu záchytného prostoru nádrže dimenzujeme na objem odtékající vody s průměrnou četností jedenkrát za 50 let (Q_{50}). Voda se zde zastaví, usadí se splaveniny a poté

pozvolna odtéká již relativně čistá voda zbavená nerozpuštěných látek a látek na ně vázaných. Použití protierozních nádrží možné pouze na malých povodích, kde objem zachycené vody nepřekročí 5 000m³, což je limit dle pro malé vodní nádrže ČSN 73 68 24 (Pasák 1984; Toman 1996; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008; Mazín 2010).

Záchytné nádrže mohou být dočasné nebo trvalé. Dočasné se po zanesení již neobnovují, ale rekultivací se změny v pole, louku nebo les. Trvalé nádrže se udržují v provozním stavu pravidelným odstraňováním zachycených sedimentů. Již při návrhu je důležité toto rozdělení rozlišit, aby byl zajištěn přístup pro mechanizaci zajišťující odtěžení a odvoz nánosů (Cáblík, Jůva 1963; Pasák a kol. 1984).

Trvalé nádrže musí být chráněny před zanášením různými úpravami v povodí – pole v okolí orat zásadně po vrstevnicích, podél obvodu nádrže ponechat 15 – 20m široký pás louky nebo travního porostu. Na vzdálenějším území se doporučuje udržovat ochranný lesní pás o šíři 20 – 30m a pruh luk o šíři 70 – 100m. (Cáblík, Jůva 1963).

Podle typů plnění můžeme nádrže rozdělit i na zaplavené a suché. Zaplavené nádrže mají trvalou hladinu a při jejich návrhu je třeba pamatovat na způsob odbahnění a následné využití odstraněných sedimentů. Suché nádrže, nazývané také poldry, se plní je v období zvýšených odtoků z povodí. Jsou výhodnější z hlediska kvality vody, není třeba tak často odstraňovat nánosy, neboť po vyschnutí nádrže prorůstá usazený sediment travním porostem a je zemědělsky využíván jako louka, neprojeví se zde tak nepříznivě látky obsažené v sedimentech (Pasák 1984; Toman 1996; Podhrázská, Dufková 2005; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

Význam suchých nádrží bývá nadhodnocen, je vhodné zkombinovat návrh suché nádrže společně se zkapacitněním koryta toku v intravilánu (Podhrázská, Dufková 2005).

Optimální výška koruny hráze by měla být min. 0,6m nad maximální navrhovanou hladinou, šířka koruny by měla být min. 3,5m. Pro opevnění návodní strany je dostatečný vegetační pokryv (travní porost) (Pasák a kol. 1984).

Zachycený netoxický sediment lze dále zpracovat. Hrubozrnný sediment se využívá ke zpevnění cest, jemnozrnný ke zúrodnění písčitých půd. Nákladnost tohoto využití však limituje použitelnost jen na krátkou vzdálenost od nádrže (Pasák a kol. 1984; Bláha 2011).

Vzhledem k vysoké investiční náročnosti tohoto protierozního opatření je výhodné a v praxi velmi časté i jiné využití nádrže, např. pro chov ryb nebo jako závlaha pro okolní

pozemky (Cáblík, Jůva 1963; Pasák 1984; Toman 1996; Podhrázská, Dufková 2005; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008).

4.3.2.6 Protierozní cesty

Budují se v místech potřeby přerušení délky svahu (spádnice) a k zachycení stékajícího povrchového odtoku pomocí cestního příkopu. Při správném návrhu může síť polních cest dobře doplnit systém protierozní ochrany řešeného povodí (Toman 1996; Podhrázská, Dufková 2005; Janeček a kol. 2007; Janeček a kol. 2008). Niveleta cesty musí krom požadavků na dopravní obslužnost odpovídat i hydrologickým požadavkům. Trasa cesty musí být volena v souladu s potřebou dopravní přístupnosti jednotlivých pozemků (Podhrázská, Dufková 2005; Janeček a kol. 2008).

Při návrhu cest je nutné řídit se ČSN 73 61 09 „Projektování polních cest“ a také respektovat konečné uspořádání pozemkové držby v rámci pozemkových úprav (Podhrázská, Dufková 2005).

4.4 Ochrana půdy v pozemkových úpravách

V současnosti je třeba se při provádění komplexních pozemkových úprav věnovat protierozní ochraně s náležitou pozorností a začít napravovat již způsobené škody. Optimální prostorové a funkční vymezení protierozních opatření v řešeném území je společně s návrhem cestní sítě a územního systému ekologické stability (ÚSES) základem v návrhu komplexních pozemkových úprav (KPÚ) (Dumbrovský 1998).

Protierozní ochrana je povinnou součástí každého projektu pozemkových úprav, navrhuje se v rámci plánu společných zařízení (dříve označované kostra společných zařízení) sestávajícím ze vzájemně propojených dopravních, ekologických a protierozních opatření s důrazem na řešení odtokových poměrů (Dumbrovský 1998).

Navrhovaná společná zařízení mají polyfunkční charakter, nejčastěji se propojují prvky protierozní ochrany a ÚSES, neboť prvky ÚSES mohou díky specifickému vnitřnímu uspořádání a způsobu členění plnit v krajině ekologickou, půdoochrannou i vodohospodářskou funkci. Například biokoridory zároveň přerušují délku svahu a zpomalují rychlost odtoku přívalových vod, nebo biocentrum v podobě meze se zasakovacími zatravněnými pásy snižují rychlost odtoku, podporují soudržnost půdního profilu, chrání jej

před kinetickou energií dopadajících kapek nebo snižují množství transportovaných půdních částic (Dumbrovský 1998).

Při návrhu je potřebné vzít v úvahu povinnosti vlastníků a nájemců zemědělských pozemků, včetně jejich práva svobodného nakládání s majetkem. Na stranu druhou § 27 vodního zákona stanovuje, že vlastníci pozemků, nestanoví-li zvláštní právní předpis jinak, jsou povinni zajistit, aby nedocházelo ke zhoršování odtokových poměrů, odnosu půdy erozní činností vody a dbát o zlepšování retenční schopnosti krajiny (Zákon č. 254/2001 Sb.). Praxe však dokazuje, že rozhodujícím stimulem pro hospodařící subjekty je trh a výkupní ceny. Komerční zájem předčí i přímé dotace na půdu. Tyto poznatky je důležité při návrhu zohlednit, neboť organizační a agrotechnická protierozní opatření je možné v rámci KPÚ pouze navrhnout, nikoli nařizovat. Sebelepší návrhy těchto protierozních typů ochrany jsou bezvýznamná bez spolupráce hospodařících subjektů (Mazín 2010; Vrána, Dostál 2010).

Při řešení srážko-odtokových poměrů a erozních procesů je třeba pracovat s plochou celého povodí, nikoliv jen s plochou katastrálního území jako při zadání projektu KPÚ. Studii odtokových poměrů a erozních procesů je třeba zpracovat ještě před zahájením prací na KPÚ a výsledky pak zahrnout do vlastní koncepce pozemkových úprav. Důležité je také řešit odtokové poměry i v rámci intravilánu, i když je jasné, že řešení neškodného odtoku vody intravilánem již nelze pokrýt z finančních prostředků určených na KPÚ (Vrána, Dostál 2010).

Vodohospodářská a protierozní problematika je v rámci krajiny zcela zásadní, neměla by proto mít v rámci pozemkových úprav pouze okrajový význam (Vrána, Dostál 2010).

Soustavy protierozních opatření jsou definována ČSN 75 45 00 „PEO zemědělské půdy“.

5. Realizovaná technická protierozní opatření (TPEO) v rámci pozemkových úprav

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. (VÚMOP) se v rámci projektu NAZV QI91C008 „Optimalizace navrhování technických protierozních opatření“ zabývá TPEO realizovanými v rámci pozemkových úprav v celé ČR. Pro získání kompletního přehledu TPEO vytvořil VÚMOP dotazník a rozeslal jej na jednotlivé pozemkové úřady.

V této práci se zaměřuji pouze na TPEO realizovaná ve Zlínském kraji, v okrese Kroměříž, konkrétně v obcích Blazice, Lutopecny, Popovice a Prusinovice, neboť stav uvedený v dotazníku neodpovídal skutečnému stavu. V obci Bezměrov je realizována protierozní nádrž, ale nebyla k dispozici projektová dokumentace, proto není níže uváděna v analýze.

Tab. 3 Údaje o TPEO v působnosti PÚ Kroměříž, stav v dotazníku (VÚMOP)

Katastrální území	Typ TPEO
Bezměrov	Protierozní hrázka
	Protierozní nádrž
Blazice	Protierozní mez
	Protierozní příkop
	Zatrávněná údolnice
Bořenovice	Protierozní příkop
Brusné	Průleh
Chomýž	Protierozní příkop
	Protierozní nádrž
Lutopecny	Protierozní příkop
	Zatrávněná údolnice
	Protierozní nádrž
Prusinovice	Protierozní příkop
	Zatrávněná údolnice
Věžky	Zalesněná údolnice

Tab. 4 Údaje o TPEO v působnosti PÚ Kroměříž, stav zjištěný vlastním terénním průzkumem a projektovou dokumentací

Katastrální území	Typ TPEO
Bezměrov	Protierozní nádrž
Blazice	Protierozní mez
	Protierozní příkop
Lutopecny	Protierozní příkop
	Zatavněná údolnice
	Protierozní nádrž
Popovice	Protierozní nádrž
Prusinovice	Protierozní příkop

5.1 Katastrální území Blazice

Obec Blazice se nachází na severovýchodní okraji kroměřížského okresu. Dle dotazníku jsou zde realizovány tři protierozní opatření – mez, příkop a zatavněná údolnice. V dotazníku je uvedena protierozní mez, v projektové dokumentaci je tento prvek uváděn jako dva protierozní průlehy. Naopak projektová dokumentace pouze zmiňuje zatavněnou údolnici, neuvádí však návrh, výstavbu a jakékoliv podklady. Dotazník ji uvádí a při terénním průzkumu byla jasně viditelná a funkční.

Protierozní opatření bylo realizováno v roce 2007 v rámci jednoduché pozemkové úpravy řešící pouze plán společných zařízení.

5.1.1 Protierozní meze/průlehy ZP1 a ZP2

Průlehy jsou vedeny přibližně po vrstevnici svahem postihovaným vodní erozí přibližně SZ -JV směrem. Průleh ZP1 se nachází mezi polní cestou a zatavněnou údolnicí ZÚ1, které jsou rovněž součástí protierozní ochrany. Zasadovací průleh ZP2 je veden mezi zatavněnou údolnicí ZÚ1 a svodným kanálem K1. Průlehy jsou obklopeny ornou půdou, pouze zatavněná údolnice ZÚ1 je kosena pro píci.

Celková délka záchytného průlehu ZP1 je 231,23 m a jeho převýšení činí 2,31 m. Šířka pozemku vymezeného na vybudování průlehu je 12,0 m, trase průlehu nejsou navrženy žádné stavební objekty (Götthans 2007a).

Průleh ZP2 má délku 680,22 m a šířku 12,0 m (Götthans 2007a). V západní části (přibližně 75 m) je průleh spádován do zatavněné údolnice ZÚ1, zbývající část průlehu má spád směrem k východu do svodného kanálu K1, který vody odvádí do vodního toku Libosvárka.

V západní části má dno průlehu podélný sklon 1,1 % směrem k západu a srážkové vody jsou odváděny údolnicí do Libosvárky v blízkosti zastavěného území obce Blazice.

Převážná část průlehu je ale spádována směrem k východu a odvádí srážkové vody sklonem 1,2 % do příkopu K1 (Götthans 2007a).

Obrázek 7: Protierozní mez ZP1 v k. ú. Blazice (foto Jana Chaloupková)



Oba navržené zasakovací průlehy jsou opevněny zatravněním a na spodním okraji mezí s výsadbou krajinné zeleně. Sklon břehu průlehu proti svahu je navržen v hodnotě 1 : 5 – 1 : 6 (v závislost na proměnlivém sklonu pozemků), horní svah meze je upraven do sklonu 1 : 1,5, spodní svah směrem k poli do sklonu 1 : 2. Šířka dna průlehu je navržena 0,1 m, max. hloubka 42 cm. Celková jednotná šířka průlehu je 12,0 m. Protierozní mez je zatravněná a osázena krajinnou zelení. Návrhový průtok záchytného průlehu ZP2 je $Q = 0,61 \text{ m}^3/\text{s}$ (Götthans 2007a).

Vypracovaný katalogový list viz. příloha č. 1.

5.1.2 Protierozní příkop K1

Svodný příkop je situován ve východní části katastrálního území Blazice, vede po hranici s k.ú. Žákovice. Příkop začíná u polní cesty a vede po spádnici jihovýchodním směrem k vodnímu toku Libosvárka. Příkop se nachází mezi zemědělsky využívanými pozemky, je obklopen trvalými travními porosty. Před ústím do vodního toku vede příkop břehovým porostem Libosvárky.

Periodicky protékající vody průlehem volně vtékají do příkopu K1 a dále do vodního toku. Průtočný profil průlehu je v místě vtoku do příkopu opevněn dlažbou z lomového kamene. Celková délka příkopu je 144,04 m a jeho převýšení činí 18,63 m, celkový sklon neupraveného dna činí 12,9 %. V trase příkopu nejsou s výjimkou zpomalovacích prahů a zpevněného ústí do Libosvárky žádné stavební objekty (Götthans 2007b).

Obrázek 8: Svodný příkop K1 v k. ú. Blazice (foto Jana Chaloupková)



Podélný sklon příkopu je určen terénními poměry v jeho trase a je v jednotlivých úsecích různý. Průměrný sklon dna 12,9 % je z důvodu dosažení nevymílací rychlosti a zabezpečení stability koryta příkopu snižen na hodnotu 5 %. Značný sklon příkopu (až 15,2 %) se zmenšuje pouze v jeho střední části, kde dosahuje hodnot až 1,5 %. Pro vytvoření vyhovujícího sklonu 5 % je příkop osazen jednoduchými stupni z kulatiny. Maximální sklon příkopu je před zaústěním do Libosvárky, což souvisí se zahloubením vodního toku vůči okolnímu terénu (Götthans 2007b).

Příkop je navržen se základními parametry jednotnými pro celou jeho délku: lichoběžníkový profil má šířku ve dně 0,2 m, šířku celkovou 2,5 m, základní hloubku 0,5 m, sklon svahů 1 : 1,5. Šířka příkopu je závislá závisí při zachování sklonů břehů na jeho hloubce a na podélném sklonu a okolním terénu. Vzhledem k dané šířce pozemku 2,5 m nepřesahuje výška stupňů ve dně 0,25 m. Dle hydrologických výpočtů je základní opevnění svahů příkopu v celé délce kamennou dlažbou tloušťky 25 cm do štěrkopískového lože 10 cm. Obdobným

způsobem je opevněno ústí příkopu do Libosvárky, které je díky největšímu sklonu nejrizikovější. Kamennou dlažbou je opevněno rovněž koryto Libosvárky, a to 2,0 m proti proudu od zaústění a 4,0 m po proudu. Protějšší břeh vodního toku, který by mohl být při velkých průtocích vymílán vodami z příkopu, je opevněn záhozem z lomového kamene do výšky 1,0 m nade dno (Götthans 2007b).

Stupně pro snížení sklonu dna příkopu jsou z dřevěné kulatiny o průměru 0,25 m a délky 2,5 m. Vybudované kolmo na osu příkopu a stabilizovány zapuštěním do opevněných břehů a dvěma piloty z kulatiny průměru 0,20 m délce 1250 mm (Götthans 2007b).

Hydrologické a hydraulické výpočty stavebních objektů provedl VÚMOP (Götthans 2007b).

Vypracovaný katalogový list viz. příloha č. 2.

5.2 Katastrální území Lutopecny

Obec Lutopecny leží při západní okraji města Kroměříž. Jsou také jediným katastrálním územím, kde stav v dotazníku odpovídá projektové dokumentaci i terénnímu průzkumu. Realizována jsou zde tři protierozní opatření – protierozní příkop, nádrž a zatravněná údolnice. Všechna tato opatření se nachází jihozápadně od obce Lutopecny, cca 200 m od okraje zástavby.

Řešené území se nachází v erozní mělké údolnici. Z hlediska regionálně geologického se zájmová oblast nachází v severní části karpatské čelní hlubiny, půdy převládají bazální štěrkopísky, neogenní jíly a z období pleistocénu jsou zde zastoupeny převážně spraše.

5.2.1 Protierozní příkop P5 a P8

Protierozní příkop sestává ze dvou dílčích částí – příkopu P5 a P8. Slouží jako odpadní koryto pro odtok ze suché nádrže do stávající jednotné kanalizace.

