

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta životního prostředí  
Katedra biotechnických úprav krajiny

Posouzení protierozních opatření technického charakteru  
v katastrálních územích Sněhotice a Želeč a návrh řešení  
protierozní ochrany ve vybraném katastrálním území.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. Ing. Miloslav Janeček, DrSc.

Diplomant: Bc. Ladislav Szilágyi

2011

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Miloslava Janečka DrSc., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 20.4.2011

.....

## **Poděkování**

Děkuji prof. Ing. Miloslavu Janečkovi DrSc. za odborné vedení mé diplomové práce. Velký dík za nesmírnou podporu a motivaci při studiu a v průběhu psaní práce patří mým rodičům, přítelkyni a mnohým kamarádům.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce pojednává o problematice eroze.

Formou literární rešerše jsou sepsány druhy eroze, její příčiny a následky. Jsou popsány jednotlivé faktory, pomocí nichž je erozní proces spočitatelný. Rozepsána jsou protierozní opatření, s důrazem na opatření technického charakteru.

Jedním z hlavních cílů práce je inventarizace protierozních opatření technického charakteru v katastrálních územích Sněhotice a Želeč. Na základě studia dokumentů, následných pochůzek a měření v terénu jsou zpracována data o těchto opatřeních. Data budou dále využita Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy v rámci projektu NAZV QI91C008 „Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření“.

Práce si klade za cíl také navržení protierozních opatření zabrahujících nežádoucímu smyvu půdy na katastrálním území Sněhotice tak, aby již v budoucnu nedocházelo ke ztrátám půdy větším, než je dle platné metodiky (Janeček, 2007) přípustné. Tomuto předchází vlastní zhodnocení erozního ohrožení území. Práce tak může být přínosem také ve smyslu další ochrany pozemků ve Sněhoticích.

**Klíčová slova:** protierozní opatření, půda, univerzální Wischmeier-Smithova rovnice, vodní eroze

## **ABSTRACT**

The topic of this thesis is erosion.

By means of literature search we gathered and described the types of erosion, its causes and its effects. We also described all factors used in calculating the erosion process. We detailed erosion control measures, with an emphasis on technical erosion control measures.

One of the main aims of the thesis is to create an inventory of technical erosion control measures in the local areas of Sněžotice and Želeč. We processed data about such measures based on the study of documentation followed by walks and measurements in the terrain. The data will be used by the Research Institute of Amelioration and Soil Protection for the NAZV QI91C008 project “Optimization of the process of proposing technical erosion control measures”.

The thesis also aims at proposing erosion control measures that would prevent unwanted erosive wash-off in the local area of Sněžotice so that in the future the soil loss does not exceed the permissible level set by valid methodology (Janeček, 2007). This part of the thesis is preceded by an assessment of the erosion danger in the given area. The thesis can thus be also useful when it comes to the protection of land in Sněžotice.

**Key words:** erosion control measures, soil, Universal Soil Loss Equation (USLE), water erosion

## OBSAH

1. ÚVOD .....	10
2. CÍL PRÁCE .....	12
3. EROZE PŮDY – LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	13
3.1 Eroze půdy .....	13
3.2 Druhy eroze .....	13
3.2.1 Dělení dle erozních činitelů .....	14
3.2.2 Dělení dle formy - vodní eroze .....	15
3.2.3 Dělení dle formy - větrná eroze .....	16
3.2.4 Dělení dle intenzity .....	16
3.3 Vodní eroze .....	17
3.3.1 Příčiny vodní eroze .....	17
3.3.2 Následky vodní eroze .....	20
4. OCHRANA PROTI VODNÍ EROZI – LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	22
4.1 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí .....	22
4.1.1 Faktor erozní účinnosti deště (R) .....	23
4.1.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K) .....	24
4.1.3 Topografický faktor (součin faktorů L a S) .....	25
4.1.4 Faktor ochranného vlivu vegetace (C) .....	27
4.1.5 Faktor účinnosti protierozních opatření (P) .....	27
4.1.6 Přípustná ztráta půdy vodní erozí .....	28
4.2 Protierozní opatření organizačního charakteru .....	28
4.2.1 Velikost a tvar pozemku .....	29
4.2.2 Deliminace kultur .....	29
4.2.3 Ochranné zatravnění .....	30
4.2.4 Ochranné zalesnění .....	31
4.2.5 Protierozní rozmísťování plodin .....	32
4.2.6 Pásové střídání plodin .....	32
4.2.7 Protierozní osevňovací postup .....	33
4.3 Protierozní opatření agrotechnického charakteru .....	33
4.3.1 Vrstevnicové (konturové) obdělávání .....	34
4.3.2 Hrázkování meziřadí a důlkování povrchu půdy .....	34
4.3.3 Výsev do ochranné plodiny, mulče, strniště, posklizňových zbytků .....	35

4.3.4 Protierozní technologie pěstování plodin .....	36
4.4 Protierozní opatření technického charakteru .....	38
4.4.1 Terénní urovnávky .....	39
4.4.2 Protierozní meze .....	39
4.4.3 Terasy.....	41
4.4.4 Průlehy .....	43
4.4.5 Protierozní příkopy .....	45
4.4.6 Zatravněné údolnice.....	47
4.4.7 Protierozní hrázky.....	52
4.4.8 Ochranné nádrže .....	53
4.4.9 Polní cesty s protierozní funkcí .....	54
4.4.10 Hrazení strží.....	54
5. ROZBOR POMĚRŮ V KATASTRÁLNÍM ÚZEMÍ SNĚHOTICE.....	59
5.1 Charakteristiky katastrálního území.....	59
5.2 Klimatické poměry .....	59
5.3 Hydrologické poměry .....	60
5.4 Geomorfologie a geologické poměry .....	61
5.5 Pedologické poměry .....	61
5.6 Zemědělství .....	63
6. METODIKA .....	64
6.1 Inventarizace protierozních opatření technického charakteru.....	64
6.2 Výpočet přípustné ztráty půdy pomocí jednotlivých erozních faktorů .....	64
6.2.1 Faktor erozní účinnosti deště (R).....	65
6.2.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K).....	65
6.2.3 Faktor délky svahu (L).....	65
6.2.4 Faktor sklonu svahu (S) .....	65
6.2.5 Faktor ochranného vlivu vegetace (C).....	66
6.2.6 Faktor účinnosti protierozních opatření (P).....	66
6.2.7 Výpočet dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí.....	66
6.2.8 Stanovení přípustné ztráty půdy vodní erozí .....	67
7. VÝSLEDKY PRÁCE .....	68
7.1 Inventarizace protierozních opatření technického charakteru.....	68
7.1.1 Katastrální území Sněhotice .....	71

7.1.2 Katastrální území Želeč .....	75
7.2 Výpočet ohroženosti pozemků v k. ú. Sněhotice pomocí univerzální rovnice	80
7.3 Návrh protierozních opatření v k. ú. Sněhotice .....	81
8. DISKUZE .....	87
9. ZÁVĚR .....	89
10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	90
10.1 Tabulky, obrázky a fotografie .....	93
11. SEZNAM TABULEK .....	95
12. PŘÍLOHY .....	96
12.1 Příloha 1: Mapa návrhu protierozních opatření.....	96
12.2 Příloha 2: Výpočty faktorů K .....	98
12.3 Příloha 3: Výpočty faktorů L.....	100
12.4 Příloha 4: Výpočty faktorů S.....	100
12.5 Příloha 5: Výpočet faktoru C u linie 3401/1 – 1 .....	102
12.6 Příloha 6: Výpočet faktoru C pro blok 3401/1 po aplikaci protierozního osevního postupu .....	102
12.7 Příloha 7: Výpočty faktorů pro blok 3510/1 po návrhu protierozních opatření .....	103
12.8 Příloha 8: Výpočty faktorů pro blok 4401 po návrhu protierozních opatření .....	103



## 1. ÚVOD

*„Vznik a zánik národů ovládá tentýž zákon. Ztráta úrodnosti půdy způsobuje jejich úpadek, udržení úrodnosti půdy je základem pro jejich stabilitu, bohatství a moc.“* (Justus von Liebig, 1862)

Lidé si již od pradávna uvědomovali význam půdy, potřebu její ochrany a správného hospodaření s ní.

*„Vzdělání národové nedovolují, aby nějaká půda zahálela, ani žádný materiál nebyl zbytečně mařen.“* (Komenský, 1650)

Zúrodnovali, snažili se vodu na pozemku buď udržet, nebo ji naopak neškodně odvádět. Teprve na přelomu 19. a 20. století však začala být ochrana půdy a vody plně podporována, vznikaly instituce věnující se výzkumu a realizaci ochrany půdy proti erozi.

*„Národ, který ničí půdu, ničí sebe.“* (Roosevelt, 1937)

Půda je organizmus, na kterém se pěstují plodiny. Bez půdy v dobrém produkčním stavu budou výnosy plodin klesat. Eroze působí právě na povrch půdy a tím velice ohrožuje udržitelnou produkci plodin (Boardman, Poesen, 2006).

Podle průzkumů Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i. v Praze je erozí ohrožena více než polovina plochy zemědělské půdy v České republice (Kvítek, Tipl, 2003).

K omezení erozních projevů jsou vypracovávány metodiky, při jejichž plnění je možné půdní fond efektivně chránit. Toho lze dosáhnout nejlépe v rámci pozemkových úprav.

Vůbec první pokus o řešení protierozní ochrany půdy v pozemkové úpravě na našem území byl proveden v roce 1958 v Miloticích u Kyjova. Tehdy ale ještě bez důkladné projektové přípravy, kdy nebyla respektována přípustná šířka pozemků, trasy průlehů nebyly vedeny horizontálně, odpad byl veden podél hranic parcel namísto údolnicí. Brzy tak začalo docházet k degradaci vybudovaných opatření, zanášení, vymílání a rychlému odvádění vody (Dufková, 1972). Tyto a další pokusy daly vzniknout technicky propracovanějším a vědecky i prakticky dokonalejším způsobům ochrany.

Jednou z dílčích, aktuálně vytvářených metodik je metodika s názvem Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření.

Tato práce je pro metodiku významná především sběrem a dohledáním dat a fotografického materiálu o realizovaných technických opatřeních v části České republiky. V neposlední řadě řeší také protierozní ochranu v katastrálním území Sněhotice.

## **2. CÍL PRÁCE**

Úkolem diplomové práce je formou literární rešerše zpracovat hlavní znaky erozního působení a stávající možnosti ochrany proti erozi.

Práce si klade za cíl provést inventarizaci protierozních opatření technického charakteru v katastrálních územích Sněhotice a Želeč pro potřeby Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i.

Jejím dalším cílem je, na základě vlastních výsledků erozního ohrožení katastrálního území Sněhotice, navržení komplexu protierozních opatření proti vodní erozi.

### 3. EROZE PŮDY – LITERÁRNÍ REŠERŠE

Rešerše pojednávají o druzích eroze, jejich příčinách a následcích.

#### 3.1 Eroze půdy

Český výraz eroze je odvozen z latinského „*erodere*“, což v překladu znamená rozhlodávat. Předním světovým erodologem, tedy člověkem, který zkoumá erozi půdy, je H. H. Bennet. Především jeho zásluhou byl přesněji vymezen obsah termínu eroze půdy.

Eroze je přírodní proces. Vzniká vlivem rozrušování zemského povrchu, působením především vody, větru, ledu a člověka. Je to tedy proces neustálý, který krom degradace půdy provází i její transport a následná sedimentace. Na jedné straně dochází ke snížení povrchu – jeho degradaci, na straně druhé, důsledkem usazování částic, k jeho vyvýšení – agradaci. Výsledným jevem je takzvaná planace, zarovnání povrchu zemského (Janeček a kol., 2008).

V nerušených přírodních podmínkách probíhají erozní procesy bez škodlivého působení velmi pozvolna, takřka nepostřehnutelně. Vlivem intenzivního využívání zemědělské krajiny se ale tyto procesy mnohonásobně zrychlují (Pasák a kol., 1984).

Zrychlená eroze negativně ovlivňuje úrodnost zemědělské půdy odnosem její svrchní, humusem obohacené vrstvy (Jůva, Cáblick, 1954). Eroze ovlivňuje velkou řadu dalších vlastností půd a v konečném důsledku i vod. Zvyšuje šterkovitost, zhoršuje fyzikálně chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulární prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin. Velké povodňové průtoky poškozují budovy, komunikace, koryta vodních toků apod. (Janeček a kol., 2008).

#### 3.2 Druhy eroze

Erozi je možno dělit například dle činitelů, intenzity nebo její formy.

### 3.2.1 Dělení dle erozních činitelů

Dle činitele, jenž způsobuje vznik eroze a který působí na průběh erozních procesů, rozeznáváme následující druhy eroze: vodní (akvatickou, fluviální), větrnou (eolitickou), ledovcovou (glaciální), sněhovou (nivální), zemní a antropogenní.

#### **Vodní eroze**

Vodní eroze je způsobena jednak rozrušením půdních částic pomocí kinetické energie dešťových kapek, které na zemský povrch dopadají, následně také vlivem povrchového odtoku neinfiltrované srážkové vody (Holý, 1994).

#### **Větrná eroze**

Větrná eroze je způsobena rozrušováním půdního povrchu mechanickou silou větru, unášením půdních částic a jejich následným ukládáním na jiném místě, mnohdy vzdáleném až několik kilometrů (Janeček a kol., 2008; Podhrázská a kol., 2008b). V České republice jsou větrnou erozí způsobované velké škody převážně v sušších a teplejších klimatických oblastech s lehčími půdními druhy (Středanský, 1993). Působí škody odnosem půdní částic a hnojiv, ale také obnažováním kořínků a přesekáváním jemných mladých stonků rostlin. V místech sedimentace jsou rostliny, příkopy, komunikace apod. zanášeny přemístěnou zeminou (Pasák a kol., 1984).

#### **Ledovcová eroze**

Ledovcová eroze vzniká působením údolím se sesouvajícího ledovce. Ten obrovskou tíhou obrušuje a vyhlazuje skalní podloží a ve svém tělese tím kumuluje velké množství zvětralin, balvanů, které po uložení v údolí vytvářejí tzv. morény (Holý, 1994; Spirhanzl, 1952). O existenci ledovců na území České republiky svědčí morénové sedimenty v Krkonoších, z dob čtvrtohorního zalednění (Holý, 1994).

#### **Sněhová eroze**

Sněhová eroze je způsobena prudkým sesuvem sněhové hmoty, lavinami. Jejich tlakem a velkou rychlostí je často celý zasažený pás území naprosto zdevastován. Sněhová eroze může být vyvolána i pohybem pomalým. A to při jarním tání, kdy se vrstva sněhu sune po neumrzlém půdním povrchu (Holý, 1994).

### **Antropogenní eroze**

Antropogenní eroze je vyvolána, jak už z cizího názvu vyplývá, vlivem činnosti člověka. Ten na erozní procesy působí jednak přímo, například realizací technických staveb nebo urbanizací, ale také nepřímo. A to například znečištěním půdy odpady, nahrazením přirozeného vegetačního krytu jiným, s menším erozním účinkem apod. Mezi druhy antropogenní eroze, které jsou nejvíce patrné, patří intenzifikace zemědělské výroby, výstavba komunikací a urbanizace (Holý, 1994).

### **3.2.2 Dělení dle formy - vodní eroze**

#### **Podpvrchová eroze**

Podpvrchová eroze vzniká u půd lehce podléhajících destrukčnímu účinku podzemní vody, která se hromadí na nepropustné vrstvě. Vlivem působení této vody vznikají podzemní tunely a nadložní vrstva se stává značně nestabilní. Často dochází k propadům stropů tunelů, tím vznikají v půdě hluboké výmoly (Holý, 1994).

#### **Povrchová plošná eroze**

Podpvrchová plošná eroze je charakterizována rozrušováním a smyvem půdní hmoty na celé ploše území (Holý, 1994; Jůva, Cáblick, 1954). Při této formě eroze se zpravidla nevytvářejí na první pohled zřetelné útvary. Na její existenci můžeme usuzovat především podle nakumulovaného půdního materiálu na úpatích svahů, v příkopech nebo na povrchu komunikací (Buzek, 1983). Holý (1994) dělí tuto formu na stupeň selektivní a stupeň vrstevný, přičemž prvním z nich, stupněm selektivním, jsou povrchovým odtokem odnášeny jemné půdní části spolu s chemickými látkami, na ně vázanými. Půda mění svou texturu, stává se hrubozrnnější. Výrazně pozměněn, snížen, je i obsah živin v ní. Naopak níže ležící půdy jsou vlivem tohoto jemnozrnnější a živinami obohaceny. Při **vrstevné** erozi dochází ke smyvu půdy ve vrstvách. Půda je tak vlivem střídání málo odolných a odolných vrstev ochuzována o celé orniční vrstvy, a to buď v širokých pruzích, nebo na celé ploše svahu (Holý, 1994).

### **Povrchová výmolná eroze**

Povrchová výmolná eroze vzniká soustředováním se plošně stékající povrchové vody. Jestliže se zářezy v půdě prohlubují, může hloubka dojít až do stádia eroze stržové, která je pro území devastující (Holý, 1994; Janeček a kol., 2008; Jůva, Cáblik, 1954). Výmoly a strže se v terénu projevují ochuzováním půdního fondu. Působí ale také jako odvodňovací rýhy, což se projevuje v poklesu hladiny podzemní vody a následném vysoušení se blízkého okolí (Buzek, 1983).

### **Povrchová proudová eroze**

Povrchovou proudovou erozi lze dělit dle toho, na jakou část koryta toku působí. Pokud na dno, mluvíme o erozi dnové, která rozrušuje tok ve směru jeho podélné osy. Působením na břehy vzniká eroze břehová, ta působí ve směru kolmém na osu toku (Holý, 1994; Spirhanz, 1952).

Zde sepsané formy povrchové eroze často přecházejí jedna v druhou, takřka nepovšimnutelně (Jůva, Cáblik, 1963).

### **3.2.3 Dělení dle formy - větrná eroze**

#### **Deflace**

Deflace se charakterizuje jako odnos půdních částic větrem. Jsou unášeny i stovky metrů daleko, kde jsou ukládány (Holý, 1994; Janeček a kol., 2008; Podhrázká a kol., 2008b, Středanský, 1993). V místě odnosu a v trase působení větru dochází k obnažování kořínků rostlin a k přesekávání jejich stonků (Jůva, Cáblik, 1963; Středanský, 1993).

#### **Koraze**

Koraze spočívá v obrušování pevných hornin větrem unášenými půdními částicemi. Nejlépe podléhají korazi lehce zpracovatelné horniny, například pískovec. Intenzita koraze závisí na rychlosti větru, druhu a tvaru částic jím nesených, a také právě na odolnosti horniny. Vznikají tak například skalní města, viklany apod. (Holý, 1994).

### **3.2.4 Dělení dle intenzity**

Dle Holého (1994) se intenzita vyjadřuje povětšinou odnosem půdy v hmotnostních nebo objemových jednotkách, někdy také ve výšce odnesené hmoty, z jednotky plochy za jednotku času. Bennet (1939) dělí intenzitu eroze na normální (geologickou, přirozenou) a zrychlenou.

#### **Normální eroze**

Erozní procesy probíhají velice pomalu, přirozeným vývojem. Ztracené půdní částice jsou doplňovány novými, tvorbou z půdního podkladu. Nesnižuje se mocnost půdního profilu, ten se pouze stává hrubozrnnějším (Holý, 1994).

#### **Zrychlená eroze**

Zrychlenou erozi způsobuje lidský faktor. Smyté půdní částice nestíhají být nahrazeny půdotvorným procesem. Mocnost půdy je tedy snižována nesrovnatelně rychleji, než u eroze normální (Holý, 1994).

