

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

SYSTÉM PŘÍRODĚ BLÍZKÝCH PROTIEROZNÍCH A PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ A JEJICH OPTIMALIZACE V PROCESU POZEMKOVÝCH ÚPRAV

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Autor práce
Bc. Vladimír Bláha

Vedoucí práce
doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

2013

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

Jméno a příjmení: Bc. Vladimír BLÁHA
Osobní číslo: Z11852
Studijní program: N4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí
Název tématu: Systém přírodě blízkých protierozních a protipovodňových opatření a jejich optimalizace v procesu pozemkových úprav.
Zadávací katedra: Katedra krajinného managementu

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je zpracování podrobné literární rešerše týkající se využití protierozních a protipovodňových opatření v zájmovém území. Literární rešerše bude zpracována tak, aby sloužila jako kvalitní podklad pro vyhodnocení konkrétní pozemkové úpravy. V projektu bude vyhodnocena kapitola hlavní územní systémy, zda splňují podmínky z hlediska protierozních a protipovodňových zásad.

1. Literární rešerše na daná témata:

a/ oběh vody v přírodě

b/ vodní eroze

c/ protipovodňová a protierozní opatření

d/ komplexní pozemkové úpravy

2. Popis a zpracování konkrétního katastrálního území

3. Posouzení ekonomické náročnosti navržených opatření

4. Vyhodnocení a závěr.

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 60 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

- UMBROVSKÝ, M., MEZERA, J., STRÍTECKÝ, L.: Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav, Česká komora pro pozemkové úpravy, Praha 2004, 190 stran
MAZÍN, V., VÁCHAL, J.: Krajinné plánování a projekce PÚ. Učební texty III. JU ZF KPÚ-internetová učebnice, Č. B., 139 s., 2008
SKLENÍČKA, P. Základy krajinného plánování, Naděžda Skleníčková, Praha 2003, ISBN 80-903206-1-9
TOMAN, F. Pozemkové úpravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 1995, ISBN 80-7157-148-8
VÁCHAL, J., MAZÍN, V., DUMBROVSKÝ, M. a kol.: Pozemkové úpravy I. a II. České Budějovice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2006. 147 s.
Časopisy: Pozemkové úpravy, Urbanismus a územní rozvoj, Landscape and urban planning, Land use policy
Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL, Praha, 1978
Janeček, M.: Základy erodologie. ČZU Praha, Praha, 2008

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: 8. března 2012
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013

Ing. Karel Suchý, Ph.D.
proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Sládkova 13
370 05 České Budějovice

L.S.

prof. Ing. Tomáš Štěpánek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. března 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci *System přírodě blízkých protierozních a protipovodňových opatření a jejich optimalizace v procesu pozemkových úprav* jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne

Vladimír Bláha

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky. Dále děkuji projektantům firmy Geopozem za pomoc a cenné rady.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na systém protierozních a protipovodňových opatření v katastrálním území Smetanova Lhota. Pro výpočet erozního ohrožení byla použita univerzální rovnice ztráty půdy (USLE) a odtokové charakteristiky jsou počítány pomocí odtokových CN – křivek. Na návrh má vliv několik faktorů. Jsou to srážkový úhrn, vegetační pokryv, půdní charakteristika, morfologie terénu a jiné. Několik výpočtů bylo provedeno pomocí programu ERCN.

Klíčová slova: Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE), CN – křivky, protierozní a protipovodňová opatření, vodní eroze.

Annotation

The thesis is focused on the system erosion and the flood control measures in the cadastral territory of Smetanova Lhota. For the calculation of the erosion threat was used universal soil loss equation (USLE) and runoff characteristics are calculated using the runoff CN - curves. The proposal has the influence of several factors. It's rainfall, vegetation cover, soil characteristics, morphology and other. Several calculations were carried out using the program ERCN.

Key Words: Universal Soil Loss Equation (USLE), Curve Number, erosion and flood control measures, water erosion,

Obsah:

1 Úvod	8
2 Oběh vody	10
2.1 Hydrologická bilance	11
2.1.1 Bilanční prvky	12
2.1.1.1 Srážky	12
2.1.1.2 Odtok	14
2.1.1.3 Výpar	16
3 Eroze	18
3.1 Činitelé ovlivňující erozi	19
3.2 Rozdělení eroze	19
3.3 Vodní eroze	21
3.3.1 Rozdělení vodní eroze	22
3.3.1.1 Třídění podle formy	22
3.3.1.2 Třídění eroze podle intenzity	26
3.3.2 Určení erozní ohroženosti pozemků vodní erozí	26
3.3.2.1 Faktory Rovnice	27
4 Protierozní a protipovodňová opatření	31
4.1 Průzkumné a rozborové práce	32
4.1.1 Hydrologické podklady	33
4.1.2 Metoda čísel odtokových křivek (CN)	34
4.2 Rozdělení protierozních opatření	35
4.2.1 Organizační opatření	35
4.2.2 Agrotechnická opatření	36
4.2.3 Technická opatření	37
5 Komplexní pozemkové úpravy	39
5.1 Cíle a formy	40
5.1.1 Formy	40
5.2 Plán společných zařízení	41
6 Cíl diplomové práce	43
7 Metodika práce	44
8 Popis katastrálního území Smetanova Lhota	46
8.1 Poloha	46
8.2 Pedologie	46
8.3 Geologie	47
8.4 Geomorfologie	47
8.5 Klimatické podmínky	48
8.6 Hydrologie	48
8.7 Využití území	49
9 Výsledky a diskuze	50
10 Závěr	65
11 Literatura	66
12 Fotodokumentace	71

1 Úvod

Voda a půda jsou základní součásti našich životů a vnímáme je jako samozřejmost. A to je velká chyba, neboť některé naše zásahy do přírody jsou přímo katastrofální. Půda je v dnešní době velmi cenný prodejní artikl. Lidé s půdou obchodují a ubývá zájem na půdě hospodařit a starat se o ní. Člověk potřebuje stále více prostorů na bydlení, podnikání a trávení volného času. Sídla se rozšiřují i na velmi kvalitní půdy. Voda je pro člověka nezbytná, ale rozhodně se tak k ní nechová, stav některých vodních děl je velmi špatný. Půda kolem toků se nevyužívala, pouze se upravovaly břehy a břehové porosty, což sloužilo k čištění vody, stabilizaci koryta, atd. Dnes se snažíme maximálně využít půdu, a tak je možné vidět i ornou půdu v těsné blízkosti vodních toků. Narovnávat vodní toky, aby byla voda odvedena co nejrychleji. Tyto zásahy se projevují při větších srážkových úhrnech. Když byly kolem toků lužní lesy a rozsáhlé travnaté plochy, tak se voda rozlila a zase se vrátila zpět do koryta bez větších škod na okolních pozemcích a bez finančních ztrát na majetku. Ovšem když se lidé přiblížili k tokům a začali zde stavět a hospodařit, došlo k narušení přirozených přírodních procesů. Nevhodná skladba plodin v povodí a chybné hospodaření na orné půdě mělo za následek změnu vodního režimu krajiny a zhoršení odtokových poměrů. Proto v dnešní době mají povodně i menší vylití vody z koryt takové následky. Nejde jen o povodně, ale i o erozní smyvy. Vodní eroze je procesem přírodním a podílí se na vývoji krajiny. Eroze je jev, který existoval a existovat bude, záleží jen na tom, kde a v jaké míře se projevuje. Špatnými zásahy do krajiny zvětšujeme projevy eroze. Přívalové srážky obnáší velké množství částic půdy z pozemků, které se pak dostávají do vodních toků, zrychlují říční a břehovou erozi, a při sedimentaci zanáší koryto toku. Toto všechno se negativně odráží ve stavu našich vodních toků a děl.

Pozemkové úpravy jsou vhodným nástrojem, jak řešit protierozní a protipovodňovou ochranu. V návrhu plánu společných zařízení by nemělo být v žádném případě opomenuto řešit tyto problematické oblasti. Provázanost navržených prvků v krajině by mělo zabezpečit racionální hospodaření a větší ochranu krajiny i lidských sídel. Projektanti mají několik možných nástrojů a opatření, kterými mohou vodní režim a erozní procesy ovlivnit, pokud je to třeba.

V této diplomové práci bude vypracována řešerše tak, aby sloužila jako podklad pro konkrétní pozemkovou úpravu. V řešerši bude rozebrána vodní eroze, protierozní a protipovodňová ochrana, pozemkové úpravy. Nezbytnou součástí diplomové práce bude rozbor katastrálního území a zhodnocení, případné navržení protipovodňových a protierozních opatření. Dále bude posuzována ekonomická náročnost navržených opatření.

2 Oběh vody

Voda v přírodě se vyznačuje i při svých velkých hmotách výjimečnou pohyblivostí, je v neustálém pohybu; jednak se přemisťují vodní masy ve stavu kapalném (i pevném) z výše položených míst do nižších působením zemské tíže, jednak vlivem sluneční energie přecházejí ze skupenství tuhého (sublimace) a kapalného (vypařování) v plynné. (Krešl, 2001)

Vlivem slunce, které je iniciátorem a regulátorem oběhu vody v přírodě, dochází k výparu vody z vodní hladiny, půdy, povrchu rostlin, atd. Voda se tak dostává do atmosféry, ve které je prouděním vzdušných hmot odtransportována nad jiné místo a tam, za příznivých podmínek, dochází ke kondenzaci a vypadnutí srážek na povrch země. Zde se voda vsakuje, obohacuje vláhou půdní profil, rozhojňuje zásoby podzemních vod, doplňuje objemy v jezerech a rybnících, dotuje řeky a opět se vypařuje do atmosféry. Tomuto jevu říkáme oběh vody v přírodě. (Kemel, 1991)

Velký oběh je charakterizován povrchovým odtokem, působí v přírodě oběh vody nad pevninou.

Malý oběh má z hydrologického hlediska pro hospodaření s vodou větší význam. V malém oběhu vody se uplatňuje kondenzace ovzdušných par jak na zemském povrchu, tak i v půdě, vývěry podpovrchových vod, odběr půdní vody vegetací apod. Cílem všech vodohospodářských opatření v přírodě je udržet maximální možné množství vody právě v tomto malém oběhu. (Tlapák, Šálek, Legát, 1992)

Všeobecně je v povědomí tzv. „třetinové pravidlo“ týkající se spadlých atmosférických srážek a oběhu vody v krajině. A to, že 1/3 srážek se vypaří, 1/3 srážek odteče po povrchu a v řekách, 1/3 srážek se vsákne. Toto pravidlo ale slouží pouze a jen orientačně, neboť nikde na naší planetě tento stav neplatí. Tato bilance je jiná ve střední Evropě a jiná v Austrálii, tak by se dalo říci že „třetinové pravidlo“ platí pouze na malém území. Ani to není pravda, neboť nezáleží pouze na místě, ale také na terénu, teplotě, vlhkosti vzduchu, geologickém podloží a na dalších činitelích.

2.1 Hydrologická bilance

Základní hydrologickou bilancí, na které zjišťujeme vzájemný vztah bilančních prvků a zkoumáme odtokový proces, je povodí. Je to území, vztahené k určitému profilu toku, omezené rozvodnicí, tj. čarou (určenou nejlépe z vrstevnicových map vhodného měřítka), probíhající po obvodových nejvyšších místech, úbočích, vrcholech, hřebenech a sedlech horstev tak, že odděluje sousedící povodí. Takto určená plocha povodí je plochou, z níž srážková voda, vpadlá na kterémkoliv místě, má možnost (za předpokladu, že se nevypaří, nevsákne do půdy apod.), stéci povrchově do říčního systému tohoto povodí a protéci jeho uzávěrovým profilem. (Kemel, 1996)

Základním bilančním obdobím je v hydrologii hydrologický rok. Ten začíná 1. listopadu a končí k 31. říjnu kalendářního roku. Hydrologický rok je od občanského roku posunut podle toho, ve kterém klimatickém pásmu se jednotlivé země nacházejí. V podstatě jde o to, aby všechny v něm spadlé srážky (i sníh a led) v něm také odtekly. (Hubačíková, 2002)

Vzájemný vztah hlavních bilančních prvků je pro povodí dá bilanční rovnicí:

$$H_s = H_o + H_v \pm R$$

Kde: H_s - množství srážek, vpadlé na povodí,

H_o - množství vody odteklé uzavírajícím profilem povodí,

H_v - množství vody odpařené z povrchu povodí,

R - změna zásob vody na povodí (v rybnících, jezerech, ale i v půdě, v podzemních vodách apod.) . (Kemel, 1996)

V průběhu za těchto n let platí

$$H_s = H_o + H_e + (Z_k - Z_p) / n$$

kde : H_s - průměrná hodnota srážek za n let

H_o - průměrná hodnota odtoku za n let

H_e - průměrná hodnota výparu za n let

Z_k - zásoba vody v dané oblasti na konci uvažovaného období

Z_p - zásoba vody v dané oblasti na počátku (Krešl, 2001)

2.1.1 Bilanční prvky

2.1.1.1 Srážky

Srážkami se rozumí výsledek kondenzace nebo desublimace vodní páry v ovzduší, na povrchu území, předmětů a rostlinném krytu. Srážky jsou spolu s teplotou vzduchu základním činitelem určujícím ráz krajiny.