Příkop P8 je nově vybudované koryto, napojuje se na trubní výust spodní výpusti ze suché nádrže. Celková délka příkopu je 71,8 m, šířka ve dně 0,5 m, sklon svahů 1:1,5, hloubka cca 0,8 m, podélný sklon 1,4 %. Bezprostředně pod výustí je šířka příkopu ve dně proměnlivá od 1,5 do 0,5 m, na délku 4,0 m. Opevnění tvoří kamenný zához, ve kterém jsou kameny osazeny na stojato, aby se snížila kinetická energie vody vytékající z potrubí. Opevnění spodní části příkopu je stabilizováno příčným prahem z lomového kamene do

cementové malty. Poté je provedeno opevnění kamennou rovnáninou. Svah nad opevněním je ohumusován a oset travním semenem. Na svém konci přechází příkop P8 v pravostranném oblouku v příkop P5 (Drahoš 2007a).

Obrázek 9: Svodný příkop P8 v k. ú. Lutopecny (foto Jana Chaloupková)



Příkop P5 tvoří již dříve vybudované nezpevněné koryto vedoucí podél polní cesty. Koryto navazuje na navržený příkop P8. Celková délka příkopu P5 je 165,4 m a na konci zaústíje do kanalizace. Příkop nemá jednotný podélný sklon, pohybuje se od 1,0 do 2,1 %. Dno příkopu je opevněno betonovými odvodňovacími tvárnici. Svahy jsou ohumusovány a osety travním semenem (Drahoš 2007a).

Vypracovaný katalogový list viz. příloha č. 3.

5.2.2 Protierozní suchá nádrž

Nádrž je umístěna v boční údolnici nad obcí, neprotéká zde stálá vodoteč. Přilehlé pozemky jsou zemědělsky obhospodařovány.

Poldr sestává z pěti částí - zemní hráz, bezpečnostní přeliv, výpustné zařízení (vtokový objekt, manipulační šachta, trubní výust, potrubí), úpravy v zátopě a polní cesta.

Hráz suché nádrže je zemní, homogenní. V patě vzdušního svahu je zřízena kamenná patka s dvouvrstvým přechodovým filtrem a geotextílií (Drahoš 2007b).

Hráz je přímá, široká 3m v koruně a dlouhá 106m. Nadmořská výška v koruně je 229,00 m n. m. Koruna hráze je pouze pochůzná, ohumusovaná ornici v tl. 100 mm a osetá travním semenem. Návodní svah je vybudován se sklonem 1 : 3,7, opevnění tvoří ohumusování zeminou v tl. 100 mm a osetí travním semenem. Vzdušní svah je vybudován se sklonem 1 : 2,2 a opevněn stejně jako svah návodní. Maximální výška hráze nad terénem je 4,8m (Drahoš 2007b).

Obrázek 10: Protierozní nádrž v k. ú. Lutopecny (foto Jana Chaloupková)



Bezpečnostní přeliv je navržen jako přímý, korunový přeliv při levém zavázání hráze. Délka přelivné hrany je 12,7 m, na kótě 228,30 m n.m. Přelivná hrana je navržena obdélníková š. 0,6 m se zkosenými hranami. Stavba je provedena z vodostavebního betonu a je rozdělena na dva samostatné bloky. Převádění vody přes přeliv bude realizováno při větších

průtocích než Q_{100} . Při odtoku vody přes přeliv je voda pod objektem svedena po terénu (zatravněno) do příkopu P8 (Drahoš 2007b).

Výpustné zařízení je tvořeno vtokovým objektem, přívodním potrubím, manipulační šachtou s uzávěrem, odpadním potrubím a trubní výustí do příkopu P8 (Drahoš 2007b).

Vypracovaný katalogový list viz. příloha č. 4.

5.2.3 Zatravněná údolnice ZU2

Zatravněnou údolnici tvoří 15m široký a 640m dlouhý blok končící v prostoru nad nádrží. Celý tento blok je zatravněn a při obou okrajích osázen linií výsadbou. Stromy zastupuje dub zimní (*Quercus petraea*), javor mléčný (*Acer platanoides*), bříza bradavičnatá (*Betula verrucosa*), třešeň ptačí (*Prunus avium*) a lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*), z keřů byly použity svída krvavá (*Swida sanguinea*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), kalina obecná (*Viburnum opulus*) a hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*). Spon výsadby je 3m pro stromy a 1,5m pro keře.

Obrázek 11: Zatravněná údolnice ZU2 v k. ú. Lutopecny (foto Jana Chaloupková)



V prostoru pod hrází je vysázena skupina stromů a keřů doplněná o zatravnění. Druhá skladba stromů pod hrází je dub letní (*Quercus robur*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*), topol obecný (*Populus tremula*) a habr obecný (*Carpinus betulus*). Druhá skladba keřů je

podobná jako v zatravněné údolnici, tvoří ji svída krvavá (*Swida sanguinea*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), vrba jíva (*Salix caprea*), kalina obecná (*Viburnum opulus*), hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*) a javor babyka (*Acer campestre*).

Vypracovaný katalogový list viz. příloha č. 5.

5.3 Katastrální území Popovice u Kroměříže

Obec Popovice leží nedaleko východní hranice města Kroměříž a sousedí s k. ú. Lutopecny, správním členěním spadá pod obec Rataje. V rámci KPÚ ze byla vybudována protierozní retenční nádrž. Toto opatření nebylo v dotazníku VÚMOP uvedeno, o realizaci jsem se dozvěděla až od Ing. Luhana na Pozemkovém úřadě v Kroměříži.

5.3.1 Protierozní nádrž

Stavba se nachází v nezastavěném území v těsné blízkosti obce. V těchto místech existovala nádrž již v dřívějších dobách, pozemek byl však silně podmáčen a zarostlý náletovými dřevinami.

Obrázek 12: Protierozní nádrž v k. ú. Popovice u Kroměříže (foto Jana Chaloupková)



Nová nádrž je zahlobená s čelní a pravobřežní hrází. Hráz je homogenní, sypaná z jílovitých nebo jílovitohlinitých zemin. Zemník pro těžbu zeminy pro hráze je v zátopě navrhované nádrže. Koruna hráze je nepojízdná, široká 3,0 m, se sklonem návodního líce 1 : 3,45 a sklonem vzdušného líce 1 : 2,2. Návodní líc je opevněn kamenným pohozením se štěrkopískovým podsypem, vzdušný líc ohumusován a oset (Sedláková 2009).

V čele hráze je umístěn sdružený betonový objekt v podobě jednoduchého požeráku a bezpečnostního přepadu navrženého pro převedení stoleté vody. Přístup z koruny hráze na požerák zajišťuje lávka. Odtékající voda je odváděna balvanitým skluzem a zahlobeným korytem, které je napojeno na vodoteč (Sedláková 2009).

Celkový objem nádrže je cca 4000 m³ (Sedláková 2009).

Vypracovaný katalogový list viz. příloha č. 6.

5.4 Katastrální území Prusinovice

Obec Prusinovice se nachází mezi Holešovem a Bystřicí pod Hostýnem. Pozemkové úpravy zde byly realizovány v roce 2008.

5.4.1 Sběrný protierozní příkop

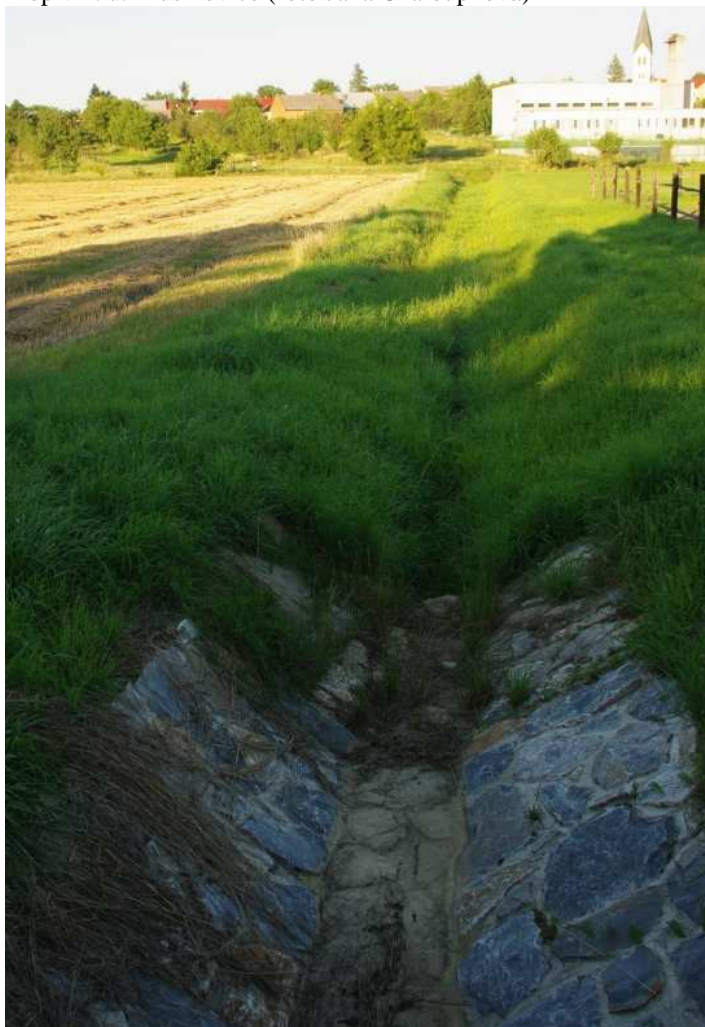
Slouží k zachytávání srážkové vody a k jejímu následnému bezpečnému odvedení do místního recipientu, toku Kozrálka. Po celé délce je koryto otevřené, v místech hospodářských sjezdů, pouze v místech křížení se státní silnicí jsou navrženy propustky. Příkop je dimenzován na převedení stoleté vody (Q_{100}). Bezpečným odvedením dešťových vod do recipientu jsou ochráněny okolní pozemky i intravilán obce Prusinovice. Celková plocha, u které tento příkop společně s příkopem podél cesty ovlivní odtokové poměry je 0,25 km² (Papoušek 2008).

Délka příkopu je 670 m. Příčný řez příkopu je lichoběžníkový, se šířkou ve dně 0,5 m. Sklony svahů jsou 1 : 1,5. V místech s většími podélnými sklony koryto zpevňují polovegetační dlaždice. Šířka ve dně je 0,4 m. V místech s největším sklonem, před a za propustky je dno příkopu a svahů zpevněno dlažbou z lomového kamene s vyspárováním cementovou maltou (Papoušek 2008).

V místě křížení příkopu se státní silnicí III/4905 je vybudován silniční propustek z železobetonových trub. Délka propustky je 15,0 m, sklon 7,8%. Aby bylo dosaženo

potřebné krytí trouby, je před propustkem navržen spádový stupeň výšky 1,40m. Dno i stěny mezi stupněm a propustkem a čelo propustků jsou vydlážděny lomovým kamenem (Papoušek 2008). Z obou stran je před propustek napojen stávající silniční příkop.

Obrázek 13: Sběrný příkop v k. ú. Prusinovice (foto Jana Chaloupková)



Nad intravilánem v místě křížení příkopu s hospodářskými sjezdy nebo polní cestou jsou vybudovány trubní propustky.

Konec příkopu je zaústěn do toku Kozrálka. Dno potoka je zde zpevněno kamennou rovnaninou. Zpevnění ukončují prahy, vyzděnými z lomového kamene.

Vypracovaný katalogový list viz. příloha č. 7.

6. Zhodnocení protierozního poldru v k.ú. Lutopecny a návrh vhodné alternativy

Komplexní pozemková úprava (KPÚ) v katastrálních územích Lutopecny byla zahájena v dubnu roku 2001. Severní část katastrálního území Lutopecny byla řešena v rámci akce "KPÚ Postoupy" (vztahy vyvolané dálnicí D1) a byla dokončena v srpnu 2002. Za účelem dořešení zbývajících částí katastrálního území byla zahájena KPÚ na zbývajících částech k.ú. Lutopecny a na k.ú. Měřůtky.

Účelem KPÚ bylo komplexní prostorové a funkční uspořádání pozemků a vlastnických práv k nim a v souvislosti s tím řešení vodohospodářských a dopravních poměrů včetně opatření na ochranu a tvorbu životního prostředí. Zabezpečovala se jimi protierozní ochrana, systémy ekologické stability krajiny, provázanost území, vazby na investiční výstavbu, programy obnovy vesnice a další celospolečenské zájmy v území.

KPÚ vycházely z podrobné analýzy současného stavu krajiny a životního prostředí, dále z potřeb obce a požadavků orgánů a organizací, které komplexně řeší s hlavním důrazem na životní prostředí.

Zájmové území pro KPÚ o celkové rozloze 290,1133 ha představuje cca 72,5 % výměry celého k.ú. Lutopecny (celé k.ú. 372,0646 ha). Neřešenými částmi je zastavěné území - intravilán včetně dalších vyloučených zastavěných pozemků a oplocených

zahrad.

6.1 Charakteristika území

Zájmové území leží západně od Kroměříže a je součástí krajinné oblasti Kroměřížská pahorkatina. Určujícím prvkem krajinného rázu je mírně zvlněný reliéf s oblými holými horizonty. Charakterizující pro dané území je soustředěná zástavba obklopená prstencem zahrad s navazujícími bloky orné půdy. V řešeném území je velmi nízké zastoupení trvalých travních porostů.

Geomorfologicky patří zájmové území do pahorkatiny Hané. Celé území má charakter zvlněné roviny, která lokálně přechází do středních svahů, vyjma nivní polohu, která má charakter roviny. Zájmové území má nejnižší místo ve své východní části (205 m.n.m.).

Nejvyššího místa 247,5 m.n.m. dosahuje zájmové území jihozápadním směrem od intravilánu obce Lutopecny, kde se terén zvolna zvedá.

Celé řešené území představuje intenzivně využívanou agrární krajinu. Nacházejí se zde velké bloky orné půdy. Při snaze o velkoplošné obdělávání pozemků byly rozorány některé cesty a příkopy.

Veškeré vodoteče protékající řešeným územím jsou zregulované, mnohdy bez dostatečného vegetačního doprovodu. Rovněž tak stávající cestní síť postrádá dostatečný doprovod vegetačních prvků.

Při přechodu do terénních depresí vykazují svahy větší svažitost. Dochází zde k narušení půdotvorného procesu vodní erozí. Ekologická stabilita území je zde pak nedostatečná a na mnoha místech trpí území vodní erozí.

6.2 Klimatické poměry

Zájmové území se nachází v přechodné oblasti s 10-15 % četností suchých let. Jedná se o oblast vhodnou pro pěstování polních kultur. Dle rajonizace jsou Lutopecny zařazeny do okrsku B2 - t.j. mírně teplý, mírně vlhký s mírnou zimou. Průměrná roční teplota je 8,6°C a průměrné roční srážky 599mm (klimatické údaje o zájmovém území byly převzaty z nejbližší položené meteorologické stanice v Kroměříži, která nejlépe vystihuje klimatické poměry na k.ú. Lutopecny).

6.3 Hydrologické poměry

Charakter podzemních vod zájmového území je dán geologickou strukturou daného území, jehož podklad tvoří málo propustné jílovité horniny. Řešené území je pak tedy na podzemní vody převážně chudé. Větší zásoby podzemních vod jsou vázány na sedimenty v blízkosti protékajících vodních toků. Výskyt minerálních podzemních vod v řešeném území nebyl zjištěn.

Co se týče povrchových vod, jsou Lutopecny součástí hlavního povodí řeky Moravy a jejího dílčího povodí - střední Morava. Hydrologická síť je tvořena potoky Věžecký, Popovický, Bojanovický a několika svodnými příkopy v různých částech řešeného území.

Nejvýznamějším vodním tokem řešeného území je Věžecký potok. Číslo jeho hydrologického pořadí je 4-12-02-066.

6.4 Geologické poměry

Na řešeném území se vyskytují usazené horniny Západních Karpat. V okolí Kroměříže byla sedimentace v období karpatu ukončena hrubými klastiky kroměřížského souvrství. Nejsvrchnější geologické vrstvy jsou tvořeny kvarténními eolickými a fluviálními sedimenty. Eolické sedimenty představují především spraše, jejichž mocnost dosahuje několik m. Fluviální sedimenty se vyvinuly v blízkosti řek a mají povahu štěrkovitých materiálů.

Vlastní zájmové území se nachází v oblasti tvořené různě mocnými překryvy spraší a jen malá část je tvořena nivními uloženinami současné nivy Věžeckého potoka a jednak úzké nivy potoka Popovického. Spraše jsou hlavní součástí matečního substrátu obou katastrálních území. Méně rozšířeným matečním substrátem jsou výše uvedené nivní uloženiny převážně nevápnité, místy slabě vápnité.