Dufková (2007) považuje za hraniční hodnotu odnosu  $0,5 \text{ m}^3$  z jednoho hektaru půdy za rok, což je rovno vrstvě půdy o výšce 0,05mm. Dle Janečka a kol. (2008) je orientační hodnota průměrné rychlosti tvorby půdy okolo  $1,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

### **3.3 Vodní eroze**

Je to přirozený fyzikální jev, který dopomohl formování zemského povrchu do jeho současné podoby. S příchodem moderní civilizace se nároky na půdu zvýšily, a vlivem jejího stále intenzivnějšího obdělávání se zvýšila i rychlost její degradace (Das, 2009).

#### **3.3.1 Příčiny vodní eroze**

Dle Janečka a kol. (2008) jsou erozní procesy nejvíce ovlivněny následujícími faktory, které mají vliv na vznik, průběh a intenzitu eroze:



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

### **Faktory klimatické a hydrologické**

Klimatické činitele působí především na stav půdy. Přípravují ji k erozi rozrušováním (Spirhanzl, 1952). U srážek není rozhodující jejich celoroční množství, ale především intenzita, trvání a doba výskytu. Krátkodobý, mimořádně prudký, přívalový déšť může vyvolat i katastrofální erozní účinky, kdežto stejná srážka o stejném objemu, rozdělená na dobu několika dní, nemusí být erozně nebezpečná vůbec. Významné jsou i teplotní poměry. Na jaře určují vznik a průběh tání sněhu, v letním období pak stupeň výparu, který rozhoduje o vlhkostním stavu půdy. Při větrné erozi jsou nebezpečné zejména větry ustálené v určitém směru, vyznačující se velkou intenzitou a nárazovým charakterem (Jůva, Cáblik, 1954).

### **Faktory morfologické**

Jedním z nejvýznamnějších v této kategorii je sklon svahu, ihned následovaný délkou svahu. Se vzrůstající sklonitostí a délkou svahu vzrůstá také erozní účinek stékající vody (Spirhanzl, 1952). Spirhanzl (1952) dále udává, že již při sklonu 1,5 ° dochází k tvorbě husté sítě brázdiček i brázd a smytá zemina se pod úpatím naplavuje. Při 4 % sklonu vznikají značné škody, při sklonu 8 % se již tvoří výmoly a rokliny. Při sklonu nad 12 % již nedoporučuje užívání pozemků k polnímu obhospodařování.

Svahy mohou být přímé, vypuklé (konvexní), vyduté (konkávní) nebo kombinované. U přímého svahu stoupá úroveň eroze spolu s blížícím se úpatím. Konvexní svah je nejvíce erodovaný ve své dolní třetině, naopak konkávní v třetině horní a mírně ve střední (Jůva, Cáblik, 1954).

### **Faktory geologické a půdní**

Některé horniny a jejich zvětraliny, zejména mladší sypké sedimenty (písčité, hlinité, jílovité sedimenty a další) podléhají erozi snadno. Jiné horniny, zejména vyvřeliny, jsou erodovány za stejných podmínek velice pomalu. Stejně tak půdy, které jsou produktem horninového zvětrávání, odolávají erozi různě. Při posuzování půdní odolnosti proti erozi musíme přihlížet především k druhu půdy a jeho zrnitostnímu složení, textuře. Obecně lze říci, že hrubě zrnité, písčité a hlinito-písčité zeminy jsou více odolné eroznímu působení vlivem vyšší propustnosti, čímž snižují erozně nebezpečný povrchový odtok vody (Spirhanzl, 1952).

### **Faktory vegetační**

Vegetační kryt je pro ochranu půdy před erozí klíčový. Plochou své nadzemní části zabraňuje dopadajícím kapkám destruktivně působit na půdu a zpomaluje povrchový odtok. Půda s vhodnou vegetací mnohem pomaleji vysychá. Kořenový systém pak půdu zpevňuje a umožňuje lepší vsak vody (Spirhanzl, 1952).

Velmi nízkou protierozní ochranou se vyznačují širokořádkové zemědělské plodiny. Velkou ochranu poskytují porosty lesní a luční, tedy porosty trvalé a hluboko kořenící (Spirhanzl, 1952).

Nejvýrazněji je nebezpečí eroze vystavována půda holá, vegetací vůbec nechráněná (Spirhanzl, 1952).

### **Způsob využívání a obhospodařování půdy**

Eroze půdy má největší intenzitu na půdách, na nichž byl rozrušen přirozený porost. Pokud k takové degradaci povrchu dojde, je nutné se soustředit především na způsob užívání a obhospodařování půdy, volbu a polohové rozmístění kultur, na jejich zařazení do vhodného osevního postupu a na provádění různých technických zásahů. Toto vše může v kladném i záporném smyslu ovlivnit intenzitu eroze (Holý, 1994).

Intenzita vodní eroze je menší při umístění kultur s větším protierozním účinkem na nejvíce ohrožených částech svahu. Orbou po vrstevnicích se dosáhne přibližně 50 % ochrany půdy oproti obhospodařování po spádnici. Při brázdování se účinek eroze snižuje na 35 %, při pásovém střídání plodin na 25 %, při vybudování teras bez záchytného prostoru na 20 % a při zavádění teras se záchytným prostorem až na 10 % intenzity eroze půdy obdělávané bez protierozní ochrany (Holý, 1994).

### 3.3.2 Následky vodní eroze

Zrychlená eroze se projevuje ve všech svých podobách velmi škodlivými účinky, jež jsou nebezpečné pro zemědělství, lesnictví, vodní hospodářství, technické stavby a další. Tyto účinky jsou různé povahy, především dle toho, zda je jejich příčinou splach a vymílání (denudace) nebo hromadění (akumulace) erozních produktů (Jůva, Cáblik, 1954).

Vodní eroze znamená z agronomického hlediska fyzikální a biologickou degradaci půdy, nenávratnou ztrátu zeminy, humusu i rostlinných živin, vysušení půdy, utlumení mikrobiálního života, porušení, případně zničení kultur a celkovou degradaci produktivní půdy (Pasák a kol., 1984).

Holý (1994) mezi nejzávažnější následky eroze řadí ztrátu půdy, transport a sedimentaci půdních částic a transport chemických látek.

#### **Ztráta půdy**

Nejvíce postihuje zemědělsky obdělávané pozemky. Působením přívalových dešťů je smývána úrodná mělká půdní vrstva, čímž se může svah obnažit až na půdní podklad. S půdou jsou odnášeny i minerální živiny, klesá nejen úrodnost, ale zhoršuje se i kvalita sklizené plodiny (Holý, 1994). Ve spodní části svahu, kde dochází k usazování přemístěné zeminy, se však úrodnost půdy nezvyšuje (Pasák a kol., 1984).

Pokud jsou erozní procesy malé intenzity, ztrácí půda jemné částice, čímž se mění textura, struktura a snižuje se vodní kapacita půd. Při vyšší intenzitě eroze dochází k obnažení spodnějšího horizontu, většinou s menším obsahem organické hmoty a s menší propustností. Méně srážkové vody se vsakuje a půdní profil je tak ochuzen o zásobu vláhy. V suchých obdobích je její nedostatek výrazně znát na vývoji vegetace (Holý, 1994). Janeček a kol. (2008) uvádí změny, krom již vypsanych fyzikálních vlastností, objemové hmotnosti, pórovitosti, propustnosti, vodní kapacity, hloubky pro vývoj kořenů a další.

#### **Transport a sedimentace půdních částic**

Částice půdy jsou, po uvolnění povrchově stékající vodou, s poklesem tangenciálního napětí a rychlosti proudu, ukládány na úpatí svahu. Jemný materiál ale často bývá transportován až do hydrografické sítě, v níž tvoří převážnou část

splavenin (Holý, 1994). Smyté půdní částice jsou složitým materiálem s rozličnými fyzikálními, biologickými a chemickými vlastnostmi. Pokud se stanou součástí povrchových vod, potoků a řek, znečišťují je, zanášejí akumulací prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu, vyvolávají zakalení, poškozují prostředí životně důležité pro vodní organizmy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin (Pasák a kol., 1984).

### **Transport chemických látek**

Eroze půdy má i své na první pohled neviditelné důsledky. S půdními částicemi je vodou transportováno velké množství chemických látek, buď přirozeně dostupných, nebo do půdy vpravovaných dodatečně za účelem jejího dalšího zlepšení.

Nejvýznamnější zdroj těchto látek patří do skupiny druhé. Jsou jimi průmyslová hnojiva a různé druhy pesticidů. Pronikají do povrchových i podpovrchových vod a ohrožují tak využití vodních zdrojů (Holý, 1994). Eroze dochází také ke ztrátě základních živin, především dusíku a fosforu. Dále také draslíku, vápníku a hořčíku (Janeček a kol., 2008).

#### 4. OCHRANA PROTI VODNÍ EROZI – LITERÁRNÍ REŠERŠE

Aby bylo možno půdu bezpečně využívat, je důležité ji poznat. Znat její vlastnosti a chápat, jak na ni působí nerozličnější vlivy. Pokud je tato podmínka splněna, může být přistoupeno k šetrnému obhospodařování půdy a k její trvalé ochraně.

Půda je obvykle chráněna komplexem opatření organizačních, agrotechnický a technických. O tom, jaké opatření bude použito, rozhoduje jeho účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů. Dále je nutné respektovat zájmy vlastníků a uživatelů půdy, životního prostředí a tvorby krajiny (Janeček, 2007). Spirhanzl 1952 uvádí k boji proti erozi opatření správní, do kterého zařazuje jednotné řízení správními orgány a podpůrné akce. Dále opatření propagační. Dává tak najevo důležitost poznání problematiky eroze a systematické zásahy proti ní.

Hlavním účelem těchto protierozních opatření je dle Janečka a kol. (2008):

- ochránit půdu před účinkem dopadajících dešťových kapek,
- podporovat vsak vody do půdy,
- zlepšovat půdní soudržnost,
- omezovat unášecí sílu vody a soustředěného povrchového odtoku,
- neškodně odvádět povrchově stékající vodu a zachycovat smytou zeminu.

##### 4.1 Určení ohroženosti pozemků vodní erozí

V České republice je k výpočtu ohroženosti zemědělských půd vodní erozí využívána tzv. „Univerzální rovnice“ dle Wischmeiera a Smithe (1978):

$$G = R * K * L * S * C * P [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}]$$

kde:

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

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

K – faktor erodovatelnosti půdy – vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty v ornici a propustnosti půdního profilu,

L – faktor délky svahu – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztrát půdy erozí,

S – faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztrát půdy erozí

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

P – faktor účinnosti protierozních opatření.

Rovnice vychází z principu ztrát půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou definovány a odvozeny z rozměrů standardních elementárních odtokových ploch o délce 22 m a sklonu 9 %, jejichž povrch je po každém přívalovém dešti mechanicky udržován ve směru sklonu svahu jako úhor (Janeček a kol., 2007).

Výpočtem zjistíme množství půdy, které může být za období jednoho roku uvolněno plošnou vodní erozí. Nezahrnuje ovšem ukládání erodovaného materiálu na pozemku či pod ním. Rovnici nelze použít pro kratší než roční období a pro zjišťování ztrát půdy z jednotlivých srážek (Janeček a kol., 2007; Janeček a kol., 2008).

#### 4.1.1 Faktor erozní účinnosti deště (R)

Faktor R byl Wischmaierem, Smithem (1978) definován vztahem:

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

kde: R – faktor erozní účinnosti deště ( $\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ )  
E – celková kinetická energie deště ( $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ )  
 $i_{30}$  – max. 30minutová intenzita deště ( $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ )

$$\mathbf{E = \sum E_i}$$

kde:  $E_i$  – kinetická energie i-tého úseku deště  
 $E_i = (206 + 87 \log i_{si}) \cdot H_{si}$   
kde:  $i_{si}$  – intenzita deště i-tého úseku ( $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ )  
 $H_{si}$  – úhrn deště v i-tém úseku (cm)

Z výše uvedeného vyplývá závislost faktoru R na četnosti výskytu srážek, jejich intenzitě, úhrnu a kinetické energie.

Roční hodnota faktoru R se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách. Jde o součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytly, přičemž se neuvažují deště s úhrnem menším než 12,5 mm a musí být oddělené od ostatních dešťů dobou delší než šest hodin (Janeček, 2007). Pro české kraje lze počítat s průměrnou hodnotou  $R = 20$  (Janeček a kol., 1992).

Tab. 1: Rozdělení hodnoty fakturu R do vegetativních měsíců v ČR [3]

Měsíc	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
% fakturu R	0,5	10	23	32	27	7	0,5

Nejvíce erozně nebezpečných dešťů, přes 80 %, se vyskytne od června do srpna. Je proto důležité se zejména v těchto měsících soustředit na dostatečnou ochranu pozemků.

Jak uvádí Toman (1999) znalost intenzity erozních procesů je základem pro návrh ekonomické protierozní ochrany území.

#### 4.1.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Tento faktor, značící náchylnost půd k erozi, je v univerzální rovnici definován jako odnos půdy v  $t \cdot ha^{-1}$  na jednotku dešťového faktoru R ze standardního pozemku o délce 22,13 m (na svahu o 9 % sklonu), který je udržován jako kypřený černý úhor kultivací ve směru sklonu (Janeček a kol., 2007). Faktor K lze dle Janečka a kol. (2007) stanovit třemi způsoby:

1. podle vztahu odvozeného pro faktor K:

$$100 K = 2,1M^{1,14} \cdot 10^{-4}(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3)$$

kde:  $M = (\% \text{ prachu} + \% \text{ práškového písku}) \cdot (100 - \% \text{ jílu})$ ,

a – procentuální obsah humusu ornice,

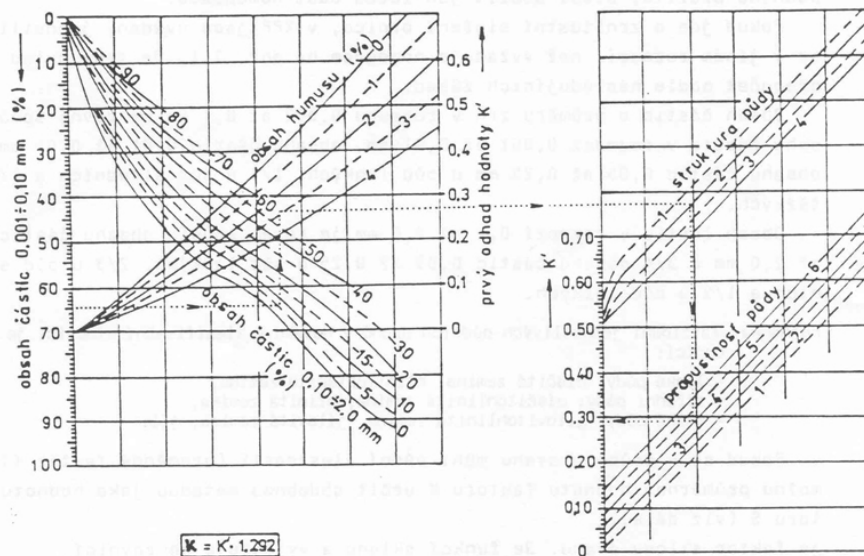
b – třída struktury ornice,

c – třída propustnosti,

2. podle nomogramu (Wischmeier a kol., 1971)

Obr. 1: Nomogram pro stanovení hodnoty faktoru K [2]

### NOMOGRAM PRO STANOVENÍ HODNOTY FAKTORU K



#### VYSVĚTLIVKY

##### STRUKTURA PŮDY:

- 1 - zrnitá
- 2 - drobtovitá
- 3 - hrudkovitá
- 4 - deskovitá, slitá

##### PROPUSTNOST PŮDY:

- 6 - < 0,15 cm / hod
- 5 - 0,15 - 0,5 cm / hod
- 4 - 0,5 - 1,5 cm / hod
- 3 - 1,5 - 5,0 cm / hod
- 2 - 5,0 - 15,0 cm / hod
- 1 - > 15,0 cm / hod

3. přibližně podle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd.

#### 4.1.3 Topografický faktor (součin faktorů L a S)

Topografický faktor LS je kombinací faktorů L (faktor délky svahu) a S (faktor sklonu svahu). Představuje poměr ztrát půdy na vyšetřovaném pozemku ke ztrátě půdy na standardním pozemku o délce 22,13 m se sklonem 9 % (Janeček a kol., 2007). Dle Janečka a kol. (2007) se tento faktor určuje pro reprezentativní dráhy plošného povrchového odtoku a jeho hodnota pro přímý svah je dána vztahem:

$$LS = l_d^{0,5} / (0,0138 + 0,0097 \cdot s + 0,00138 \cdot s^2)$$

kde:  $l_d$  – nepřerušovaná délka svahu (m),  
 $s$  – sklon svahu (%).



Intenzita eroze se s rostoucí délkou svahu zvyšuje. Délkou svahu je rozuměn úsek od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde vlivem snížení sklonu svahu dochází k ukládání erodovaného materiálu, nebo k bodu, v němž se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy.

Erozní působení se zvyšuje také se vzrůstajícím sklonem svahu, a to ještě rychleji, než je tomu u délky svahu.

Hodnota faktoru L lze vyjádřit vzorcem (Janeček a kol., 2007):

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

kde:  $l$  – horizontální projekce délky svahu,  
 $m$  – exponent délky svahu vyjadřující náchylnost svahu k tvorbě rýžkové eroze,  
22,13 – délka standardního pozemku (m).

Hodnota faktoru S lze vyjádřit vzorcem (Janeček a kol., 2007):

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

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

kde:  $s$  – sklon svahu (rad).

Pro svahy nepravidelného tvaru se faktor S vyjadřuje ze vzorce (Janeček a kol., 2007):

$$S = 0,03.S_1 + 0,06.S_2 + 0,07.S_3 + 0,09.S_4 + 0,10.S_5 + 0,11.S_6 + 0,12.S_7 + 0,13.S_8 + 0,14.S_9 + 0,15.S_{10}$$

kde:  $S_i$  – hodnota faktoru S pro  $i$ -tý úsek svahu rozděleného na deset úseků stejné délky.

#### 4.1.4 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Vliv vegetačního pokryvu na erozní smyv půdy se dle Janečka a kol. (2007) projevuje:

- přímo ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek,
- zpomalováním rychlosti povrchového odtoku.
- Nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, především propustnost a pórovitost,
- omezením možnosti zanášení pórů drobnými půdními částicemi,
- mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem.

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době přívalových dešťů (duben – září). Nejlepší protierozní ochranou, pokud nepočítáme lesní porosty, jsou tedy společenstva trav a jeteloviny. Běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny, např. kukuřice, řepka a okopaniny, chrání půdu nedostatečně (Janeček a kol., 2007).

Faktor C se dle Wischmeiera, Smithe (1971) stanoví pro konkrétní osevní postup v následujících pěti obdobích:

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 (Janeček a kol., 2007).

#### **4.1.5 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)**

Jednotlivé hodnoty faktoru P se u protierozních opatření různí podle sklonů svahu, na kterém jsou vybudována. Faktor P je ovlivňován vrstevnicovým obděláváním a mění se v závislosti na délce pozemku po spádnici. Dále se faktor P mění při pásovém střídání plodin. Záleží na počtu pásů a jejich maximální šířce. Na faktor P má dále vliv hrázkování podél vrstevnic a terasování (Janeček a kol., 2007).

Pokud nelze předpokládat, že by byly dodrženy podmínky maximálních délek a počtu pásů, nelze s účinností příslušných opatření vyjádřených hodnotami faktoru P počítat. Stejně tak, pokud nejsou tato opatření na zkoumaném území vystavěna. Tehdy je hodnota faktoru P = 1 (Janeček a kol., 2007).