Srážky, které přicházejí na zemský povrch v hlavní formě jako déšť a sníh, se vyznačují velkou proměnlivostí a podle místa a způsobu vzniku je rozdělujeme na srážky horizontální a vertikální. (Tlapák, Šálek, Legát, 1992)

Rozdělení:

Podle vnějšího vzhledu se atmosférické srážky dělí na: 1) sníh, 2) sněhová krupka, 3) sněhová krupice, 4) ledová krupka, 5) kroupa, 6) zmrzlý déšť, 7) ledové jehličky, 8) déšť, 9) mrholení, 10) mokřý sníh (déšť se sněhem). (Kešner, 1977)

Podle původu okolností za jakých vznikly, se dělí na 1) deště z tepla, 2) deště orografické, 3) deště cyklonální (regionální nebo též krajinné). (Kemel, 1991)

Srážkové charakteristiky:

Množství srážek se vyjadřuje výškou vrstvy vody v milimetrech, která by se vytvořila při kapalných srážkách na vodorovném povrchu bez zasakování, odtoku a výparu vody. Jeden litr vody na 1m^2 vytvoří vrstvu 1mm vysokou.

Síla srážek je množství srážek spadlých během jednoho srážkového případu (např. během jednoho deště).

Trvání srážek se udává v minutách či hodinách. (Kešner, 1977)

Intenzita srážek se vyjadřuje jako podíl výšky spadlých srážek a doby jejich trvání, nejčastěji v $\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$, a nebo jako specifická vydatnost (i') v $1.\text{s}^{-1}$ spadlých na plochu 1 ha : $i = h / t$ ($\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$) (Tlapák, Šálek, Legát, 1992)

Srážkový normál je mnohaletý průměr srážek v určitém místě za období roku, sezony, měsíce.

Srážkový den (všeobecně, bez udání určitého množství srážek) je takový den, kdy během 24 hodin spadne více než 0,1 mm srážek.

Efektivní srážky. Je to množství srážek využitých půdou ve srovnání s celkově spadlými srážkami. V letním období činí v průměru asi 20 – 30 % z celkově spadlých srážek v daném místě (na málo strukturních půdách). (Kešner, 1977)

Intenzita:

Intenzita (i) se vyjadřuje jako podíl spadlých srážek a doby jejich trvání, nejčastěji v $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$, a nebo jako specifická vydatnost (i') v $1.\text{s}^{-1}$ spadlých na plochu 1 ha ($1.\text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$):

$$i = h/t \quad (\text{mm} \cdot \text{min}^{-1})$$

$$i' = 166,67 \cdot i \quad (1.\text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}), \quad \text{popř. } i = 0,006 \cdot i'$$

(Tlapák, Šálek, Legát, 1992)

Intenzita srážek je rovněž agrometeorologickou charakteristikou, protože může příznivě i nepříznivě ovlivnit např. průběh polních prací, podmínky růstu rostlin, stav půdy, vodní erozi apod. Pro označení srážek určité intenzity a délky trvání bylo zavedeno pojmenování uvedené v tabulce č. 4 :

Tabulka č. 4 Klasifikace dešťových srážek podle intenzity

Název srážek	Trvání srážek		
	1 hod.	2 hod.	3 hod.
	Množství srážek (mm)		
Slabý déšť	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 2,0
Mírný déšť	1,1 – 5,0	1,6 – 7,5	2,1 – 9,0
Silný déšť	5,1 – 10,0	7,6 – 10,0	9,1 – 11,5
Velmi silný déšť	10,1 – 15,0	14,1 – 21,0	11,6 – 23,5
Liják	15,1 – 23,0	21,0 – 30,5	23,6 – 33,0
Příval	23,1 – 58,0	30,6 – 64,0	33,1 – 72,0
Průtrž mračen	≥ 58,1	≥ 64,1	≥ 72,1

(Havlíček a kol., 1986)

Přívalové deště zasahují malá území. Přitom jejich intenzita na ploše není rovnoměrně rozložena, ale od jádra deště, kde je největší intenzita, k jeho okrajům se snižuje. Obecně je možno konstatovat, že čím je déšť intenzivnější, tím menší území zasáhne. Z toho plyne, že s rostoucí plochou povodí je třeba zjištěnou intenzitou redukovat. (Krešl, 2001)

2.1.1.2 Odtok

Odtok vody po povrchu území transportuje půdní částice uvolněné dešťovými kapkami a působením svého tangenciálního napětí rozrušuje půdní povrch a uvolňuje pro transport další částice půdy spolu s různými chemickými látkami.

(Holý, 1978)

Vlastní srážko-odtokový proces se skládá ze dvou dílčích transformací. V průběhu první - **hydrologické transformace** - jsou od srážky dopadající na povodí postupně odečítány hydrologické ztráty. Sem patří ztráta výparem – evapotranspirace (celkový výpar z povrchu vegetačního pokryvu, z pórů rostlin a z půdy), ztráta vlivem intercepce (zdržení vody na povrchu vegetace), ztráta navlháním, ztráta infiltrací vody do půdy a ztráta povrchovou retencí (plošný povrchový odtok nastane až po naplnění nerovností terénu vodou). Postupnou separací hydrologických ztrát od časového průběhu intenzity srážek získáme efektivní intenzitu srážky. Množství vody takto spadlé na povrch terénu pak odtéká z povodí ve formě plošného povrchového odtoku. Tím je započata druhá – **hydraulická transformace**. Plošný povrchový odtok se postupně koncentruje v ronových a erozních rýhách a následně v říční síti až na odtok uzávěrovým profilem. (Jandora, Stara, Starý, 2002)

Podpovrchový odtok

Část vody srážek se infiltrací dostává pod zemský povrch a odtéká půdou a mělkými pokryvnými útvary bezprostředně pod povrchem jako tzv. hypodermický odtok. Další část infiltrované vody prosakuje horninami a po dosažení hladiny podzemní vody pokračuje ve svém oběhu horninovým prostředím k místu odvodnění. Tato část celkového odtoku se nazývá odtok podzemní vody neboli podzemní odtok. (Šilar a kol., 1983)

Povrchový odtok

K povrchovému odtoku na svahu dochází v okamžiku, v němž intenzita deště překročí vsakovací schopnost půdy, která je závislá na mnoha činitelích, z nichž nejvýznamnější jsou činitele klimatické, fyzicko – geografické (z nichž zejména morfologie území, geografické a půdní poměry a druh a složení vegetačního krytu) a činitele antropogenní, působící svými nepříznivými vlivy na vodní režim území. Vsakovací schopnost půdy klesá s časem tak, jak infiltrující voda zaplňuje půdní póry, až nabude přibližně konstantní hodnoty. (Holý, 1978)

Průběh a velikost povrchového odtoku jsou základním určujícím faktorem pro návrh povrchového odvodňovacího systému. Jeho stanovení není jednoduché, neboť na utváření povrchového odtoku má vliv řada proměnných přírodních i antropogenních činitelů. (Holý a kol., 1984)

Faktory odtoku

Je mnoho faktorů, které ovlivňují odtok vody z krajiny, proto i výpočty odtoku jsou komplikované a je třeba počítat s velkým množstvím údajů. Mezi obecně nejdůležitější faktory patří:

- Klimatický faktor
- Vegetační faktor
- Geologický a pedologický faktor
- Faktor velikosti povodí
- Faktor reliéfu povodí
- Lidský faktor

2.1.1.3 Výpar

Vypařování vyplývá z neustálého pohybu molekul vody, který se stupňuje při nárůstu teploty. Některé molekuly přitom překonávají přitažlivost molekul sousedících a přecházejí do ovzduší. Opačný proces je kondenzace. Pronikání vodních par do ovzduší nastává buď difuzí, nebo ovzdušnými proudy.

Výpar je proces složitý, závisí na celé řadě činitelů, např.: velikost plochy, její tvar, barva, vegetace, zásoba vody, teplota vzduchu, barometrický tlak, síla větru. Rozeznáváme výpar z volné hladiny, výpar z půdy a výpar rostlinami či transpiraci rostlin. (Jandora, Stara, Starý, 2002)

Určit velikost výparu v přírodě patří dosud k nejobtížnějším úkolům v hydrologii vůbec. Dosavadní metody měření výparu umožňují stanovit spíše výparnost, popř. výpar za daných molekulových, většinou nutně zjednodušených podmínek (nejčastěji např. při přívodu dostatku vody k vypařovacímu povrchu), určených technickými možnostmi. V podstatě stanovíme výpar přímým měřením přístroji – *výparoměry*, nebo nepřímo *výpočtem empirickými vzorci* pro jednotlivé druhy výparu.

(Krešl, 2001)

3 Eroze

Eroze, z latinského výrazu *prodere*, tj. rozhlodávat, značí rozrušování zemského povrchu působením exogenních sil, zejména působením vody, ledu, větru a člověka, jako výrazného antropogenního činitele. Rozrušování půdního povrchu je doprovázeno přemísťováním uvolněné hmoty působením kinetické energie některých činitelů (zejména vody a větru) a ukládání hmoty při poklesu energie. (Holý, 1978)

Půdní eroze způsobená činností vody, větru a ledovců je třífázový proces. První fází je uvolňování částic z půdní hmoty, druhou je jejich transport uvedenými činiteli. Třetí fází je ukládání materiálu, k němuž dochází tehdy, není-li k dispozici dostatek energie, jež by částice dále transportovala. (Holý, 1994)

Při erozi se projevuje určitá selekce velikosti částic, ale obecně je složení smytého materiálu opouštějícího pole úzce závislé na složení půdy, z níž pochází. Také při transportu a usazování dochází k podstatné velikostní selekci, ale složení sedimentu především určuje podíl jemného materiálu, jenž je k dispozici pro transport ve formě suspenze. (Janeček, 1978)

Erozní procesy, probíhající v nenarušených přírodních podmínkách velmi pozvolna bez škodlivých důsledků, se v zemědělsky využívané krajině mnohonásobně zrychlují. Se zvyšováním ekonomické aktivity člověka v krajině narostlo potenciální nebezpečí poškození, popřípadě až degradace, jednotlivých složek přírodního prostředí. (Pasák a kol., 1984)

Intenzivní využívání půdy pro zemědělskou výrobu a realizace investiční výstavby téměř ve všech odvětvích národního hospodářství porušila postupně přirozený kryt půdy a vystavila její povrch působení erozních sil. Rozvinula se eroze, spočívající v destrukčním účinku vody a větru na vodní povrch. Došlo k rozrušování a odnosu půdní hmoty zemského povrchu a k jejímu ukládání v místech poklesu účinnosti erozních faktorů. (Holý, 1978)

3.1 Činitelé ovlivňující erozi

Eroze se může projevovat v různé formě i intenzitě a může také dosáhnout různého rozsahu neboli stupně. O tom obecně rozhodují tyto činitelé:

- *Klimatické a hydrologické poměry*, jako je množství, rozdělení a intenzita ovzdušných srážek, teplota, oslunění, výpar, odtok, výskyt a síla větrů
- *Územní poměry*, zejména vyčlenění území, sklonitost a expozice
- *Půdní poměry*, jako povaha horninného substrátu, druh a typ půdy, obsah humusu, a jiné
- *Biologické poměry*, charakterizované hlavně vegetačním krytem a biologickým stavem půdy
- *Hospodářsko technické poměry*, zejména užívání a obhospodařování půdy, technické zásahy vodohospodářské a meliorační, provádění různých staveb apod. (Cáblík, Jůva, 1963)

3.2 Rozdělení eroze

Podle činitele, který způsobuje vznik a působí na průběh erozních procesů, rozeznáváme:

- Vodní erozi
- Ledovcovou erozi
- Sněhovou erozi
- Větrnou erozi
- Zemní erozi
- Antropogenní erozi

Uvedené druhy eroze se mohou vyskytovat jednotlivě nebo v kombinaci, což způsobuje různou intenzitu erozních procesů. V celosvětovém měřítku působí národnímu hospodářství největší škody vodní a větrná eroze; zvětšují se nepříznivé důsledky antropogenní eroze. (Holý, 1994)

Vodní eroze:

Bude rozebrána podrobněji později.

Ledovcová eroze:

Ledovcovou erozi způsobují ledovce, které se posunují vlastní tíží z hor do údolí a přitom strhují a unášejí velká množství horninových zvětralin.