6.5 Pedologické poměry a zemědělský půdní fond

Půdní poměry na zájmových plochách lze charakterizovat z hlediska typologického takto: převládají černozemě degradované vytvořené na spraši, které zauímají převážnou část katastrálního území. Dalším podtypem vyskytujícím se na řešeném území jsou černozemě degradované smyté, dále se zde z hlediska typologického vytvořily hnědozemně. Půdní profil je hluboký až středně hluboký s fyziologicky účinnou vrstvou 45 - 80 cm.

Z hlediska druhové skladby v řešeném území dominují půdy středně těžké, hlinité až jílovitohlinité. Obsah humusu je střední až silný 1,8 - 3,5 %. Půdní reakce je mírně kyselá až neutrální pH 6,3 - 7,1. Obsah skeletu je v půdním profilu jen ojedinělý.

Vodní režim na degradovaných černozemích, které se vytvořily na spraši je příznivý. U hnědozemě na spraši je vodní režim vcelku vyrovnaný. Oba půdní typy mají dobrou kapilární vzlínavost a proto nedostatek vláhy je jen po delším období sucha. U převážné většiny nivních půd glejových je vodní režim vyrovnaný. Část těchto půd je ovlivňována periodickým kolísáním hladiny spodní vody.

Vlivem nepříznivého vodního režimu a půdních vlivů dochází na zájmovém území k vodní erozi, která se nejvíce projevuje v době letních bouří a jarního tání, kdy dochází ke splachu povrchových vrstev půdy ve svažitém terénu.

Půdní pokryv je ovlivněn především nadmořskou výškou, teplotními a vlhkostními poměry a vegetačním krytem. Celé řešené území leží západně od Kroměříže a dle dřívější rajonizace náleží do zemědělské přírodní oblasti nížinné 1, výrobní typ řepařský 1.

Řešené území je v převážné míře využíváno k zemědělské výrobě. V současné době na zemědělské půdě hospodaří několik subjektů.

6.6 Stávající protierozní poldr

V nejkritičtějších místech dílčího povodí vymezeného v k.ú. Lutopecny z hlediska zvládnutí množství odtokových srážek byl vtok do zatrubnění při samotném intravilánu obce Lutopecny. Nové navržené a zrealizované zatrubnění bylo dimenzováno na padesátiletý průtok $Q_{50} = 4,37 \text{ m}^3/\text{s}$, neboť původní zatrubnění mělo průtočnou kapacitu $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pro vytvoření příznivějších odtokových poměrů zmíněného profilu byl v lokálním povodí navržen a vybudován poldr (suchá nádrž) za účelem snížit kulminační průtok přívalových vod při současném prodloužení doby průchodu těchto vod.

Předmětný poldr byl navržen o takovém objemu zátopového prostoru, aby se cca rovnal odtokovému množství vody z povodí při stoleté návrhové srážce (cca 18.500 m^3). V podstatě tedy předmětný poldr může mít stále uzavřené odtokové potrubí, protože veškeré odtékající vody stoleté návrhové srážky zadrží svým retenčním prostorem.

Tento návrh však nepovažuji za nejvhodnější. Suché nádrže se mají navrhovat pouze v místech, kde se ani kombinací organizačních, agrotechnických a technických protierozních opatření nepovedlo snížit množství odnosu na hodnoty přípustné ztráty půdy. Návrh poldru za účelem snížení kulminačního průtoku je řešení již následků eroze, kterými by se dalo předejít návrhem protierozních opatření v horních částech povodí, nikoliv až na jeho samém konci. Poldr je navíc vysoce finančně náročné protierozní opatření, které pro svou realizaci potřebuje i velké množství půdy. Jeho další nevýhodou jsou i vysoké náklady v letech následujících na odstraňování sedimentů ze dna nádrže a jejich následné zpracování. Tyto kaly bývají nevhodné pro zemědělské účely a nakládá se s nimi jako s odpadem.

Nestandardní je i dimenzování nádrže na objem zátopového prostoru pro množství stoleté vody, v běžné praxi se používá návrh padesátileté srážky. V následující části práce provedu hydrotechnické výpočty a pokusím se najít vhodnější řešení pro řešené povodí a předejít tak návrhu suché nádrže.

6.7 Výpočet univerzální rovnice (USLE) pro řešené území

K posouzení důsledků eroze na sledovaných pozemcích byla použita univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí autorů Wischmeiera, Smithe (1978):

$$G = R * K * L * S * C * P \text{ (t/ha rok)}$$

- G dlouhodobá průměrná ztráty půdy
- R faktor erozní účinnosti deště (závisí na intenzitě deště, úhrnu srážek, četnosti výskytů a kinetické energii deště)
- K faktor erodovatelnosti půdy (závisí na textuře a struktuře ornice, obsahu a propustnosti půdy)
- L faktor délky svahu (poměr k délce svahu standardního pozemku 22,13 m)
- S faktor sklonu svahu
- C faktor ochranného vlivu vegetace
- P faktor protierozních opatření

6.7.1 Faktor R

Faktor erozní účinnosti deště je v našem případě roven souhrnné hodnotě pro celou ČR...**R = 20**.

6.7.2 Faktor K

Vyjadřuje vliv kvality půdy na její odolnost vůči dopadajícím dešťovým kapkám a proudící vodě.

Hodnoty faktoru K byly určeny podle čísla BPEJ uvedeného v mapě (HPJ = 3. a 4. hodnota BPEJ) a poté dle tabulky hodnot HPJ (viz. tab. 5). V případě, že spádnici protíná

několik hodnot BPEJ, je nutné zjistit podíl jednotlivých hodnot a vynásobit je hodnotou vyjadřující vliv vzdálenosti těchto dílčích úseků od počátku svahu. Tento postup je stejný i pro výpočet dílčích hodnot S_i faktoru S, hodnoty viz. tab. 6.

Tab. 5: Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ (Kubátová 2008)

HPJ	K - faktor	HPJ	K - faktor	HPJ	K - faktor
1	0,41	21	0,15	41	0,33
2	0,46	22	0,24	42	0,56
3	0,35	23	0,25	43	0,58
4	0,16	24	0,38	44	0,56
5	0,28	25	0,45	45	0,54
6	0,32	26	0,41	46	0,47
7	0,26	27	0,34	47	0,43
8	0,49	28	0,29	48	0,41
9	0,6	29	0,32	49	0,35
10	0,53	30	0,23	50	0,33
11	0,52	31	0,16	51	0,26
12	0,5	32	0,19	52	0,37
13	0,54	33	0,31	53	0,38
14	0,59	34	0,26	54	0,4
15	0,51	35	0,36	55	0,25
16	0,51	36	0,26	56	0,4
17	0,4	37	0,16	57	0,45
18	0,24	38	0,31	58	0,42
19	0,33	39	*)	59	0,35
20	0,28	40	0,24	60	0,31

6.7.3 Faktor S

Počítá se dle vzorce:

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

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

s

sklon svahu v rad.

Počítáme-li smyv půdy na delších svazích s proměnlivým sklonem, je třeba faktor sklonu svahu opravit v závislosti na vzdálenostech dílčích sklonů od počátku svahu - tj. členitý svah rozdělit na úseky různých sklonů, určit pro ně faktory S_i a ty vynásobit hodnotou

vyjadřující vliv vzdálenosti těchto dílčích úseků od počátku svahu (viz tab.6). Výsledný faktor S je potom součtem korigovaných dílčích faktorů Si.

Tab. 6: Vliv vzdálenosti části svahu od horního okraje pro výpočet hodnot faktoru S a K (Kubátová 2008)

číslo pásu (1/10 délky svahu - ve směru spádnice od horního okraje)									
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

6.7.4 Faktor L

Počítá se pro jednotlivé dráhy odtoku podle vzorce:

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

l nepřerušovaná délka dráhy povrchového odtoku

22,13 rozměr standardního pozemku

m závisí na sklonu (viz tabulka)

Tab. 7: Hodnoty exponentu délky svahu m pro rozsah tříd dle sklonu svahu a poměru rýžkové eroze k mezirýžkové (Kubátová 2008)

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	0,37	0,55	0,71
0,5	0,04	0,08	0,16	14	0,4	0,57	0,72
1	0,08	0,15	0,26	16	0,41	0,59	0,74
2	0,14	0,24	0,39	20	0,44	0,61	0,76
3	0,18	0,31	0,47	25	0,47	0,64	0,78
4	0,22	0,36	0,53	30	0,49	0,66	0,79
5	0,25	0,40	0,57	40	0,52	0,68	0,81
6	0,28	0,43	0,6	50	0,54	0,70	0,82
8	0,32	0,48	0,65	60	0,55	0,71	0,83
10	0,35	0,52	0,68				

Topografický faktor = součin faktorů L a S.

6.7.5 Faktor P

Hodnotu faktoru P mohou snižovat různé druhy protierozních opatření (konturové obdělávání, pásové střídání plodin, hrázkování...). V této práci není použito protierozních opatření, které ovlivňují faktor P, tudíž je jeho hodnota $P = 1$.

6.7.6 Faktor C

Ochranný vliv se projevuje buď přímo ochranou půdy, nebo nepřímo působením na půdní vlastnosti. Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a její hustotě v období přívalových dešťů.

Stupeň ochranného účinku plodin a jejich posklizňových zbytků rozdělili Wischmeier a Smith do pěti období:

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

Hodnota faktoru C byla pro celou oblast určena $C = 0,6$. Tato hodnota je pro širokořádkové plodiny (brambory, cukrovka, kukuřice) pěstované dokola. Dříve by tato možnost byla vyloučena, v současnosti vzhledem k narůstajícímu množství bioplynových stanic, jež kukuřici používají součást topiva a také k nově vypěstovaným odrůdám kukuřice, jež lze pěstovat opakovaně na stejném území nelze již tuto možnost vyloučit.

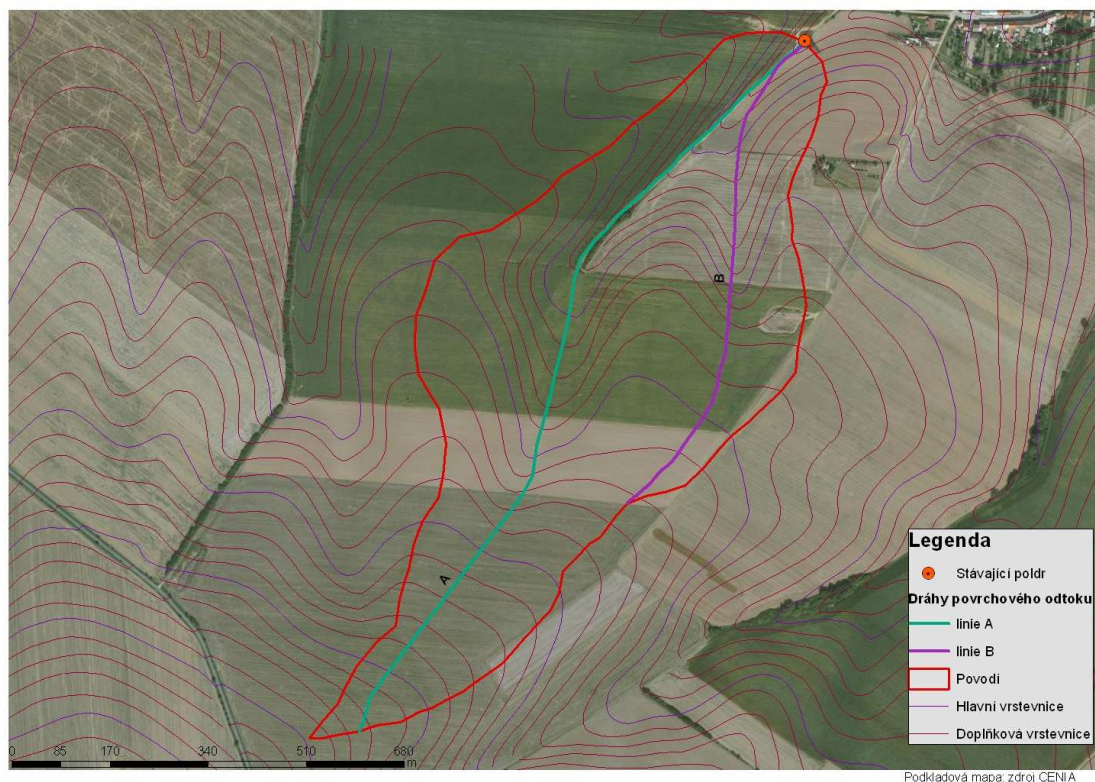
Osevní postupy nejsou přiloženy.

6.7.7 Výpočet smyvu půdy v zájmovém území

Před samotným výpočtem bylo nutné vymezit hranice povodí a stanovit linie povrchového odtoku. Navržené povodí (přehledová mapa v měřítku 1 : 4 000 viz. příloha č. 8) je velké cca 0,486 km², což je téměř totožné s velikostí povodí z projektové dokumentace– 0,48 km². Výsledné hodnoty výpočtů budou tak srovnatelné.

Obrázek 14: Vymezení povodí a linií povrchového odtoku

Situace



Výsledné hodnoty smyvu půdy v povodí jsou uvedeny v následující tabulce (přehledová mapa hodnot BPEJ pro výpočet faktoru K viz. příloha č. 9):

Tab. 8: Vypočtené hodnoty jednotlivých faktorů USLE pro vymezené území

Faktor	Linie	
	A	B
S	0,3849	0,4059
L	4,0765	3,4576
R	20	20
C	0,6	0,6
P	1	1
K	0,3210	0,3909
G	6,04	6,58

Současný stav v obou případech nevyhovuje přípustným ztrátám půdy erozí. Je nutno navrhnout protierozní opatření, neboť povolená hodnota u středně hlubokých půd je 4 tuny na ha za rok. Zároveň se pokusím navrhnout taková protierozní opatření, aby intravilán obce Lutopecny byl ochráněn před povrchovým odtokem i bez nutnosti vybudování protierozní suché nádrže.

6.7.8 Výpočet povrchového odtoku metodou CN křivek v zájmovém území

Tato metoda je založena na předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky je shodný s poměrem objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu možnému zadržitelnému objemu. Použití metody je limitováno rozlohou povodí, neměla by přesáhnout 5-10km² (Janeček a kol 2008, Kubátová 2008). Vstupem je úhrn konkrétní přívalové srážky nebo výška návrhové srážky. Pro výpočty do této práce jsem používala hodnoty návrhových srážek stanovených kolektivem Šamaj, Valovič, Brázdil z let 1961-1985 (zdroj VÚMOP), neboť stejných hodnot bylo použito projektantem suché nádrže.

Při výpočtu je důležité zohlednit také počáteční ztrátu z odtoku způsobenou intercepací, infiltrací a povrchovou retencí. Pomocí experimentálních měření byla stanovena na 20% potenciální retence (Janeček a kol. 2008).

Vzorec pro výpočet :

$$\frac{H_0}{H_s} = \frac{R}{A}$$

H_0 – výška odtoku

H_s – úhrn příčinné srážky srážky

R – objem vody zadržené v půdě

A – potenciální retence

Matematickou úpravou vzorce dostaneme:

$$H_0 = \frac{(H_s - 0,2A)^2}{A + (H_s - 0,2A)} \quad \text{pro } H_s \geq 0,2A$$

H_0 – přímý odtok (mm)

H_s – úhrn návrhového deště (mm) – hodnoty viz. tab. 9

Tab. 9: Hodnoty návrhových srážek pro úhrn 24h deště s dobou opakování n let (mm), stanice Kroměříž (VÚMOP)

	mm
$H_{s2} =$	37,1

$H_{s10} =$	58,0
$H_{s20} =$	66,6
$H_{s50} =$	77,0
$H_{s100} =$	85,2

A – potenční retence (mm), vyjádřená pomocí čísel odtokových křivek; hodnota CN křivky stanovena na hodnotu 81

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

Tab. 10: Vypočtené hodnoty přímého odtoku pro úhrn 24h deště s dobou opakování n let (mm)

	mm
$H_{o2} =$	7,48
$H_{o10} =$	20,10
$H_{o20} =$	26,17
$H_{o50} =$	33,98
$H_{o100} =$	40,42

Objem přímého odtoku (O_{pH}) pak určuje vztah:

$$O_{pH} = 1000 * P_p * H_o \text{ (m}^3\text{)}$$

P_p – plocha povodí v km^2 , $P_p = 0,486 \text{ km}^2$

Tab. 11: Vypočtené hodnoty objemu přímého odtoku pro úhrn 24h deště s dobou opakování n let (m^3)

	m^3
$O_{pH2} =$	3636,40
$O_{pH10} =$	9768,05
$O_{pH20} =$	12718,79
$O_{pH50} =$	16513,62
$O_{pH100} =$	19644,73

Již při výskytu dvouleté srážky je intravilán obce Lutopecny ohrožován téměř 4400 m^3 vody za 24h. Objem přímého odtoku již pro padesátiletou vodu (Q_{pH50}) dosahuje hodnoty cca $18\,170 \text{ m}^3$ vody. Retenční prostor suché nádrže je vybudován na $18\,500 \text{ m}^3$ objemu vody. Připočteme-li i sedimenty, jež průběžně nádrž zanáší a zmenšují tak retenční prostor a vodu z možných předchozích srážek, může být obec Lutopecny ohrožovat již např. třicetiletá nebo čtyřicetiletá srážka.