#### 4.1.6 Přípustná ztráta půdy vodní erozí

Pokud dosadíme hodnoty určených faktorů pro vyšetřovaný pozemek do tzv. Univerzální rovnice, určíme tím dlouhodobou průměrnou ztrátu půdy vodní erozí v  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$  při současném či navrhovaném způsobu využívání území. Přípustné hodnoty ztrát stanovených podle hloubky půdního profilu jsou u půd:

- mělkých (do 30 cm) - **1 t . ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>**
- středně hlubokých (30 – 60 cm) - **4 t . ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>**
- hlubokých (nad 60 cm) - **10 t . ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>.**

V případě překročení příslušné hodnoty je zřejmé, že způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou ochranu půdy před erozí (Janeček a kol., 2007).

Pozemky s mělkými půdami nejsou z hlediska zachování jejich trvalé úrodnosti pro polní výrobu doporučovány. Půdy do hloubky 30 cm by tedy měly být převedeny v trvalý travní porost (Janeček a kol., 2007).

Tab. 2: Přípustná ztráta půdy erozí podle hloubky půd [2]

hloubka půdy	BPEJ - 5.číslice kódu	přípustná ztráta půdy erozi (t . ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> )
středně hluboké půdy (30 – 60 cm)	1, 4, 7	4,0
hluboké půdy (> 60 cm)	0, 2, 3	10,0

#### 4.2 Protierozní opatření organizačního charakteru

Základním prostředkem ochrany a využívání půdy je účelná organizace půdního fondu (Jůva a kol., 1977). Soukup a kol. (2006) uvádí, že opatření organizačního charakteru většinou nejsou nákladná a jejich podstatou je, mimo jiné, pěstování plodin s vysokým protierozním účinkem na sklonitějších a erozně

ohroženějších pozemcích. Naproti tomu pozemky méně sklonité a méně ohrožené erozí umožňují pěstovat plodiny s nízkým protierozním účinkem.

Cílem těchto protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku a určení parcel vhodných ke změně druhu pozemku. Janeček a kol. (2008) je dělí následovně:

- delimitace kultur,
- ochranné zatravnění a zalesnění,
- protierozní osevní postupy,
- pásové pěstování plodin,
- změna velikosti a orientace pozemku.

#### **4.2.1 Velikost a tvar pozemku**

Určit vhodnou velikost je velmi obtížné. Je zde nutné skloubit dvě proti sobě jdoucí skupiny faktorů. Prvními jsou faktory přírodní, které ovlivňují vznik a průběh erozních jevů. Druhými jsou faktory ekonomické. S ohledem na přírodní prvky je lepší vytvářet spíše menší půdní celky, naproti tomu ekonomické faktory vyžadují pozemky větší (Janeček, 2007). Janeček a kol. (1992) uvádí, že pozemky menší než 4 – 5 ha jsou z hlediska mechanizovaného obdělávání málo efektivní. Při velikosti kolem 30 ha jsou již všechny druhy agregátů využity v dostatečné míře. Vytvářet pozemky větší než 70 ha již prakticky nemá význam.

Z hlediska protierozní ochrany je důležité, aby pozemek svou délkou ve směru sklonu svahu nepřevyšoval přípustnou délku, která je stanovena na základě přípustné ztráty půdy erozí za jeden rok. Toto je nutné uvažovat i při soustavě pozemků, které jsou ve směru sklonu svahu přerušeny liniovou hranicí, která není schopna povrchový odtok z výše položeného pozemku zachytit.

Doporučená hodnota velikosti půdních bloků v rovinných územích je až 50 ha. Ve členitém území je doporučen pozemek o 20 ha, s převažující délkou ve směru sklonu svahu (Janeček a kol., 2007).

#### **4.2.2 Delimitace kultur**

Delimitací kultur je myšleno jejich rozmístění v rámci půdního fondu z hlediska klimatických, terénních a půdních podmínek (Holý, 1994). Pozemky jsou

v rámci organizace členěny na ornou půdu, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice (Janeček a kol., 2008).

Polohové rozmístění kultur má velký vliv na vznik a průběh povrchového odtoku a na protierozní odolnost půdy. Jednotlivé kultury poskytují půdě různý stupeň ochrany. Jinak ovlivňují vsak vody do půdy a tím průběh povrchového odtoku, rozličně svým kořenovým systémem zpevňují půdu, obohacují ji o organické látky, poskytují rozdílné možnosti zlepšení fyzikálních, chemických i biologických vlastností. Svou nadzemní částí poskytují různě velké zastínění a tím i snížení velikosti výparu. Je nutno zohledňovat tyto a další faktory při umísťování kultur (Holý, 1994). Dále je potřebné zohlednit reliéf území. Ten se obecně dělí na rozvodí, svahy a údolí. Rozvodí, které zaujímá vyšší polohy, se vyznačuje hrubozrnnějšími a tím propustnějšími půdami. Dobře vsakem přijímá dešťovou vodu, ale vlivem jejího propouštění do nižších vrstev svrchní vrstva snadno vysychá. Rozvodí je tak vhodným stanovištěm pro hluboko kořenicí kultury, především lesy. Zalesněná rozvodí jsou hlavním zdrojem podzemní vody (Jůva a kol., 1977). Svahy jsou ve své horní třetině hydrologicky a půdně velice podobné rozvodí. V dalších částech svahu se však propustnost snižuje. Je dobré prudké svahy zatravnit. Dolní části svahů, méně sklonité, jsou pak vhodné pro pěstování polních plodin při dodržení ochrany protierozními opatřeními. Údolní polohy jsou charakterizovány převážně těžšími a nepropustnějšími půdami, které jsou obohaceny jemnozrnným materiálem a živinami z vyšších poloh. Právě tam se nejčastěji najde vhodná půda k orbě (Jůva a kol., 1977).

Z hlediska protierozní ochrany půdního fondu delimitací kultur se za rozhodující faktor považuje sklon svahu. Svahy o sklonu větším než 50 % by měly být zalesněny. Pozemky se sklonem větším než 20 % a dráhy soustředěného povrchového odtoku by měly být zatravněny. Na pozemky rovinné, nebo mírně sklonité, do 8 %, by měly být umísťovány plodiny, které by půdu o větším sklonu ochraňovaly nedostatečně (Soukup a kol., 2006).

#### **4.2.3 Ochranné zatravnění**

Je využíváno na pozemcích, které vlivem nadměrné ztráty půdy nelze používat jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je hned po lese nejlepší protierozní ochranou. Pro zkvalitnění vegetačního krytu jsou upřednostňovány trávy

výběžkaté, které tvoří pevný drn (Janeček a kol., 2008). Nejlepší zpevňovací účinek mají: srha říznačka, sveřep bezbranný, jetel plazivý, vojtěška, bojínek luční, lipnice (Dýrová, 1984).

Podhrázská, Dufková (2005) uvádí podmínky, za kterých by měly být půdy zatravněny:

- půdy na svazích nad 21 %,
- mělké (30 – 10 cm), středně skeletovité půdy na pevných substrátech a svazích 12 % - 21 %,
- zamokřené gleje, gleje organozemní, solončaky a solonce, jíly, nemeliorované stagnosoly v klimatických regionech MCH a CH,
- severní expozice svahů 12 % - 21 % v chladném klimatickém regionu (CH),
- katény půd s nepříznivými vlastnostmi,
- půdy v nadmořské výšce nad 800 – 850 m.

Janeček a kol. (2008) uvádí jako území významně vhodná k zatravnění plochy podél břehů toků a nádrží, plochy v drahách soustředěného povrchového odtoku, trasy průlehů a těles ochranných hrázek.

Ochranným zatravněním se sníží hodnota faktoru C na 0,005.

#### **4.2.4 Ochranné zalesnění**

Nejčastěji se uplatňuje jako plošné zalesnění nebo formou ochranných lesních pásů. Hustý, dobře zapojený a nejlépe smíšený, les s bylinným patrem a půdou krytou vrstvou hrabanky poskytuje půdě vysokou protierozní ochranu (Janeček a kol., 2007).

Do lesního půdního fondu je třeba převést:

- půdně – ekologické jednotky na svazích větších jak 30 %,
- gleje organozemní, hydromorfní a semihydromorfní půdy,
- mělké strže,
- půdy znehodnocené dřevinným náletem,
- pozemky, které nelze připojit k pozemkům okolním, ale svou výměrou a tvarem umožňují obhospodařování nově vzniklých porostů,
- půdy s nevyvinutým půdním profilem (Podhrázská, Dufková, 2005).

#### 4.2.5 Protierozní rozmíst'ování plodin

Protierozní rozmíst'ování plodin patří k zásadním v protierozní ochraně. Řadí se mezi ně pásové střídání plodin a protierozní osevní postupy. Vychází z protierozních účinků plodin, které jsou dány charakteristikou vzrůstu, olistěním, rychlostí vývinu a typem pěstování, tedy úzkořádkové nebo širokořádkové plodiny.

Poskytovaná protierozní ochrana jednotlivých plodin používaných při tradičním pěstování by se dala vyjádřit ve sledu od nejméně účinné: kukuřice – cukrovka – brambory – slunečnice – řepka ozimná – hrách – obilovina jarní – obilovina ozimná – jetel – vojtěška – travní porost.

Doporučené protierozní rozmístění pěstovaných kultur na svazích je následující:

- Na pozemcích mírně ohrožených erozí, do svahu o 5 %, je možné pěstovat širokořádkové plodiny, především okopaniny a kukuřici, ke kterým se při svahu delším než 300 m používá protierozní agrotechnika, případně zasakovací travní pásy. Ostatní plodiny se v těchto podmínkách pěstují klasickým způsobem.
- Na pozemcích středně ohrožených erozí, do 12 %, je možno pěstovat obiloviny, řepku, len, okopaniny. S přihlédnutím k délce svahu a k drahám soustředěného odtoku se souběžně používají vhodná agrotechnická opatření. Z technických opatření je možno vytvořit průleh. Využívá se též bezorebné setí meziplodin.
- Na pozemcích výrazně ohrožených, do 21 %, se doporučují pouze úzkořádkové plodiny, za použití minimálního zpracování půdy. Používají se speciální osevní postupy s vysokým podílem víceletých píceňin.
- Pozemky nad 21 %, jak již bylo uvedeno výše, by se měly zatravnit (Podhrázská, Dufková, 2005).

#### 4.2.6 Pásové střídání plodin

Pásovým střídáním plodin ochraňujeme půdu před ničivými účinky eroze tak, že plodiny s malou protierozní funkcí přerušujeme pásy plodin, které erozi zabraňují, například travními porosty, vojtěškou, případně obilovinami (Jůva, Cáblik, 1954).

Tím je povrchový odtok postupně převáděn do vsaku. Rychlost vsaku závisí na půdním druhu, způsobu zpracování půdy a druhu vegetace (Dýrová, 1984).

Šířka pásů se odvíjí od sklonu a délky svahu, propustnosti půdy, její náchylnosti k erozi a také od šířky záběru strojní techniky (Janeček a kol., 2007). Podhrázská, Dufková (2005) uvádí minimální šíře ochranných pásů:

- 30 m při délce pole s ohroženou plodinou 200 m na svahu 2 – 5 %,
- 25 m při délce pole s ohroženou plodinou 100 m na svahu 6 – 9 %,
- 20 m při délce pole s ohroženou plodinou 50 m na svahu 10 – 12 %.

Pásové střídání plodin vyžaduje dodržet pásy vrstevnicově, nebo v mírném odklonu (Dýrová, 1984). Měly by být dále uspořádány tak, že mezi stejně široké pásy plodin jsou zpravidla umístěny nestejně široké pásy ochranných plodin. Tím se s ohledem na proměnlivý sklon terénu zajišťuje stejná šíře plodinových pásů (Janeček a kol., 2008).

Pásovým střídáním plodin je ovlivněna hodnota faktoru P.

#### **4.2.7 Protierozní osevní postup**

Správnou volbou a střídáním plodin se zabezpečuje nejúčelnější využití půdy, zachovává se a nadále se zvyšuje úrodnost a ochranná odolnost půdy (Jůva a kol., 1977). Je to opatření nenákladné, upravující zejména organizaci a strukturu plodin (Podhrázská, Dufková, 2005). Plodiny se rozmísťují tak, aby se vždy za určitý počet let vystřídal. Použitím správného osevního postupu se půda výrazně chrání před erozí. Je žádoucí, aby se v rotaci vyskytoval co možná největší počet plodin s velkým ochranným účinkem. Tím se vyznačují pícniny, především vojtěška a trávy (Holý, 1994).

Protierozním osevním postupem je ovlivněna hodnota faktoru C.

#### **4.3 Protierozní opatření agrotechnického charakteru**

Protierozní agrotechnická opatření zlepšují vsakovací schopnosti půdy, zvyšují její protierozní odolnost. S jejich pomocí je povrch půdy chráněn v období největšího výskytu přívalových dešťů, kdy zejména širokořádkové plodiny svým



vzrůstem a zapojením ještě nedostatečně kryjí půdu (Janeček a kol., 2008). Protierozní agrotechnika neboli způsob obdělávání zemědělské půdy požaduje speciální nebo vhodně upravené mechanizační prostředky. S jejich pomocí je možné především účelně orat, zasívat a dále podporovat kultivační a sklizňové operace (Podhrázská, Dufková, 2005).

Mezi agrotechnické protierozní opatření se řadí:

- vrstevnicové či konturové obdělávání,
- výsev do ochranné plodiny, mulče, strniště, posklizňových zbytků,
- hrázkování,
- důlkování,
- protierozní technologie pěstování plodin.

Protierozními agrotechnickými postupy jsou ovlivněny hodnoty faktorů C a P.

#### **4.3.1 Vrstevnicové (konturové) obdělávání**

Orba po vrstevnicích, nebo v malém odklonu od nich, vede k zachycení povrchově stékající vody v brázdách a řádcích, k akumulaci vody, jejímu plošnému rozptýlu i zvýšené infiltraci do půdy (Holý, 1994). Orba se provádí oboustrannými otočnými pluhy, které překlápějí půdu vždy proti svahu (Janeček a kol., 2008).

Vrstevnicová orba chrání půdu i před větrnou erozí. Hřebeny brázd působí jako nízké překážky, které brzdí rychlost a odnosnou sílu větru. Jím stržená zemina z hřebenů brázd padá hned do brázd následující a tak není odnosem ztracena. Brázdy působí příznivě také na stejnoměrné rozprostření sněhové pokrývky na polích. Nevznikají tak holomrazy a při jarním tání je půda tající sněhovou vodou zavlažována rovnoměrně (Jůva, Cáblik, 1954).

Vrstevnicové obdělávání půdy je také ekonomičtější než orba po spádnicí. Na svazích o sklonu 14 – 21 % je spotřeba nafty o 30 % na 1 ha nižší a výkonnost agregátu o 20 % vyšší (Janeček a kol., 1992; Podhrázská, Dufková, 2005).

#### **4.3.2 Hrázkování meziřadí a důlkování povrchu půdy**

Hrázkování meziřadí a důlkování povrchu půdy se provádí za účelem zabránění vzniku povrchového odtoku. Vytvoří se tak dostatečný prostor pro

zachycení na pozemek spadlých srážek (Dumbrovský a kol., 1995; Podhrázská, Dufková, 2005).

Pro obě technologie se používají speciální stroje – hrázkovače a důlkovače. Hrázkování meziřadí je využíváno u širokořádkových plodin, pěstovaných v hrůbcích. Vytváří se jím na pozemku nádržky, které spadlé srážky zachycují a výrazně omezují povrchový odtok a tím i smyv půdy z pozemku. Nahrnuté hrázky zadrží na pozemku se sklonem  $2^{\circ}$  –  $8^{\circ}$  dešťové úhrny 25 – 35 mm. Tato technologie se doporučuje používat do sklonu svahu 7 o maximální délce 300 m. Účinnost důlkování povrchu půdy je nižší než u hrázkování meziřadí. Lze ho ale využít u všech širokořádkových plodin (Dumbrovský a kol., 1995; Podhrázská, Dufková, 2005).

Tato protierozní opatření ovlivňují hodnotu faktoru P.

#### **4.3.3 Výsev do ochranné plodiny, mulče, strniště, posklizňových zbytků**

Toto opatření je často spojeno s minimálním zpracováním půdy. Ochrana je prováděna za pomoci rostlinného materiálu, který je buď do půdy částečně vpraven, nebo je ponechán na jejím povrchu. Povrch je tak rostlinnými zbytky zdrsňen. Klesá rychlost povrchového odtoku a zvyšuje se vsak srážkové vody (Podhrázská, Dufková, 2005). Je také výrazně snižována kinetická energie dopadajících dešťových kapek, čímž se omezuje destrukce půdních agregátů (Janeček a kol., 2008). S rostoucím množstvím vegetačního krytu na povrchu půdy se zvyšuje také protierozní účinek.

Při bezorebném zpracování půdy se na povrchu tvoří nastýlka, neboli mulč. Stroje půdu nepřeklápí, ale drobí (Janeček a kol., 2008). K mulčování je záhodno využít posklizňové zbytky meziplodiny nebo předplodiny. Nejvhodnějšími jsou k tomuto účelu kypřiče půdy s pasivními pracovními nástroji, tzv. radličkové kypřiče, nebo kypřiče s rotačními pracovními nástroji (Podhrázská, Dufková, 2005).

Radličkové kypřiče podřezávají půdu svými šípovitými nástroji v celém záběru stroje. Půda je nakypřena, nepromíchána. Spodní vrstvy půdy jsou v přirozeném stavu. Po zkyplení půdy těmito nástroji zůstává na půdním povrchu až 70 % rostlinných zbytků původního strniště (Janeček a kol., 2008).

Rotační kypřiče promísí půdu v celém jejím profilu. Zanechávají na povrchu půdy méně rostlinných zbytků než je tomu při použití kypřiče radličkového (Janeček a kol., 2008).

Při mulčování slámou z předplodiny je důležité rozprostřít posklizňový materiál po pozemku rovnoměrně. Mulč zakrývá půdu v zimním období a spolu se strništěm výrazně omezuje jarní erozi (Podhrázská, Dufková, 2005).

Tato protierozní opatření ovlivňují hodnotu faktoru C.

#### **4.3.4 Protierozní technologie pěstování plodin**

##### **Protierozní technologie pěstování kukuřice**

Kukuřice poskytuje půdě z širokořádkových plodin nejmenší ochranu před erozí. Existuje však řada protierozních technologií, pomocí kterých je půda lépe chráněna (Podhrázská, Dufková, 2005).

##### *Výsev kukuřice do půdy s ochrannou podplodinou v pásech a v meziřadí*

Ochranou nejjednodušší, na svazích erozně ohrožených, je zasetí obilních pásů ozimního ječmene širokých 1 až 2 m, bezprostředně po zasetí kukuřice. Pásky by měly být zasety s odstupem 20 až 40 m od sebe, podle náchylnosti pozemku k erozi. S rostoucím odstupem pásů se protierozní účinnost snižuje. Při vysetí kukuřice v pásech napříč vrstevnicím se doporučuje hustější výsev obiloviny. Nevýhodou tohoto způsobu pěstování je nedostatečná ochrana při větších přívalových deštích. Dalším nedostatkem je zajištění protierozní ochrany až zhruba po třiceti dnech od výsevu (VÚMOP Praha, 1995).

Vysévá se do každého druhého meziřadí kukuřice. Nevýhodou tohoto opatření je nízká protierozní ochrana v době jednoho měsíce od zasetí (Janeček a kol., 2008).