Celkové činnosti ledovců, která závisí na spádu terénu a rychlosti ledovcového pohybu, na klimatu, tloušťce ledovce i váze jeho celkové hmoty, napomáhá také mráz, který fyzikálně rozrušuje skály na ledovcovém okraji, kde teplota velmi často kolísá kolem bodu mrazu. (Cáblík, Jůva, 1963)

Sněhová eroze:

Sněhová eroze vzniká pohybem sněhu ve formě lavin, jejichž erozní činnost probíhá při velkých tlacích a rychlostech sněhu. Často devastuje zasažený pás území. Sněhová eroze může být vyvolána i pomalým pohybem vrstvy sněhu po neumrzlém půdním povrchu při jarním tání. Projevuje se zejména v podhorských oblastech. (Holý, 1978)

Větrná eroze:

Větrná (eolická) eroze je definovaná jako rozrušování půdního povrchu mechanickou silou větru (obraze), odnášení půdních částic větrem (deflace) a jejich ukládání na jiném místě (akumulace). Tyto 3 fáze na sebe úzce navazují. K prvním dvěma fázím dochází působením turbulentního proudu přízemního větru s energií, jež je schopna překonat gravitační síly půdních částic. Třetí fáze nastává při poklesu energie větru pod uvedenou mez. (Pasák a kol., 1984)

Zemní eroze:

Zemní erozi nazýváme erozní činnost suťových proudů, jež jsou tvořeny suťovým materiálem prosyceným vodou. Při svém pohybu do údolí rozrušují suťové proudy půdu i její podklad a vytvářejí hluboké rýhy. Materiál suťových proudů ohrožuje údolní polohy, osady, komunikace, technické stavby apod. (Holý, 1994)

Antropogenní eroze:

Člověk má vliv na vznik a průběh erozních procesů svými zásahy do přírody; je výrazným činitelem při vzniku zrychlené eroze a na erozní procesy působí nepřímo i přímo. Nepřímý vliv se projevuje ničením přirozeného vegetačního krytu půdy a jeho nahrazením vegetací s nízkým ochranným účinkem, zhoršením fyzikálních, chemických i biologických vlastností půdy, soustředěním povrchového odtoku různými úpravami území, znečištěním půdy odpady atd., přímý vliv se projevuje zejména realizací technických staveb a urbanizací. (Holý, 1978)

3.3 Vodní Eroze

Vodní eroze je vyvolána destrukční činností dešťových kapek a povrchového odtoku a následným transportem uvolněných půdních částic povrchovým odtokem. Intenzita vodní eroze je dána charakterem srážek a povrchového odtoku, půdními poměry, morfologií území (sklonem, délkou a tvarem svahů), vegetačními poměry a způsobem využití pozemků, včetně používaných agrotechnologií. Uvolňování a transport půdních částic může být vyvolán i odtokem za tajícího sněhu. (Janeček a kol., 2007)

Hlavním znakem vodní eroze je, že tekoucí voda splachuje, vymílá a odnáší půdu a přemísťuje ji na jiná místa, kde se takto erodované hmoty usazují (sedimentace) a hromadí (akumulace). Tento erozní jev vzniká nejčastěji v oblastech, v nichž občasné deště přívalového charakteru nebo náhlá tání sněhu vyvolají prudké povrchové odtoky, které pak erodují sklonité a náležitě nechráněné polohy. (Cáblík, Jůva, 1963)

Vodní eroze ohrožuje přibližně 50% výměry orné půdy v rámci ČR. Na převážné ploše erozí ohrožených půd však není prováděná žádná systematická ochrana zabráňující dalším ztrátám. (MZE, 2011)

Produkty eroze, splaveniny, smyté půdní částice jsou velmi složitým materiálem s různými fyzikálními, chemickými a biologickými vlastnostmi. Stanou-li se součástí povrchových vod, vyvolají zakalení vody, snižují průtočnou kapacitu toků, zanášejí akumulací prostory nádrží a jiných vodních děl, poškozují prostředí pro vodní organismy, zvyšují na úpravu vody a na těžbu usazenin. (Pasák, Janeček, Šabata, 1983)

Vliv půdních částic odnášených povrchovým odtokem na znečištění vody je různý a proměnlivý. Vliv na nezbytnou úpravu vodních zdrojů pro obyvatelstvo, průmysl a zemědělství lze přímo vyčíslit. Jiné vlivy jsou méně zřejmé a mohou být jen obtížně vyjádřeny v ekonomických jednotkách, např. tam, kde smyv ovlivňuje život ve vodních ekosystémech apod. (Pasák a kol., 1984)

Převážná část splavenin pochází z eroze zemědělských půd, nicméně výrazně se podílí i eroze v důsledku stavební činnosti, eroze okrajů cest, koryt břehů a vodních toků, vymílání zaplavené půdy, těžební a průmyslové odpady ukládané do vodních toků nebo ponechané v polohách náchylných k erozi a ztráty hmoty sesuvu půdy. V některých povodích může smyv pocházející z těchto zdrojů daleko převažovat nad smyvem z obdělávané půdy. (Janeček, 1978)

3.3.1 Rozdělení vodní eroze

3.3.1.1 Třídění eroze podle formy

Formy eroze jsou odvozeny z působení erozních činitelů na půdním povrchu – eroze povrchová a pod půdním povrchem – eroze podpovrchová (Holý, 1978)

Formy povrchové vodní eroze

Povrchová vodní eroze může být podle účinků vody na půdní povrch:

- Plošná
- Výmolná
- Proudová (Holý, 1994)

Cáblík, Jůva (1963) dělí formy vodní eroze podle účinků na půdu:

- Eroze plošná (vrstevná)
- Eroze rýhová (brázdová)
- Eroze výmolová (stržová)
- Eroze bystřinná a říční

Formy podpovrchové vodní eroze

Podpovrchovou erozi se někdy označuje přemísťování půdních částic a živin z vrchních půdních horizontů do nižších, a to působením infiltrující srážkové vody. Tento proces však patří k normálním půdotvorným procesům a není vhodné označovat jej za erozi (Holý, 1994)

Vznikají tunely, jež snižují stabilitu nadložních vrstev. Činnost vody vedoucí ke vzniku tunelů se označuje jako tunelová eroze. Poněvadž dochází často k proboreni stropu tunelů, čímž vznikají hluboké výmoly, zařazuje se tunelová eroze někdy do eroze výmolné. (Holý, 1978)

Plošná eroze

Plošná neboli též zvaná vrstevná eroze záleží v plošném mělnění půdních drobtů na jednotlivé půdní částice a ve splachování jemnozeme do nejbližších nižších poloh mikroreliefu. Poněvadž eroznímu splachu podléhají snáze jemnozrné částice, zvyšují takto erodované půdy hrubozrnnost, kdežto půdy obohacované nánosem se stávají jemnozrnějšími. Tuto erozi proto nazýváme selektivní (výběrovou).

(Cáblík, Jůva, 1963)

Selektivní plošná vodní eroze způsobuje nestejněměrný vývoj vegetace, projevující se rozdílným růstem, rozdílnou barvou a kvalitou v částech svahu, v nichž došlo ke smyvu jemných půdních částic a živin, a v dolní části svahu, v níž došlo k akumulaci smytého materiálu. Spolehlivě lze výskyt selektivní eroze zjistit texturálním rozbořem půdy a stanovením změny obsahu živin v průběhu svahu. (Holý, 1978)

Při větší kinetické energii povrchově stékající vody a nepříznivém utváření půdního profilu (střídání málo odolných vrstev) dochází ke smyvu půdní hmoty ve vrstvách. Tato forma eroze se nazývá eroze vrstevná. Projevuje se na celé ploše svahu nebo probíhá v širokých pruzích v závislosti na reliéfu terénu. Dochází při ní obvykle ke ztrátě celé orniční vrstvy. (Holý, 1994)

Výmolná eroze

Výmolná eroze vzniká postupným soustředováním povrchově stékající vody, která vyrývá v půdním povrchu mělké zářezy, postupně se prohlubující. Prvním stadiem výmolné vodní eroze je eroze rýžková a brázdová. Při rýžkové erozi vznikají v půdním povrchu drobné úzké zářezy, které vytvářejí na postiženém svahu hustou síť. Brázdová eroze se vyznačuje mělkými širšími zářezy, jejichž hustota na svahu je menší než u eroze rýžkové. Vzhledem k tomu, že rýžková a brázdová eroze postihují obvykle velkou část povrchu svahu, označuje se často tato eroze jako vyšší stupeň plošné eroze. (Holý, 1978)

Z rýžek a brázd vznikají pokračujícím soustředováním povrchově stékající vody hlubší rýhy, které se směrem po svahu postupně spojují a prohlubují; jsou výsledkem rýhové eroze. Rýhová eroze přechází ve vyšší stupeň – erozi výmolovou a ta v nebezpečnou, území devastující erozi stržovou. (Holý, 1994)

Nejnebezpečnějšími místy pro vymílací činnost jsou zhlaví výmolů a strží, neboť přítékající voda v nich tvoří zprvu nízky, avšak rychle se zvyšující vodopád, který pak silně vymílá půdu. Tato tzv. vodopádová eroze je zvláště výrazná a působivá v polohách, ve kterých odtékající srážková voda vytváří občasné bystřiny. Útvary výmolné eroze řádově odpovídají mezoreliéfu. (Cáblík, Jůva, 1963)

Proudová eroze

Proudová vodní eroze probíhá ve vodních tocích působením vodního proudu. Je-li rozrušováno pouze dno, mluvíme o erozi dnové, jsou-li rozrušovány břehy, o erozi břehové. Dnová eroze je formou podélné eroze, probíhající směrem podélné osy toku, břehová eroze je formou eroze příčné, probíhající kolmo na osu toku.

Nejvýrazněji se projevuje proudová eroze v bystřinách, jež nesou obvykle velké množství splavenin. (Holý, 1994)

Specifikace jednotlivých forem projevů vodní eroze.

Forma eroze	Sub forma eroze	Specifikace formy	Vhodná skupina nápravných opatření
Plošná		Rovnoměrný smyv půdních částic po celé ploše, vyplavovány jsou především jemnozrnné frakce půdy nebo ztráta celé orniční vrstvy na celém povrchu nebo v pruzích	Organizační a agrotechnická opatření
Výmolná	rýžková	Hustá síť drobných úzkých rýžek širokých a hlubokých 2 – 10 cm	Organizační, agrotechnická a technická opatření
	Brázdová	Mělké širší zářezy s menší hustotou výskytu.	Organizační, agrotechnická a technická opatření
	Rýhová	Rýhy široké a hluboké 10 – 30 cm	Technická opatření v kombinaci s organizačními a agrotechnickými
	Výmolná	Výmoly (často s kaskádovitými stupni) hluboké 30 -100 cm v místech koncentrace a soutoku přívalových vod v úžlabinách, údolnicích, cestách, příkopech	Asanace výmolu; stabilizace dráhy soustředěného odtoku v kombinaci s organizačními a agrotechnickými
	Stržová	Strže hluboké a široké více než 1 metr, s délkou často větší než 1 km	Asanace strže; stabilizace dráhy soustředěného odtoku v kombinaci s organizačními a agrotechnickými

(MZE, 2011)

3.3.1.2 Třídění eroze podle intenzity

Intenzita eroze se vyjadřuje obvykle odnosem půdy v hmotnostních nebo objemových jednotkách (někdy ve výšce odnesené hmoty) z jednotky plochy za jednotku času. Podle intenzity rozlišujeme erozi normální a abnormální nebo-li zrychlenou. (Holý, 1994)

Normální eroze

Při normální erozi probíhají erozní procesy s malou intenzitou, ztráta půdních částic je doplňována tvorbou nových částic z půdního podkladu. Mocnost půdního profilu se nesnižuje, mění se však zrnitostní složení vrchního půdního horizontu, který se stává hrubozrnnějším. (Holý, 1978)

K normální erozi se řadí eroze sezónní, která se projevuje v části území v sezóně, v níž je půda kryta erozně málo chránící plodinou, a mikroeroze, při níž dochází k uvolňování půdních částic a rostlinných živin z místních vyvýšenin a k jejich přemístění na malé vzdálenosti. Sezónní eroze se projevuje snížením úrodnosti půdy, mikroeroze se projevuje nestejnorodostí sklizně. (Holý, 1994)

Zrychlená eroze

Při zrychlené erozi se smývají půdní částice v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem z půdního podkladu. Vzniká ostře modelovaný tvar povrchu. (Holý, 1978)

3.3.2 Určení erozní ohroženosti pozemků vodní erozí

Pro výpočet ztráty půdy se zatím používá univerzální rovnice vytvořená v r. 1958 Wischmeierem a Smithem, která byla upravena i pro naše podmínky. Tato rovnice vypočítává průměrnou roční ztrátu půdy jako součin dvou kvantitativních faktorů (erodovatelnosti půdy a erozivity srážek) a čtyř kvalitativních faktorů:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

(Janeček, 1978)

- G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy ($t \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$),
 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 – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí,
 S = faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí,
 C = faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu – vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice,
 P = faktor účinnosti protierozních opatření.
 (Janeček a kol., 1992)

Účinek jednotlivých členů rovnice na intenzitu erozního procesu posoudili autoři na jednotkovém pozemku s přesně definovanými parametry; jeho délka byla 22,13 m, sklon 9 %, pozemek byl trvalý úhor obdělávaný ve směru sklonu. (Holý, 1994)

3.3.2.1 Faktory rovnice

Faktor erozní účinnosti přívalového deště (R)

Vztah pro faktor erozní účinnosti deště R byl v USA odvozen na základě velkého množství dat o dešťových srážkách. Data ukazují, že jsou-li ostatní faktory USLE konstantní, je ztráta půdy z obdělávaného pozemku přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště (E) a jeho maximální 30 minutové intenzity (i_{30}):

$$R = E \cdot i_{30} / 100$$

Kde: R je faktor erozní účinnosti deště $/MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}/$,

E celková kinetická energie deště $/J \cdot m^{-2}/$,

i_{30} max. 30 minutová intenzita deště $/cm \cdot h^{-1}/$. (Janeček a kol., 2007)

Průměrná roční hodnota faktoru R je vlastně hodnotou faktoru R za vegetační období, protože v našich klimatických podmínkách přicházejí přívalové deště, vyvolávající na poli smyv půdy, pouze od konce dubna do začátku října.

(Pasák a kol., 1984)

Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Faktor erodovatelnosti půdy (K) (resp. náchylnost půdy k erozi) je v USLE definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřená v $t \cdot ha^{-1}$ na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R ($MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$)

Faktor erodovatelnosti půdy lze stanovit třemi postupy:

1. podle vztahu odvozeného pro faktor K,
2. podle nomogramu sestrojeného na základě uvedeného vztahu
3. přibližně podle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd.