6.7.9 Výpočet doby doběhu a koncentrace povrchového odtoku v zájmovém území

Doba doběhu (T_t) je čas, za který se voda z jednoho místa povodí přemístí na jiné. Doba koncentrace (T_c) je pak čas, který voda potřebuje pro přemístění z hydraulicky nejvzdálenějšího bodu povodí do uzávěrového profilu.

Voda stéká nejprve jako plošný povrchový odtok (T_{ta}), ze kterého přechází v soustředěný odtok o malé hloubce (T_{tb}) a nakonec tvoří soustředěný odtok v otevřeném korytě (T_{tc}) (Janeček a kol. 2008).

V případě, že je plošný povrchový odtok kratší než 100m lze dobu doběhu T_{tb} spočítat pomocí Manningovy kinematické rovnice:

$$T_{ta} = \frac{0,007 (n \cdot l / 0,3048)^{0,8}}{(H_{s2} / 25,4)^{0,5} s^{0,4}}$$

T_{ta} – doba doběhu (h)

n – Manningův součinitel drsnosti (pro obdělávanou půdu s posklizňovými zbytky <20% povrchu $n = 0,06$)

l – délka proudění (m) = 100m

H_{sn} – úhrn 24h deště s dobou opakování n let (mm) – hodnoty viz tab. 9

S – hydraulický sklon povrchu (m/m), $s = 0,02$ m/m

Čas doběhu plošného povrchového odtoku činí 0,3004h, což v přepočtu na jednotky času odpovídá 18 min a 2s

Po přibližně 100m od horní části povodí se plošný odtok mění na soustředěný odtok o malé hloubce (T_{tb}).

$$T_{tb} = l / 3600 * v$$

T_{tb} – doba doběhu (h)

l – délka proudění (m)

v – průměrná rychlost (m/s)

$$v = 4,918 * s^{0,5} \text{ (pro nezpevněný povrch)}$$

s – sklon odtokového prvku (m/m)

V řešeném případě lze rozlišit tři úseky z různým sklonem povrchu. Pro každý úsek jsem vypočítala samostatně dobu doběhu. T_{tb} tvoří součet dob doběhu v jednotlivých úsecích. Celková doba doběhu T_{tb} se rovná 0,42 h, neboli 25 min 21s.

Výpočet jsem shrnula do následující tabulky:

Tab. 12: Výpočty dob oběhu T_{tb} pro jednotlivé úseky

	úsek			Σ	
	1	2	3		
v=	0,92	1,03	0,81	0,98	m/s
s (T_{tb})=	0,04	0,04	0,03	0,04	%
l (T_{tb})=	250	500	618	750	m
T_{tb} =	0,08	0,13	0,21	0,42	h

Soustředěný odtok v otevřeném korytě (T_c) se v řešeném povodí nevyskytuje, tudíž doba koncentrace povrchového odtoku T_c je součtem:

$$T_c = T_{ta} + T_{tb} \text{ (h)}$$

Tab. 13: Vypočtené doby oběhu (T_{ta} , T_{tb}) a doba koncentrace povrchového odtoku (T_c) (h)

T_{ta} =	0,3004	hod
T_{tb} =	0,4226	hod
T_c =	0,7230	hod

Výsledná doba koncentrace $T_c = 0,7230$ hod (43min 23s). Z výše uvedeného výpočtu je zřejmé, že kulminačního průtoku bude dosaženo na necelých 44 minut od začátku návrhové srážky.

6.7.10 Výpočet kulminačního průtoku

Pro výpočet kulminačního průtoku jsem použila vzorce:

$$Q_{pH} = 0,00043 * q_{pH} * F_p * H_o * f \text{ (m}^3\text{/s)}$$

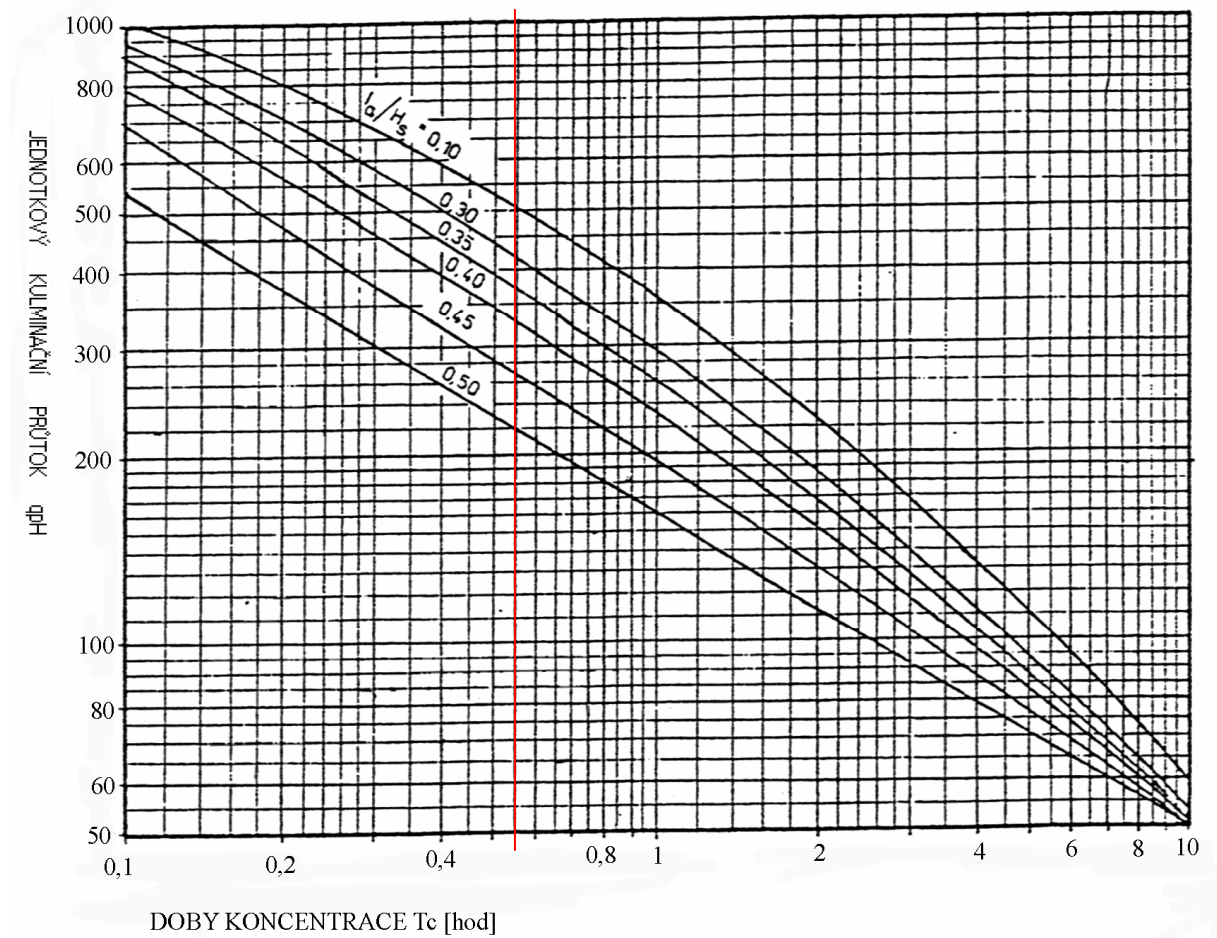
q_{pH} - jednotkový kulminační průtok určený odečteným poměrem I_a / H_s^{24} z nomogramu (viz. obrázek 5)

F_p – plocha v povodí (km²)

H_o – výška odtoku (mm)

f – opravný součinitel pro vliv rybníků a mokřadů – v povodí se žádný nevyskytuje, $f = 1$

Obrázek 15: Nomogram k určení I_a / H_s z 24h úhrnu deště pro různá čísla odtokových křivek (Janeček a kol. 2008)



Tab. 14: Vypočtené hodnoty kulminačního průtoku pro úhrn 24h deště s dobou opakování n let (m³/s)

	m ³ /s
$Q_{pH2} =$	0,688
$Q_{pH10} =$	2,016
$Q_{pH20} =$	2,735
$Q_{pH50} =$	3,692
$Q_{pH100} =$	4,477

Nádrž je dimenzovaná na kulminační průtok Q_{pH} ve výši 3,94 m³/s. V porovnání s mými výpočty odpovídá návrh na přibližně desetiletý průtok.

6.7.11 Výpočet odhadovaného transportu splavenin v zájmovém území

Pro výpočet celkového množství transportovaných splavenin se nejčastěji používá modifikovaná rovnice MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation). Od univerzální rovnice USLE se odlišuje především tím, že faktor erozní účinnosti deště (R) nahrazuje součin objemu a kulminačních průtoků vypočtených metodou CN křivek. Hodnoty ostatních faktorů USLE jsou průměrné hodnoty pro povodí.

Vzorec pro výpočet transportu splavenin:

$$G = 11,8 * (O_{pH} * Q_{pH})^{0,56} * K * L * S * C * P$$

G – transport splavenin z přívalového deště (t)

O_{pH} – objem přímého odtoku (m³)

Q_{pH} – velikost kulminačního průtoků (m³/s)

Faktor erodovatelnosti půdy (K) je součet jednotlivých hodnot K pro zastoupené typy půd vypočteným v poměru zastoupení ku celkové výměře v povodí.

$$K = \frac{\sum K_i \cdot P_i}{P_p}$$

K_i – faktor K dílčí plochy

P_i – dílčí plocha

P_p – plocha povodí

Výpočet průměrné délky svahu (L) počítá pro povodí obdélníkového tvaru s tokem uprostřed (tzv. tvar „otevřené knihy“)

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

příčemž:

$$l = \frac{P_p}{2 \sum l_v}$$

l – délka povrchového odtoku po svahu (m); $l = 198,82$

P_p - celková plocha povodí (m^2)

l_v - celková délka vodotečí v povodí (m); $l_v = 2366m$

m - exponent zahrnující vliv sklonitosti povodí (hodnoty stejné jako pro faktor „L“
Univerzální rovnice – viz. tab.7); $m = 0,455$

Faktor sklonitosti povodí (S) se určuje z průměrné sklonitosti povodí. Výpočet je stejný jako v univerzální rovnici (USLE).

pro výpočet průměrného sklonu povodí použijeme:

$$I = \frac{[(l_1 + l_n)/2 + \dots + l_{n-1}] \cdot \Delta h}{P_p}$$

I – průměrný sklon povodí; $I = 0,057$

$l_{1...n}$ - délky vrstevnic [m]

h - interval vrstevnic [m]

P_p - celková plocha povodí [m²]

Faktor ochranného vlivu vegetace (C) určíme jako vážený průměr hodnot C jednotlivých plodin a ploch v povodí.

$$C = \frac{\sum C_i \cdot P_i}{P_p}$$

P_i – dílčí plocha

C_i – faktor K dílčí plochy

P_p – plocha povodí

Faktor účinnosti protierozních opatření (**P**) nemá určené spolehlivé hodnoty, dosazujeme tedy $P = 1$.

Tab. 15: Vypočtené hodnoty jednotlivých faktorů MUSLE

K	0,36
L	4,40
S	0,65
C	0,6
P	1

Tab. 16: Výpočet transportu splavenin

Četnost opakování (rok)	Oph (m ³)	Qph (m ³ /s)	G (t)
Q ₂	3636,40	0,688	574,10
Q ₁₀	9768,05	2,016	1822,98
Q ₂₀	12718,79	2,735	2506,71
Q ₅₀	16513,62	3,692	3432,78
Q ₁₀₀	19644,73	4,477	4214,35

Tab. 17: Výsledky jednotlivých hydrotechnických výpočtů

Četnost opakování (rok)	H _s (mm)	H _o (mm)	Oph (m ³)	Qph (m ³ /s)	G (t)
Q ₂	37,10	7,48	3636,40	0,688	574,10
Q ₁₀	58,00	20,10	9768,05	2,016	1822,98
Q ₂₀	66,60	26,17	12718,79	2,735	2506,71
Q ₅₀	77,00	33,98	16513,62	3,692	3432,78
Q ₁₀₀	85,20	40,42	19644,73	4,477	4214,35

Vypočtené potenciační množství splavenin je vzhledem k velikosti povodí vysoké. Již při dvouleté srážce může být do stávajícího poldru transportováno až 574 t sedimentů, při desetileté srážce 1822 t a při padesátileté téměř 3500 t půdy a dalších částic. V případě výskytu tří dvouletých a jedné desetileté srážky bude do poldru transportováno cca 3500 t sedimentů, což je stejné množství jako při jedné padesátileté srážce. Rychlost zanášení a náklady vzniklé na odstranění kalů ze dna nádrže budou neúměrně vysoké. Průměrná cena za odbahnění malých rybníků se pohybuje v rozmezí 4-20mil. Kč. Cena na výstavbu suchých nádrží je podobná, náklady činí 3-10mil. Kč. Náklady na výstavbu suché nádrže v Lutopcech se vyšplhaly na cca 4 050 000,- Kč. Pravidelná údržba si vyžádá milionové investice v pravidelných intervalech. Další náklady vzniknou také při nakládání s vytěženými kaly, které se zpracovávají jako odpady. Jako hnojivo pro zemědělské účely jsou zpravidla nevhodné, neboť obsahují vysoké množství nebezpečných látek (hnojiva, pesticidy, aj.). Při jejich zpracování je nutné zaplatit nejen odtěžení, ale i odvoz a skládkování.

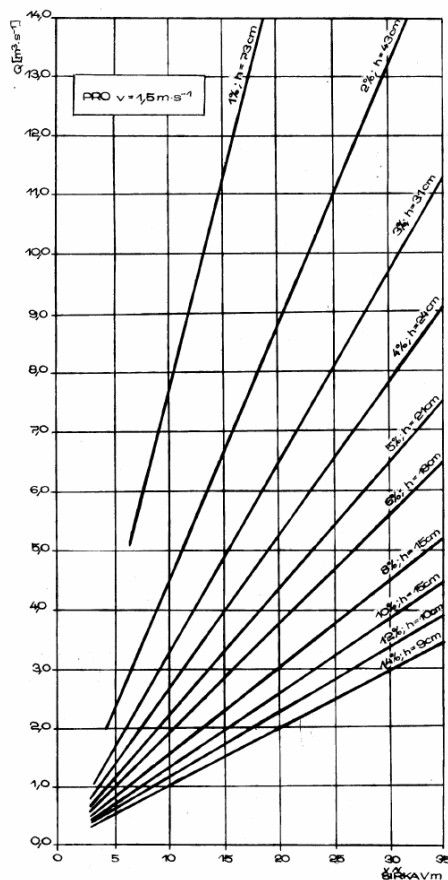
6.7.12 Alternativní návrh protierozního opatření v zájmovém území

Vypočtené hodnoty ztráty půdy překračují přípustnou ztrátu půdy erozí. Limit pro středně hluboké půdy je 4 t z ha ročně. Při pěstování pouze širokořádkových plodin dosahuje ztráta půdy v obou případech cca 6-6,5 t z hektaru. Nepovažuji proto za nutné vybudování suché nádrže, jejíž nevýhody jsem již několikrát zmiňovala. Jsou to především vysoké pořizovací náklady na výstavbu i průběžné několikamilionové náklady na odklizení sedimentů ze dna nádrže, ale i velký zábor půdy. Navíc většina autorů (Fulajtár, Holý, Janeček, Pasák, aj.) kladou důraz na použití suché nádrže pouze v případě, že ztrátu půdy nelze snížit na přípustnou ztrátu použitím kombinace organizačních, agrotechnických a technických protierozních opatření. Pakliže je vybudování suché nádrže potřebné, doporučuji tuto autoři využít nádrž např. pro chov ryb či závlahy. Poldr v k. ú. Lutopecný zde dle mých výpočtů nebyl zcela nutný a ani není využit pro jiné účely než jako protierozní ochrana.