##### *Výsev kukuřice do mulče*

Výsev kukuřice do mulče je nejvýznamnějším protierozním opatřením agrotechnického charakteru (Janeček a kol., 2008). Ochranný vliv vegetace je ovlivněn nejen stupněm pokrytí půdy mulčem, ale také jeho výškou a rozprostřením (Janeček a kol., 2008; VÚMOP Praha, 1995). Pokryv půdy mulčem poskytuje ochranu před erozí takřka celoročně (VÚMOP Praha, 1995).

Setí kukuřice do mulče lze provést:

- a) Technologií setí kukuřice do ponechaného strniště s rostlinnými zbytky po sklizni přezimující meziploidy, například ozimné směsky sklizené na zeleno. Je ovšem nutná likvidace plevelů herbicidy. Také je pro tuto operaci požadován přesný secí stroj s rotačním zpracováním pouze výsevného řádku. Tímto způsobem obrábění půdy zůstává meziřadí nezpracováno a plní tak protierozní funkci.
- b) Technologií setí kukuřice do obilní slámy předplodiny ponechané na povrchu půdy. Pokud je předplodina kypřičem mělce zapravena do půdy, poskytuje zemědělcům lehčí realizaci této technologie. Na jaře se kukuřice vysévá do ponechaného strniště a slámy, která byla rozhozena drtičem současně při sklizni obiloviny. Plevelé a výdrol jsou likvidovány pomocí herbicidů
- c) Technologií pěstování kukuřice ve vymrznuté meziploidy. Rostlinná nadzemní část meziploidy chrání půdu před erozí, ale také poutá živiny a brání jejich vyplavování. Tato technologie je vhodná při kukuřičně-obilním osevním postupu. Pěstování meziploidy je vhodné po včasné sklizni obilovin a po ozimném nebo jarním ječmeni. Během zimy vymrzající meziplodina, například hořčice bílá nebo svazenka vratičolistá, odumře a kukuřice se na jaře vysévá do tímto způsobem vzniklého mulče. (Janeček a kol., 2007; Janeček a kol., 2008; VÚMOP Praha, 1995).

### **Protierozní technologie pěstování brambor**

#### *Nahrazením orby kypřením*

Při pěstování brambor lze výrazně omezit erozi nahrazením orby kypřením. To se však doporučuje pouze na svahy menšího sklonu, do 5 %. Při protierozním osevním postupu je alespoň jednou za pět let důležitá orba, kterou se pozemek odplevelí a zúrodní (Janeček a kol., 2007; Janeček a kol., 2008; VÚMOP Praha, 1995).

#### *Mulčování slámou*

Toto opatření je využíváno po obilní předplodině. Mulč, který je na pozemku ponechán, kryje spolu se strništěm a zabraňuje tak jarní erozi. Je důležité slámu

rozprostřít rovnoměrně. Na jaře je aplikována kvalitní kejda a minerální dusík a před výsadbou je půda prokypřena (Janeček a kol., 2007; Janeček a kol., 2008; VÚMOP Praha, 1995).

#### *Sázení brambor do zoraného jetele*

Jetel jako předplodina je v boji proti erozi výborný. Vytváří spoustu organické hmoty, příznivě působí na strukturu půdy a omezuje její ztráty. V doplňkově pěstovaných bramborách, především v malovýrobě, lze zařadit sled jetel – brambory do osevního postupu, čímž se zajistí účinná protierozní ochrana (Janeček a kol., 2007; Janeček a kol., 2008; VÚMOP Praha, 1995).

#### **Protierozní technologie pěstování cukrovky**

Cukrová řepa je poškozována nejvíce v raném stádiu vývoje, tedy v době vzcházení. K její ochraně se využívá především výsev do mulče z vymrzající meziplodiny (hořčice bílá, svazenka vratičolistá). Před setím meziplodiny je velice důležité urovnat povrch půdy. Je doporučováno jarní mělké kypření půdy pro lepší výsev cukrovky a částečnou likvidaci plevelů. Úplnou likvidaci plevelů je nutné podpořit aplikací neselektivního herbicidu (Janeček a kol., 2007; Janeček a kol., 2008; VÚMOP Praha, 1995).

#### **4.4 Protierozní opatření technického charakteru**

Při protierozní ochraně v určitém povodí nejsou většinou samostatně použita agrotechnická a organizační opatření schopna podstatně omezit povrchový odtok. Proto je důležité rozdělit svažité a plošně rozsáhlé pozemky s neúměrnou délkou svahu pomocí opatření technických. Ty je možné chápat jako trvalou překážku napomáhající rozptýlení povrchově stékající vody. Jsou navrhovány tak, aby svou lokací určovaly způsob hospodaření. Krom protierozní funkce mají spolu s doprovodnou zelení na nich rostoucí velký význam i z hlediska krajinně estetického a ekologického (Dufková, 2007).

Navrhují se stavebně co nejjednodušší, materiál je volen levný a pokud je to možné, tak z místních zdrojů. Tvarově jsou voleny stavby a objekty tak, aby byly hydraulicky nejnevýhodnější. Navíjí se převážně velké omočené obvody a malé průtočné plochy (Tuček, 1960).

Janeček a kol. (2008) dělí opatření technického charakteru do skupin následovně:

- zemní úpravy: terénní urovnávky, protierozní meze, terasování
- hydrografické prvky: průlehy, protierozní příkopy, zatravněné údolnice, protierozní hrázky, ochranné nádrže, polní cesty s protierozní funkcí
- hrazení bystřin a strží.

#### **4.4.1 Terénní urovnávky**

Přesunem zeminy se vyrovnává povrch, odstraňují se vertikální nerovnosti. Tímto se sníží sklon části pozemku a omezí se tak možnost soustředování povrchového odtoku a vznik rýhové eroze (Janeček a kol., 2008). Dýrová (1984) zmiňuje, že je hloubka odkopu na území naší republiky značně omezena a uvádí jako obvyklou hloubku 0,2 m, u černozemí do 0,4 m, na spraších i nad 0,4 m.

#### **4.4.2 Protierozní meze**

V minulosti byly meze vytvářeny postupnou orbou, tzv. přiorávkou a odoráním. Také vznikaly snášením kamenů a souběžného ukládání materiálu organického původu. Tím po čase vznikl terénní stupeň (agrární terasa). Tvorba takové meze s jejími ochrannými protierozními účinky trvá desítky let (Soukup a kol., 2006).

Jsou významným opatřením proti erozi za předpokladu jejich trasování podél vrstevnic, nebo s maximálním odklonem do 3%, spolu s doplněním hydrografickými prvky – průleh, svodný příkop, potok (Janeček a kol., 2008). Nad vlastním tělesem meze se navrhuje travní zasakovací pás, pod tělesem pak některý z prvků odváděcích (Podhrázská, Dufková, 2005). Bez těchto hydrografických prvků mez protierozní funkci neplní. Proto je nutné jejich doplnění nejen u mezí nově vznikajících, ale i u těch stávajících, starších.

Protierozní mez lze i v dnešní době vytvořit bez užití zemních prací. Jakmile se vytyčí směr a trasa meze, víceradličnými pluhy se naorá průleh a zafixuje se směr výsadbou stromové a keřové zeleně. Vytvořením 30 – 50 cm hlubokého a 3 – 4 m širokého průlehu stálým odoráváním ze svahu bude postupně vytvořena mez se

záchytným a odváděcím prvkem. Tímto tradičním způsobem vznikání mezí se zamezí nadměrnému utužení ornice (Podhrázská a kol., 2008a).

Protierozní mez lze realizovat i rychleji, s aplikací zemních prací. Sklon zasakovacího pásu je vymezen 1 – 3 %. Zatravnjuje se zprvu v šířce cca 4 m, později může být dle získaných zkušeností s účinkem pásu šířka snížena na 2 m od hrany meze. Samotná mez se buduje cca 1,5 m vysoká se svahem ve sklonu 1 : 1,5. Mez je ihned zatravněna a osázena keři. Pod mezí je vybudován průleh v 20 % sklonu k mezi. Orbou je vytvořena v ose průlehu brázda. Úlohou průlehu je odvést přebytek vody, který se dosud nevsákl, do svodného prvku. Průleh je dle potřeby dimenzován až na padesáti-letou vodu (Dufková, 2007).

Při erozně nebezpečném dešti se po poli stékající voda následně intenzivně zasakuje na zatravněném zasakovacím pásu. Také zde dochází k usazování splavenin, které s sebou voda přinesla. Obojí je zapříčiněno zdrsněním povrchu travním porostem a snížením sklonu pozemku těsně nad mezí. Voda je následně částečně filtrována a zasakuje i na keři porostlém svahu meze. Přebytek vody, který se doposud nestihl vsáknout, odtéká průlehem pod mezí až do svodného prvku (Podhrázská a kol., 2008a).

Protierozní mez je na údržbu velice nenáročná. Zasakovací pás je obhospodařován stejně jako travní porost na louce. Průleh je udržován pouze pravidelnou orbou (Podhrázská a kol., 2008a).

Výhody vidí Podhrázská, Dufková (2005) ve velmi dlouhé životnosti mezí a v jejich samovolném zvyšování užitné hodnoty snížením sklonu půdy nad ní. Spolu s dalšími liniovými prvky je zajištěn velký zasakovací a filtrační účinek. Náklady na údržbu jsou nízké, není potřeba speciální mechanizace. Dále zmiňuje jejich velkou ekologickou hodnotu, kdy při vysoké rozmanitosti výsadeb bude výborným interakčním prvkem v územním systému ekologické stability.

Dumbrovský (1995) uvádí jako nevýhodu nemožnost přejíždění mezí. Kvůli umožnění přejíždění mechanizačními prostředky je potřeba část meze snížit a ponechat pouze přejezdný průleh. Další variantou je vybudování propusti. Jako šířku potřebnou k průjezdu uvádí 12 m.

Vhodným situováním dojde ke snížení hodnoty faktoru L. Pokud budou v trase mezí situovány doprovodné či plošné plodiny, dojde k ovlivnění faktoru C (Podhrázská, Dufková, 2005).

### 4.4.3 Terasy

Terasy jsou konstruovány jako zemní valy napříč svahem. Slouží k zachycení povrchového odtoku, snížení jeho rychlosti, usměrnění trasy a neškodnému odvedení vody. Funkcí jsou velice podobné zemním hrázkám, od kterých se liší větší specifičností a přísnějším způsobem navržení. Při návrhu teras je nutné zvolit vzájemnou vzdálenost teras, jejich délku, sklon a rozměry odváděcího kanálu (Morgan, 2005).

Terasy jsou považovány za nejstarší protierozní opatření. Jsou známy již ze starověku. Primárně však měly účel produkční (Fulajtár, 2001). Dovolily obdělávat jinak značně svažitou a proto pro zemědělství nevhodnou půdu (Pasák a kol., 1984; Fulajtár, 2001; Janeček a kol., 2008).

Jsou vhodné na úpravu svahů nad 15 % a více (Pasák a kol., 1984; Holý 1994; Fulajtár, 2001). Janeček (2008) uvádí použití na svahu větším než 20 %. Podmínkou budování teras je dostatečná hloubka půdy (Pasák a kol., 1984; Fulajtár, 2001; Janeček a kol., 2008). K terasování je pro velký zásah do morfologie, geologie, pedologie i biologie krajiny doporučeno přistoupit, až když není možné využít jiného řešení protierozní ochrany (Janeček a kol., 2008).

Janeček a kol. (2008) dělí terasy na:

- stupňové zemní – mají zadržet povrchový odtok z celé terasové plochy, nebo jej neškodně odvést do odvodňovacího zařízení a do odpadu (Holý, 1994). Mají stupeň stabilizován vegetačním zpevněním svahu (Janeček a kol., 2008).
- Stupňové s opěrnými zdmi – terasový stupeň je stabilizován opěrnou zdí nebo zárubní zdí. Používá se především kámen, beton nebo železobeton (Janeček a kol., 2008).
- Úzké – umožňují výsadbu jedné až dvou řad vinné révy nebo ovocných stromů a keřů (Janeček a kol., 2008).
- Široké - umožňují výsadbu nejméně tří řad vinné révy nebo ovocných stromů a keřů. Nejmenší šířka takovéto terasy je u vinic 8 m nebo 12 m, podle vzdálenosti řad vinné révy. Pro ornou půdu je šířka teras 20 m (Janeček a kol., 2008).
- Terasové dílce - jsou to terasovité útvary obvykle neparalelní, délka nemusí být převládajícím směrem (Janeček a kol., 2008). Jsou to



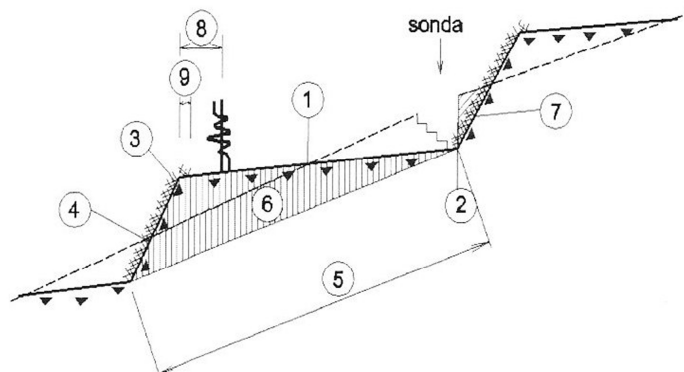
zmírněné pozemky, které bývají omezeny terasovým svahem pouze z jedné nebo ze dvou stran (Pasák a kol., 1984).

Terasy jsou složeny z terasové plošiny a terasových svahů. Terasová plošina je produkční plocha terasy (Janeček a kol., 2008). Může mít buď sklon příčný pozitivní, při kterém voda musí vsáknout do půdy nebo být neškodně odvedena. Vsať je možno zvětšit trvale udržovanými brázdami po celé terasové ploše. Vodu lze odvádět příkopem při dolním okraji plošiny (Holý, 1994). Příčný sklon nulový je možno použít u všech typů teras, jen ne na půdách těžkých, na kterých by mohlo docházet k zamokřování a sesuvům (Janeček a kol., 2008). Intenzivního vsaku lze opět dosáhnout brázdami (Holý, 1994). Příčný sklon negativní se používá pouze u teras úzkých na lehkých až středně těžkých půdách (Janeček a kol., 2008). Záchytný prostor v tomto případě musí zadržet veškerý odtok vody z plochy (Holý, 1994). Podélný sklon plošiny by měl být mezi 1 % až 3 %, takový aby nedocházelo k výraznému odtoku a voda se mohla vsakovat (Janeček a kol., 2008).

Obr. 2: Členění terasy s příčným sklonem pozitivním [3]

#### Legenda

- (1)= terasová plošina ( $T_p$ )
- (2)= pata terasy ( $P_t$ )
- (3)= hrana terasy ( $H_t$ )
- (4)= svah terasy ( $S_v$ )
- (5)= rozchod teras ( $R_t$ )
- (6)= tělo terasy
- (7)= narušený půdní profil (h)
- (8)= okraj terasy ( $O_t$ )
- (9) = okrajový pás ( $O_p$ )



Terasový svah je vytvořen uměle, mezi plošinami, a náleží vždy plošině výše položené. Maximální výška je doporučována 8 m, optimálně však jen 6 m (Janeček a kol., 2008). Holý (1994) uvažuje maximální výšku svahu 3 m a délku teras do 500 m. Nejvyšší sklon svahu o výšce stupně 1,5 m je 1 : 1. Pokud je svah vyšší, bývá sklon svahu obvykle 1 : 1,25 až 1 : 1,5 (Janeček a kol., 2008). Terasové svahy se chrání drnem (Holý, 1994). Osetí travní směsí je základem jejich zpevnění. Doplňkem jsou výsadby keřů a stromů (Janeček a kol., 2008).

Při samotné výstavbě teras je potřeba věnovat pozornost humóznímu horizontu půdy (Pasák a kol., 1984). Sejmutím ornice ve vrstvě alespoň 0,2 m a

následným rozprostřením na plošiny teras je zajištěna úrodnost v co nejbližší době po výstavbě. Terasy jsou poté ještě 3 až 5 let rekultivovány, pro obnovení příznivých vlastností půdy. Mezi tyto rekultivační opatření se řadí hnojení pro doplnění živin, meliorační vápnění, zelené hnojení a hnojení statkovými hnojivými (Janeček a kol., 2008).

Terasy jsou vedle funkce produkční také výrazným prvkem krajiny. Zvýrazňují členitost terénu a do určité míry napodobují původní ráz krajiny (Pasák a kol., 1984).

Doprovodné objekty teras, kterými jsou například cesty nebo příkopy, je nutné pravidelně čistit od splavenin pro udržení protierozní a vodohospodářské funkce. Údržba teras spočívá zejména v údržbě terasového svahu kosením a doplňování porostu. Je také nutné likvidovat případné erozní projevy (Janeček a kol., 2008).

#### **4.4.4 Průlehy**

Průlehy jsou široké a mělké příkopy, které se vyznačují mírným sklonem svahů (Pasák a kol., 1984; Janeček a kol., 2008) a jsou považovány za jedno z neúčinnějších protierozních opatření (Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008). Průlehy by měly co nejméně překážet při obdělávání půdy a zabírat co nejmenší plochu produkční půdy (Pasák a kol., 1984).

Průlehy jsou zakládány s nulovým nebo jen malým podélným sklonem, kde je povrchová voda zachycována a vsakována do půdy, nebo se sklonem, který umožňuje neškodný odtok vody. Průlehy s možností kombinovaného vsaku a pomalého odvádění vody zachytávají povrchový odtok dříve, než se projeví rýhová eroze, umožňují vsáknutí zachycené vody a přebytečnou vodu neškodně odvádějí z pozemku (Pasák a kol., 1984).

Jsou použitelné na svazích s hlubšími půdami do sklonu nejvýše 15 % (Pasák a kol., 1984; Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008), výjimečně až 18 % (Podhrázská, Dufková, 2005).

Pokud je nutné navržení soustavy průlehů, vedou se z mechanizačních důvodů nejlépe v rovnoběžných řadách po vrstevnicích (Podhrázská, Dufková, 2005). Jejich vzájemná vzdálenost by neměla přesahovat přípustnou délku pozemku zjištěnou z rovnice pro přípustnou ztrátu půdy erozí (Janeček a kol., 2008).

Z funkčního hlediska jsou navrhovány průlehy záchytné, sběrné a svodné. Záchytné slouží především k ochraně pozemku před cizí vodou (Janeček a kol., 2008). Parametry průlehu je nutné určit hydraulickým výpočtem. U záchytných bývají následující:

- na svazích se sklonem 5 – 15 %,
- podélný sklon 0 – 3 %,
- sklony svahů 1 : 5 až 1 : 10,
- maximální délka 600 m,
- maximální hloubka 1,0 m,
- minimální hloubka 0,2 m (Kuklík, Křovák, 1988; Podhrázská,

Dufková, 2008).

Taktéž Fidler, Jůva (1983) uvádí za přípustnou délku průlehu 500 – 600 m, v příznivých podmínkách až 800 m.

Sběrné průlehy se dělí na již zmiňované vsakovací, které jsou vhodné pouze pro půdy propustné, a odváděcí, které vedou vodu z pozemku do průlehu svodných (Janeček a kol., 2008).