(Janeček a kol., 2007)

Faktory délky a sklonu svahu (L,S)

Vliv sklonu a délky svahu na velikost půdního smyvu vyjádřili Wischmeier a Smith topografickým faktorem LS, který představuje poměr ztráty půdy na jednotku plochy řešeného svahu ke ztrátě půdy na standardní srovnávací ploše dlouhé 22,13 m se sklonem 9 % . Hodnoty topografického faktoru lze vypočítat řešením rovnice:

$$LS = d^{0,5} \cdot (0,0138 + 0,0097s + 0,0138 s^2)$$

Kde: d délka svahu v m

s sklon svahu v % (Pasák, Janeček, Šabata, 1983)

Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Vliv vegetačního pokryvu na smyv půdy se projevuje přímou ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku a nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména na pórovitost a propustnost, včetně omezení možnosti zanášení pórů jemnými půdními částicemi a mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem. (Janeček a kol., 2007)

Ochranný vliv vegetace je tím vyšší, čím je vegetační kryt hustší a čím déle během roku existuje. Proto dokonalou protierozní ochranu znamenají porosty trav a jetelovin, zatímco kultury širokořádkové (kukuřice, okopaniny, ovocné výsadby a vinice) chrání půdu zcela nedostatečně. (Pasák, Janeček, Šabata, 1983)

Pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se faktor C stanoví pro konkrétní osevní postup včetně období mezi střídáním plodin a při nástupu a způsobu agrotechnických prací v 5-ti obdobích (WISCHMEIER a SMITH, 1978) :

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

Váhu hodnot C – faktoru v jednotlivých pěstebních obdobích je nutné korigovat procentuálním rozdělením R – faktoru. (Janeček a kol., 2007)

Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Faktor vyjadřující vliv protierozních opatření; udává poměr ztráty půdy z vyšetřovaného pozemku a ztráty půdy z jednotkového pozemku, obdělávaného ve směru sklonu svahu. (Holý, 1978)

Hodnota faktoru účinnosti protierozních opatření se pro účely identifikace pozemků ohrožených erozí doporučuje $P=1$. Na základě zkoumání navržených a realizovaných plánů společných zařízení KPÚ se v současné době nedá předpokládat, že by někde na území ČR byly dodrženy uvedené podmínky maximálních délek a počtů pásů. (MZE, 2012)

Protierozní opatření budou podrobněji rozebrána později.

..

4 Protierozní a protipovodňová opatření

V této části se budeme zabývat pouze protierozními opatřeními proti vodní erozi, neboť v rozboru konkrétního území se budeme zabývat pouze vodní erozí.

Zemědělskou půdu na svazích je třeba chránit před vodní erozí vhodnými protierozními opatřeními. O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů (vodních zdrojů, toků a nádrží, intravilánů měst a obcí atd.) při respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrana přírody, životního prostředí a tvorby krajiny. Ve většině případů jde o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, vzájemně se doplňujících a respektujících současné základní požadavky a možnosti zemědělské výroby. (Janeček a kol., 2007)

Jako opatření k ochraně území před povodněmi jsou obvykle navrhovány ochranné hráze, zvětšení průtočnosti toků, retenční nádrže na tocích nebo poldry. Návrhy těchto staveb v PSZ musí respektovat podklady koncepčního charakteru (například studie odtokových poměrů v povodí), které mají širší územní záběr, než je obvod pozemkových úprav. O zařazení těchto staveb do PSZ (nebo jen vymezení záboru stavebních pozemků) rozhoduje pozemkový úřad již v přípravě a zadávání návrhu pozemkové úpravy (pokud byla situace známa), nebo neprodleně při zjištění závažných skutečností zhotovitelem návrhu pozemkových úprav. (MZE, 2012)

Protipovodňová a protierozní opatření spolu velmi úzce souvisí a budou rozebírány současně. Protierozní opatření ovlivňují i vodní režim krajiny, a dají se proto zahrnovat z části i do protipovodňových opatření. Zvlášť v malých povodích.

4.1 Průzkumné a rozborové práce

Účelem průzkumu řešeného území je zejména ověření podkladů a jejich porovnání se skutečným stavem, jejich doplnění podle výsledků průzkumu a získání dalších potřebných údajů a podkladů pro řešení PPO (protipovodňová ochrana) a PEO (protierozní ochrana). Výsledky průzkumu se doporučuje konzultovat s místními znalci, jejichž účast v průběhu průzkumných prací je velmi cenné.

(Podhrázská a kol., 2009)

Před zahájením prací na projektové přípravě protierozních opatření je nezbytné shromáždit všechny dostupné podklady a dříve provedené průzkumy, ověřit a doplnit je terénní pochůzkou a místním šetřením. Podklady může projektant získat u orgánů řízení zemědělství, orgánů vodního a lesního hospodářství a zemědělství, územního plánu a výstavby, správců dopravních a rozvodných sítí, výzkumných ústavů, projektových organizací a dalších. (Hovorka a kol., 1990)

Při celkovém posouzení území je třeba se soustředit na zjištění základních charakteristik území:

- Klimatické poměry
- Geomorfologie a reliéf území
- Geologické poměry
- Hydrologické poměry
- Ekologická stabilita území
- Entropická činnost v území (Podhrázská a kol.,2009)

V této diplomové práci a při rozboru konkrétního katastrálního území budou rozebírány hlavně hydrologické poměry, a proto se budu věnovat hlavně hydrologickým pokladům.

4.1.1 Hydrologické podklady

Podrobné průzkumy se soustřeďují na katastrální území, které je předmětem KPÚ, ale problematika eroze a srážko-odtokových poměrů se analyzuje v hranicích lokálních rozvodnic. Návrhy opatření se stanovují jen na území katastrálního území, ale jde o to, brát zřetel na širší územní vztahy (např. erozní svah může přecházet z jednoho katastru do druhého). (Uhlířová, Mazín a kol., 2005)

Při průzkumu pro vodohospodářská opatření je nutno zjistit:

- Hranice a plocha povodí,
- Nejvýznamnější tok a jeho přítoky,
- Sklonitost, lesnatost, vlastnosti půdy, odvodněné plochy
- Maximální průtok a průměrný roční průtok,
- Stav cestních příkopů, propustků, hospodářských přejezdů,
- Stav vodních nádrží a rybníků
- Existenci ochranných nádrží a potřebu nových
- Přirozené koridory pro odtok velkých vod a jiné. (Podhrázká a kol., 2009)

Změna obhospodařování zemědělských pozemků v období koncentrace, socializace a intenzifikace venkova podstatně změnila hydrologické charakteristiky povodí a zpravidla se projevila zvýšením eroze půdy, snížením infiltrace vody do půdy a zkrácením dob doběhu, což se nyní projevuje podstatným zvýšením kulminačních průtoků a objemů odtoků. Hydrologické studie určující tyto základní parametry by měly vycházet z dlouhodobě sledovaných průtoků v uzávěrových profilech povodí. Takové údaje jsou však, zejména v malých povodích, zřídka k dispozici. (Podhrázká, Dufková, 2005)

Nezbývá tedy než stanovit potřebné návrhové parametry pomocí nepřímých metod, založených na charakteristikách povodí. Z hlediska možnosti jejich využívání je nutné, aby tyto metody byly co nejjednodušší a nejpřesnější. Zpravidla jsou však kompromisem mezi praktickou jednoduchostí a teoretickou přesností. Poměrně jednoduchou a dostatečně přesnou metodou je tzv. "Metoda čísel odtokových křivek – CN". (Janeček a kol., 2007)

4.1.2 Metoda čísel odtokových křivek (CN)

Metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve Number) byla odvozena v USA pro potřeby Služby na ochranu půdy (SCS - Soil Conservation Service) a představuje jednoduchý srážko-odtokový model s poměrně snadno zjistitelnými vstupy, dostatečně přesný, použitelný pro stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku způsobeného návrhovým přívalovým deštěm o zvolené pravděpodobnosti výskytu v zemědělsky využívaných povodích, či jejich částech velikosti do 10 km². (Janeček a kol., 2007)

Základním vstupem metody CN křivek je srážkový úhrn o určitém časovém rozdělení, za předpokladu jeho stejnoměrného rozložení po ploše povodí. Objem srážek je přeměněn na objem odtoku pomocí čísel odtokových – CN. Jejich hodnoty jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, intercepci a povrchové akumulaci. Objem odtoku se podle teorie jednotkového hydrografu a doby koncentrace přetransformuje na kulminační průtok. (Podhrázská, Dufková, 2005)

Srážkoodtokový vztah používaný v metodě čísel křivek pro odhad přímého odtoku z přívalového deště:

$$O_{ph} = 1000 \cdot H_o \cdot F$$

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

Kde O_{ph} = přímý odtok v m³

F = plocha povodí v km²

H_o = výška přímého odtoku v mm

H_s = výška srážky z přívalového deště v mm

A = potenciační retence určovaná na základě čísla křivky (CN) podle vztahu:

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

(Pasák a kol., 1984)

4.2 Rozdělení protierozních opatření

4.2.1 Organizační opatření

Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolením vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhů pozemků. Organizační opatření jsou na orné půdě navrhována v součinnosti s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů. (Janeček a kol., 2007)

Zásady organizačního charakteru vycházejí především ze znalosti příčin erozních jevů a zákonitostí jejich rozvoje a vyústí v obecné protierozní zásady:

- Včasný termín výsevu plodin,
- Výsev víceletých píceň do krycí plodiny,
- Posun podmítky do období s nižším výskytem přívalových dešťů, tzn. na září,
- Zařazování bezorebně setých meziplodin,
- Rozmístění plodin podle svažitosti pozemku. (Podhrázská, Dufková, 2005)

Důležitou roli v protierozní ochraně půdy sehrává vegetační pokryv, který

- chrání půdu před přímým dopadem kapek,
- podporuje vsak dešťové vody do půdy,
- kořenovým systémem zvyšuje soudržnost půdy, která se tak stává odolnější vůči účinkům stékající vody. (Janeček a kol., 2007)

Organizační opatření

Velikost a tvar pozemku

Delimitace kultur

Ochranné zatravnění a zalesnění

Protierozní rozmístování plodin

Protierozní osevní postupy

Pásové střídání plodin

Protierozní směr výstavby ve speciálních kulturách. (Podhrázská, Dufková, 2005)

4.2.2 Agrotechnická opatření

Nejvíce podléhá erozi půda bez vegetačního pokryvu. Agrotechnická protierozní opatření jsou proto založena na minimalizování časového úseku, kdy je půda bez vegetačního pokryvu. K protierozní ochraně půdy lze cíleně využívat posklizňové zbytky plodin a biomasu meziplodin. Infiltrace vody do půdy by neměla být omezena výskytem ztuhnutých vrstev v půdním profilu. Rizikovým obdobím z hlediska vodní eroze je jednak období tání sněhu a zejména pak období nejčastějšího výskytu přívalových dešťů (červen – srpen). (Janeček a kol., 2007)

Vlastní protierozní agrotechnika, tj. způsob obdělávání zemědělské půdy, je podmíněna speciálními nebo hodně upravenými mechanizačními prostředky. V první řadě jde o směr orby, setí a o všechny ostatní kultivační i sklizňové operace. Pokud to sklon a systém mechanizačních prostředků dovolují, měla by být uplatněna zásada provádění agrotechnických operací ve směru vrstevnic, nejvýše s malým odklonem od tohoto směru. (Podhrázská a kol., 2009)

Protierozní agrotechnologie na orné půdě:

Výsev do ochranné plodiny, strniště, mulče nebo posklizňových zbytků,

Protierozní orba,

Protierozní setí kukuřice,

Protierozní orba brambor,

Hrázkování a důlkování povrchu půdy.

Agrotechnologie ve speciálních kulturách:

Zatravnění meziřadí

Krátkodobé porosty v meziřadí

Mulčování

Hrázkování a důlkování povrchu půdy v mezičasech. (Podhrázská, Dufková, 2005)

4.2.3 Technická opatření

Při řešení protierozní ochrany v určitém povodí nejsou samostatně použita agrotechnická a organizační opatření schopna ve většině případů podstatně omezit povrchový odtok. Proto je nezbytné rozdělit svažité, plošně značně rozsáhlé pozemky a neúměrnou délkou svahu, protierozními opatřeními (zejména liniového charakteru) a spolu s realizací nových svodných prvků (upravené a zatravněné dráhy soustředěného povrchového odtoku) vytvořit v povodí odpovídající síť nových hydroponií. (Podhrázská a kol., 2009)

Při terénních urovnávkách jde především o odstranění vertikálních nerovností přesunem zeminy na orné půdě. Snížení respektive odstranění příčných sklonů pozemku vede k omezování koncentrace povrchového odtoku a snížení nebezpečí erozního smyvu. Terénní urovnávky je možné provádět jen na půdách hlubokých (zejména sprašových). (Janeček a kol., 2007)

Technické prvky však není možno navrhnout izolovaně, čistě technokraticky dle výpočtu limitní šířky pásu (znemožňovalo by to vůbec zemědělskou činnost v často sklonitém, vertikálně a horizontálně členitém území ČR) a předpokládat, že jen ony vyřeší protierozní ochranu daného území. Celý systém těchto technických opatření je nutno chápat pouze jako tzv. "kostru protierozních opatření" v řešeném území, kterou je nutno doplnit systémem organizačních, agrotechnických, popřípadě stavebně technických opatření. (Podhrázská a kol., 2009)

Technická opatření:

Terénní urovnávky

Terasy

Příkopy

Průlehy

Vsakovací pásy

Sedimentační pásy

Zatavněné údolnice
Ochranné hrázky
Asanace erozních výmolů a strží
Ochranné nádrže
Polní cesty s protierozní funkcí (MZE, 2012)

Postup při navrhování protierozních opatření lze rozdělit do 8 fází projektové přípravy:

1. Fáze: vyhodnocení území
 2. Fáze: posouzení současného smyvu půdy a odtokových poměrů
 3. Fáze: návrh organizačních opatření
 4. Fáze: posouzení smyvu po návrhu organizačních opatření
 5. Fáze: návrh agrotechnických opatření
 6. Fáze: posouzení smyvu půdy po návrhu agrotechnických opatření
 7. Fáze: návrh technických a protipovodňových opatření
 8. Fáze: posouzení smyvu půdy po návrhu komplexních protierozních opatření
- (Hovorka a kol., 1990)

Správně navržená a dimenzovaná protierozní opatření mají multifunkční účinek. Nejen omezují smyv půdy, ale zpomalují povrchový odtok a zvyšují retenci vody v krajině. Dosazením charakteristik navržených protierozních opatření do výpočtu odtokových poměrů obvykle poklesne výsledná hodnota maximálních odtoků. Pro zvýšení PPO se navrhují speciální technická opatření, nejčastěji ochranné a svodné příkopy a ochranné nádrže, obvykle suché nebo s minimální stálou vodní hladinou. Tato opatření se zpravidla směřují k ochraně intravilánu a dimenzují se tak, aby snížily kulminační 100letou povodňovou vlnu na přijatelnou úroveň.