Pro dostatečnou ochranu intravilánu, snížení rychlosti povrchového odtoku a množství transportované půdy navrhuji částečné zatravnění obou údolnic, vybudování svodného příkopu a v uzávěrovém profilu povodí vystavět hrázku.

Zatravnění údolnic zabrání vzniku erozních rýh způsobených povrchovým odtokem z přívalových dešťů a jarního tání sněhu. Voda se přirozeně soustřeďuje v údolnicích a úžlabinách a tyto místa nejlépe ochrání vegetační pokryv. Nejúčinnější ochranu zajišťuje zatravnění a zalesnění. Navrhované zatravněné údolnice zpevňují obě ohrožené dráhy povrchového odtoku. Nezbytné je její zpevnění a odvodnění drenáží. Ochrání ji to i před případnými přejezdy zemědělské techniky. Délka zatravnění je 815m pro linii A a 230m linii B. Dle nomogramu (obr. 6) jsem zjistila nejúčinnější šíři zatravněné údolnice 19m pro celou linii B a horní úsek 550m linie A. Spodní část linie A kvůli zaústění příkopu navrhuji vybudovat o šíři 25m a délce 265m.

Obrázek 16: Nomogram pro dimenzování zatravněné údolnice při rychlosti návrhového průtoku $v = 1,5 \text{ m/s}$ (Janeček a kol. 2007)



Zatravnění údolnic zpomalí rychlost povrchového odtoku snížením hodnoty faktoru C z původní hodnoty 0,6 na 0,18 pro linii A a na 0,31 pro linii B. Příkop přeruší a zkrátí linii povrchového odtoku a zachycenou vodu bezpečně svede do zatravněné údolnice. Výsledná přípustná ztráta pak ani v jednom případě nedosahuje 2 t/ha ročně, pro linii B dokonce nedosahuje ani 1,5 t/ha ročně.

Tab. 18: Hodnoty smyvu půdy v zájmovém území po návrhu PeO

Faktor	Linie	
	A	B
S	0,3849	0,4425
L	4,0765	1,1468
R	20	20
C	0,18	0,31
P	1	1
K	0,3210	0,3909
G	1,83	1,24

Navržený protierozní příkop o délce 205m přerušuje dráhu povrchového odtoku linie B a zachycenou vodu svádí do údolnice linie A, která ústí v uzávěrovém profilu.

V uzávěrovém profilu navrhuji retenční hrázku o výšce 1,5m. která v kombinaci se zatravněnými údolnicemi a příkopem zajistí dostatečnou ochranu intravilánu obce. Zákres navržených opatření viz příloha č. 10.

Tento návrh zajišťuje dostatečnou ochranu zájmového území bez nutnosti vybudování protierozní nádrže. Hodnoty smyvu půdy bez použití protierozních opatření nevyšly příliš vysoké a jejich dostatečného snížení lze dosáhnout jednodušší a ekonomičtější variantou než je výstavba poldru. Zbytečné je i jeho dimenzování na stoletou vodu, v běžné praxi se používá padesátileté srážky.

6.7.13 Katalogové listy

V rámci zpracování inventarizace technických opatření bylo mým úkolem na základě dotazníku sestaveného VÚMOP, v. v. i., projektové dokumentace jednotlivých pozemkových úprav a vlastního terénního průzkumu zpracování katalogových listů. Tyto listy byly obsahují základní informace o pozemkové úpravě (název PÚ, název k. ú., popis umístění, investor, projektant, náklady na realizaci a datum ukončení PÚ), zdůvodnění účelu stavby, základní údaje o PeO z projektové dokumentace přizpůsobené jednotlivým typům protierozních opatření, slovní zhodnocení současného stavu a fotodokumentaci s popisem.

7. Diskuze

Prospěšnost technických PeO je zcela zřejmá a na rozdíl od organizačních a agrotechnických opatření nezávislá na rozhodnutí vlastníků a uživatelů půdy. Správně navrhnuté technické PeO je vysoce účinné, trvalé a často plní nejen protierozní funkci. Mohou zvyšovat členitost krajiny, biodiverzitu atd. Svým charakterem jsou trvalé a nedají se tak snadno znehodnotit nebo obejít, jak je tomu často v případě organizačních a agrotechnických opatření, která mohou být poskytnuta pouze formou doporučení a jejich dodržování není vymahatelné.

Na druhou stranu je nutné je pravidelně udržovat, neboť jinak mohou zarůst náletovými travinami, keři či dřevinami (příkopy, průlehy, aj.) nebo mohou být zaneseny erozními sedimenty (příkopy, poldry, hrázky). Jejich účinnost je tak snížena, v nejhorším případě přestávají plnit svou protierozní funkci. Nejvyšší riziko postupného znehodnocení opatření tímto způsobem jsem při terénním průzkumu shledala u příkopu v k. ú. Blazice, neboť již v době pořízení fotodokumentace (08/2010) byl příkop značně zarostlý a bez jediného pěstebního zásahu. Zanášení hrozí i suchým nádržím v k. ú. Lutopecny a Popovice a příkopu v k. ú. Prusinovice.

Největším problémem byla práce s projektovou dokumentací a dotazníkem VÚMOP, v. v. i. Se získáním těchto podkladů výrazný problém nebyl, navíc v dnešní době jsou veškeré dokumenty zpracovány v elektronické podobě, takže jsou snadno a rychle dostupné. Prvním vážnějším problémem byl rozdílný stav uvedený v dotazníku a zjištěný na pozemkovém úřadě. Dle dotazníku vyplněného zaměstnanci Pozemkového úřadu v Kroměříži a odeslaného do VÚMOP, v. v. i., mělo být realizováno v kroměřížském okrese více protierozních opatření než byl skutečný stav zjištěný na pozemkovém úřadě. Tento rozdíl činil téměř polovinu údajů. V případě obce Popovice byla situace opačná, v dotazníku PeO uvedeno nebylo. Obec Bezměrov byla v dotazníku i ve skutečnosti, chyběla ale projektová dokumentace. Proto se závěrečné množství zpracovaných katalogových listů výrazně lišilo.

Dalším problémem je nejednotnost názvosloví a terminologie jednotlivých protierozních opatření. V k. ú. Blazice byla dle dotazníku vybudována protierozní mez, v projektové dokumentaci je uváděn záchytný průleh, svodný příkop je uváděn jako svodný kanál. Tato neznalost protierozní problematiky může vést k mnoha nedorozuměním a problémům.

8. Závěr

Eroze je ve své přirozené podobě stará jako lidstvo samo. Postupným rozvojem zemědělství docházelo k odlesňování zemského povrchu a proces narušování půdního krytu se začal zrychlovat. V ČR je vodní erozí ohrožena téměř polovina území. V globálním měřítku vědci odhadují, že vlivem intenzivního zemědělství se zvýšilo množství sedimentů odnášených do řek a oceánů na více než 20 miliard tun ročně (Janeček a kol. 2008). Toto obrovské množství půdy má v důsledku snížení produkční schopnosti půdy. Stále narůstající počet obyvatel si žádá větší produkci potravin (především rýže, obilovin a kukuřice), což vzhledem ke klesající úrodnosti zemědělských pozemků není možné.

Chránit půdu proto rozhodně má smysl. Lidé by si měli více uvědomovat a dbát na principy trvale udržitelného rozvoje. Snažit se předávat následujícím generacím nejen půdu ve stejném či lepší stavu, než ji obdrželi oni. Svým charakterem můžeme totiž půdu řadit mezi neobnovitelné zdroje, neboť rychlost obnovy půdy je rychlá pouze z hlediska evoluce, nikoli lidského života nebo několika generací. Nabízí se, že cílem protierozních opatření je potlačit nebo dokonce pozastavit erozi úplně. Pravdou je však pouze snížení zrychlené eroze na přirozenou (Janeček a kol. 2008).

Pro zajištění ochrany půdy je důležitý komplexní systém právní ochrany půdy z pohledu státu, vlastníků a uživatelů půdy i spotřebitelů, kteří s půdou nepracují, ale požívají vypěstované plodiny. Neméně důležité je naučit hospodařící subjekty, že v případě využívání půdy není jediným zájmem ekonomická výhodnost na úkor ostatních vlivů (Janeček a kol. 2008).

V této práci jsem se snažila v souladu s vytyčenými cíli stručně shrnout současné poznatky o problematice eroze a protierozních opatření, především opatření technických za použití domácích i zahraničních zdrojů. Provedla jsem inventarizaci technických protierozních opatření v kroměřížském okrese navržený a realizovaných v rámci pozemkových úprav a zároveň poskytla podklady pro VÚMOP, v. v. i. v Praze pro řešení dílčího úkolu projektu Optimalizace postupu při navrhování technických protierozních opatření.

Inventarizace obsahuje shrnutí sedmi technických PeO, včetně jejich parametrů z projektové dokumentace a vlastních fotografií z terénního průzkumu, které jsem přehledně zpracovala do katalogových listů. Jednalo se o protierozní příkopy v k. ú. Blazice, Lutopecny a Prusinovice, protierozní nádrže v k. ú. Lutopecny a Popovice, protierozní mez v k. ú.

Blazice a zatravněnou údolnici v k. ú. Lutopecny. Zpracovaná inventarizace technických PeO byla ještě před dopsáním práce použita VÚMOP v. v. i. při zpracování dílčí výroční zprávy projektu NAZV č. QI91C008 – Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření za rok 2010 (VÚMOP 2010).

V závěru práce jsem zhodnotila protierozní opatření v k. ú. Lutopecny a na základě vlastních hydrotechnických výpočtů navrhla alternativní protierozní opatření na ochranu obce. Intravilán je v současnosti chráněn protierozním poldrem, který je však opatření finančně nákladné a náročné na realizaci. Navrhla jsem proto levnější avšak účinnější řešení v podobě zatravněných údolnic, protierozního příkopu a záchytné hrázky.

Tato práce by mohla najít další využití při vyhledávání ucelených informací o technických PeO bez nutnosti rozsáhlé literární rešerše. Výzkumná část zabývající se inventarizací bude využita při pokračování a závěrečném vyhodnocení projektu řešeného VÚMOP, v. v. i. v Praze.

9. Domácí literatura

BERAN, J., 2009: Základy vodního hospodářství. ČZU v Praze, Praha, 146 s.

BLÁHA, V., 2011: Sedimenty a právní předpisy. Odpadové fórum 12/2: 13-14.

BUZEK, L., 1995: Půdní fond a jeho ochrana..Ostravská univerzita, Ostrava, 142 s.

CÁBLÍK, J., JÚVA, K., 1963: Protierozní ochrana půdy. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 324 s.

DOSTÁL, T., a kol., 2007: Metody a způsoby predikace povrchového odtoku, erozních a transportních procesů v krajině; Dílčí zpráva k projektu COST 1P04OC634.001. FsV ČVUT, Praha, 163 s.

DOSTÁL, T., 2009: Protierozní ochrana jako součást krajinného inženýrství. Pozemkové úpravy 17/69: 20-23.

DRAHOŠ, M., 2007a: Projektová dokumentace pro SO2 – Příkop P5 a P8. Technická zpráva. Vodní díla – TBD a. s., Brno, 19 s.

DRAHOŠ, M., 2007b: Projektová dokumentace pro SO1 – Poldr. Technická zpráva. Vodní díla – TBD a. s., Brno, 20 s.

DUMBROVSKÝ, M., a kol., 1995: Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav. Metodika. VÚMOP, Praha.

DUMBROVSKÝ, M., 1998: Návrh protierozní ochrany v rámci procesu komplexních pozemkových úprav. In: Kolektiv autorů: Ochrana půdy před erozí. Sborník podkladů k projektování protierozní ochrany při komplexních pozemkových úpravách. Dům techniky České Budějovice, České Budějovice, s. 4/1-4/6.

GÖTTHANS, P., 2007a: Zasadovací průlehy ZP1 a ZP2. Technická zpráva. Olomouc, 9 s.

GÖTTHANS, P., 2007b: Svodný příkop K1. Technická zpráva. Olomouc, 2 s.

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

HOLÝ, M. 1978: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 288s.

JANDÁK, J., a kol., 2008: Půdoznalství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 142 s.

JANEČEK, M., a kol., 1992: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 112 s.

JANEČEK, M., 1996: Je ochrana půdy nutná? Vesmír 8/75 : 457-463.

JANEČEK, M., a kol., 1998: Nové směry v protierozní ochraně půdy. Studijní zpráva. ÚZPI, Praha, 56 s.

JANEČEK, M., a kol., 2002: Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV nakladatelství, Praha, 201 s.

JANEČEK, M., a kol., 2007: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika. VÚMOP, Praha, 73 s.

JANEČEK, M., a kol., 2008: Základy erodologie. ČZU v Praze, Praha, 180s.

JEŽEK, S., 1987: Protierozní ochrana půdy jako součást meliorační soustavy. In: Kolektiv autorů: Protierozní ochrana zemědělských půd. Dům techniky ČSVIS, Pardubice, 144s.

KOZÁK, J., 2010: Současné problémy ochrany půd. Pozemkové úpravy. Sborník. 18/71: X-XIII.

KVÍTEK, T., TIPPL, M., 2003: Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. ÚZPI, Praha, 47 s.

KUBÁTOVÁ, E., 2008: Protierozní ochrana půdy – cvičení. FŽP ČZU, Praha, 52 s.

MAZÍN, V. A., 2010: Kategorizace a standardizace společných zařízení. Pozemkové úpravy 18/72 : 5-13.

PAPOUŠEK, J., 2008: Sběrný příkop O2, projektová dokumentace stavby v rámci komplexních pozemkových úprav v k.ú. Prusinovice. Technická zpráva. Agroprojekt PSO s. r. o., Brno, 44 s.

PASÁK, V., a kol., 1974: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika. Ústav vědeckotechnických informací Čs. akademie věd, Praha, 40 s.

PASÁK, V., a kol., 1983: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 80 s.

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

PODHRÁZSKÁ, J. DUFKOVÁ, J., 2005: Protierozní ochrana půdy. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 95s.

PODHRÁZSKÁ, J., a kol., 2006: Projektování pozemkových úprav. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 215 s.

SEDLÁKOVÁ, L., 2009: Retenční nádrž SO – 01, projektová dokumentace stavby v rámci komplexních pozemkových úprav v k.ú. Popovice u Kroměříže. Technická zpráva. Agroprojekt PSO s. r. o., Brno, 15 s.

SKLENIČKA, P., 2003: Základy krajinného plánování. Nakladatelství Naděžda Skleničková, Brno, 321 s.

TOMAN, F., 1996: Protierozní ochrana půdy – cvičení. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 76 s.

UHLÍŘOVÁ, J., a kol., 2005: Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách. VÚMOP, Praha, 32 s.

VRÁNA, K., DOSTÁL, T., 2010: Vodohospodářská zařízení v rámci KPÚ. Pozemkové úpravy 18/71: 14-19.

ZÁKON č. 254/2001 Sb. o vodách, v platném znění.

10. Cizojazyčná literatúra

BENNET, H. H., 1939: Soil conservation. New York – London.

BOARDMAN, J., POESEN, J., et al., 2006: Soil Erosion in Europe. John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, England.

FOSTER, A. B., 1973: Approved Practices in Soil Conservation. The Interstate Printers and Publisher, Inc., Danville, Illinois, USA.

FULAJTÁR, E., JANSKÝ, L., 2001: Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana. Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, Bratislava.

HŮLA, J., et al., 2003: Agrotechnical Erosion Control Measures. Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha.

JAMBOR, P., ILAVSKÁ, B., 1998: Metodika protierózneho obrábania pôdy. Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, Bratislava.

HRAŠKO, J., 1985: Pôda a výživa rastlín. VÚPVR, Bratislava.

ROSENBLOOM, N. A., et al., 2001: Geomorphic evolution of soil texture and organic matter in eroding landscapes. *Global Biogeochemical Cycles* 15: 365-381.

STRAUSS, P., KLAGHOFER, E., 2001: Effects of soil erosion on soil characteristics and productivity. *Bodenkultur* 52: 147-153.

SCHWAB, G. O., et al., 1993: Soil and water conservation engineering. John Wiley, New York.

TOY, T. J., et al., 2002: Soil erosion: processes, prediction, measurement, and control. John Wiley and Sons, New York.

WISCHMEIER, W., SMITH, D. D., 1978: Predicting Rainfall Erosion Losses. USDA, Washington, D. C.