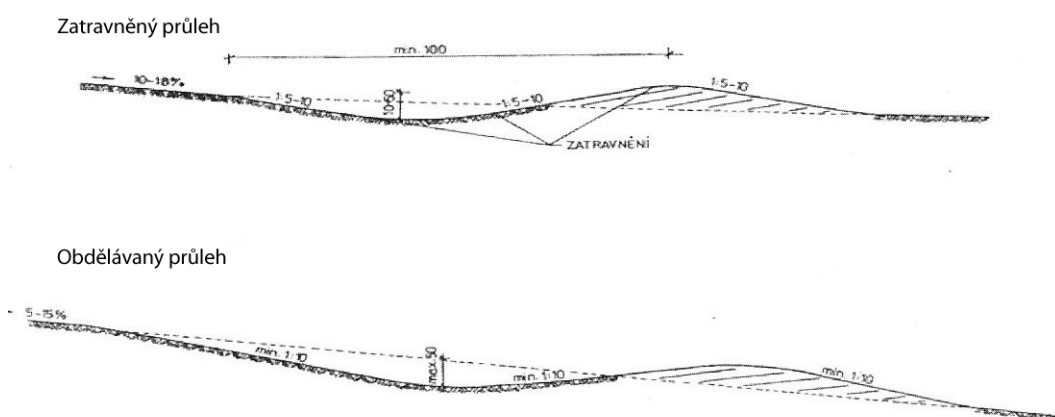
Svodné průlehy jsou většinou zatravněny s následujícími parametry:

- převážně v údolnicích
- střední průtočná rychlost: u zatravněných  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ostatní podle zpevnění
- příčný profil parabolický, lichoběžníkový
- podélný sklon 1 – 20 %
- sklony svahů 1 : 5 až 1 : 10
- maximální hloubka 1,0 m
- minimální hloubka 0,3 m
- minimální šířka 3,0 m (Kuklík, Křovák, 1988; Podhrázská,

Dufková, 2008).

Průlehy se na orné půdě vytvářejí a udržují buď jako nezpevněné obdělávatelné mělké příkopy (Janeček a kol., 2008), které se vytvářejí především orbou (Podhrázská, Dufková, 2005), nebo jsou neobdělávatelné, zpevněné trvalým travním porostem (Janeček a kol., 2008). Při větším průtoku, větším podélném sklonu a rychlejším proudění vody je nutné použít polovegetační zpevnění, při kterém je spodní část profilu chráněna například tvárnicemi a vrchní část je oseta (Podhrázská, Dufková, 2005).

Obr. 3: Sběrný průleh zatravněný a sběrný průleh obdělávaný [3]



Pokud přes průleh přechází místní cesta, je často budování propustků neohospodárné z několika důvodů, jak je uvádí Tuček (1960):

- Maximální otoky dosahují velmi vysokých hodnot, propustek by tedy musel být značně předimenzován.
- Při překročení maxima odtoku vzniká nebezpečí nezpevněné cesty, propustku a případně i všech níže ležících úprav.
- Propustek je protékán pouze několik dní v roce, především v době jarního tání a při letních přívalových deštích. Jeho plné kapacity je využito pouze jednou za několik desítek let.

#### 4.4.5 Protierozní příkopy

Protierozní příkopy jsou stavěny za účelem odvádění povrchové vody do říční sítě nebo do vsakovacích prostor mimo zemědělské půdy (Janeček a kol, 1992; Fulajtár, 2001; Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008). V menší míře příkopy poslouží k zasakování vody do půdy (Fulajtár, 2001). Doplňují hydrografickou síť, zachytávají a odvádějí splaveniny (Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008). Používají se také k zachycení přítoku vnější cizí vody na pozemek, k ochraně pásem hydrologické ochrany, intravilánu obcí a v neposlední řadě k přerušení délky povrchového odtoku po pozemku. Jsou nákladnější než průlehy. Proto je výhodné využívat stávající síť cestních příkopů s protierozní funkcí (Dumbrovský a kol., 1995; Podhrázská, Dufková, 2005).

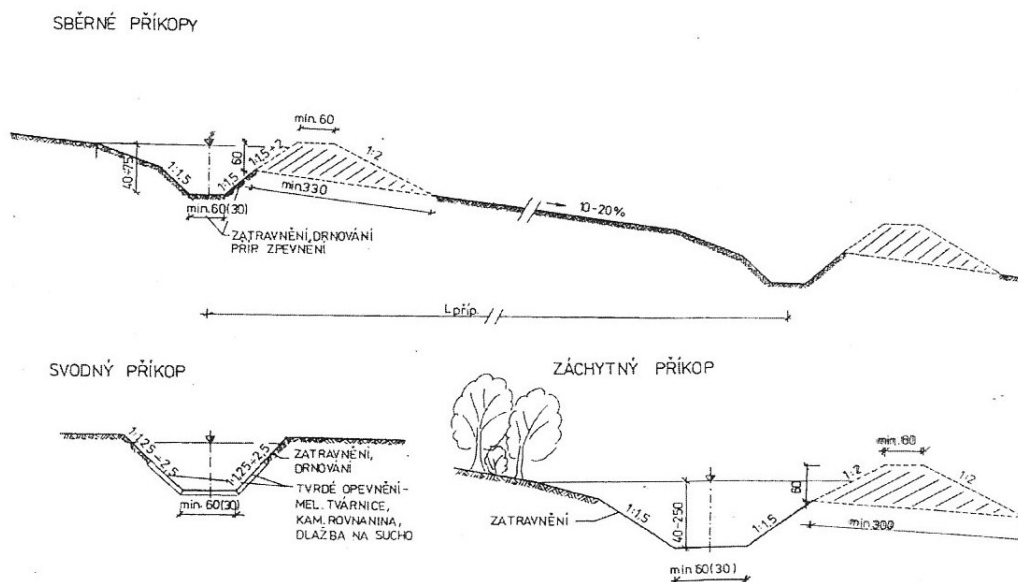
Janeček a kol. (2008) dělí příkopy na záchytné, sběrné a svodné.

Záchytné slouží k ochraně pozemků před vlivem cizích vod, přitékajících z jiných pozemků, především pak z lesů (Pasák a kol., 1984; Janeček a kol., 2008). Slouží i k ochraně intravilánu a důležitých staveb. Nevýhodou je nemožnost příčného přejíždění technikou (Dumbrovský a kol., 1995; Podhrázská, Dufková, 2005).

Sběrné příkopy jsou navrhovány pro zachycení vnitřních vod. Především k přerušení délky povrchového odtoku po svahu pozemku (Janeček a kol., 2008).

Svodné příkopy k neškodnému odvádění vody do recipientů (Dumbrovský, 1995; Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008). Důležité je důkladné opevnění koryt, protože mají často velký podélný sklon, při kterém vzniká bystřinné proudění.

Obr. 4: Sběrný, svodný a záchytný příkop [3]



Protierozní příkopy se na pozemcích navrhují, jednotlivě nebo v soustavě, jako koryta otevřená. Mohou být zpevněné nebo nezpevněné. S příčným profilem ve tvaru lichoběžníku. Při návržení soustavy příkopů ve směru vrstevnic by neměl být jejich rozestup větší, než je přípustná délka pozemku po spádnicí (Janeček a kol., 2008).

Kuklík, Křovák (1988) uvádějí dimenzování na návrhové průtoky  $Q_1$  až  $Q_{100}$  podle stupně ochrany území:

- louky a pastviny  $N = 3$  až  $5$  let
- orná půda  $N = 5$  až  $10$  let
- speciální kultury  $N = 10$  až  $20$  let
- sídliště  $M = 50$  až  $100$  let

Příkopy je nutné navrhovat na bezpečné odvedení kulminačního průtoku (Pasák a kol., 1984; Dumbrovský a kol., 1995; Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008) a také tak, aby se co nejméně zanášely (Pasák a kol., 1984). Výpočet sedimentačních prostorů v příkopech závisí na velikosti sběrného území, půdním smyvu a charakteristikách koryta (Dumbrovský, 1995; Podhrázská, Dufková, 2005). Při navrhování propustků pod mosty a komunikacemi musí být hydrologické údaje ve smyslu ustanovení ČSN 75 1300 zpracovány nebo ověřeny Českým hydrometeorologickým ústavem (Janeček a kol., 2008).

Při návrhu příčných profilů příkopů se vychází ze základních hydraulických vztahů pro dimenzování otevřených koryt (Janeček a kol., 2008), ze základní rovnice pro průtok a z Chézyho rovnice (Pasák a kol., 1984). Rychlost proudění vody v příkopu je možno ovlivnit sklonem koryta (Fulajtár, 2001). Nejčastěji se vyskytují příkopy lichoběžníkového profilu se sklonem 1 : 1,5 při šířce dna 0,2 m až 2,5 m o hloubce vody 0,5 m až 2,5 m. Průtočná rychlost v korytech záchytných příkopů by neměla klesnout pod  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , výjimečně pod hodnotu  $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  z důvodů zanášení koryt. Neměla by také ale překročit maximální přípustné hodnoty pro příslušný druh opevnění (Tab. 3). Hloubka koryta je volena o 0,1 m až 0,2 m větší, než je hloubka vody při návrhovém průtoku (Pasák a kol., 1984).

Tab. 3: Přípustná hodnota průtočné rychlosti vody pro zpevněné příkopy [5]

způsob opevnění	přípustná rychlost ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) pro hloubku vody	
	0,4 m	1,0 m
travní porost	1,0	1,5
meliorační tvárnice	2,5	3,0
dlažba na cementovou maltu	3,5	4,5
Beton	10,0	12,0

Pro bezpečné odvedení vody v příkopech o menších sklonech je podmínkou pravidelné čištění od nánosů a porostů, u příkopů s velkým sklonem je důležité pečlivá oprava opevnění (Pasák a kol., 1984).

#### 4.4.6 Zatravněné údolnice

##### *Situování údolnice*

Obecně platí, že nejlepším umístěním zatravněné údolnice je dráha přirozené údolnice, ve které se voda svahu stéká a pokračuje jí do recipientu. (Foster, 1973;

Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2007). Tato dráha je již takřka připravena k úpravě a osetí. Zemní práce pro úpravu profilu je potřeba provádět pouze v místech, kde je to nutné (Podhrázská, Dufková, 2005). Foster (1973) toto potvrzuje úvahou, že v těchto drahách je průtok vody omezen přirozeným sklonem pozemků a není tedy třeba budovat mantinely při okrajích. Zmiňuje také obsah velice úrodné půdy s vyšší vlhkostí v drahách přirozeného odtoku, což poskytuje příznivé podmínky pro růst trávy. Ovšem za předpokladu, že již nejsou vytvořeny povrchové stružky a rýhy.

Pokud není žádoucí situování údolnice skrz pole, kvůli jeho celistvosti, nebo její vedení poblíž budov, je nutné vybudovat údolnici uměle na jiném místě. To však zahrnuje nákladné zemní práce (Foster, 1973).

### ***Navržení údolnice***

Zatavněná údolnice musí být navržena tak, aby stačila pojmout veškerou stékající dešťovou vodu bez jejího poškození. Je nutné zpomalit rychlost odtoku (Foster, 1973; Pasák a kol., 1984).

Faktory, které do značné míry ovlivňují rozměry, jsou: velikost oblasti, z níž je voda v údolnicích shromažďována; topografie oblasti; vlastnosti půdy, především schopnost absorpce vody; vegetace, která bude na pozemku pěstována. Tyto a další podmínky jsou velice variabilní. Přesto je možno z hodnot a údajů o počasí a dotčených pozemcích vypočítat kapacitu zatavněných údolnic poměrně přesně.

Návrhový průtok pro dimenzování zatavněných údolnic je minimálně  $Q_{10}$  (Pasák a kol., 1984; Blanco, Lal, 2008; Janeček a kol., 2008).

Přípustná rychlost proudění vody údolnicí, zabezpečující neškodné odvedení je dle Fostera (1973) následující:

$0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  - za předpokladu, že je travní porost chudý, vlivem klimatu nebo horším vlastnostem půdy řídký.

$1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  - za standardních podmínek, na údolnici vzniklé osetím.

$1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  - za předpokladu rychlého nárůstu mohutného drnu nebo možnosti odklonu vody od údolnice do řádného zapojení travní směsi.

$1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  - za předpokladu již zřízeného vysoce kvalitního drnu nebo možnosti odklonu vody od údolnice do řádného zapojení travní směsi.

2,1 m.s<sup>-1</sup> - za předpokladu již zřízeného vysoce kvalitního drnu a pouze pokud není možné zvolit rychlost nižší. Zde je již potřebná speciální údržba údolnice.

Při výpočtu rozměrových parametrů údolnice je nutné znát celé povodí. Nesmějí tedy být opomenuty i další pozemky, z kterých voda do údolnice stéká. Je také důležité znát vlastnosti půdy, její vegetační pokryv a topografii území. Dále sklon údolnice v procentech a odhadovanou povolenou rychlost stékající vody. Ze základních hydraulických dat je možné nadimenzovat zatravněnou údolnici rychleji, pomocí již zpracované tabulky. Tato je vhodná pro údolnice lichoběžníkového nebo parabolického průřezu (Foster, 1973).

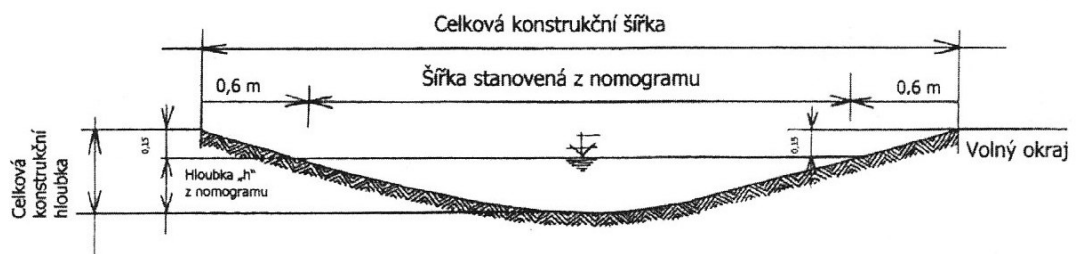
Šířka údolnic se pohybuje mezi 10 – 50 metry (Blanco, Lal, 2008). Jestliže je údolnice vzhledem k možnostem území příliš široká, je možné navrhnout vyšší rychlost proudění vody. Tím se umožní použití údolnice užší (Foster, 1973).

Profil údolnice může být lichoběžníkový, jehož dno je ploché, parabolický s miskovitým dnem, nebo ve tvaru „V“ (Foster, 1973; Blanco, Lal, 2008). Poslední jmenovaný se používá pouze za zvláštních okolností (Foster, 1973).

Lichoběžníkový profil údolnice je náročné vybudovat. Je to nepřírozený přírodní tvar, v kterém má voda tendence meandrovat a vymílat tak boky údolnice (Foster, 1973; Pasák a kol., 1984).

Parabolický profil je přírodě velmi blízký a malým tokům brání v meandrování. Pro běžné účely je tento tvar údolnice s malou hloubkou nejběžnější a lehce vybudovatelný (Foster, 1973).

Obr. 5: Příčný řez zatravněnou údolnicí



### Výstavba údolnice

Údolnice může být vystavěna různými způsoby. Spousta jich byla vybudována pouze pomocí disků, pluhů a bran (Foster, 1973; Pasák a kol., 1984).



Postupy se liší na základě stávajícího terénu. Odlišně se řeší výstavba při brázdě ve středu, odlišně pokud je střed ve stejné úrovni jako okolí (Foster, 1973).

Pokud je již v místě budoucí údolnice vlivem odtoku vody vytvořena brázda, postačí území pro výstavbu vytyčit (kolíky nebo pluhem) a vyčistit od náletu. Není-li brázda vprostřed příliš hluboká, není nutné používat k zarovnání buldozeru. Postačí pak pouze pluh, kterým se orají nejprve okraje a brázdy jsou založeny směrem ke středu. Takto se s orbou pokračuje, dokud není brázda dostatečně zasypána. V důsledku je přes toto místo umožněn přejezd mechaniky (Foster, 1973).

Jsou-li v údolnici hluboké rýhy, nebo je rokle příliš hluboká, je na místě využití buldozeru. Nemělo by ale být na území navezeno více než 30 cm neulehlé půdy (Foster, 1973).

Pokud je údolnice zakládána na chudé a neúrodné půdě, bývá často vhodné odstranění orníční vrstvy, vytvoření samotné údolnice a následné vrácení ornice na povrch. Je to postup nákladný a nelehký, mnohdy ale důležitý pro zachování úrodnosti území (Foster, 1973).

Pokud není možné vybudovat údolnici v místě přirozeného povrchového odtoku, musí být navržena jinde. Z tohoto místa je většinou nutné přemístit ornici. Po vytyčení údolnice se odstraní nálet. Orá se od okrajů údolnice s překlápěním půdy směrem ven. Vprostřed se tak uměle vytvoří brázda. Orba je prováděna do dosažení potřebného profilu (Foster, 1973).

Jestliže má údolnice tendence zůstat na některých místech zamokřena, je v nich důležité založit drenáž (Foster, 1973; Pasák a kol., 1984). Drenáž je doporučováno založit ihned po terénních úpravách a to v dostatečné hloubce, minimálně 80 cm pod povrch. Odvodnění je prováděno také za účelem umožnění přejíždění techniky nebo prostupnosti pro hospodářská zvířata (Foster, 1973).

### ***Osetí údolnice***

Předtím, než je přistoupeno k osetí údolnice, je důležité zvážit, jaký typ trávy zvolit. Při výběru je důležité posoudit jaké hloubky a mohutnosti dosahuje její kořenový systém. Přednost mají trávy s hustým kořenovým systémem a takové, které při povrchovém odtoku vody polehnou, ale po jeho ukončení se opět napřímí. Zásadním předpokladem dopracování se kvalitního porostu v údolnici je dobře připravená pevná půda. Té se dosáhne pomocí disků, bran a válců. Pokud již na zpracovávané půdě nejsou takřka zřetelné stopy po mechanizaci, je připravena

k osetí. K osetí údolnice by mělo být použito kvalitní osivo, v množství dvakrát až třikrát vyšším, než je používáno při setí trávníků. Osivo musí být zaseto mělce, do hloubky 0,5 – 1 cm v případě operace prováděné secím strojem, rozhozem po povrchu půdy v případě ručního setí. Pokud je v údolnici před zasetím rozprostřen mulč, významně se zvyšuje množství osiva, které se udrží na místě. V údolnici je potřeba nejen více osiva, ale také hnojivo je potřeba aplikovat ve zvýšené míře oproti pracím na poli. To je potřebné pro rychlý a mohutný růst trav, které tak dříve ochrání údolnici před účinky eroze. Pokud je osíváno secím strojem, je možno hnojivo použít spolu s osivem. Při ručním setí je možné hnojivo aplikovat již při vyhlazování a zhutňování povrchu před setím (Foster, 1973).

Po ukončeném setí je na půdě rozprostřen mulč, sláma nebo hnůj ze slámy. Pro zapravení tohoto mulče do půdy je opět použito válce (Foster, 1973).

### ***Ochrana údolnice***

Do doby, než travní porost vytvoří silný a mohutný drn, potřebuje být údolnice chráněna. Neměla by do ní ústít voda z pozemků. Dočasně je možné podél údolnice vytvořit orbou dočasné příkopy, které vodu bezpečně odvedou. Po zapojení trávy v údolnici se příkopy zarovnají (Foster, 1973).

Travní porost v údolnici se seče nakrátko pravidelně, minimálně dvakrát až třikrát ročně. Výška po sečení bývá 8 – 10 cm. Kosením se mimo jiné omezí šíření plevelů. Nadměrné sečení však může snížit hydraulickou drsnost a filtrační schopnost (Blanco, Lal, 2008).

Při poškození travního porostu v údolnici je nutné podniknout nápravu okamžitě. Pokud je poškození malé, bývá oprava snadná. Ponecháním opravy na později se ale nemusí vyplatit. S každým novým deštěm se stav údolnice zhoršuje a tím se i výrazně prodražuje možnost nápravy. Rýhy a malé strouhy mohou vzniknout i ve výborně osetých údolnicích, především po intenzivních přívalových deštích. Začínají obvykle u nějaké překážky v terénu. Může jí být například kámen, větev nebo plevel. Soustředěná voda tak vymílá a poškozuje drn. Je proto nutné překážky včas odstraňovat, v případě pozdního zjištění také vyplnit rýhu zeminou a důkladně půdu zpevnit (Foster, 1973).