(Podhrázská a kol., 2009)

5 Komplexní pozemkové úpravy

Zákon č. 139/2002 Sb. definuje pozemkové úpravy takto. Pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jim přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se k nim uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Současně se jim zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny.

Na pozemkové úpravy je nutno pohlížet jako na dílčí problém prostorového a funkčního uspořádání krajiny. K řešení organizace půdního fondu je proto nutné přistupovat teprve na základě určení příslušnosti konkrétního zájmového území (hospodářský obvod, povodí) ke konkrétnímu typu krajiny, tzv. přirozené krajíně. (Toman, 1995)

Pozemkové úpravy jsou oborem, který využívá poznatků a výsledků mnoha dalších oborů, které se zde potkávají. Lze říci, že se jedná o multidisciplinární obor. Odborníci, kteří se pozemkovými úpravami zabývají, musí mít široké znalosti z oblasti majetkoprávních vztahů, státní správy, zemědělství, geodézie a kartografie, vodohospodářství, ochrany životního prostředí a dalších oborů.

(Vlasák, Bartošková, 2007)

5.1 Cíle a formy

Každá pozemková úprava má několik cílů, podle toho, kolik bylo důvodů pro její zahájení. Zde jsou vyjmenovány všechny hlavní cíle, které se vyskytují téměř u všech pozemkových úprav:

- uspořádání a vyjasnění vlastnických práv (obnova katastrálního operátu),
- scelení roztržitých pozemků jednoho vlastníka do menšího počtu větších pozemků,
- vyrovnání hranic pozemků, případně hranic katastrálního území (nově navržené pozemky mají tvar vhodnější pro hospodaření),
- prostorové a funkční uspořádání pozemků (delimitace druhů pozemků),
- zajištění přístupu na pozemky (sít' polních cest),
- vytvoření podmínek pro racionální hospodaření vlastníků,
- ochrana a zúrodnění půdního fondu,
- zvýšení ekologické stability území,
- podpora zvýšené retence krajiny,
- protipovodňová ochrana (Vlasák, Bartošková, 2007)

5.1.1 Formy

Podle zákona č. 139/2002 Sb. se pozemkové úpravy se provádějí zpravidla formou komplexních pozemkových úprav. Pokud je nutné vyřešit pouze některé hospodářské potřeby (například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků) nebo ekologické potřeby v krajině (například lokální protierozní nebo protipovodňové opatření) nebo když se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území, provádějí se formou jednoduchých pozemkových úprav.

Komplexní pozemkové úpravy

Komplexní pozemkové úpravy splňují všechny požadavky kladené na pozemkové úpravy zákonnými předpisy i potřebami venkova. Vycházejí z analýzy současného stavu krajiny a životního prostředí, dále z potřeb obce a požadavku orgánů a organizací, které komplexně řeší. (Toman, 1995)

Komplexní pozemkové úpravy se provádějí zpravidla v rámci celého katastrálního území a v jeho nezastavěné části – extravilánu. Mohou zasahovat i do sousedních katastrálních území a zahrnout do řešení jejich části. Výsledkem je obnovený katastrální operát, vyřešené vlastnické vztahy a nové uspořádání pozemků, které mají vhodné tvary a jsou přístupné. Je zpracován plán společných zařízení, který obsahuje návrh systému protierozních opatření, návrh cestní sítě, vodohospodářských opatření i prvků ke zvýšení ekologické stability krajiny. (Vlasák, Bartošková, 2007)

Jednoduché pozemkové úpravy

Jedná se o účelové řešení s omezeným rozsahem (část určitého katastrálního území, vyřešení přídělů apod.). Zahajují se nejčastěji za účelem vyřešení pouze některých hospodářských potřeb (například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků) nebo určitých ekologických potřeb v krajině (například lokální protierozní nebo protipovodňové opatření) nebo když se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území (např. v důsledku stavební činnosti). V tomto případě může PÚ upravit náležitosti návrhu a provádění pozemkových úprav odlišně, než stanoví vyhláška. (MZE, 2012)

5.2 Plán společných zařízení

Základní částí pozemkových úprav je plán společných zařízení je plán společných zařízení (PSZ). Dříve byl nazýván také generel nebo polyfunkční kostra či plán polyfunkční kostry. Slučuje v sobě všechna opatření potřebná k naplnění cílů pozemkových úprav a snaží se o jejich maximální prostorovou a funkční optimalizaci a polyfunkčnost. Jde o vymezení ploch využitelných pro různé účely a navržení sítě společných zařízení, neboli staveb, opatření a změn druhů pozemků. Je to základní kostra, která odhaluje a řeší všechny problémy krajiny v daném území. Do této kostry se potom navrhuje vlastnické pozemky. (Vlasák, Bartošková, 2007)

Ústřední pozemkový úřad, veden zodpovědností a oprávněním, danými mu zákonem, vymezuje technickým standardem dokumentace plánu společných zařízení v návrhu pozemkových úprav, formu a obsah této dokumentace. Technický standard dokumentace plánu společných zařízení je nástrojem kontroly kvality uskutečňování veřejného zájmu v pozemkových úpravách. Primárním účelem tohoto technického předpisu je podpořit efektivnost, kvalitu práce soustavy pozemkových úřadů. Ve vztahu ke zhotovitelům návrhů pozemkových úprav je technický standard dokumentace plánu společných zařízení závazným vymezením náležitostí a obsahu výsledků jejich práce. (MZE, 2012)

Zákon č. 139/2002 Sb. uvádí, že návrhu nového uspořádání pozemků vlastníků předchází zpracování plánu společných zařízení, kterými jsou zejména:

- a) opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků jako polní nebo lesní cesty, mostky, propustky, brody, železniční přejezdy a podobně,
- b) protierozní opatření pro ochranu půdního fondu jako protierozní meze, průlehy, zasakovací pásy, záchytné příkopy, terasy, větrolamy, zatravnění, zalesnění a podobně,
- c) vodohospodářská opatření sloužící k neškodnému odvedení povrchových vod a ochraně území před záplavami jako nádrže, rybníky, úpravy toků, odvodnění, ochranné hráze, suché poldry a podobně,
- d) opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí, zvýšení ekologické stability jako místní územní systémy ekologické stability, doplnění, popřípadě odstranění zeleně a terénní úpravy a podobně.

6 Cíl diplomové práce

Cílem práce je posouzení katastrálního území Smetanova Lhota z hlediska protierozního a protipovodňového ohrožení. Dále bude zpracován průzkum území jako další podklad pro návrh protierozních a protipovodňových opatření. Na základě získaných dat a zpracovaných podkladů budou zhodnocena stávající protipovodňová a protierozní opatření. U erozně ohrožených ploch budou navržena protierozní opatření a vyhodnocena jejich ekonomická náročnost. Protipovodňová opatření budou řešena spolu s opatřeními proti erozi. Všechna navržená opatření budou posuzována podle účinnosti a finanční náročnosti.

7 Metodika diplomové práce

Pro diplomovou práci jsem si vybral katastrální území Smetanova Lhota. Území se nachází 16 kilometrů severně od města Písek. Na katastrálním území budou pomocí univerzální rovnice ztráty půdy (podle Wischmeier a Smith) zjištěny erozně ohrožené pozemky.

Pro výpočet ztráty půdy se zatím používá univerzální rovnice vytvořená v r. 1958 Wischmeierem a Smithem, která byla upravena i pro naše podmínky. Tato rovnice vypočítává průměrnou roční ztrátu půdy jako součin dvou kvantitativních faktorů (erodovatelnosti půdy a erozivity srážek) a čtyř kvalitativních faktorů:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

(Janeček, 1978)

G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy ($t \cdot ha^{-1} \cdot r^{-1}$),

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 – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí,

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

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

P = faktor účinnosti protierozních opatření.

(Janeček a kol., 1992)

Dále na vybraných pozemcích bude pomocí metody CN-křivek vypočítán odtok a potenciální ohrožení obce povodňovou vlnou.

Metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve Number) byla odvozena v USA pro potřeby Služby na ochranu půdy (SCS - Soil Conservation Service) a představuje jednoduchý srážkoodtokový model s poměrně snadno zjistitelnými vstupy, dostatečně přesný, použitelný pro stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku způsobeného návrhovým přívalovým deštěm o zvolené pravděpodobnosti výskytu v zemědělsky využívaných povodí, či jejich částech velikosti do 10 km². (Janeček a kol., 2007)

Srážkoodtokový vztah používaný v metodě čísel křivek pro odhad přímého odtoku z přívalového deště:

$$O_{ph} = 1000 \cdot H_o \cdot F$$

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

Kde O_{ph} = přímý odtok v m³

F = plocha povodí v km²

H_o = výška přímého odtoku v mm

H_s = výška srážky z přívalového deště v mm

A = potencionální retence určovaná na základě čísla křivky (CN) podle vztahu:

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

(Pasák a kol., 1984)

8 Popis katastrálního území Smetanova Lhota

8.1 Poloha

Katastrální území Smetanova Lhota se nachází 15 km severně od města Písek a 16 km východně od města Blatná. Rozloha katastrálního území je 1305 hektarů. Samotná obec Smetanova Lhota má 281 obyvatel. Průměrná nadmořská výška zájmového území je 410 metrů nad mořem. Jižně od obce je nejvyšší bod katastrálního území, Habrový vrch 440 metrů nad mořem. V severní části se nachází louky a orná půda. Územím protékají dva větší vodní toky a to jsou Skalice a Lomnice. Nejohroženější pozemky jsou v přímé blízkosti intravilánu.

8.2 Pedologie:

V katastrálním území jsou z pedologického hlediska zastoupeny 3 typy půd:

- KAa30 kambizem modální
- PGm07 pseudoglej modální
- KAga17 kambizemě glejové kyselé (Kozák a kol., 2009)

Kambizem:

Na našem území jsou nejrozšířenějším půdním typem. Uplatňují se jak v pahorkatinách a vrchovinách tak i v horách, málo zastoupeny jen v nížinách. (Tomášek, 2007)

Vznik těchto půd z tak pestrého spektra substrátů podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska trofismu, zrnitosti a skeletovitosti, při uplatnění více či méně výrazného profilového zvrstvení zrnitosti, skeletovitosti, jakož i chemických (biogenní prvky, stopové potencionálně rizikové prvky) a fyzikálních vlastností (ulehlost bazálního souvrství, ovlivňující laterální pohyb vody v krajině). V hlavním souvrství dochází obecně k posunu zrnitostního složení do střední kategorie v relaci k bazálnímu souvrství, k čemuž přispívá i jejich obohacení prachem. (Němeček a kol., 2001)

Pseudoglej:

Jsou charakterizovány výskytem výrazného mramorovaného, redoximorfního diagnostického horizontu. U půd vyvinutých z luvizemí nalézáme nad ním vybělený horizont s velkým výskytem výrazných nodulárních novotvarů. V tomto případě vznikl mramorovaný horizont transformací luvického horizontu a proto je označen Bmt. U ostatních půd vznikl mramorovaný horizont transformací kambického braunifikovaného horizontu nebo pelického kambického horizontu. (Kozák a kol., 2009)

8.3 Geologie:

Katastrální území Smetanova Lhota patří do oblasti moldanubikum, jednotka středočeský pluton a subjednotka blatenská skupina.

Středočeský pluton zasahuje do jižních Čech svým jižním okrajem. Jeho výběžky tvoří amfibolicko-biotický granit blatenský, přecházející v okrajové zóně při styku s moldanubikem do nehomogenního amfibolicko-biotického granodioritu až křemenného dioritu červenského. (Chábera a kol., 1985)

Jsou zde nejvíce zastoupeny horniny granit a granodiorit, obě horniny jsou typu magmatit hlubinný.