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

Seznam tabulek a obrázků

Tab. 1	Hodnoty přípustných ztrát stanovených podle hloubky půdního profilu:.....	17
Tab. 2	Potencionální ohrožení zemědělských půd ČR vodní erozí (Kozák 2010).....	17
Tab. 3	Údaje o TPEO v působnosti PÚ Kroměříž, stav v dotazníku (VÚMOP).....	38
Tab. 4	Údaje o TPEO v působnosti PÚ Kroměříž, stav zjištěný vlastním terénním průzkumem a projektovou dokumentací	39
Tab. 5:	Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ (Kubátová 2008).....	54
Tab. 6:	Vliv vzdálenosti části svahu od horního okraje pro výpočet hodnot faktoru S a K (Kubátová 2008).....	55
Tab. 7:	Hodnoty exponentu délky svahu m pro rozsah tříd dle sklonu svahu a poměru rýžkové eroze k mezirýžkové (Kubátová 2008)	55
Tab. 8:	Vypočtené hodnoty jednotlivých faktorů USLE pro vymezené území	57
Tab. 9:	Hodnoty návrhových srážek pro úhrn 24h deště s dobou opakování n let (mm), stanice Kroměříž (VÚMOP)	58
Tab. 10:	Vypočtené hodnoty přímého odtoku pro úhrn 24h deště s dobou opakování n let (mm).....	59
Tab. 11:	Vypočtené hodnoty objemu přímého odtoku pro úhrn 24h deště s dobou opakování n let (m ³)	59
Tab. 12:	Výpočty dob oběhu T _{tb} pro jednotlivé úseky.....	61
Tab. 13:	Vypočtené doby oběhu (T _{ta} , T _{tb}) a doba koncentrace povrchového odtoku (T _c) (h)	61
Tab. 14:	Vypočtené hodnoty kulminačního průtoku pro úhrn 24h deště s dobou opakování n let (m ³ /s)	62
Tab. 15:	Vypočtené hodnoty jednotlivých faktorů MUSLE	65
Tab. 16:	Výpočet transportu splavenin.....	65
Tab. 17:	Výsledky jednotlivých hydrotechnických výpočtů.....	65
Tab. 18:	Hodnoty smyvu půdy v zájmovém území po návrhu PeO	67

Obrázek 1: Schéma protierozní meze s příkopem (Dumbrovský a kol. 1995)	24
Obrázek 2: Schéma terasy (Janeček a kol. 2008).....	25
Obrázek 3: Schéma sběrného, svodného a záchytného příkopu (Janeček a kol. 2008)	28
Obrázek 4: Schéma sběrného průlehu (Janeček a kol. 2008).....	31
Obrázek 5: Schéma ochranných hrázek (Janeček a kol. 2008)	32
Obrázek 6: Příčný řez zatravněnou údolnicí (Janeček a kol. 2008)	34
Obrázek 7: Protierozní mez ZP1 v k. ú. Blazice (foto Jana Chaloupková).....	40
Obrázek 8: Svodný příkop K1 v k. ú. Blazice (foto Jana Chaloupková)	41
Obrázek 9: Svodný příkop P8 v k. ú. Lutopecny (foto Jana Chaloupková).....	43
Obrázek 10: Protierozní nádrž v k. ú. Lutopecny (foto Jana Chaloupková)	44
Obrázek 11: Zatravněná údolnice ZU2 v k. ú. Lutopecny (foto Jana Chaloupková)	45
Obrázek 12: Protierozní nádrž v k. ú. Popovice u Kroměříže (foto Jana Chaloupková)	46
Obrázek 13: Sběrný příkop v k. ú. Prusinovice (foto Jana Chaloupková)	48
Obrázek 14: Vymezení povodí a linií povrchového odtoku.....	57
Obrázek 15: Nomogram k určení I_a / H_s z 24h úhrnu deště pro různá čísla odtokových křivek (Janeček a kol. 2008).....	62
Obrázek 16: Nomogram pro dimenzování zatravněné údolnice při rychlosti návrhového průtoku $v = 1,5$ m/s (Janeček a kol. 2007)	67

Seznam příloh

Příloha 1: Katalogový list - Protierozní meze ZP1 a ZP2

Příloha 2: Katalogový list - Svodný příkop K1 v k. ú. Blazice

Příloha 3: Katalogový list - Svodné příkopy P5 a P8 v k. ú. Lutopecny

Příloha 4: Katalogový list - Protierozní nádrž v k. ú. Lutopecny

Příloha 5: Katalogový list - Zatravněná údolnice ZU2 v k. ú. Lutopecny

Příloha 6: Katalogový list - Protierozní nádrž v k. ú. Popovice u Kroměříže

Příloha 7: Katalogový list - Sběrný příkop v k. ú. Prusinovice

Příloha 8: Hlavní situace v měřítku 1 : 4 000

Příloha 9: Hodnoty BPEJ pro zájmovou oblast v měřítku 1 : 4 000

Příloha 10: Navržená PeO v měřítku 1 : 4 000

Přílohy

Příloha 1: Katalogový list - Protierozní meze ZP1 a ZP2

Název stavby	ZASAKOVACÍ MEZE/PRŮLEHY ZP1 A ZP2
Název PŮ	JEDNODUCHÁ POZEMKOVÁ ÚPRAVA katastrální území BLAZICE
Název k.ú.	BLAZICE, okres Kroměříž
Souřadnice GPS	ZP1 x=520020,25, y=1140736,14; ZP2 x=519475,38, y=1141163,38
Popis umístění stavby	Cca 200 m nad severovýchodním okrajem obce,cca 150m východně od silnice III. třídy směrem k obci Žákovice; východně od svodného kanálu K
Kraj	Zlínský
Investor	Česká republika – Ministerstvo zemědělství, odbor zemědělská agentura a pozemkový úřad Kroměříž
Projektant	Ing. Petr Götthans, Kosmonautů 7, Olomouc, IČO 649526415
Dokončení realizace TPEO	11/2007
Náklady na projekt	-
Náklady na realizaci	celkové 1 832 144,00 Kč, ZP1 231 669,00 Kč, ZP2 578 268,00 Kč
Přehledná situace měřítko 1:10 000	



Účel stavby (zdůvodnění):

Dotčené pozemky jsou za přívalových dešťů postihovány vodní erozí. Na erozí ohrožených zemědělských pozemcích jsou pěstovány plodiny bez ohledu na rizikový charakter lokality.

Voda z výše položených zemědělsky obhospodařovaných pozemků spolu s unášenou zeminou znehodnocuje pozemky přilehlé zastavěnému území obce a zanáší vodní tok protékající dnem údolí. V rámci provedené jednoduché pozemkové úpravy bylo hlavním cílem ochránit zemědělskou půdu před erozí a zpřístupnit pozemky.

Projektová dokumentace:

Délka meze	ZP1 231,23m, ZP2 680,22 m
Výška stupně meze	ZP1 i ZP2 šíře 12m, šířka dna průlehu je navržena 0,1 m, max. hloubka 42 cm
Původní sklon terénu	7-16%
Doprovodný prvek (příkop, průleh...)	příkop ZP1 a ZP2
Doprovodná zeleň	habr obecný (carpinus betulus), lípa srdčitá (tillia cordata), javor klen (acer platanoides), dub zimní (quercus petraea), hloh obecný (crateagus laevigata), líska obecná (coryllus avellana), trnka obecná (primus spinosa), růže šípková (rosa canina)

Skutečný stav:

Délka meze	ZP1 230m, ZP2 681m
Výška stupně meze	ZP1 šíře 9m, šířka meze 3m, hloubka 0,95m
Doprovodný prvek (příkop, průleh...)	příkop ZP1 a ZP2
Doprovodná zeleň	habr obecný (carpinus betulus), lípa srdčitá (tillia cordata), javor klen (acer platanoides), dub zimní (quercus petraea), hloh obecný (crateagus laevigata), líska obecná (coryllus avellana), trnka obecná (primus spinosa), růže šípková (rosa canina)

Fotodokumentace:



Obr. 1: Jižní záběr (pohled zespodu) na ZP1 z polní cesty C3



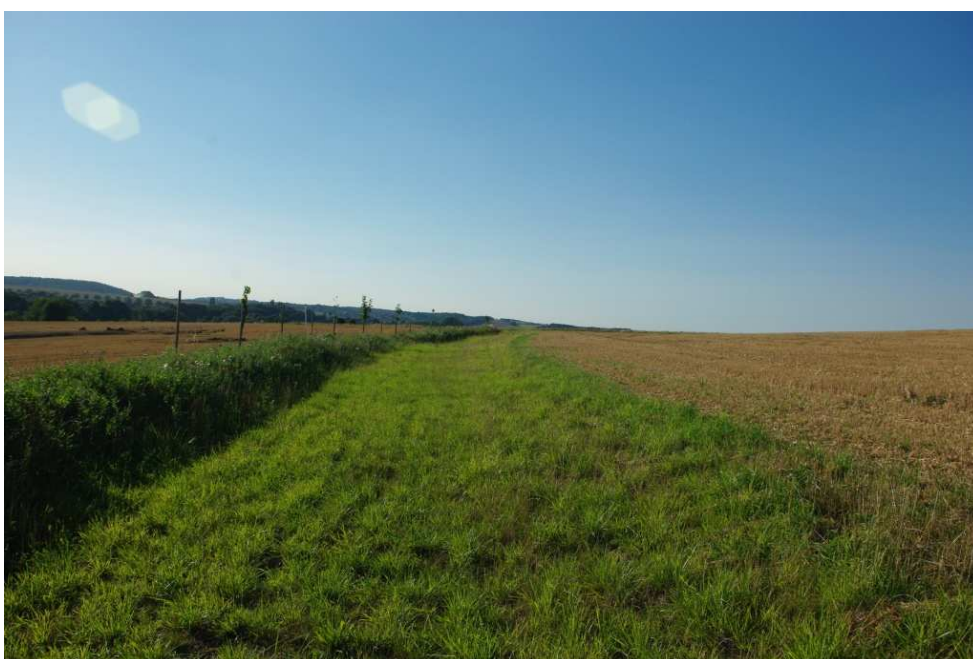
Obr. 2: Severní záběr (pohled ze shora) na ZP1 z polní cesty C3



Obr. 3: Jihovýchodní záběr (pohled zespodu) na ZP2 od svodného kanálu K



Obr. 4: Severovýchodní záběr (pohled ze shora na ZP1) od zatravněné údolnice



Obr. 5: Severozápadní záběr (pohled ze shora) na ZP2 od zatravněné údolnice

Obr. 6:

Obr. 7:

Obr. 8:

Kopie projektové dokumentace:

1. TZ průleh.doc

2. Souhrnná technická zpráva.doc

3. Sitauace příkop ZP2.dgn
4. Sitauace příkop ZP1.dgn
5. Situace celková.dgn
6. Řezy ZP1.dgn
7. Řezy ZP2.dgn
8. Rozpočet.doc
9. Průvodní zpráva.doc
10. Podélný profil ZP1.dgn
11. Podélný profil ZP2.dgn
Současný stav a zhodnocení funkce:
Záchytná mez ZP1 a ZP2 jako nově provedená opatření jsou zatím stabilní bez významných závad, vegetační opevnění je zcela zapojené a funkční. Kolem ochranných stromů je patrný nálet polních rostlin (pýr, bodláčí). Celkově opatření nejeví známky zanesení či nefunkčnosti.

Příloha 2: Katalogový list - Svodný příkop K1 v k. ú. Blazice

Název stavby (druh např. sběrný příkop...)	SVODNÝ KANÁL K1
Název PÚ	JEDNODUCHÁ POZEMKOVÁ ÚPRAVA katastrální území BLAZICE
Název k.ú.	BLAZICE, okres Kroměříž
Souřadnice GPS	x=519460,39, y=1141119,45
Popis umístění stavby	Svodný příkop je situován ve východní části katastrálního území Blazice, vede po hranici s k.ú. Žákovice. Příkop začíná u polní cesty parc.č. 757 a vede po spádnicí jihovýchodním směrem k vodnímu toku Libosvárka.
Kraj	Zlínský
Investor	Česká republika – Ministerstvo zemědělství, odbor zemědělská agentura a pozemkový úřad Kroměříž
Projektant	Ing. Petr Götthans, Kosmonautů 7, Olomouc, IČO 649526415
Dokončení realizace TPEO	11/2007
Náklady na projekt	-
Náklady na realizaci	celkové 1 832 144,00 Kč, K1 46 037,00 Kč
Přehledná situace měřítko 1:10 000	



Účel stavby (zdůvodnění):

Dotčené pozemky jsou za přívalových dešťů postihovány vodní erozí. Na erozi ohrožených zemědělských pozemcích jsou pěstovány plodiny bez ohledu na rizikový charakter lokality. Voda z

výše položených zemědělsky obhospodařovaných pozemků spolu s unášenou zeminou znehodnocuje pozemky přilehlé zastavěnému území obce a zanáší vodní tok protékající dnem údolí. V rámci provedené jednoduché pozemkové úpravy bylo hlavním cílem ochránit zemědělskou půdu před erozí a zpřístupnit pozemky. Svodný příkop odvádí přebytečnou vodu zachycenou protierozní mezi ZP2.

Projektová dokumentace:

Délka trasy	144,04m
Tvar příčného profilu	lichoběžník
Šířka ve dně	0,2m
Sklon svahů	1:1,5
Průměrná hloubka příkopu event. průlehu	0,5m
Opevnění koryta (dna, svahů)	kamenná dlažba tloušťky 25 cm do šterkopískového lože 10 cm,
Minimální a maximální sklon koryta v %	1,5-5%
Objekty v příkopu ev. průlehu a jejich rozměry	pro vytvoření vyhovujícího sklonu 5 % je příkop osazen jednoduchými stupni z kulatiny

Skutečný stav:

Délka trasy	cca 136m
Tvar příčného profilu	lichoběžník
Šířka ve dně	0,3m
Průměrná hloubka příkopu event. průlehu	0,8-1m
Sklon svahů	1:1,3, 1:1,5
Opevnění koryta (dna, svahů)	kamenná dlažba
Stav příkopu (zarostlý, zanesený, erodovaný...)	silně zarostlý rákosem, kopřivami, bodláčím, travinami i náletovými keři
Objekty v příkopu event. průlehu a jejich skutečné rozměry	pro silný zápoj nežádoucí vegetace nenalezeny

Charakteristiky povodí:

Hydrologické číslo povodí	4-12-02-078
Návrhový průtok	číselná hodnota v dokumentaci neuvedena
Návrhová rychlost proudění	číselná hodnota v dokumentaci neuvedena
Plocha povodí (km ²)	číselná hodnota v dokumentaci neuvedena
Využití povodí	orná půda
Hydropedologické vlastnosti	hodnota v dokumentaci neuvedena
Pěstované plodiny	úžkořádkové obiloviny

Fotodokumentace:



Obr. 1: Svodný kanál K1 cca 80m nad vyústěním do Libosvárky



Obr. 2: Detailnější záběr na vegeraci



Obr. 3: Méně zarostlý úsek svodného kanálu K1 cca 40m nad vyústěním do Libosvárky



Obr. 4: Kamenná dlažba u vyústění do toku Libosvárka



Obr. 5: Vyústění do Libosvárky - protější břeh

Obr. 6:

Obr. 7:

Obr. 8:

Kopie projektové dokumentace:

1. TZ příkop.doc

2. Souhrnná technická zpráva.doc

3. Situace příkop.dgn

4. Situace celková.dgn

5. Řezy příkop.dgn

6. Rozpočet.doc

7. Průvodní zpráva.doc

8. Podélný profil příkop.dgn

9.

10.

Současný stav a zhodnocení funkce:

V současnosti (08/2010) je příkop značně zarostlý travinami, bodláčím a v nejsevernější části i rákosím. Kanál ani tok není zanesen splaveninami. Funkčnost se však jeví pozitivní, neboť v době terénního průzkumu bylo po více než týdenních deštích vše v pořádku. Žádné nánosy, zanesení ani zbytková nevsáklá voda v přilehlém poli.