#### 4.4.7 Protierozní hrázky

Protierozní hrázky jsou vystavěny na pozemcích nebo na úpatích svahů zemědělských pozemků, kde chrání důležité objekty před zatopením povrchovou vodou či zanesením produkty eroze (Janeček a kol., 2008).

Hrázky mohou být odváděcí nebo vsakovací.

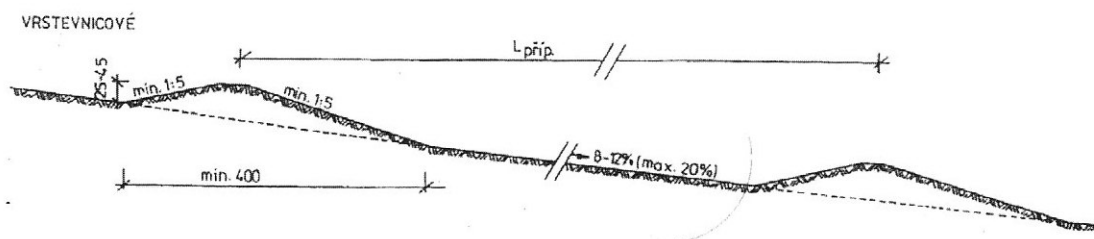
Odváděcí hrázky jsou navrhovány v podélném sklonu až 10 % a voda je jimi vedena mimo zájmové území. Navrhují se na těžších půdách s malou infiltrační schopností. Jejich délka má umožňovat odvod co největšího množství vody již v průběhu deště. Obvyklá délka je 300 – 450 m, výjimečně více (Holý 1994). Často bývají hrázky doplněny záchytným příkopem podél jejich horní paty (Jůva, Cáblik, 1954; Holý 1994).

Vsakovací hrázky mají sklon nulový a voda jimi zachycená se do půdy vsakuje (Holý, 1994). Jsou využívány na středně propustných půdách, nesmějí být ovšem stékající vodou přelity. Je proto důležité správně zvolit rozestup jednotlivých hrázek (Jůva, Cáblik, 1954; Holý 1994).

Jůva, Cáblik (1954) uvádí přibližný rozestup hrázek v závislosti na sklonu svahu následovně:

- 1 – 3 %	225 – 180 m
- 4 – 7 %	150 – 90 m
- 8 – 11 %	57 – 46 m
- 12 – 15 %	46 – 42 m

Obr. 6: Příčný řez svahem s protierozními hrázkami [3]



Hrázky mohou mít širokou nebo úzkou základnu. Úzká základna mívá ve své šířce 0,8 – 1,5 m, ve výšce 0,15 – 0,3 m. Jsou vhodné na lehkých propustných půdách o sklonu maximálně do 8 % a jsou nepřejezdné. Široké hrázky mívají základnu 2 – 4 m, někdy až do 10 m a výšku 0,25 – 0,45 m, maximálně však do 0,9 m. Jsou budovány na pozemcích o větších sklonech a jejich konstrukce, která je přejezdná, poskytuje větší bezpečí (Jůva, Cáblik, 1954; Holý 1994).

Hrázky bývají opevněny zatravněním a musí být vybaveny vypouštěcím zařízením, které zajišťuje odtok relativně čisté vody po usazení pŕdních částic pŕed hrázkou (Janeček a kol., 2008).

#### **4.4.8 Ochranné nádrže**

Použití ochranných nádrží je jednou z možností jak snížit kulminační pŕtok vod intravilánem (Podhrázská, Dufková, 2005) Nádrže by měly být vystavěny pouze v pŕípadě, že i pŕes pŕedchozí aplikované opatŕení dochází k ohrožení intravilánu. Nádrže regulují odtok vody a zachycují transportované splaveniny (Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008).

Z provozního hlediska jsou nádrže děleny na nádrže suché a nádrže s vymezeným ochranným prostorem (Pasák a kol., 1984; Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008).

##### **Suché nádrže**

Jsou naplňovány pouze za pŕívalových dešťů nebo po tání sněhu (Pasák a kol., 1984). Jejich dno je po postupném vypuštění vody a usazení nánosů využíváno jako louka. Nánosy nemusí být odstraňovány nijak často. Pro snížení transportu nerozpuštěných látek do vodárenských zdrojů a zlepšení kvality vody je výhodné kaskádovité uspořádání nádrží na vodoteči. Z hlediska kvality vody, která z nich odtéká, jsou tyto nádrže vhodnější (Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008).

Koruna u těchto hrází většinou musí být pŕevyšena nad maximální hladinou minimálně o 0,6 m, někde je však možné tuto hranici snížit. Šířka koruny hráze by neměla být menší než 3,5 m. Návodní stranu hráze postačí opevnit udržovaným travním porostem (Pasák a kol., 1984).

##### **Nádrže s vymezeným ochranným prostorem**

Slouží k zachycování velkých vod, pŕípadně ke snížení jejich kulminace (Pasák a kol., 1984). Záchytný prostor by měl být tak veliký, aby bez problémů pojal objem vody z pŕívalového návrhového deště nebo tání sněhu s pŕůměrnou dobou opakování minimálně 50 let (Pasák a kol., 1984; Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008). Je důležité se již pŕi stavbě zamyslet, jakým způsobem bude

sediment odstraňován a kde bude využit (Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008). Hrubozrnný sediment bývá vhodný ke zpevnění cest, jemnozrnný k zúrodnění písčitých půd (Pasák a kol., 1984).

Koruna hrází musí být převýšena nad maximální hadinou minimálně o 0,6 m, šířka koruny hráze by neměla být menší než 3,5 m. Opevnění návodní strany hráze se provádí od koruny hráze minimálně 0,8 m pod hladinu stálého nadržení (Pasák a kol., 1984).

Pro navrhování, výstavbu, rekonstrukci a provoz nádrží s objemem větším než 5 000 m<sup>3</sup> je závazná norma ČSN 73 68 24 Malé Vodní nádrže. Hydrologické podklady musí být ověřeny Českým hydrometeorologickým ústavem. Výstavba záchytných nádrží je drahou záležitostí. Je proto dobré spojit protierozní funkci s dalším účelovým využitím, které je však s touto funkcí v souladu (Pasák a kol., 1984; Podhrázská, Dufková, 2005; Janeček a kol., 2008).

#### **4.4.9 Polní cesty s protierozní funkcí**

Protierozní cesty se budují v místech potřeby přerušení délky svahu. Zachycují stékající povrchovou vodu z přívalových srážek (Janeček a kol., 1992; Podhrázská, Dufková, 2005). Aby plnily protierozní funkci, musí být ke straně svahu opatřeny cestním příkopem nebo průlehem (Janeček a kol., 2008). Pokud cesta vyčnívá nad terén, může plnit funkci protierozní hrázky (Janeček a kol., 2008). Niveleta cesty musí odpovídat dopravním i hydrologickým požadavkům. Trasa cesty musí být současně volena v souladu s potřebou dopravní přístupnosti jednotlivých pozemků (Janeček a kol., 1992; Podhrázská, Dufková, 2005).

#### **4.4.10 Hrazení strží**

Škodlivost strží se projevuje úbytkem půdy. V místech ukládání odnášené půdy dochází k zanášení pozemků, komunikací a podobně. Čím víc je daná oblast produktivnější, tím větší bývají škody. Strže také působí jako odvodňovací rýhy, čímž je okolní území ochuzováno o půdní vlhkost. V místech poklesu spodní vody dochází k usychání porostů (Duda, 1976). V horských oblastech jsou počátečním stádiem bystřin, které jsou konečnou a nejhorší formou eroze (Jůva, Cáblick, 1954).

Duda (1976) uvádí jako preventivní opatření před vznikem strží:

- Technicky správné budování komunikací – každé zahloubení cesty do terénu způsobí koncentraci povrchové vody, rychlý odtok a tím zvýšené procento možnosti erozního účinku vody.
- Vedení orby po vrstevnicích.
- Intenzivní obnova vegetačního pokryvu.

Je žádoucí zastavit další vývoj strží a upravit znehodnocenou půdu tak, aby mohla být nadále zemědělsky využívána. Toho lze dosáhnout úpravami strží, které zabrání v pokračování erozního vymílání ve zhlaví a dnu a upevní jejich porušené svahy (Jůva, Cáblik, 1954). Rozšiřování strží je zabráněno jejich stabilizací (Duda, 1976).

Postup úpravy se různí podle toho, zda je strž zachovaná, nebo nezachovaná. U nezachovaných je strž úplně zlikvidována, její prostor vyplněn a plocha uvedena do stavu zemědělského pozemku, na kterém je dále možno zemědělsky hospodařit. Pokud je strž zachovaná, vychází úprava z hydrologického posouzení a využití stabilizované strže jako svodného prvku pro odvod soustředěných přívalových vod. Úprava musí zabezpečovat také funkci sedimentační (Janeček a kol., 2008).

Protierozní ochrana zachovaných strží vyžaduje následující zásahy:

- ochrana zhlaví strží,
- ochrana dna strží,
- zpevnění svahů strží (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994).

### **Ochrana zhlaví strží**

Upravením srážkového odtoku povodí pomocí ochranných opatření je možné povrchový přítok, který se soustředí ve zhlaví strží, zmenšit. Na extrémně svažitéch pozemcích je účinným opatřením zalesnění nebo zatravnění. V zemědělsky obdělávatelných polohách se zavádějí protierozní osevní postupy doplněné vrstevnicovou orbou, případně i terasováním nebo záchytnými příkopy (Jůva, Cáblik, 1954).

Dojde-li k nutnosti ochrany strží záchytnými příkopy, jsou používány s předřazenou hrázkou. Zakládají se buď ojedinele nad zhlavím, nebo jako soustava několika souběžných řad (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994). Vzdálenost prvního záchytného příkopu od zhlaví strže je určena na minimálně trojnásobek výšky stržového vodopádu (Jůva, Cáblik, 1954).

Ani tato opatření ovšem neodvedou všechnu vodu. Proto je nutná další ochrana v místech zaústění vody do strže, kde je často velký výškový rozdíl a kde má voda obrovskou vymílací a splachovací schopnost. Tyto výšky se redukuje skluzy nebo stupňovité skluzy (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994). Na malém povodí, cca do 10 ha a hloubce výmolu do 3 m postačí odronovaný skluz se sklonem minimálně 1 : 4. Pokud je převýšení větší, je vybudován skluz zděný o sklonu 1 : 1 – 2 (Jůva, Cáblik, 1954).

### **Ochrana dna strží**

Uspořádání dna strží je druhým důležitým ochranným úkolem. Je nutné provést takovou úpravu dna, aby nebylo nadále poškozováno a vymíláno. Tím se zároveň zamezí sesouvání svahů vlivem podemílání. Způsob úpravy je ovlivněn charakterem strže, především jejím podélným sklonem, tvarem příčného profilu, vývojovým stavem dna, půdními a odtokovými poměry a v konečném výčtu i stavebními možnostmi (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994).

Stabilizace dna je prováděna příčným přehrazováním, čímž se odstupňuje a sníží jeho spád. Voda erozně působí pouze při přepadu těchto přehrážek, které zároveň zadržují splaveniny. Tyto splaveniny postupně vytvářejí niveletu dna mezi jednotlivými přehrážkami. (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994). Velice často jsou používány jako stabilizační objekty dna také kamenné rovnaniny. Stablní sklon dna se určuje většinou z nevymílacích rychlostí, které odpovídají zemnímu korytu porostlému vegetací (Janeček a kol., 2008).

Vzdálenost přehrážek je volena tak, aby sklon dna odpovídal spádu rovnováhy pro odtok čisté vody, který je charakterizován hodnotou 0,5 – 1 %. Při velkém sklonu dna strží ale toto není technicky možné. Proto se postupuje etapově, kdy se sklon dna sníží v první fázi na zhruba 5 – 10 %, a až následně se cíleného spádu dosáhne vloženými přehrážkami (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994).

Konstrukce přehrážek je rozmanitá, vždy však musí být voda soustředována do střední její části, do průtočiště. Pod takto vytvořeným přepadem je vytvořen prvek, spadiště, který chrání dno před nárazy dopadající vody (Jůva, Cáblik, 1954).

Pevné jsou kamenné přehrážky, stavěné jako kamenná rovnanina, vyztužená v patě pilotami (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994). Pokud je rychlost vody velká, volí se překrytí koruny přehrážky kamennými deskami (Jůva, Cáblik, 1954). Spadiště je

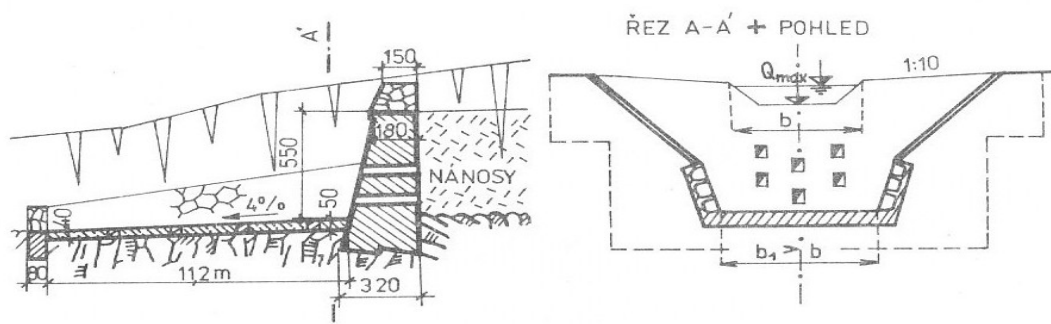
opevněno hatěmi (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994) o průměru 0,3 – 0,45 m (Jůva, Cáblik, 1954), nejlépe však kamennou dlažbou.

V oblastech s nedostatkem kamene se využívají plůtkové a haťové přehrážky (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994). Plůtkové jsou z vrbového proutí o průměru 8 – 10 cm a výšce 0,3 – 0,6 m; vyšší plůtky, 1 – 1,5 m, tvoří kostru plůtku piloty o průměru 0,15 m a délce 2- 3 m (Jůva, Cáblik, 1954). U haťových přehrážek se hatě kladou na piloty o průměru 0,15 m a zapouštějí se do základového příkopu o hloubce přibližně 0,3 m, tak aby se voda nedostala pod přehrážku. Návodní strana přehrážky je zasypána zeminou, spadiště je zpevněováno haťovým krytem nebo dlažbou (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994).

Ve velmi exponovaných stržích se zřizují přehrážky zděné, obvykle z kamene na sucho, o výšce 1 – 1,5 m. Výjimečně jsou betonové. Obvykle lichoběžníkového tvaru, široké v koruně minimálně 60 cm, v základně o jedné třetině výšky přehrážky, na vzdušné straně o sklonu 3 : 1, na straně návodní svislé. Vprostřed koruny je zřízen přepad dimenzovaný na maximální průtok, spadiště je zpevněováno kamennou dlažbou (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994).

Kombinací dřeva a kamene vznikají přehrážky srubové. Ty mají dřevěnou kostru z podélných kulatin, která je vyplněna rovnáním kamenem (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994).

Obr. 7: Přehrážka stabilizující strž [5]



### Zpevnění svahů strží

Zpevnění narušených svahů strží je konečnou prací při jejich zajišťování. Zabraňuje dalšímu podemílání a sesouvání. Základem je zabezpečení úpatí svahů. U těch méně ohrožených postačí oživené stavby – plůtky, haťové ploty nebo oživené



kamenné rovnániny. Při větším ohrožení jsou použity srubové, opěrné nebo kamenné zdi (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994).

Po zabezpečení úpatí je provedeno upevnění samotných svahů. To je prováděno zatravněním, odrnováním, záplety, živými ploty, horizontálními zídkami nebo zalesněním. Před touto úpravou je však nutné urovnání sklonu svahu, zpravidla na 1 : 1,5 až 1 : 2. Na soudržných půdách až 1 : 1 (Jůva, Cáblik, 1954; Holý, 1994).

## 5. ROZBOR POMĚRŮ V KATASTRÁLNÍM ÚZEMÍ SNĚHOTICE

V kapitole jsou charakterizovány přírodní a územní poměry obce.

### 5.1 Charakteristiky katastrálního území

Sněhotice jsou místní částí obce Brodek u Prostějova, která leží na rychlostní komunikaci R46 uprostřed mezi městy Prostějov a Vyškov.

Obcí prochází jediná státní silnice III. třídy, 37731 Pustiměř – Podivice – Brodek u Prostějova. Sněhotice mají kolem 180 obyvatel (Tichá a kol., 2005).

Zásobování pitnou vodou je zajištěno stávajícím vodovodem. Zdrojem pitné vody jsou dva vodní zdroje. První je složen ze dvou hydrovrtů HV 1002 a HV 1003 a nachází se vpravo od silnice Brodek – Sněhotice, při vjezdu do Sněhotic. Druhý zdroj se nachází na pravém břehu Sněhotického potoka, ve starší zástavbě obce, a je tvořen jediným hydrovrtem HV 1004. Kolem zdrojů vody byla vyhlášena pásma hygienické ochrany I. a II. stupně (Tichá a kol., 2005).

Ve Sněhoticích není vybudována soustavná kanalizační síť. V současné době jsou přepady ze septiků, veřejné dešťová kanalizace a záchytné příkopy extravilánových vod vyústěny do Sněhotického potoka (Tichá a kol., 2005).

### 5.2 Klimatické poměry

Do katastrálního území Sněhotic zasahují dle mapového serveru SOWAC GIS (2011) dva klimatické regiony. Převážně na východě a jihu území je to klimatický region MT2 – mírně teplý, mírně vlhký. Na zbytku území pak region T3 – teplý, mírně vlhký.

Informace o průběhu atmosférických srážek v padesátiletém průměru pocházející z nejbližší srážkoměrné stanice Podivice (375 m n. m.) jsou v následující tabulce vyjádřeny v milimetrech.

Tab. 4: Úhrn atmosférických srážek v padesátiletém průměru dle srážkoměrné stanice Podivnice (375 m n. m.) [10]

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	roční úhrn
srážky (mm)	36	32	31	44	64	72	84	73	51	54	48	43	672

Úhrn srážek ve vegetačním období (IV. – IX. měsíc) je 388 mm.

Informace o průměrné teplotě v okrsku v padesátiletém průměru vycházejí z měření pozorovací stanice Plumlov (331 m n. m.).

Tab. 5: Průměrná teplota v padesátiletém průměru dle pozorovací stanice Plumlov (331 m n. m.) [10]

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	průměr
teplota (°C)	-2,6	-1,3	2,9	7,9	13,1	16	17,9	17	13,2	8,2	3,1	-0,7	7,9

Roční průměrná teplota je 7,9°C.

Průměrná teplota ve vegetačním období (IV. – IX. měsíc) je 14,2°C.

Podle klasifikace podnebních oblastí na základě ročního srážkového úhrnu 600 – 700 mm je oblast označována jako vlhká (humidní). Stejně tak podle Langova dešťového faktoru (Df) se podnebí jeví jako vlhké.

$$Df = S / t$$

$$Df = 632 / 7,9 = 80$$

kde: S – průměrný roční úhrn srážek v mm

t – průměrná roční teplota vzduchu v °C.

### 5.3 Hydrologické poměry

Zájmové území spadá do hlavního povodí řeky Moravy, dílčího povodí Střední Morava. V katastrálním území se nachází jediný vodní tok, Sněhotický potok, který je levostranným přítokem Ondratického potoka a s ním pak přítokem říčky Brodečky. Brodečka se vlévá do řeky Haná a ta dále do řeky Moravy. Sněhotický potok patří do povodí Ondratického potoka, číslo hydrologického pořadí 4 – 12 – 02 – 050, plocha povodí je 8,523 km<sup>2</sup>. Délka toku v zájmovém území je 1350 m. Sněhotický potok je upravený, zcela napřímený tok, který byl určen do správy Zemědělské vodohospodářské zprávy, Oblast povodí Moravy a Dyje, pracoviště Prostějov (Tichá a kol., 2005).