8.4 Geomorfologie:

Z hlediska geomorfologického členění České republiky spadá území do:

Provincie: Česká vysočina

Subprovincie: Česko-moravská

Oblast: Středočeská pahorkatina

Celek: Tábořská pahorkatina

Podcelek: Písecká pahorkatina

Okrsek: Zvíkovská pahorkatina

Při soutoku Vltavy s Otavou a podél západního břehu Orlické údolní nádrže se táhne plochá, průměrně 400 až 450 m vysoká Zvíkovská pahorkatina, rozřezaná hlubokými údolními vltavských přítoků v dílčí plošiny, jako je mezi Vltavou a Otavou tzv. plošina Vlastecká (Svatonický vrch (570m) západně od Záboří), východně od Čimelic plošina Vrabská a jiné. (Chábera a kol., 1985)

8.5 Klimatické podmínky:

Klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace:

mírně teplá oblast - MW11

počet letních dní: 40 - 50

počet dní s mrazem: 110 – 130

Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více: 90 – 100

Suma srážek ve vegetačním období: 350 – 400

Suma srážek v zimním období: 200 – 250

Počet dní se sněhovou pokrývkou: 50 – 60

Počet zatažených dní: 120 - 150

Počet jasných dní: 40 – 50 (Tolasz, 2007)

Průměrná roční teplota je přibližně 8°C. Průměrný roční úhrn srážek se nijak nevymyká průměru pahorkatin a činí 640 mm. Největší problémy v katastrálním území tvoří extrémní srážky, které způsobují zvedání hladiny toků Lomnice a Skalice.

8.6 Hydrologie:

V katastrálním území je několik menších toků a 2 velké toky. Jsou to Lomnice a Skalice.

Nejvýznamnějším levostranným přítokem Otavy je Lomnice, vznikající soutokem Smoliveckého a Závišínského potoka v Blatné. 56,6 km dlouhá Lomnice směřuje k východu, pod Blatnou vytváří dva velké oblouky a pod Dědovicemi se vlévá úzkého chobotu Orlické údolní nádrže. (Chábera a kol., 1985)

Lomnice:

číslo hydrologického pořadí: 1-08-04-001

Pramení 1 km sz od Třemšína (827 m) ve výšce 733 m. n. m.

Levý přítok Otavy

Plocha povodí je 830,8 km²

Délka toku je 59,5 km. (Vlček a kol., 1984)

Na svém dolním toku přijímá Lomnice z levé strany svůj největší přítok Skalici (Vltavu), která pramení pod jménem Kotelský potok v Brdech, na severním svahu vrchu Kobylí hlava (795m). (Chábera a kol., 1985)

Skalice:

číslo hydrologického pořadí: 1-08-04-034

Pramení 1 km západně od Kobylí hlavy (757 m) ve výšce 678 m. n. m.

Levý přítok Lomnice

Plocha povodí je 375,6 km²

Délka toku je 52,2 km (Vlček a kol., 1984)

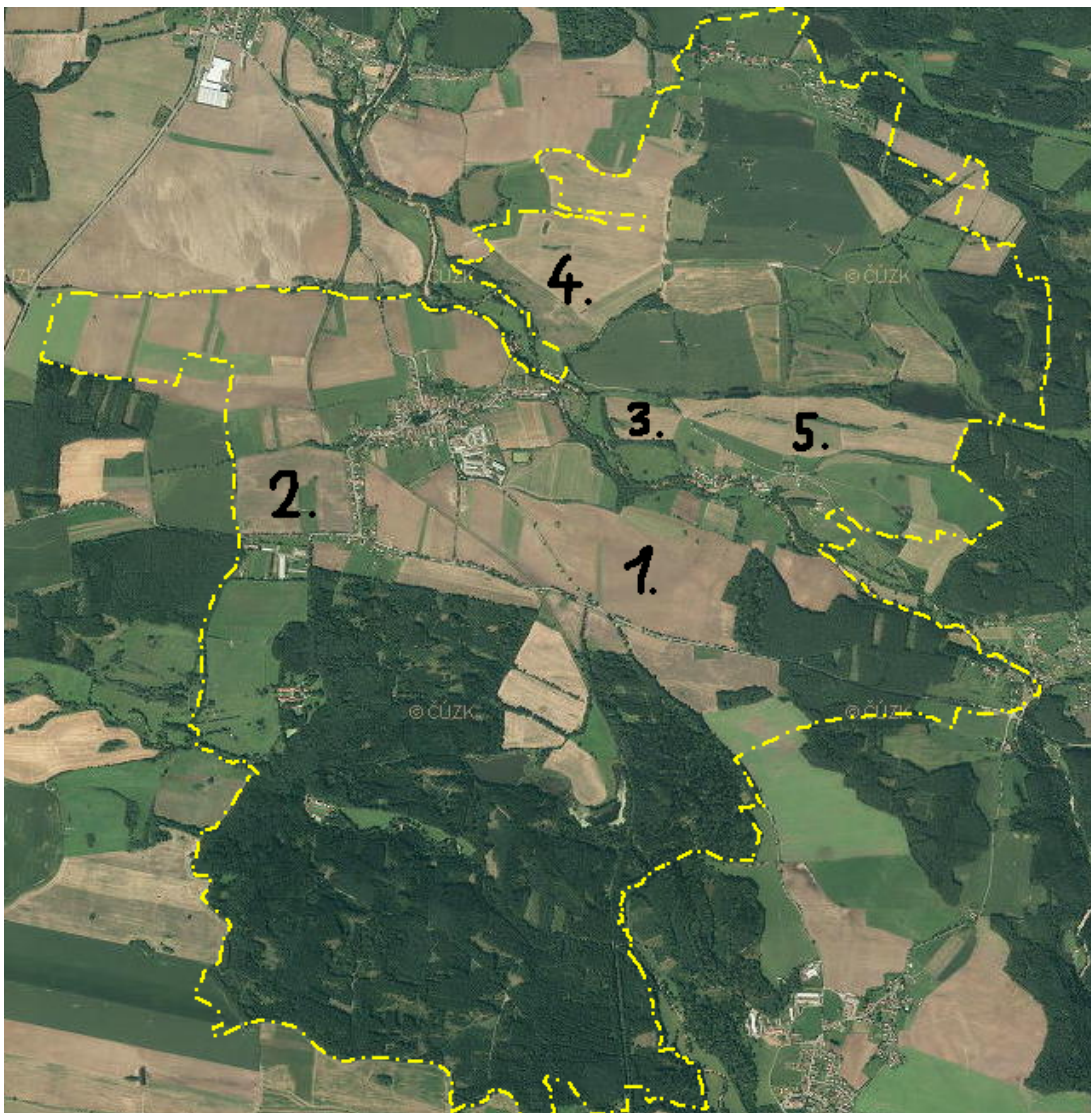
Dále v okolí obce najdeme několik vodních děl. Vodní dílo Vosovice (východně od obce) má rozlohu 5,4 hektarů. Spadá do povodí Skalice. Vodní díla Jezero a Netušil (jižně od obce) s rozlohou 5,5 hektarů a 3,4 hektarů. A další menších vodních toků a děl.

8.7 Využití území:

V jižní části katastrálního území jsou nejvíce zastoupeny lesní porosty, které tvoří 1/3 zastoupení všech kultur v katastru. V přímé blízkosti obce se nachází především orná půda. Z celé rozlohy katastrálního území zaujímá orná půda přibližně 42 %. Nesmím opomenout zastoupení vodních toků a vodních děl, které mají na charakter a funkce krajiny velký vliv. Z hlediska protipovodňové ochrany se jedná zejména o tok Skalice, který protéká v přímé blízkosti obce a při extrémních srážkových úhrnech dochází k vylévání vody z koryta toku a tím i k ohrožení lidského majetku a zdraví. Obec má napojení na železniční dopravu a blízké město Písek. Centrem prochází komunikace, které je spojnicí mezi městy Blatná (na západ) a Milevsko (na východ).

9 Výsledky a diskuze

V katastrálním území Smetanova Lhota bylo vybráno 5 ploch, které překračují přípustný erozní smyv a jsou nebezpečné i z hlediska povodňového ohrožení obcí. Na všech plochách byly provedeny výpočty pomocí univerzální rovnice ztráty půdy, aby byl určen erozní odnos. Dále byl proveden výpočet odtoku pomocí CN křivek. Pět vybraných ploch je znázorněno na mapě.



1. Území (stávající stav)

Svah se rozkládá jihovýchodně od obce a jeho rozloha je 45 hektarů. Vyskytují se zde tři čísla BPEJ (bonitovaná půdně ekologická jednotka) 52904, 53214 a 53716.

Kultura je podle katastru nemovitostí orná půda, což odpovídá i skutečnému stavu.

Jako první jsem na svahu vypočetl přípustný erozní smyv, který nesmí překročit hodnotu 4 tuny na hektar za rok. Tato hodnota platí pro středně hluboké půdy.

Faktor R (faktor erozní účinnosti deště) byl zvolen pro všechna území stejně. Hodnota 40 je zadávána do výpočtu dle nejnovějších poznatků VŮMOP.

Faktor K (faktor náchylnosti půdy k erozi) je pro každé území určen zvlášť. Hodnota byla určena z čísla BPEJ.

Faktor L (faktor délky svahu) je dán délkou odtokové linie. Každá délka má vlastní hodnotu podle tabulky.

Faktor S (faktor sklonu svahu) je dán sklonem odtokové linie. Každý sklon má vlastní hodnotu podle tabulky. Sklon je podílem délky a převýšení.

Faktor C (faktor ochranného vlivu vegetace) jsem zvolil 0,22 jako průměrnou hodnotu, a je pro všechna území stejná.

Faktor P (faktor vlivu protierozních opatření) jsem určil jako $P=1$ neboť na zkoumaných plochách nebyla aplikována žádná protierozní opatření.

R – FAKTOR (40)

K – FAKTOR (0,24)

L – FAKTOR (5,8)

S – FAKTOR (0,41)

C – FAKTOR (0,22)

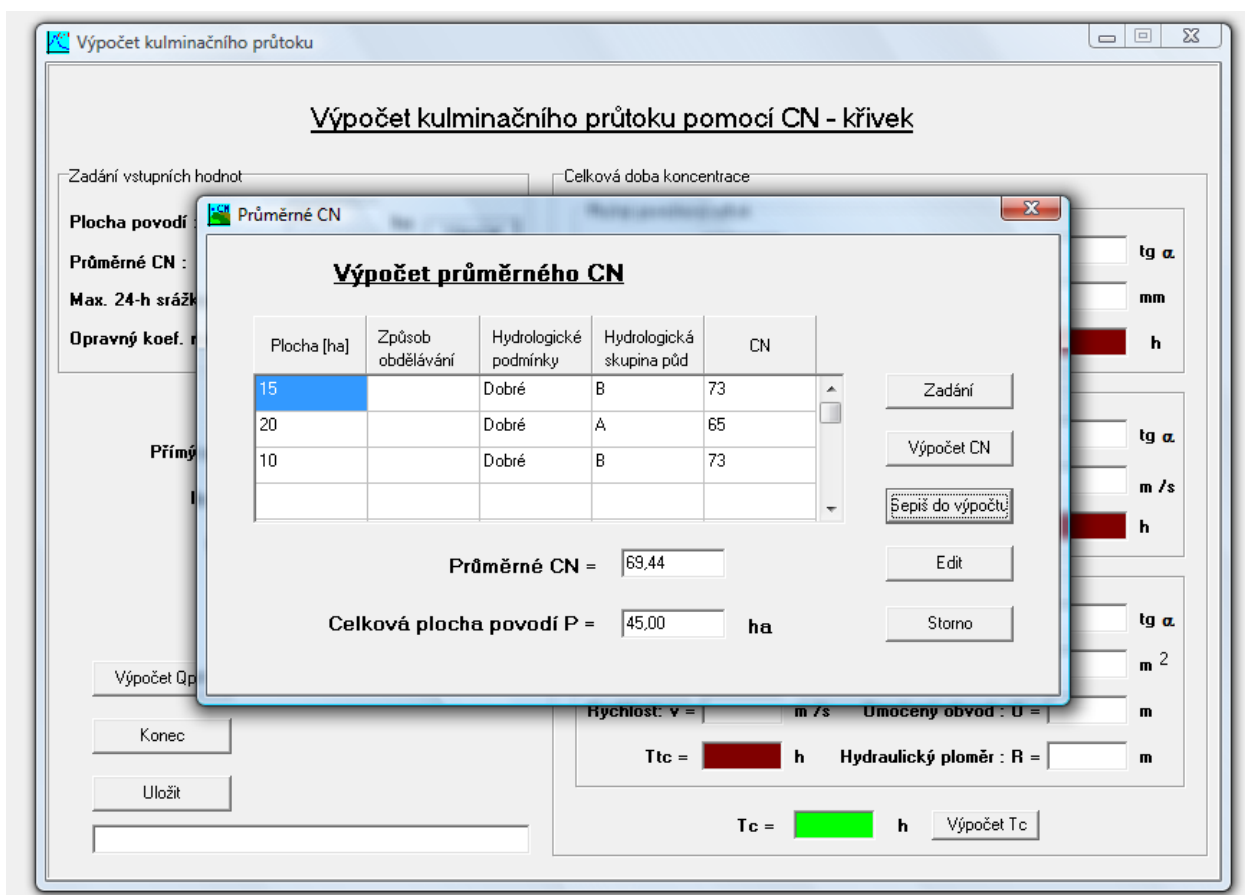
P – FAKTOR (1)

G= 5,02

Druhý výpočet se týkal odtokových parametrů svahu. U opatření k ochraně před povodněmi je třeba rozlišovat, o jaké povodně se z pohledu příčin jedná. Máme regionální a lokální. Regionální se týkají větších území a při návrhu by byly užitečnější technická opatření. V mojí práci počítám s lokální povodní, způsobenou extrémní srážkou v kombinaci s morfologií terénu, nasyceností půdy atd.