Příloha 3: Katalogový list - Svodné příkopy P5 a P8 v k. ú. Lutopecny

Název stavby (druh např. sběrný příkop...)	SO - Příkop P5 a P8
Název PÚ	KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY katastrální území LUTOPECNY
Název k.ú.	LUTOPECNY, okres Kroměříž
Souřadnice GPS	x=-544140,03, y=-11554790,87
Popis umístění stavby	v boční údolnici cca 200 m od JZ okraje zástavby obce Lutopecny (trať Opatovce, Pod Větrákem, Padělky), příkop P8 napojuje se na trubní výust spodní výpusti ze suché nádrže (SO1), koryto příkopu P5 navazuje na navržený příkop P8
Kraj	Zlínský
Investor	Ministerstvo zemědělství - Pozemkový úřad Kroměříž
Projektant	VODNÍ DÍLA – TBD, a.s., Hybernská 40, 110 00 Praha 1, pracoviště Brno : Okružní 29a, 638 00 Brno
Dokončení realizace TPEO	2009
Náklady na projekt	-
Náklady na realizaci	celkové 4 856 020,-Kč, příkopy P5 a P8 333 203, - Kč
Přehledná situace měřítko 1:10 000	



Účel stavby (zdůvodnění):

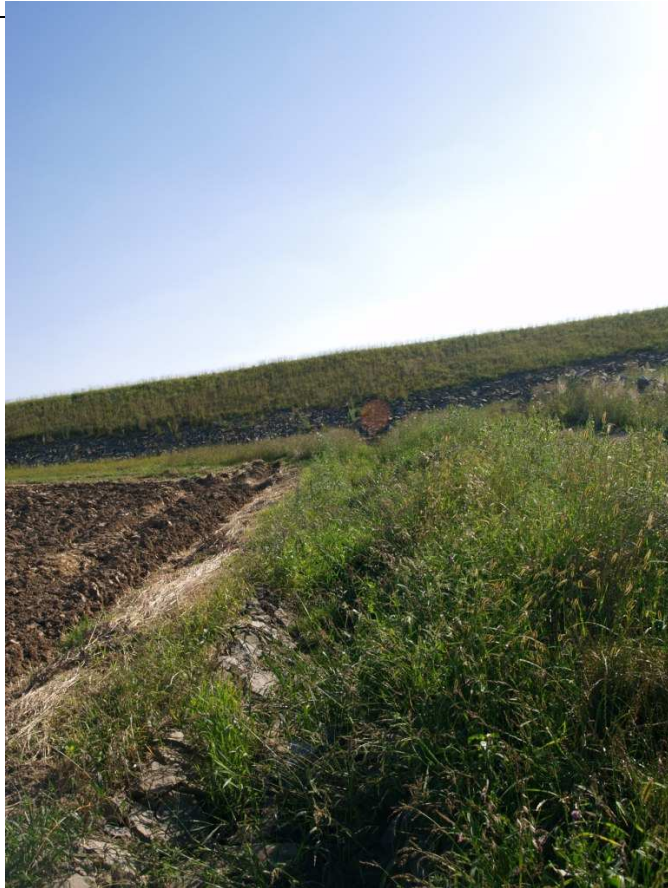
Příkopy P5 i P8 slouží k odvodu odpadu, splavenin a vody ze suché nádrže SO1.

Projektová dokumentace:

Délka trasy

příkop P5 dl. 71,8 m; příkop P8 dl. 165,4 m

Tvar příčného profilu	lichoběžník
Šířka ve dně	0,5 m (P5 i P8)
Sklon svahů	1 : 1,5 (P5 i P8)
Průměrná hloubka příkopu event. průlehu	0,8m (P8), hodnota pro P5 neuvedena
Opevnění koryta (dna, svahů)	P5: opevnění dna a svahů do výšky 0,3m z lomového kamene v tl. 0,2 m, zbytek svahu zatravněn; P8: opevnění dna výšky 0,3m z lomového kamene v tl. 0,2 m, zbytek svahu zatravněn
Minimální a maximální sklon koryta v %	P5: podélný sklon min. 1,0až2,1 %, P8: podélný sklon min. 1,4 %
Objekty v příkopu ev.průlehu a jejich rozměry	žádné
Skutečný stav:	
Délka trasy	příkop P5 dl. cca 68m; příkop P8 dl. 156 m
Tvar příčného profilu	lichoběžník
Šířka ve dně	0,5 až 0,7 m (P5 i P8)
Průměrná hloubka příkopu event. průlehu	0,45 - 0,55 m
Sklon svahů	1 : 1,5 (P5 i P8)
Opevnění koryta (dna, svahů)	P5: opevnění dna a svahů do výšky cca 0,45m z lomového kamene, zbytek svahu zatravněn; P8: opevnění dna do výšky cca0,35m z lomového kamene, zbytek svahu zatravněn
Stav příkopu (zarostlý, zanesený, erodovaný...)	P5: zarostlý a mírně zanesený; P8: mírně zanesený splaveninami z poldru
Objekty v příkopu event. průlehu a jejich skutečné rozměry	žádné
Charakteristiky povodí:	
Hydrologické číslo povodí	4 – 12 – 02 – 066
Návrhový průtok	10-ti letý
Návrhová rychlost proudění	P8: 10-ti letý průtok $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, P5: 10-ti letý průtok $2,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Plocha povodí (km^2)	0,48
Využití povodí	orná půda
Hydropedologické vlastnosti	jílovité hlíny žlutohnědé barvy, místy slabě písčité, tuhé konzistence
Pěstované plodiny	úzkoořádkové obiloviny
Fotodokumentace:	



Obr. 1: Příkop P5



Obr. 2: Příkop P8



Obr. 3: Příkop P8 napojující se na trubní výúst spodní výpusti suché nádrže SO1

Obr. 4:

Obr. 5:

Obr. 6:

Obr. 7:

Obr. 8:

Kopie projektové dokumentace:

1. pruvodni_zprava.doc

2. technicka_zprava.doc

3. soubor Situace stavby

4. rozpocet.doc

5. tech_zprava_tpeo.doc

6. soubor SO01 Poldr

7. soubor SO02 Příkop P5 a P8

8. soubor SO03 Vegetační úpravy

9.

10.

Současný stav a zhodnocení funkce:

P5: Vzhledem k hustému vegetačnímu pokryvu (traviny) nelze zcela objektivně posoudit funkčnost.
P8: Funkčnost dobrá, zanesení i zárost mírný. Práce působí kvalitně provedena.

Příloha 4: Katalogový list - Protierozní nádrž v k. ú. Lutopecny

Název stavby	Poldr v k.ú. Lutopecny
Název PÚ	KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY katastrální území LUTOPECNY
Název k.ú.	LUTOPECNY, okres Kroměříž
Souřadnice GPS	x=-544265,65, y=-1154839,30
Popis umístění stavby	v boční údolnici cca 200 m od JZ okraje zástavby obce Lutopecny (trať Opatovce, Pod Větrákem, Padělky)
Kraj	Zlínský
Investor	Ministerstvo zemědělství - Pozemkový úřad Kroměříž
Projektant	VODNÍ DÍLA – TBD, a.s., Hybernská 40, 110 00 Praha 1, pracoviště Brno : Okružní 29a, 638 00 Brno
Dokončení realizace TPEO	2009
Náklady na projekt	-
Náklady na realizaci	celkové 4 856 020,-Kč, poldr 4 052 340, - Kč
Přehledná situace měřítko 1:10 000	



Účel stavby (zdůvodnění):	
-	
Projektová dokumentace:	
Objem retečního prostoru nádrže	10 026 m ²
Zatopená plocha nádrže při maximální hladině	23 141 m ³
Délka hráze	106 m

Maximální výše hráze	4,8 m
Šířka v koruně	3m
Sklon návodního a vzdušného svahu	sklon návodního svahu 1:3,7, sklon vzdušního svahu 1:2,2
Vypouštěcí zařízení a bezpečnostní přeliv	otevřený požerák s jednoduchou dlužovou stěnou, přímý korunový přeliv
Návrhový průtok před a po transformaci	$Q_{50} = 1,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (pro povodí 0,32 km ²)
Skutečný stav:	
Délka hráze	cca 87 m
Vypouštěcí zařízení a bezpečnostní přeliv	otevřený požerák s jednoduchou dlužovou stěnou, přímý korunový přeliv
Šířka v koruně hráze	3m
Viditelné změny oproti projektu	žádné
Charakteristiky povodí:	
Hydrologické číslo povodí	4 – 12 – 02 – 066
Plocha povodí (km ²)	0,48
Využití povodí	orná půda
Pěstované plodiny	úžkořádkové obiloviny
Fotodokumentace:	



Obr. 1: Celkový pohled boční



Obr. 2: Celkový pohled z koruny hráze



Obr. 3: Výpustné zařízení



Obr. 4: Celkový pohled z povodí



Obr. 5: Vyústění pod hrází

Obr. 6:

Obr. 7:

Obr. 8:

Kopie projektové dokumentace:

1. pruvodni_zprava.doc

2. technicka_zprava.doc

3. soubor Situace stavby

4. rozpočet.doc

5. tech_zprava_tpeo.doc

6. soubor SO01 Poldr

7. soubor SO02 Příkop P5 a P8

8. soubor SO03 Vegetační úpravy

9.

10.

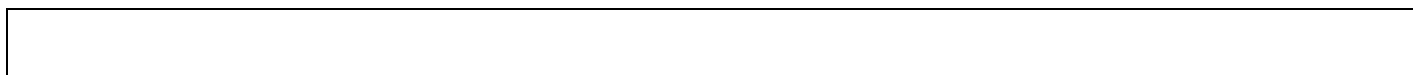
11.

Současný stav a zhodnocení funkce:

Poldr je zcela zapojen do okolí, včetně vegetace. Funkci dle tvrzení místních obyvatel zatím plní. Je zde však obava brzkého zanesení splaveninami z povodí.

Příloha 5: Katalogový list - Zatravněná údolnice ZU2 v k. ú. Lutopecny

Název stavby	Zatravněná údolnice ZU2
Název PÚ	KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY katastrální území LUTOPECNY
Název k.ú.	LUTOPECNY, okres Kroměříž
Souřadnice GPS	x=-544441,05, y=-1155015,31
Popis umístění stavby	v boční údolnici cca 200 m od JZ okraje zástavby obce Lutopecny (trať Opatovce, Pod Větrákem, Padělky), na tuto údolnici navazuje suchá nádrž SO1
Kraj	Zlínský
Investor	Ministerstvo zemědělství - Pozemkový úřad Kroměříž
Projektant	VODNÍ DÍLA – TBD, a.s., Hybernská 40, 110 00 Praha 1, pracoviště Brno : Okružní 29a, 638 00 Brno
Dokončení realizace TPEO	2009
Náklady na projekt	-
Náklady na realizaci	celkové 4 856 020,-Kč, vegetace 450 271,- Kč
Přehledná situace měřítko 1:10 000	



Účel stavby (zdůvodnění):	
Zachycení přívalové vody z přílehlého povodí a její následný transport do suché nádrže SO1. Ochrana intravilánu obce Lutopecny.	
Projektová dokumentace:	
Délka údolnice	640m, šíře 15m
Rozměry příčného profilu (min. - max-sklon)	neuvedeno

Minimální a maximální podélný sklon v %	neuvedeno
Objekty v zatravněné údolnici	neuvedeno
Skutečný stav:	
Délka údolnice	cca 590m, šíře 12,5m
Rozměry příčného profilu	-
Objekty v zatravněné údolnici	keřový remíz cca 50 dlouhý
Stav údolnice	zapojena do okolí, stáří vegetace odpovídá dokumentaci, bez náletů
Charakteristiky povodí:	
Hydrologické číslo povodí	4 – 12 – 02 – 066
Návrhový průtok	10-ti letý
Plocha povodí (km ²)	0,48
Využití povodí	orná půda
Hydropedologické vlastnosti	jílovité hlíny žlutohnědé barvy, místy slabě písčité, tuhé konzistence
Fotodokumentace:	



Obr. 1: Pohled na ZU2 z koruny hráze suché nádrže SO1



Obr. 2: ZU2 nad suchou nádrží SO1



Obr. 3: Vegetace a keřový remíz v ZU2



Obr. 4: Keřový remíz



Obr. 5: ZU2 v horní části povodí nad keřovým remízem

Obr. 6:

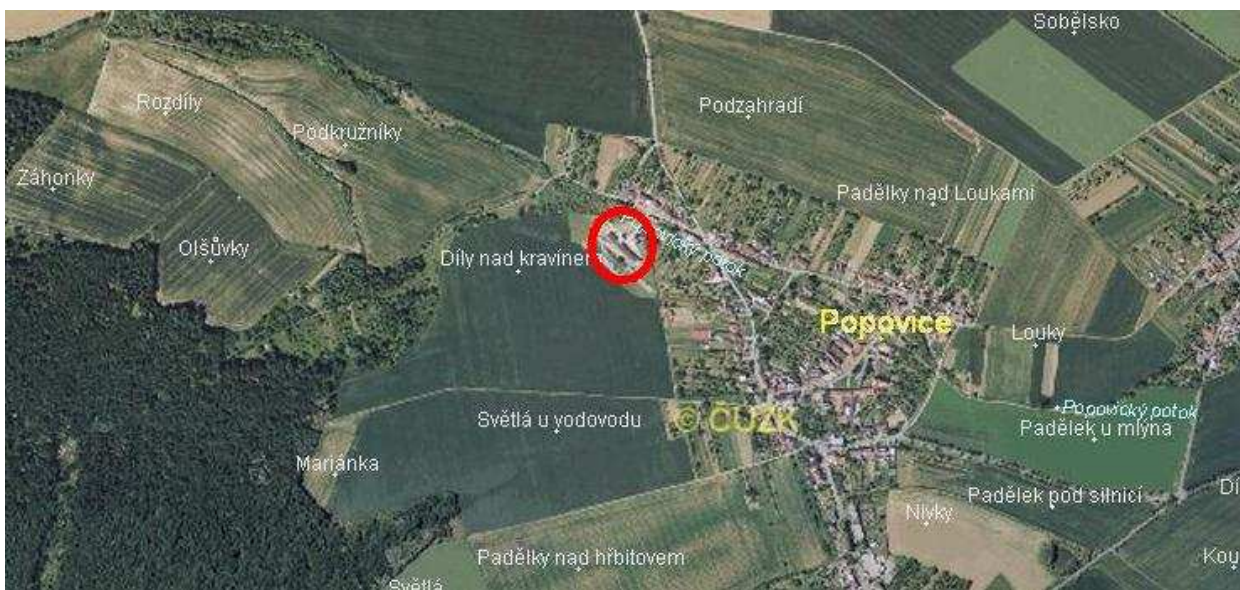
Obr. 7:

Obr. 8:

Kopie projektové dokumentace:
1. pruvodni_zprava.doc
2. technicka_zprava.doc
3. soubor Situace stavby
4. rozpocet.doc
5. tech_zprava_tpeo.doc
6. soubor SO01 Poldr
7. soubor SO02 Příkop P5 a P8
8. soubor SO03 Vegetační úpravy
9.
10.
Současný stav a zhodnocení funkce:
Údolnice je plně funkční, vegetace v zápoji. Koryto není zanesené splaveninami a je užší než uvádí projektová dokumentace.

Příloha 6: Katalogový list - Protierozní nádrž v k. ú. Popovice u Kroměříže

Název stavby	SO - 01 : Retenční nádrž
Název PÚ	KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY katastrální území POPOVICE u Kroměříže
Název k.ú.	POPOVICE u Kroměříže, okres Kroměříž
Souřadnice GPS	-
Popis umístění stavby	Severovýchodní cíp obce Popovice, za palírnou lihovin
Kraj	Zlínský
Investor	Ministerstvo zemědělství - Pozemkový úřad Kroměříž
Projektant	Agroprojekt PSO, spol. s r.o., Slavíčková 1/b, 638 00 Brno
Dokončení realizace TPEO	neuvedeno
Náklady na projekt	-
Náklady na realizaci	celkové 8 911 876 Kč, retenční nádrž 6 242 502 Kč
Přehledná situace měřítko 1:10 000	



Účel stavby (zdůvodnění):	
Zachycení povrchové vody stékající z přilehlého povodí a ochrana obce Popovice.	
Projektová dokumentace:	
Objem retenčního prostoru nádrže	400m ³
Zatopená plocha nádrže při maximální hladině	hodnota v dokumentaci neuvedena
Délka hráze	hodnota v dokumentaci neuvedena
Maximální výše hráze	hodnota v dokumentaci neuvedena
Šířka v koruně	3m

Sklon návodního a vzdušného svahu	sklon návodního líce 1 : 3,45, sklon vzdušného líce 1 : 2,2
Vypouštěcí zařízení a bezpečnostní přeliv	jednoduchý požerák a betonový bezpečnostní přepad
Návrhový průtok před a po transformaci	100letá voda
Skutečný stav:	
Délka hráze	2,5m
Vypouštěcí zařízení a bezpečnostní přeliv	jednoduchý požerák a betonový bezpečnostní přepad
Šířka v koruně hráze	3m
Viditelné změny oproti projektu	žádné
Charakteristiky povodí:	
Hydrologické číslo povodí	4 – 12 – 02 - 067
Plocha povodí (km ²)	hodnota v dokumentaci neuvedena
Využití povodí	vodní plocha, ostatní plocha, orná půda
Pěstované plodiny	úžkořádkové obiloviny
Fotodokumentace:	



Obr. 1: Celkový pohled od příjezdové komunikace



Obr. 2: Retenční nádrž a výpustné zařízení, pohled z hráze



Obr. 3: Hráz a výpust



Obr. 4: Celkový záběr jižní



Obr. 5: Bezpečnostní přeliv a požerák

Obr. 6:
Obr. 7:
Obr. 8:
Kopie projektové dokumentace:
1. F-SO-01.doc (technická zpráva k nádrži)
2. Průvodní zpráva.doc
3. Souhrnná technická zpráva.doc
4. Vodohospodářská opatření retenční nádrž a mokřady - ROZPOČET.xls
5. situace.pdf
Současný stav a zhodnocení funkce:
Retenční nádrž je nově dokončená, nevykazuje tudíž žádné opotřebení nebo zanesení. Parametry se shodují s projektovou dokumentací a celkově působí nádrž kvalitně realizovaná.