Vodní poměry jednotlivých půd jsou ovlivňovány zejména zrnitostním složením, konfigurací terénu a vnitřní drenáží půdotvorného substrátu. Veškeré zde se vyskytující půdní typy jsou středně vodopropustné (Tichá a kol., 2005).

Zájmové území je bohaté na zásoby podzemní vody. Rezervoárem podzemní vody jsou zvodnělé vrstvy neogenních sedimentů. Spodním izolátorem vodních zásob je kulmský skalní podklad, stropním jsou bádenské jíly. Zvodnělé vrstvy jsou v různé hloubce pod povrchem a mají mocnost 4 – 55 m. Voda v nich obsažená je více či méně napjatá a většinou vystupuje až k povrchu terénu (Tichá a kol., 2005).

#### **5.4 Geomorfologie a geologické poměry**

Geomorfologicky lze území do systému Hercinského, provincie Česká Vysočina, subprovincie Česko-Moravská, oblast Brněnská vrchovina a celek Dražanská vrchovina (Demek, Mackovčín a kol., 2006).

Východní část území se nachází v oblasti tvořené třetihorními vápnatými sedimenty mořského neogénu, místy překrytými svahovinami z převážně karbonátového nebo kyselého materiálu a sprašových hlín. K povrchu zde také místy vystupují staré kulmské horniny, převážně dropty, často překryté vrstvami bazálních písků až drobných štěrků. V západní části území se vyskytují převážně drobová a pískovcová souvrství kulmu, místy svahoviny z převážně karbonátového materiálu nebo sprašové hlíny (Tichá a kol., 2005).

Nejvyšší část území má nadmořskou výšku 318 m n. m. pod hájovnou na hranici k. ú. Otaslavice, nejnižším bodem je niva potoka na východní hranici k. ú. (Tichá a kol., 2005).

#### **5.5 Pedologické poměry**

Na základě rozdělení republiky na bioregiony (Culek, 1996) spadají Sněžotice pod bioregion Prostějovský 1.11. Ten je charakterizován dominujícími černicemi na spraších, které ale výše k okraji Dražanské vrchoviny přecházejí do hnědozemí.

Vlivem příznivých klimatických podmínek vznikly na části zájmového území hnědozemě na spraších. Tyto půdy se vyznačují komplexem příznivých agrofyzikálních vlastností. Poměrně kvalitním půdotvorným substrátem jsou i

sprašové hlíny a svahoviny z převážně kyselého materiálu nebo karbonátového materiálu. Vznikly na nich hnědozemě, místy hnědé ilimerizované půdy. Nejméně hodnotným půdotvorným substrátem jsou droby a pískovce (Tichá a kol., 2005).

V katastrálním území Sněhotice se dle kódů BPEJ a mapového serveru SOWAC GIS (2011) vyskytují půdy hluboké a převážně hnědozemní. Půdy hluboké až středně hluboké pak v naprosto minimálním zastoupení, a to na zemědělsky neobdělávaném území.

Tab. 6: Hlavní půdní jednotky v katastrálním území Sněhotice, zpracováno dle [9]

HPJ	genetický půdní představitel	půdní druh
08	černozemě modální (CEm), pelické (CEp) či jiné půdy s regozeměmi (RG) na erozi obnažených površích v oblasti eolických sedimentů (B5) až slínů (B7)	středně těžké
10	hnědozemě modální (HDm) s event. slabým oglejením (HNmg') ze spraší (B5 SP)	středně těžké s těžkým podložím
11	hnědozemě modální (HDm) někdy slabě oglejené (HNmg') ze sprašových hlín, prachovic (B5 SP)	středně těžké s těžkým podložím
12	hnědozemě modální (HDm) někdy slabě oglejené (HNmg') z polygenetických hlín (B6 k HP, c HP)	středně těžké s těžkým podložím
13	hnědozemě modální (HDm) a luvické (HNI) s event. slabým oglejením ze spraší či sprašových hlín (B5 SP-HS) nad terasovými štěrkopísky (B3) v hloubce 0,3 - 0,6 m	středně těžký překryv
20	pelozemě modální (PEm), vyluhované (PEv), místy melanické (PE) až erozní regozemě pelické (RGp) ze slínů a slínovců (B7 SN-SC)	těžké až velmi těžké
22	regozemě arenické (RGr) a kambizemě arenické (KAr) ze zahliněných písků a štěrkopísků (B4 zP, B3 z ŠR)	střední, lehčí
26	kambizemě modální eu- až mesobazické (KAme' - KAma') z PS sedimentárních tvrdých břidlic (D12d), poskytující středně těžké zvětrality (H,rH)	středně těžké
27	kambizemě modální eu- až mesobazické (KAme' - KAma') z PS sedimentárních hornin (D12c), poskytující lehčí zvětrality (pH)	lehké (lehké střední)
40	kambizemě (KA), rendziny (RZ), pararendziny (PR) a rankery (RN), v některých případech erozní regozemě (RG) z různých substrátů - lehčích a středně těžkých v silně svažitých územích	lehké až lehčí, středně těžké
47	pseudogleje modální (PGm), luvické (PGl) a kambizemě oglejené (KAg) z polygenetických hlín (B6 k HP) i skeletovitých (B6 KP)	středně těžké
55	fluvizemě modální eu- až mesobazické (FLme' - ma') z nivních (A a P) sedimentů lehkých (hP)	lehké
56	fluvizemě modální (FLm) a kambické (FLk) eu- (e') či mesobazické (a') ze středně těžkých (H, rH) nivních sedimentů (A a H, aHc)	lehčí, středně těžké
58	fluvizemě glejové (FLg) z lehčích středních až středních (pH-H-rH) sedimentů (A a H)	středně těžké

## 5.6 Zemědělství

Zájmové území, katastrální území Sněhotice, je po stránce zemědělsko-výrobní zařazeno do výrobního typu řepářského, převážně subtypu řepářsko-ječného. V současné době na většině plochy zemědělských pozemků hospodaří společnost Zevas a.s. se sídlem v Brodku u Prostějova, a to na ploše cca 53 ha. Převážně v jižní části katastrálního území mezi Sněhotickým potokem a hranicí s katastrálním územím Ondratice hospodaří soukromá osoba. Část zemědělských pozemků není v současné době obhospodařována, hlavně se jedná o velmi svažité až nepřístupné pastviny, které jsou téměř zanáletované. Základní orientace současné výroby je zaměřena hlavně na pěstování obilovin a pícnin (pšenice, ječmen, hořčice). Tyto plodiny jsou na pozemcích střídány především dle aktuální poptávky na trhu.

## **6. METODIKA**

V této kapitole jsou sepsány postupy, dle kterých byla práce zpracována.

### **6.1 Inventarizace protierozních opatření technického charakteru**

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. (VÚMOP, v. v. i. ) v Praze aktuálně zpracovává projekt „Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření“. Součástí tohoto projektu je inventarizace technických protierozních opatření celé České republiky. Vám předkládaná práce si klade za cíl zpracovat a zhodnotit realizovaná protierozní opatření v katastrálních územích Sněhotice a Želeč tak, aby byl výsledek přínosný pro VÚMOP, v. v. i. kvůli dalšímu zapracování do výše uvedeného projektu.

Pro prvotní seznámení se s technickými opatřeními v těchto katastrech byl využit dotazník, který pro VÚMOP, v. v. i. vyplnil Pozemkový úřad Prostějov.

Dále byla navázána komunikace s Pozemkovým úřadem Prostějov, za účelem získání podkladových materiálů k realizovaným technickým protierozním opatřením. Po vleklém jednání byly poskytnuty dokumentace s názvy „Protipovodňová a protierozní opatření v k. ú. Želeč – II. etapa“ a „Zpracování realizačních projektů v k. ú. Sněhotice“.

Ve dnech 19.10.2010 a 16.3.2011 byla katastrální území osobně navštívena. Byl proveden průzkum technických protierozních opatření, jejich zaměření a fotodokumentace a následné zhodnocení stavu.

### **6.2 Výpočet přípustné ztráty půdy pomocí jednotlivých erozních faktorů**

Tato část práce, pokud není v textu uvedeno jinak, se řídí platnou metodikou z roku 2007, která nese název „Ochrana zemědělské půdy před erozí“. Pro VÚMOP v. v. i. byla zpracována kolektivem autorů pod vedením Prof. Ing. Miloslava Janečka, DrSc.

Rastrová data výškopisné a katastrální složky SM 5 byla poskytnuta Zeměměřičským úřadem, Praha 8.

Vektorová mapa BPEJ pro katastrální území Sněhotice byla poskytnuta Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Praha 5.

Větrná eroze nebyla v práci řešena. Jak vyplývá z výsledků projektu, NAZV EP7057 – Způsoby omezení degradace půd před erozí a systémy protierozní ochrany, který byl v letech 1997 – 2000 zpracován Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v.v.i, Praha 5, není k. ú. Sněhotice ohroženo větrnou erozí.

Výsledky práce byly zpracovány v programu ArcGis. Vznikla tak mapa, která je uveřejněna formou přílohy v této práci, viz. Příloha 1.

### **6.2.1 Faktor erozní účinnosti deště (R)**

Průměrná hodnota faktoru erozní účinnosti deště pro stanici Prostějov, ležící 11 km severně od Sněhotic, byla stanovena Podhrázskou a Dufkovou (2005) na 17,7. Hodnota pro Vyškov, ležící od Sněhotic 11 km jižním směrem, vyšla taktéž 17,7. Hodnota faktoru R pro katastrální území Sněhotice byla tedy zprůměrováním těchto dvou hodnot určena na 17,7.

### **6.2.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K)**

Faktor erodovatelnosti půdy byl pro každý pozemek stanoven podle kódu BPEJ. Na základě hodnoty jeho hlavní půdní jednotky (HPJ), která je v pětimístném kódu vyjádřena druhou a třetí číslicí. Na blocích, na kterých se vykytuje více BPEJ, byl faktor K vypočten váženým průměrem.

Výchozí hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ vyčteny z tabulky uvedené v metodice Janeček a kol. (2007).

### **6.2.3 Faktor délky svahu (L)**

Faktor délky svahu byl spočten ze vztahu  $L = (l/22,13)^m$ . Exponent  $m$  byl vypočítán dle tabulky uvedené v metodice Janeček a kol. (2007). Hodnoty délky odtokových linií  $l$  a jejich průměrné sklony  $s$  byly odečteny z mapy SM 5000 pro katastrální území Sněhotice, získané z ČUZK Praha.

### **6.2.4 Faktor sklonu svahu (S)**

Převýšení jednotlivých odtokových linií bylo odečteno z mapy SM 5000 pro katastrální území Sněhotice.



Při nepravidelném sklonu svahu byl faktor S počítán ze vztahu:

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

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

Hodnota S byla následně opravena pro i-tý úsek svahu, rozděleného na deset úseků stejné délky.

### 6.2.5 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)

Faktor ochranného vlivu vegetace byl stanoven na základě informací získaných od Zemědělsko-obchodní společnosti Brodek u Prostějova a.s., která hospodaří na většině orné půdy v k. ú. Sněhotice. Na pozemcích jsou pěstovány následující plodiny: pšenice ozimná, ječmen jarní, hořčice. Faktor C je brán jako vážený průměr jednotlivých faktorů pro pěstované plodiny. Průměrná hodnota pro hořčici se doposud výzkumným týmům nepodařila určit. Faktor C je v jejím případě počítán na základě podobnosti zapojení v jednotlivých fázích růstu s jinými zemědělskými plodinami, konkrétně jako faktor řepky po obilovině.

Tab. 7. Průměrné roční hodnoty faktoru C pro jednotlivé plodiny [6]

plodiny	průměrná hodnota C	rozdělení (%)	
pšenice ozimná	0,12	24	0,0288
hořčice bílá	0,22	30	0,0660
ječmen jarní	0,15	46	0,6900
Celkem			<b>0,1638</b>

Výsledná hodnota faktoru C na území katastru Sněhotice je 0,1638.

### 6.2.6 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Za protierozní opatření jsou v tomto případě brána hrázkování, terasování, pásové střídání plodin a konturované obdělávání pozemku. Žádné z těchto opatření není v k. ú. Sněhotice uplatňováno. Faktor P = 1.

### 6.2.7 Výpočet dlouhodobé ztráty půdy vodní erozí

Vypočtené hodnoty jednotlivých faktorů byly dosazeny do univerzální rovnice dle Wischmeiera, Smithe (1978):

$$G = R * K * L * S * C * P [t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}],$$

čímž se stanovila průměrná dlouhodobá ztráta půdy erozí.

### 6.2.8 Stanovení přípustné ztráty půdy vodní erozí

Pro stanovení přípustné ztráty půdy vodní erozí bylo použito hodnot z tabulky číslo 2. Pro středně hluboké půdy je vyžadována maximální ztráta půdy do  $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ , pro půdy hluboké do  $10 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ . Při překročení těchto mezí je nutné přistoupit k protierozní ochraně půdy.

Na území Sněhotic převažují území s půdami hlubokými. Jelikož se ale celý katastr nachází v PHO II. stupně, je jako  $G_{příp}$  uvažována hodnota do  $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$  i na těchto půdách.

## 7. VÝSLEDKY PRÁCE

V kapitole jsou prezentovány výsledky, kterých bylo na základě metodického postupu, uveřejněného výše, dosaženo.

### 7.1 Inventarizace protierozních opatření technického charakteru

V této kapitole jsou zpracována data o protierozních opatřeních technického charakteru, která byla v rámci pozemkových úprav realizována v katastrálních územích Sněhotice a Želeč. Zjištěné informace budou použity k řešení projektu „Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření“, jež v těchto letech řeší Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. Výčet navržených a realizovaných technických protierozních opatření byl zjištěn z dotazníku, který pro tento ústav vyplňovaly jednotlivé pozemkové úřady. V případě území Sněhotice a Želeč konkrétně Pozemkový úřad Prostějov.

Z dotazníku Pozemkový úřad Prostějov (2009) lze vyčíst následující technická protierozní opatření:

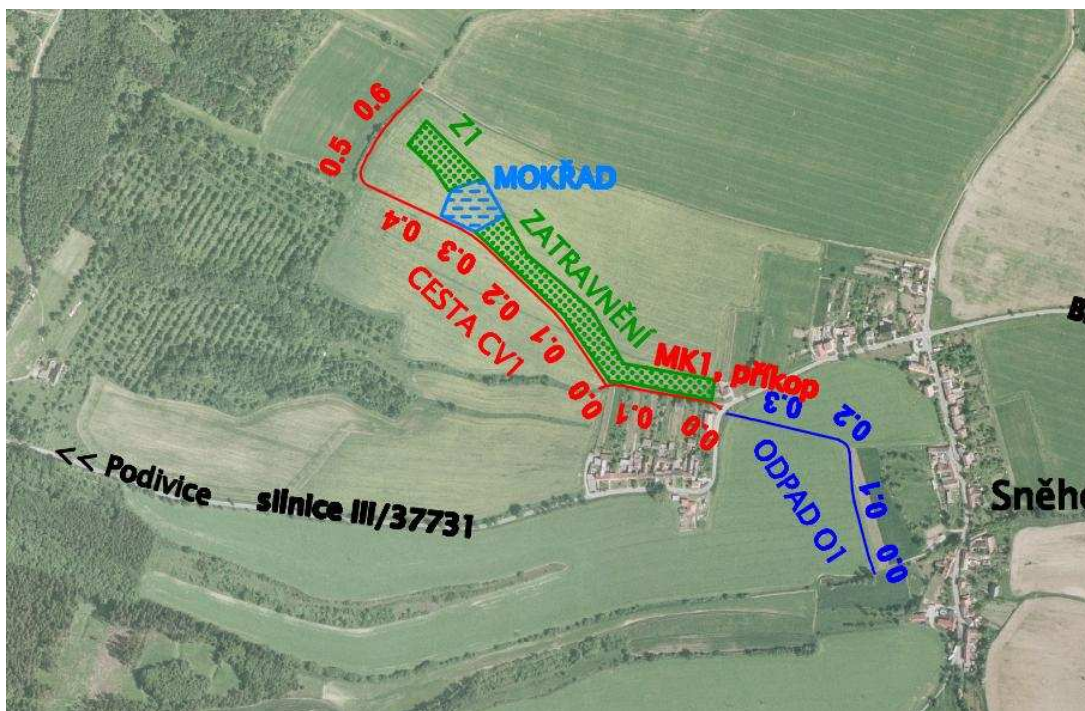
1. Pro katastrální území Sněhotice – terénní urovnávky, protierozní příkopy, zatravněné údolnice.
2. Pro katastrální území Želeč – protierozní příkopy, průlehy, zatravněné údolnice, protierozní hrázky.

Na základě terénních pochůzek, studia technické dokumentace, ani po konzultacích s pracovníky Pozemkového úřadu Prostějov nebylo zjištěno, jaký úkon byl ve Sněhoticích považován za protierozně působící terénní urovnávku.

Protierozním příkopem ve Sněhoticích byl úřadem označen svodný příkop podél cesty CV1. Dají se mezi ně ovšem zařadit i další dva příkopy. Svodný příkop vedený podél cesty MK2 a sběrný příkop nazvaný v dokumentaci od Papouška (2008c) jako „Otevřený odpad“.

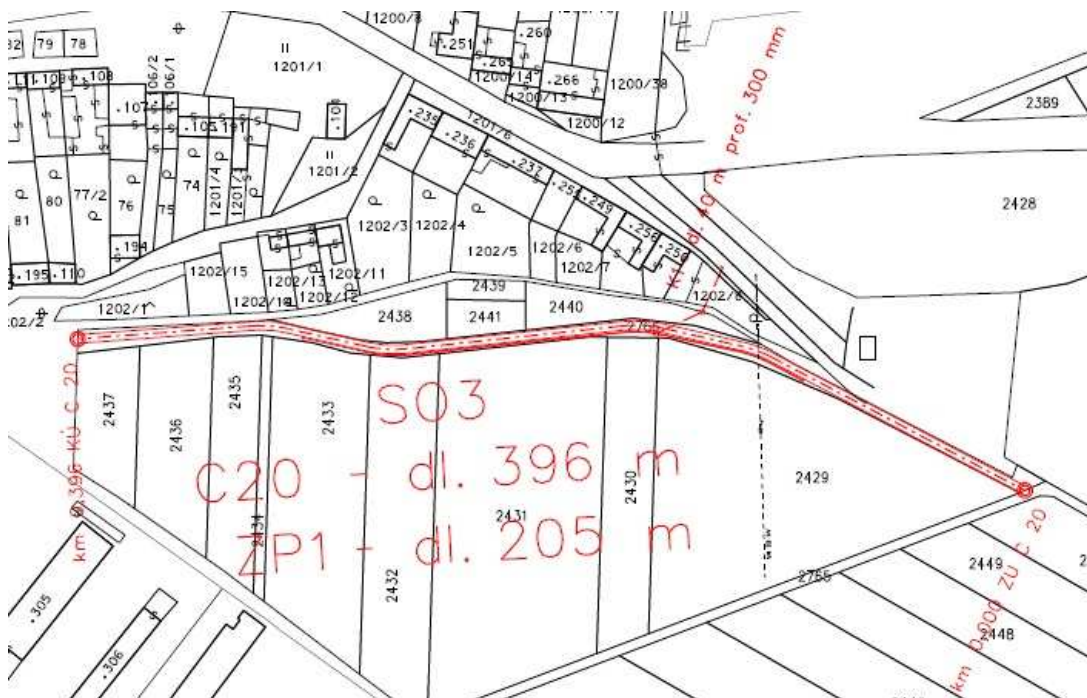
Za zatravněnou údolnici ve Sněhoticích byl Pozemkovým úřadem Prostějov označen zatravněný pás podél cesty CV1. Pro jeho umístění ve svahu ho však za zatravněnou údolnici považovat nelze. Oproti znázornění na obrázku 8 nebyla zatravněna část nad cestou MK1 a část pokračující severozápadně od mokřadu.