Výpočet jsem provedl pomocí programu ERCN, který slouží hlavně k výpočtu kulminačního průtoku. Výsledky jsou pouze orientační, neboť nebyly vyplněny všechny veličiny. Hlavní vstupy jsou srážkový úhrn a čísla BPEJ. Srážkový úhrn byl převzat v nejbližší srážkoměrné stanici Milevsko.

Podle čísel BPEJ byly určeny hlavní půdní jednoty a dále vypočtena průměrná čísla CN křivek. Čísla BPEJ jsou stejná jako u výpočtu přípustného smyvu.



Výsledkem pro první svah s plochou 45 hektarů je přímý odtok **18,44 mm** a objem vody na okraji svahu **8296,65 m³**.

Výsledky jsou extrémně velké a je to tím, že do výsledku byla použita největší hodnota srážkového úhrnu v Milevsku podle programu ERCN a to 73,3 mm.

Navržený stav

System přírodě blízkých protierozních a protipovodňových opatření je nejnovější trend v ochraně půdy před erozí a povodněmi. Základním principem je zadržetí vody v krajině a zpomalení povrchového odtoku. Na navrženém území mají hlavně charakter protierozních opatření.

Na svahu byla navržena dvě opatření. Vrstevnicová orba a zatravnění spodní části svahu před tokem.

Výsledky:

Faktory R,K a C zůstaly stejné.

Faktory L a S se změnilo jen lehce a to tím že byl zkrácen svah.

Faktor P se snížil o 0,3 díky vrstevnicové orbě a zatravnění.

R – FAKTOR (40)

K – FAKTOR (0,24)

L – FAKTOR (5,22)

S – FAKTOR (0,36)

C – FAKTOR (0,22)

P – FAKTOR (0,7)

G= 2,77

CN

Přímý odtok: 8.91 mm

0ph: 4011,31 m³

Odtokové parametry byly výrazně sníženy zavedením zatravnění dolní části, ale v programu je to započítáno do celkové plochy. Díky zatravnění byla průměrná hodnota CN křivek snížena a tím pádem i přímý odtok a objem vody.

2. území (stávající stav)

Druhé území „POD OVČÍNEM“ je v západní části intravilánu a z pohledu protierozní a protipovodňové ochrany je kritickým místem v celém katastrálním území. Při větších srážkových úhrnech dochází k zaplavování intravilánu obce a to hlavně při pěstování širokořádkových plodin (kukuřice). Rozloha území je 21 hektarů a vyskytují se zde dvě čísla BPEJ (53204, 52904).

Výsledky:

R – FAKTOR (40)

K – FAKTOR (0,23)

L – FAKTOR (5,06)

S – FAKTOR (0,47)

C – FAKTOR (0,22)

P – FAKTOR (1)

G= 4,8

CN

Přímý odtok: 21,13 mm

0ph: 4436,3 m³

Výsledky ukazují, že odtok vody je extrémní, největším problémem je, že svah je v přímém kontaktu s obcí.

Navržený stav

V lokalitě „POD OVČÍNEM“ by bylo nejlepší v rámci ochrany obce před povodněmi navrhnout technické opatření. Ze systému přírodně blízkých opatření jsem navrhl vrstevnicovou orbu a úplné vynechání širokořádkých plodin, které by bylo nutno projednat s vlastníky. K zadržení a vyčištění povrchového odtoku jsem navrhl zatravnění svahu v okolí intravilánu.

Výsledky:

Faktory R a K zůstaly stejné.

Faktory L a S se změnily jen lehce a to tím že byl zkrácen svah.

Faktor C se snížil z důvodu vynechání širokořádkých plodin.

Faktor P se snížil vrstevnicovou orbou a částečně zatravněním údolí svahu.

R – FAKTOR (40)
K – FAKTOR (0,23)
L – FAKTOR (4,85)
S – FAKTOR (0,32)
C – FAKTOR (0,15)
P – FAKTOR (0,8)
G= 1,5

CN – křivky:

Přímý odtok: 6,86 mm

0ph: 1441,6 m³

Výsledek přípustného smyvu se snížil pod požadovanou úroveň a výsledky odtokových charakteristik byly sníženy velmi výrazně, ale je zde prostor pro diskuzi, zda by nebylo vhodné navrhnout ještě nějaké technické nebo agrotechnické opatření. V podobě průlehu nebo svodného příkopu.

3. území (stávající stav)

Svah je východně od obce Smetanova Lhota mezi obcemi Smetanova Lhota Podelhota. Rozloha je 1,52 hektarů. Je zde zastoupeno pouze jedno číslo BPEJ (52914).

Výsledky:

R – FAKTOR (40)
K – FAKTOR (0,27)
L – FAKTOR (2,83)
S – FAKTOR (0,7)
C – FAKTOR (0,22)
P – FAKTOR (1)
G= 4,7

CN

Přímý odtok: 14,44 mm

0ph: 219,54 m³

Navržený stav

V dolní části svahu by mělo být rozšířeno zatravnění a vrstevnicové obdělávání půdy.

Výsledky:

Faktory R,K a C zůstaly stejné.

Faktory L a S se změnilly jen lehce a to tím že byl zkrácen svah.

Faktor P se snížil díky vrstevnicové orbě a zatravnění.

R – FAKTOR (40)

K – FAKTOR (0,27)

L – FAKTOR (2,61)

S – FAKTOR (0,63)

C – FAKTOR (0,22)

P – FAKTOR (0,8)

G= 3,12

CN

Přímý odtok: 5,73 mm

0ph: 85,89 m³

Odtokové parametry byly opět sníženy díky zatravnění, které v programu výrazně snižuje průměrnou hodnotu CN – křivek.

4. území (stávající stav)

Svah je severně od obce na levém břehu řeky Skalice. Rozloha je 22 hektarů a jsou zde zastoupena dvě čísla BPEJ (53204, 52904). Výsledky:

R – FAKTOR (40)

K – FAKTOR (0,22)

L – FAKTOR (4,35)

S – FAKTOR (0,51)

C – FAKTOR (0,22)

P – FAKTOR (1)

G= 4,3

CN

Přímý odtok: 15,39 mm

0ph: 3384,74 m³

Navržený stav

V polovině svahu je cesta pro přejezd zemědělské techniky a tak jsem zde navrhl zatravnit tuto trasu, které by sloužila jak jako cesta, tak i jako protierozní opatření.

Délka cesty je 780 metrů a šířka přibližně 4,5 metrů (bez příkopů). Přesná specifikace, jako je sklon, příčný a podélný profil, materiální složení, a další by byly specifikovány v opatřeních sloužících ke zpřístupnění pozemků. Tato část je závaznou součástí plánu společných zařízení.

Po obou stranách cesty bude vyhlouben záchytný příkop jako protierozní a protipovodňový prvek.

Příkop by neměl být hlubší jak 0,8 metrů do návrhu je počítána hloubka 0,6 metrů.

Šířka dna by byla 0,3 metru.

Poměr stran by měl být v rozpětí 1 : 1 až 1 : 1,5.

Objem vody, který by měl příkop zachytit je závislý na poměru navržených stran.

Pohybuje se v rozpětí 265,2 a 561,6 m³. Což by mělo stačit na zachycení extrémních odtoků. Výpočet je počítán pro rovnoměrné rozložení odtoku na celý svah.

Celkový zábor půdy na navrženou cestu by byl 5850 m².

Do výsledků jsem zahrnul oba dva výpočty.

1) Pro dva nově vzniklé svahy po rozdělení

Výsledky:

Faktory R,K a C zůstaly stejné.

Faktory L a S se změnilo rozdělením svahu

Faktor P se snížil díky vrstevnicové orbě a zatravnění.

R – FAKTOR (40) – horní svah (40) – dolní svah

K – FAKTOR (0,22) (0,22)

L – FAKTOR (3,38) (3,02)

S – FAKTOR (0,23) (0,4)

C – FAKTOR (0,22) (0,22)

P – FAKTOR (1) (1)

G=1,5 2,33

2) Pro celý svah jen se započítáním polní cesty jako protierozního opatření

Výsledky:

Faktory R, K, C, L a S zůstaly stejné.

Faktor P se snížil novou cestou.

R – FAKTOR (40)

K – FAKTOR (0,22)

L – FAKTOR (4,35)

S – FAKTOR (0,51)

C – FAKTOR (0,22)

P – FAKTOR (0,5)

G= 2,15

Oba dva výpočty splnily přípustný smyv.

CN

Přímý odtok: 5,94 mm

0ph: 1324,76 m³

Výpočet CN – křivek jsem provedl pro celý svah... byl opět výrazně snížený zatravněním. V tomto případě navrženou zatravněnou cestou.

5. území (stávající stav)

Poslední svah se nachází severně do obce Podelhota. Rozloha je 18 hektarů a jsou zde zastoupena dvě čísla BPEJ (52914 a 53716).

Výsledky:

R – FAKTOR (40)

K – FAKTOR (0,28)

L – FAKTOR (4,75)

S – FAKTOR (0,37)

C – FAKTOR (0,22)

P – FAKTOR (1)

G= 4,33

CN

Přímý odtok: 19,08 mm

0ph: 3434,6 m³

Navržený stav

Opět bylo aplikované vrstevnicového obdělávání a v dolní části svahu zatravnění, aby při extrémních srážkách nebyla ohrožena obec. Jako další řešení by připadalo v úvahu i umístění biokoridoru a tím i rozdělení svahu. Biokoridor by byl ideální v přibližné polovině svahu, ale návrh by zřejmě neprošel, neboť v horní třetině svahu je několik soliterů. Ty jsou vedeny jako významné krajinné prvky. Další dělení svahu by bylo pro odtokové parametry a protierozní opatření ideální, ale musel by být proveden další zábor půdy. Na snížení eroze pod přípustnou hodnotu stačí navržená opatření. Biokoridor by mohl být navržen, ale byl by zpracován v části opatření k tvorbě a ochraně životního prostředí, která je nezbytnou součástí plánu společných zařízení.

Výsledky:

Faktory R,K a C zůstaly stejné.

Faktory L a S se změnily jen lehce a to tím že byl zkrácen svah.

Faktor P se snížil díky vrstevnicové orbě a zatravnění.

R – FAKTOR (40)
 K – FAKTOR (0,28)
 L – FAKTOR (4,52)
 S – FAKTOR (0,3)
 C – FAKTOR (0,22)
 P – FAKTOR (0,8)
G= 2,67

CN

Přímý odtok: 8,85 mm

0ph: 1593,02 m³

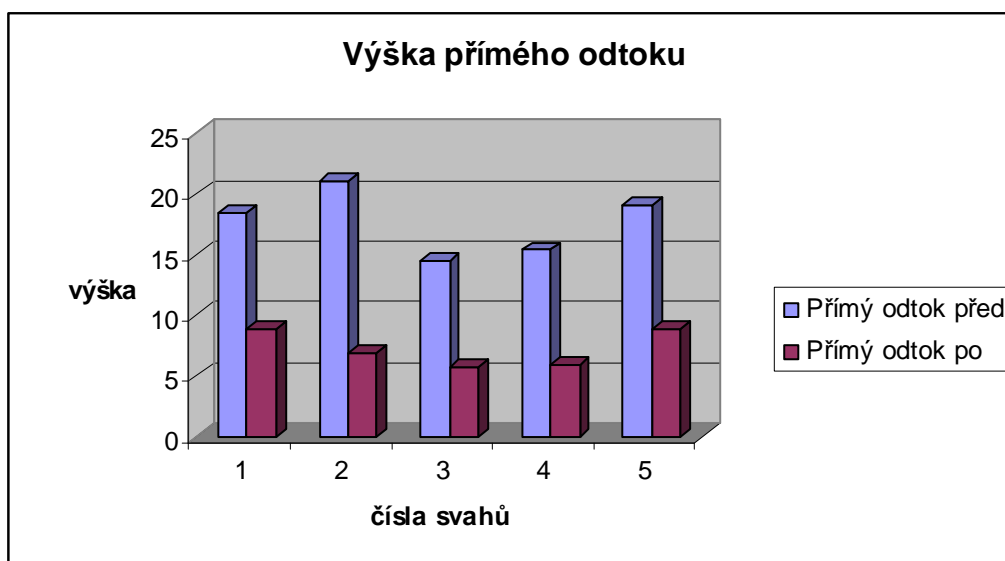
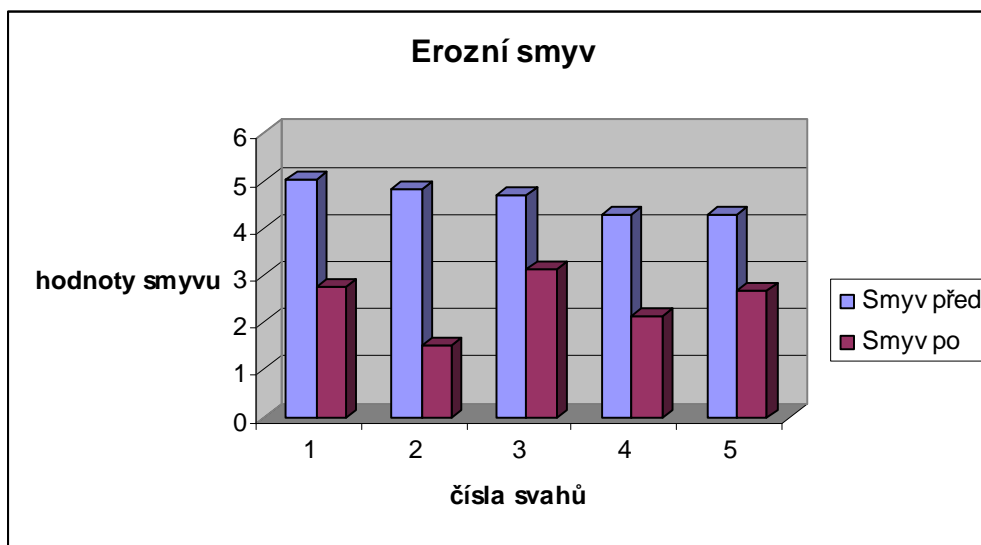
Hodnota přípustného smyvu je pod požadovanou hodnotou a přímý odtok se taky výrazně snížil.