Příloha 7: Katalogový list - Sběrný příkop v k. ú. Prusinovice

Název stavby (druh např. sběrný příkop...)	Sběrný příkop O-2
Název PÚ	KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY katastrální území PRUSINOVICE
Název k.ú.	PRUSINOVICE, okres Kroměříž
Souřadnice GPS	x=525829,483, y=1147914,139
Popis umístění stavby	Podél severovýchodní až východní hranice obce Prusinovice souběžně s vedlejší polní cestou CH3
Kraj	Zlínský
Investor	Ministerstvo zemědělství - Pozemkový úřad Kroměříž
Projektant	Agroprojekt PSO s.r.o., Slavíčková 1b, 638 00, Brno IČO 41601483
Dokončení realizace TPEO	08/2008
Náklady na projekt	-
Náklady na realizaci	-
Přehledná situace měřítko 1:10 000	



Účel stavby (zdůvodnění):

Příkop O-2 bude sloužit k zachytávání srážkové vody stékající ze severního svahu nad obcí a k jejímu následnému bezpečnému odvedení do místního recipientu, toku Kozrálka. Po celé délce je koryto navrženo jako otevřené, v místech hospodářských sjezdů a v místě křížení se státní silnicí jsou navrženy propustky DN 600 - DN 1000. Příkop je navržen na převedení velké vody Q100. Bezpečným odvedením dešťových vod do recipientu budou ochráněny okolní pozemky i intravilán obce Prusinovice. Plocha, u které tento příkop společně s příkopem podél cesty CV34 ovlivní odtokové poměry je 0,25 km².

Projektová dokumentace:

Délka trasy	670 m
Tvar příčného profilu	lichoběžník
Šířka ve dně	0,5 m, u propustku 1 m
Sklon svahů	1 : 1,5
Průměrná hloubka příkopu event. průlehu	0,88 m
Opevnění koryta (dna, svahů)	dno - větší podélné sklony polovegetační dlaždice AND 60/40/9; místa s největším sklonem, před a za propustky dlažba z lomového kamene s vyspárováním cementovou maltou; svahy - travní osev
Minimální a maximální sklon koryta v %	min. 5,1 ‰, max. 115,3 ‰
Objekty v příkopu ev.průlehu a jejich rozměry	propustky DN 600 (délka 7,5 m), DN 800 (délka 8m), DN 1000 (délka 15,0 m, sklon 7,8%)
Skutečný stav:	
Délka trasy	670 m
Tvar příčného profilu	lichoběžník
Šířka ve dně	0,4-0,5 m, u propustku 0,9-1 m
Průměrná hloubka příkopu event. průlehu	0,8 m
Sklon svahů	01:01,5
Opevnění koryta (dna, svahů)	dno - větší podélné sklony polovegetační dlaždice AND 60/40/9; místa s největším sklonem, před a za propustky dlažba z lomového kamene s vyspárováním cementovou maltou; svahy - travní osev
Stav příkopu (zarostlý, zanesený, erodovaný...)	severovýchodní část mírně zarostlá, celkově bez zanesení
Objekty v příkopu event. průlehu a jejich skutečné rozměry	propustky DN 600 (délka 7,5 m), DN 800 (délka 8m), DN 1000 (délka 15,0 m)
Charakteristiky povodí:	
Hydrologické číslo povodí	4-12-02-089
Návrhový průtok	0,61 m ³ /s (Q100)
Návrhová rychlost proudění	číselná hodnota v dokumentaci neuvedena
Plocha povodí (km ²)	0,11 km ²
Využití povodí	orná půda
Hydropedologické vlastnosti	
Pěstované plodiny	úžkořádkové obiloviny
Fotodokumentace:	



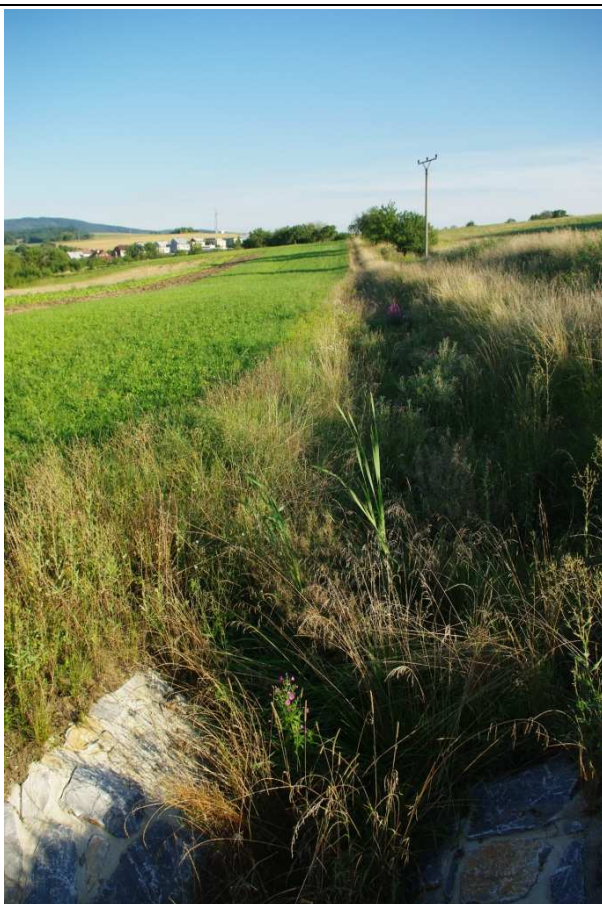
Obr. 1: Příkop O2, pohled okraje intravilánu



Obr. 2: Jedno z vyústění



Obr. 3: Nájezd do pole



Obr. 4: SZ část příkopu O2



Obr. 5: Napojení na polní cestu CV-34



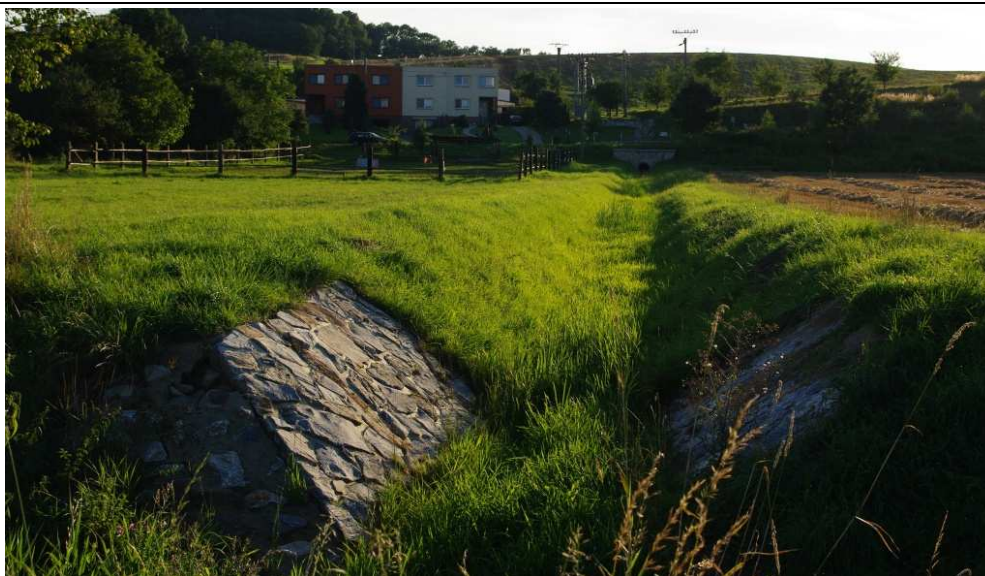
Obr. 6: Část příkopu lemující severní okraj obce Prusinovice



Obr. 7: Dlážděný svod příkopu těsně nad státní silnicí III. třídy směr Pacetluky



Obr. 8: Zatrubnění příkopu pod státní silnicí III. třídy směr Pacetluky



Obr. 9: Vyústění příkopu do toku Korzárka

Obr. 10:

Kopie projektové dokumentace:

1. 02_TZ.doc

2. situace.dgn

3. podel_profil.dgn

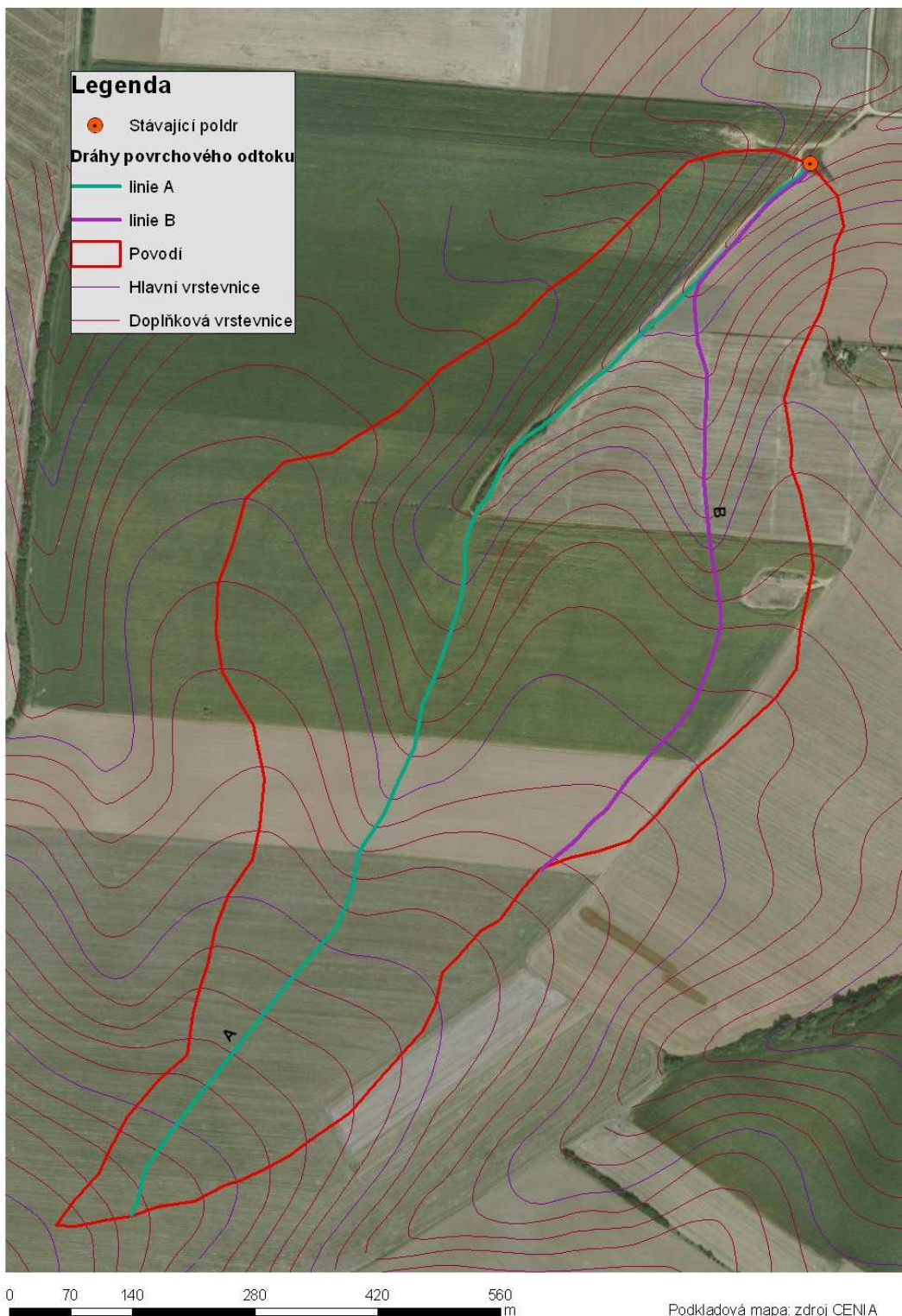
4. DKM.dgn

5.

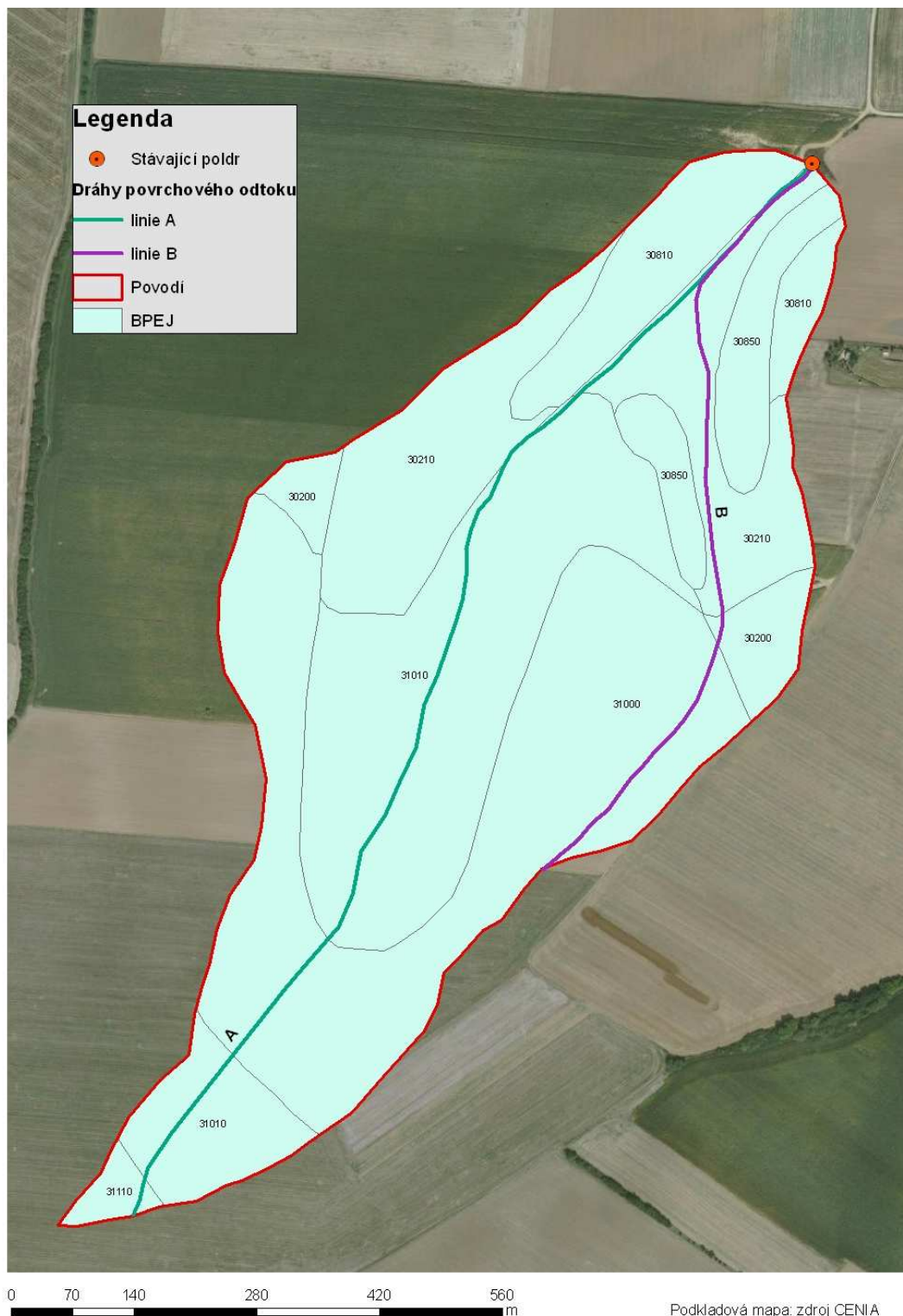
Současný stav a zhodnocení funkce:

Příkop je ve velmi dobrém stavu, bez nánosů a náletů. Částečně je zarostlý, ale vegetace nijak nebrání funkčnosti. Přejezdy a nájezdy jsou kvalitně vyhotoveny. Intravilán byl ochráněn při intenzivních deštích v poslední době (08/2010).

Hlavní situace



Hodnoty BPEJ pro zájmovou oblast



0 70 140 280 420 560 m

Podkladová mapa: zdroj CENIA

Navržená protierozní opatření