Přehled navržených opatření a jejich účinnost:

Svah (číslo)	Navržená opatření	Přípustný smyv	Smyv před	Smyv po	Přímý odtok před	Přímý odtok po
1	vrstevnicové obdělávání, zatravnění	4	5,02	2,77	18,44	8,91
2	vynechání širokořádkých plodin, zatravnění	4	4,8	1,5	21,13	6,86
3	vrstevnicové obdělávání, zatravnění	4	4,7	3,12	14,44	5,73
4	travnatá cesta s příkopy	4	4,3	2,15	15,39	5,94
5	vrstevnicové obdělávání, zatravnění	4	4,3	2,67	19,08	8,85

Účinnost všech navrhovaných opatření byla prokázána, neboť po jejich aplikaci je erozní smyv pod přípustným limitem.

Grafické vyjádření



Posouzení ekonomické náročnosti

Ekonomické zdůvodnění protierozní ochrany je tradičními způsoby velmi obtížné, neboť erozní procesy způsobují ztráty v mnoha oblastech národního hospodářství, z nichž mnohé, zejména společenské důsledky lze obtížně vyčíslit. Chybí ocenění ztrát, spočívajících v poškozování základních přírodních zdrojů z hlediska vývoje společnosti. Při návrhu protierozní ochrany je tedy nutno ekonomicky zhodnotit vyčíslitelné ztráty, jež eroze způsobuje, a do konečného rozhodovacího procesu je zavést společně s vlivem ztrát, jež zatím nedovedeme vyčíslit, provést jejich rozbor a určit efekt navrhovaných opatření. (Holý, 1978)

Ekonomickou efektivnost protierozních opatření lze obecně definovat jako vztah mezi účinky (výsledky, efekty) dosaženými uplatněním protierozních opatření v zemědělství i v ostatních odvětvích národního hospodářství a mezi ekonomickými nároky (náklady), vynaloženými na tato opatření. (Pasák a kol., 1984)

Náklady na protierozní a protipovodňová opatření se vyčíslují pouze v případě, jedná-li se o opatření stavebního charakteru. V práci bylo pouze jedno takové opatření. Je to travnatá cesta s příkopy na svahu číslo 4. Cena by se pohybovala v rozpětí 1200000 až 1400000 Kč. Výpočet je pouze orientační, přesnější částka by byla v návrhu cestní sítě. Do výpočtu byly zahrnuty výkopové práce, materiál, doprava materiálu atd. Přesná cena by byla vyčíslena až při realizaci projektu nějakou firmou.

Ostatní protierozní opatření se velice špatně vyčíslují. Vrstevnicová orba je pouze změna orebních postupů a zatravnění není příliš nákladná záležitost. Jedná se pouze o desítky tisíc. V celkovém vyjádření by se do ceny promítaly i náklady na zábor půdy.

Diskuze

Systém přírodě blízkých protierozních a protipovodňových opatření by měl být nedílnou součástí každé komplexní pozemkové úpravy.

Proto částečně souhlasím s názorem J. Podhrázké a kol. (2009), že technické prvky však není možno navrhnout izolovaně, čistě technokraticky dle výpočtu limitní šířky pásu (znemožňovalo by to vůbec zemědělskou činnost v často sklonitém, vertikálně a horizontálně členitém území ČR) a předpokládat, že jen ony vyřeší protierozní ochranu daného území. Celý systém těchto technických opatření je nutno chápat pouze jako tzv. “kostru protierozních opatření“ v řešeném území, kterou je nutno doplnit systémem organizačních, agrotechnických, popřípadě stavebně technických opatření.

Je třeba si ovšem uvědomit, že přírodě blízká opatření mohou být i technické prvky. Průlehy nebo cestní síť mohou být navrženy tak, aby byly přírodního charakteru a zapadali lépe do krajinného rázu. Z výsledků je patrné, že i relativně malé, ale inteligentní zásahy do přírody mohou snížit erozní procesy a chránit intravilán před povodněmi. V návrhu protierozních a protipovodňových opatření by mělo být zadržování vody v krajině uvedeno jako jeden z cílů. S vodou by se mělo v krajině pracovat, a ne ji co nejrychleji odvést pryč a zvyšovat tím rychlost proudění vody v korytu.

V projektech komplexních pozemkových úprav jsou vyčísleny pouze náklady na opatření, která jsou stavebního charakteru. Nikde není spočítána ekonomická efektivnost a návratnost protierozních a protipovodňových opatření.

M. Holý (1978) uvádí, že ekonomické zdůvodnění protierozní ochrany je tradičními způsoby velmi obtížné, neboť erozní procesy způsobují ztráty v mnoha oblastech národního hospodářství, z nichž mnohé, zejména společenské důsledky lze obtížně vyčíslit. Chybí ocenění ztrát, spočívajících v poškozování základních přírodních zdrojů z hlediska vývoje společnosti.

S tím to názorem plně souhlasím. V dnešní době je pouze na projektantech, jak vysvětlí navržená opatření a popřípadě jejich finanční návratnost.

Obecný vzorec pro výpočet sepsal Pasák a kol. (1984) a ti tvrdí, že ekonomickou efektivnost protierozních opatření lze obecně definovat jako vztah mezi účinky (výsledky, efekty) dosaženými uplatněním protierozních opatření v zemědělství i v ostatních odvětvích národního hospodářství a mezi ekonomickými nároky (náklady), vynaloženými na tato opatření.

Tento vzorec je velmi obecný. Do výpočtu by se museli promítnout přírodní podmínky řešeného území, srážkoodtokové procesy, období extrémního srážkového úhrnu, časové rozložení deště, pedologické a geologické vlastnosti území a jiné. Všechny tyto vstupní hodnoty by měli být zařazeny do výpočtu formou koeficientů. Výběr a určování koeficientů by bylo velice složité, neboť by to znamenalo několik let pokusů a výzkumu. V dnešní době existují programy, podle nichž můžeme návratnost navržených opatření zjistit, ale výpočty nejsou přesné a konečný výsledek je diskutabilní.

10 Závěr:

V diplomové práci na téma systém přírodě blízkých protierozních a protipovodňových opatření a jejich optimalizace v procesu komplexních pozemkových úprav byla zpracována literární rešerše jako podklad pro vyhodnocení vybraného katastrálního území. Hlavní témata byla vodní eroze, protierozní a protipovodňová opatření. V dnešní době je tato problematika aktuální a v řadě komplexních pozemkových úprav detailně řešena.

Hlavním úkolem bylo popsání a zhodnocení katastrálního území. Vybral jsem území Smetanova Lhota, které bylo zhodnoceno z hlediska geologických a pedologických podmínek, klimatu, geomorfologie, reliéfu a hydrologie. V katastrálním území bylo řešeno pět lokalit, které byly erozně ohroženy. Na všech pěti lokalitách byla navržena opatření, snižující erozní smyv pod mezní hodnotu. Navržená opatření fungují též jako opatření protipovodňová. Lépe řečeno jako opatření ke snížení rychlosti a objemu povrchového odtoku.

Samotný návrh protierozních a protipovodňových opatření by neměl mít pouze tuto funkci, ale měl by být propojen i s ostatními částmi plánu společných zařízení. Jsou to opatření ke zpřístupnění pozemků a opatření k tvorbě a ochraně životního prostředí. Navržená opatření by měla mít multifunkční charakter.

Navrhování přírodě blízkých protierozních a protipovodňových opatření je nový trend, a já si myslím, že to je krok správným směrem. Voda k přírodě neodmyslitelně patří, a proto když navrhujeme prvky, které by měli s vodou v přírodě pracovat, je třeba mít na paměti, že existují taková, která do přírody zapadají a nenarušují krajinný ráz.

11 Literatura :

- 1) Cáblik, J., Jůva, K.: Protierozní ochrana půdy. Státní zemědělské nakladatelství. Praha, 1963. 324 s.
- 2) Havlíček, V. a kol.: Agrometeorologie. Státní zemědělské nakladatelství. Praha 1986. 258 s.
- 3) Holý, M.: Protierozní ochrana. SNTL. Praha, 1978. 283 s.
- 4) Holý, M. a kol.: Odvodňovací stavby. SNTL/ ALFA. Praha, 1984. 467 s.
- 5) Holý, M.: Eroze a životní prostředí. České vysoké učení technické. Praha, 1994. 383 s.
- 6) Hovorka, V. a kol.: Projektová příprava protierozních opatření. Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd. Praha, 1990. 28 s.
- 7) Hubačíková, V.: Hydrologie. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita. Brno, 2002. 43 s.
- 8) Chábera a kol.: Neživá příroda. Jihočeské nakladatelství. České Budějovice, 1985. 269 s.
- 9) Jandora, J., Stara, V., Starý, M.: Hydraulika a Hydrologie. Akademické nakladatelství CERM. Brno, 2002. 186 s.
- 10) Janeček, M.: Vliv eroze půdy na znečištění povrchových vod. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha, 1978. 72 s.
- 11) Janeček, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha, 1992. 110 s.

- 12) Janeček, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Praha, 2007. 76 s.
- 13) Kešner, B.: Agrometeorologie. Vysoká škola zemědělská. Praha, 1977. 272 s.
- 14) Kemel, M.: Hydrologie. České vysoké učení technické. Praha, 1991. 222 s.
- 15) Kemel, M.: Klimatologie, meteorologie, hydrologie. České vysoké učení technické. Praha, 1996. 289 s.
- 16) Kozák, J. a kol.: Atlas půd České republiky. Česká zemědělská univerzita. Praha, 2009. 150 s.
- 17) Krešl, J.: Hydrologie. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita. Brno, 2001. 128 s.
- 18) MZE.: Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství. Praha, 2011. 56 s.
- 19) MZE.: Metodický návod k provádění pozemkových úprav. (Aktualizovaná verze k 1.5.2012) Ministerstvo zemědělství – Ústřední pozemkový úřad. Praha, 2012. 125 s.
- 20) MZE.: Technický standart dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách. (Aktualizovaná verze k 1.5.2012) Ministerstvo zemědělství – Ústřední pozemkový úřad. Praha, 2012. 78 s.
- 21) Němeček, J. a kol.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Česká zemědělská univerzita. Praha, 2001. 78 s.
- 22) Pasák, V. a kol.: Ochrana půdy před erozí. Státní zemědělské nakladatelství. Praha, 1984. 164 s.

- 23) Pasák, V., Janeček, M., Šabata M.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Ústav vědeckotechnologických informací pro zemědělství. Praha, 1983. 77 s.
- 24) Podhrázká, J. a kol.: Návrh a hodnocení účinnosti systému komplexních opatření v pozemkových úpravách pro snížení škodlivých účinků povrchového odtoku. Ministerstvo zemědělství ČR (VÚMOP v.v.i.). Praha, 2009. 96 s.
- 25) Podhrázká, J., Dufková, J.: Protierozní ochrana půdy. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita. Brno, 2005. 99 s.
- 26) Šilar, J. a kol.: Všeobecná hydrogeologie. Státní pedagogické nakladatelství. Praha, 1983. 177 s.
- 27) Tlapák, V., Šálek, J., Legát, V.: Voda v zemědělské krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP ČR. Praha, 1992. 318 s.
- 28) Tolasz, R. a kol.: Atlas podnebí česka. Český hydrometeorologický ústav. Praha, 2007. 255 s.
- 29) Toman, F.: Pozemkové úpravy. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita. Brno, 1995. 144 s.
- 30) Tomášek, M.: Půdy České republiky. Česká geologická služba. Praha, 2007. 68 s.
- 31) Uhlířová, J., Mazín, V. a kol.: Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha, 2005. 31 s.
- 32) Vlasák, J., Bartošková, K.: Pozemkové úpravy. České vysoké učení technické. Praha, 2007. 168 s.
- 33) Vlček, V. a kol.: Vodní toky a nádrže. Československá akademie věd. Praha, 1984. 316 s.

- 34) Wischmeier, W. H., Smith, D. D.: Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide Book to Conservation Planning. ARG. Handbook No.537, US Dept. Of Agriculture, Washington, 1978.
- 35) Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů.

12 Fotodokumentace



Kritický bod (Pod ovčínem)

Porovnání situace o povodních v roce 2009 a současný stav.

Povodně 2009



Současný stav (2013)