Obr. 8: Umístění protierozních opatření v k.ú Sněhotice [4]



V Želči byl Pozemkovým úřadem Prostějov označen jako protierozní příkop záchytný příkop ZP1 podél cesty C20. Protierozní funkci ovšem plní další dva příkopy, které byly vystavěny podél cesty C31.

Obr. 10: Umístění protierozních opatření v k. ú. Želeč – jihovýchodně od obce [8]

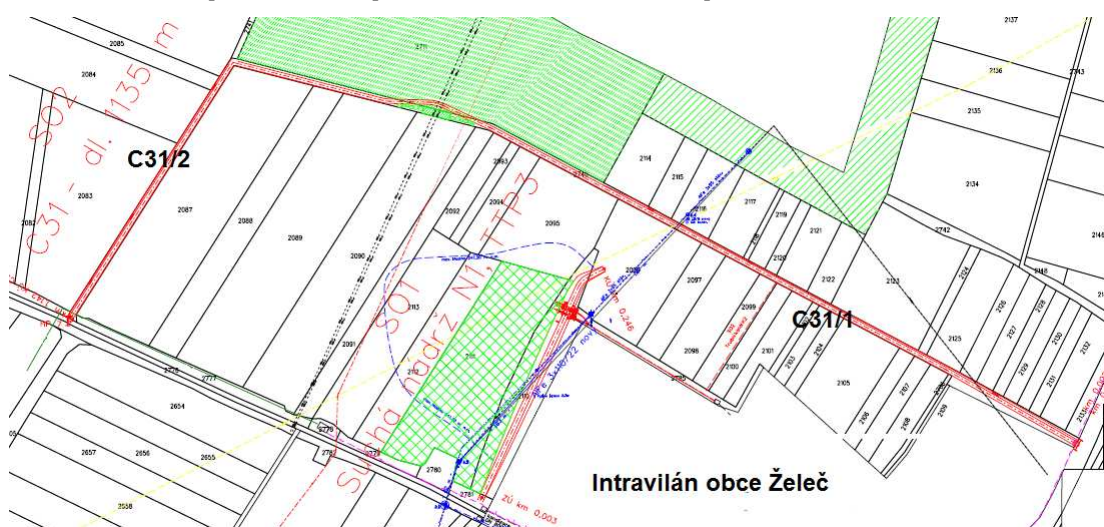


Na základě terénních pochůzek, studia technické dokumentace, ani po konzultacích s pracovníky Pozemkového úřadu Prostějov nebylo zjištěno, jaký úkon byl v Želči považován za průleh.

Za zatravněnou údolnici byl považován TTP v předhrází protierození nádrže nazvané Suchá nádrž N1.

Pozemkovým úřadem uváděná protierození hrázka je ve skutečnosti protierození nádrž Suchá nádrž N1.

Obr. 10: Umístění protierození opatření v k. ú. Želeč – severozápadně od obce [7]



Dále je uvedena přehledná tabulka skutečně navržených a realizovaných protierození opatření technického charakteru v katastrálních územích Sněhotice a Želeč.

Tab. 8: Realizovaná protierození opatření technického charakteru v katastrálních územích Sněhotice a Želeč [1]

Katastrální území	Typ opatření	Lokalizace - GPS
Sněhotice	Svodný příkop - CV1	49°22'15.102"N, 17°3'18.202"E
	Svodný příkop - MK2	49°22'10.481"N, 17°3'29.465"E
	Sběrný příkop	49°22'8.864"N, 17°3'38.448"E
Želeč	Záchytný příkop - ZP1	49°20'44.354"N, 17°6'15.689"E
	Záchytný příkop - C31 (1)	49°21'2.236"N, 17°5'29.036"E
	Záchytný příkop - C31 (2)	49°21'3.601"N, 17°5'0.069"E
	Protierození nádrž	49°20'58.609"N, 17°5'18.249"E

### 7.1.1 Katastrální území Sněhotice

V katastrálním území Sněhotice byla realizována tři technická protierozní opatření. Svodný příkop - CV1, Svodný příkop – MK2, sběrný příkop.

#### Svodný příkop – CV1

Pravostranný svodný příkop podél zpevněné cesty CV1 v severní části obce byl navržen k bezpečnému odvedení povrchové vody z okolních pozemků a vozovky komunikace do sběrného příkopu. V minulosti docházelo k zaplavování níže položených zahrad usedlostí (Papoušek 2008a; Tichá a kol., 2005).

Příkop je navržen v délce 510 m a ústí do propustku, kterým je převáděn do svodného příkopu MK2. Tvar příkopu je lichoběžníkový o sklonu svahů 1 : 1 a průměrné hloubce koryta 0,3m (Papoušek 2008a).

*Foto 1: Celkový pohled*



*Foto 2: Opevnění koryta*



Dno je vyloženo odvodňovacími betonovými žlaby TBZ 30/20/8. Svahy jsou zpevněny betonovými vegetačními dlaždicemi 60/40/8, ohumusovány a osety travní směsí. Minimální sklon koryta je 0,25 %, maximální je 8,79 % (Papoušek 2008a).

Oproti dokumentaci jsou v trase příkopu navíc tři hospodářské přejezdy s propustky, které zpřístupňují jednotlivé parcely. Celkem jsou tyto přejezdy čtyři. Propustky v délce 4 – 5 m jsou nadimenzovány na DN 400. Nad cestním příkopem byl zatravněn pás orné půdy v průměrné šířce 27 m. Podél příkopu je liniově vysázena doprovodná zeleň, listnaté stromy (Papoušek 2008a).

Foto 3: Celkový pohled



Foto 4: Opevnění koryta



Příkop je 2 roky starý, v odpovídajícím dobrém stavu a funkční.

### **Svodný příkop – MK2**

Pravostranný svodný příkop podél zpevněné cesty MK2 v severní části obce byl navržen k bezpečnému odvedení povrchové vody z okolních pozemků a vody z do příkopu zaústěného svodného příkopu CV1. V minulosti docházelo k zaplavování níže položených zahrad usedlostí (Papoušek 2008b; Tichá a kol., 2005).

Příkop je navržen v délce 159 m, z toho 90 m jako otevřený příkop. Následujících 69 m je zatrubněno a z důvodu nedostatku prostoru podél vozovky je příkop veden pod vozovkou. Ústí do stávajícího vtokového objektu před mostkem přes silnici III/37731 (Papoušek 2008b).

Foto 5: Opevnění koryta příkopu [1]



Tvar otevřené části příkopu je lichoběžníkový o sklonu svahů 1 : 1 a průměrné hloubce koryta 0,3m. Dno je vyloženo odvodňovacími betonovými žlaby TBZ 30/20/8. Svahy jsou zpevněny betonovými vegetačními dlaždicemi 60/40/8, ohumusovány a osety travní směsí. Minimální sklon koryta je 0,05 %, maximální je 1,44 % (Papoušek 2008b).

Foto 6: Sedimentační prostor [1]



Foto 7: Vyústění zatrubnění [1]



Před zatrubněním příkopu (DN 600) je umístěn sedimentační prostor, lapač splavenin, délky 5 m, s šířkou dna 0,3 m a hloubkou rovněž 0,3 m. Objekt je zhotoven z kamenné dlažby do betonového lože a slouží k zachycení případných nečistot (Papoušek 2008b).

Oproti dokumentaci není v km 0,081<sub>400</sub> umístěn hospodářský sjezd s propustkem DN 600, délky 7 m. Tento je umístěn až v km 0,151, v délce 6 m. Na konci, v km 0,157 do propustku ústí cestní příkop CV1. Odvod stékající povrchové vody v místě zatrubnění je řešen mělkým příkopem ze žlabovek TBZ 30/20/8. Vyústění tohoto příkopku je vedeno čtyřřádkem z kostek, uložených obloukově, přes vozovku v délce 14,5 m (Papoušek 2008b).

Podél příkopu není vysázena žádná doprovodná zeleň.

Příkop je 2 roky starý, v odpovídajícím dobrém stavu a funkční.

### **Sběrný příkop**

Pravostranný svodný příkop podél zpevněné cesty CV1 v jihovýchodní části obce byl navržen k bezpečnému odvedení vod z odvodňovacích příkopů projektovaných komunikací CV1 a MK2. Je veden od stávajícího mostku přes silnici III/37731, přes pole JV směrem, v délce 0,179 k m, dále 0,2 km směrem jižním, kde je vyústěn do Sněhotického potoka. (Papoušek 2008c; Tichá a kol., 2005).



Foto 8: Sedimentační prostor [1]



Příkop je navržen v délce 379 m. Tvar příkopu je lichoběžníkový o sklonu svahů 1 : 1,5 a průměrné hloubce koryta 0,6m (Papoušek 2008c).

Dno i svahy jsou zpevněny betonovými vegetačními dlaždicemi 600/400/70 kladenými podélně, ohumusovány a osety travní směsí. Vrchní část svahů pouze ohumusována a oseta. Minimální sklon koryta je 0,25 %, maximální je 4,85 % (Papoušek 2008c).

Foto 9: Kamenný práh [1]



Foto 10: Propustek [1]



V trase příkopu je celkem 6 kamenných práhů o rozměrech 0,4 x 0,6 m, které zajišťují stabilitu lomů příkopu. V trase příkopu se dále nachází hospodářský přejezd, DN 800, délky 8 m, zpřístupňující příkopem oddělené pozemky. Zaústění do Sněhotického potoka je řešeno trubním propustkem DN 800, délky 5 m (Papoušek 2008c).

Příkop je 2 roky starý, v odpovídajícím dobrém stavu a funkční.

### 7.1.2 Katastrální území Želeč

V katastrálním území Želeč byla realizována čtyři technická protierozní opatření. Záchytný příkop - ZP1, záchytný příkop – C31/1, záchytný příkop – C31/2, protierozní nádrž.

#### **Záchytný příkop - ZP1**

Záchytný příkop, podél cesty C20 udržované jako nezpevněný zelený pás, byl navržen k zachycení povrchově stékajících vod z přilehlých pozemků a k ochraně usedlostí v jihovýchodní části. V minulosti docházelo k zaplavování níže položených zahrad usedlostí (Skácel, 2004b).

*Foto 11: Cesta s příkopem vpravo [1]*



Příkop je navržen v délce 205 m. Tvar příkopu je lichoběžníkový o sklonu svahů 1 : 1,5 a průměrné hloubce koryta 0,35 m. Šířka ve dně je 0,3 m (Skácel, 2004b).

Dno i svahy jsou v tloušťce 0,1 m ohumusovány a osety travní směsí. Minimální sklon koryta je 0,3 %, maximální je 9,57 % (Skácel, 2004b).

Voda zachycená příkopem je odváděna trubním vedením do obecní dešťové kanalizace. Spadištní šachta v příkopu je z lomového kamene o průměru 1,0 m, s usazovacím prostorem výšky 0,3 m. Vtok i výtok ze šachty je betonovým potrubím DN 300 v délce 40 m (Skácel, 2004b).

Foto 12: Čištěný úsek [1]



Foto 13: Spadištní šachta [1]



Příkop je 4 roky starý. Travní porost je plně zapojen. Příkop přesto není ve stoprocentním stavu. V jeho západní části, v délce 40 m, je příkop pravidelně čištěn místním obyvatelstvem, ovšem na úkor travního opevnění dna a svahů. Následujících 30 m je příkop zpola zanesený. Zbylá část příkopu je ve vzorném stavu, vyjma tří posledních metrů na východním okraji, které jsou zerodované.

Nad příkopem jsou v délce 150 m vysázeny dřeviny. Převážně jehličnaté, v posledních 20 m na východní části pak listnaté. Příkop plní svou funkci.

### **Záchytný příkop – C31/1**

Záchytný příkop, spolu s cestou C31, byl navržen k plnění funkce protierozní a protipovodňové. Dělí povodí na dílčí a odvádí stékající vodu z přilehlých pozemků k ochraně usedlostí v severozápadní části obce. V minulosti docházelo k zaplavování níže položeného intravilánu obce. (Skácel, 2004a).

Foto 14: Spadištní šachta [1]



Foto 15: Erodovaná cesta s příkopem [1]



Cesta je v převážné délce příkopu udržována jako nezpevněný zelený pás. V počáteční délce 130 m je navržena cesta zpevněná (Skácel, 2004a).

Příkop je navržen v délce 490 m. Tvar příkopu je ve tvaru „V“ o sklonech svahů 1 : 2 a 1 : 1,5 a průměrné hloubce koryta 0,3 m (Skácel, 2004a).

Dno i svahy jsou v tloušťce 0,1 m ohumusovány a osety travní směsí. Minimální sklon koryta je 0,83 %, maximální je 3,52 % (Skácel, 2004a).

Voda zachycená příkopem je odváděna trubním vedením do stávajícího obecního odpadu. Spadištní šachta v příkopu, km 0,305, je z lomového kamene o průměru 1,0 m, s usazovacím prostorem výšky 0,3 m. Do odpadu je voda odváděna trubním kanálem, z trub TBH 300/1000, o délce 123 m. (Skácel, 2004a).

*Foto 16: Zpola zanesený příkop [1]*



Příkop je 4 roky starý. V délce 130 m, podél vyasfaltované části cesty, je travní porost plně zapojen, ovšem příkop je téměř zcela zanesen (zbývají cca 2 cm), voda tedy stéká přes komunikaci na níže položené pozemky. Následujících 25 m bylo zcela zarovnáno, rozrušeno pojezdem těžké mechanizace za účelem vystavění rodinného domu v těsné návaznosti pod cestou. Příkop byl v této délce znovu svépomocí uměle vykopán, ovšem nezpevněn a neoset. Následuje délka 188 m, v které je příkop dostatečně hluboký, travní směs na svazích se ale neuchytila. V konečné délce 157 m je travní porost příkopu plně zapojen, ovšem příkop je ze dvou třetin výšky zanesen. Usazovací prostor šachty je zanesen na úroveň trubního kanálu, který je plně průtočný. V trase příkopu se nenachází žádné dřeviny. Příkop plní svou funkci v omezeném úseku.

### Záchytný příkop – C31/2

Záchytný příkop, spolu s cestou C31, v délce příkopu navrženou jako nezpevněný zelený pás, byl navržen k plnění funkce protierozní a protipovodňové. Dělí povodí na dílčí a odvádí stékající vodu z přilehlých pozemků k ochraně usedlostí v severozápadní části obce. V minulosti docházelo k zaplavování níže položeného intravilánu obce. (Skácel, 2004a).

Foto 17: Celkový pohled na cestu [1]



Foto 18: Zcela zanesený příkop [1]



Příkop je navržen v délce 282 m. Tvar příkopu je ve tvaru „V“ o sklonech svahů 1 : 2 a 1 : 1,5 a průměrné hloubce koryta 0,3 m (Skácel, 2004a).

Dno i svahy jsou v tloušťce 0,1 m ohumusovány a osety travní směsí. Minimální sklon koryta je 0,12 %, maximální je 3,24 % (Skácel, 2004a).

Voda zachycená příkopem je odvedena přes propustek z trub TZH Q 400/1000, délky 9 m, do odpadu svádějícího povrchové vody k vtokům do kanalizace. Vtok i výtok je opevněn dlažbou z lomového kamene tl. 0,3 m (Skácel, 2004a).

Foto 19: Zpola zanesený propustek [1]



Příkop je 4 roky starý. V délce 251 m je příkop zcela zanesen, od drnu zatravněné cesty je pole odděleno výškovým rozdíl cca 2 cm. Prakticky je tedy stékající voda zachycována pouze zatravněnou cestou, která má sklon 3 % proti svahu, při šířce cesty 4 m. Zbylých 31 m se hloubka příkopu postupně zvyšuje. Na svazích je zapojený travní porost. Propustek je z 1/3 zanesen.

V trase příkopu se nenacházejí žádné dřeviny. Příkop neplní svou funkci.

### **Protierozní nádrž**

Suchá nádrž je situována na severozápadním okraji obce, hned za fotbalovým hřištěm. Eliminuje případné náhlé povodňové a přívalové vlny při vydatných deštích a zadržuje vodu na předem určeném místě. Z nádrže je pak regulovaně odváděna přes zastavěnou část obce místní kanalizací (Lepař, 2004).

*Foto 20: Suchá nádrž [1]*



*Foto 21: Návodní svah hráze [1]*



Hráz je řešena jako homogenní sypaná zemní hráze v délce 243 m se sklonem návodního svahu 1 : 3,4 a vzdušného svahu 1 : 2 o šířce koruny 5 m. Objem retenčního prostoru nádrže je 15 600 m<sup>3</sup>. Maximální výška hráze je 2,2 m. Návodní svah je opevněn kamenným záhozem. Vzdušný svah hráze je opevněn štěrkokodrtí v tl. 0,2 m, následně ohumusován a oset travní směsí. Koruna hráze je zpevněna vibrovaným štěrskem se zakalením tl. 0,3 m (Lepař, 2004).

Dno zdrže je vyspárováno ke spodní výpusti a oseto travní směsí v rozsahu 16 700 m<sup>2</sup>. Odstraňování nánosů probíhá jednou za deset let, v zimním období (Lepař, 2004).

Bezpečnostní přeliv navržen na převedení Q100 v množství 4,4 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Konstrukci tvoří profil ve tvaru U v přelivné části, v hrázové části zastropený a ve výtokové části snižující se rovnoběžně s profilem hráze. Délka přelivné hrany je 16 m. Celá hráze je průjezdná (Lepař, 2004).

Foto 22: Vývar, spodní výpust [1]



Foto 23: Bezpečnostní přeliv [1]



Spodní výpust' je navržena v prodloužené ose odpadního příkopu o celkové délce 13 m, kruhového profilu o průměru 0,5 m s podélným sklonem 0,8 %. Je navržena na převedení max.  $Q = 0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (Lepař, 2004).

Suchá nádrž je stará čtyři roky a chrání část obce před zaplavením. Její stav je velice dobrý, bez viditelných poškození. V celém prostoru nádrže se nenachází žádné dřeviny.

## 7.2 Výpočet ohroženosti pozemků v k. ú. Sněhotice pomocí univerzální rovnice

Všechny výpočty byly provedeny na základě metodiky uvedené v této práci. Podkladové mapy byly v programu ArcGis prolunty a byla utvořena jedna mapa, se složkou katastrální, výškopisnou a s uvedenými kódy bonitovaných půdně ekologických jednotek. Do takto vzniklé mapy byla pro každý pozemek určena minimálně jedna odtoková linie. Ty jsou vyznačeny spolu se stávajícím stavem území v příloze 1.

Výsledné hodnoty ztráty půdy (G) v tunách na hektar za jeden rok pro jednotlivé odtokové linie jsou uvedeny v následující přehledné tabulce číslo 9. Podrobné výpočty faktorů K, L, S a C (pro linii 3401/1) jsou uvedeny v přílohách, viz Příloha 2 až Příloha 5.

Tab. 9: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy (t.ha/rok) a jejich jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie

blok - linie	R	K	L	S	C	P	G (t*ha/rok)
3401/2 - 1	17,7	0,46	2,50	1,35	0,1638	1	4,50
3401/2 - 2	17,7	0,48	2,89	1,24	0,1638	1	4,99
3401/1 - 1	17,7	0,48	3,12	1,10	0,1177	1	3,43
3401/1 - 2	17,7	0,52	3,01	0,97	0,1638	1	4,40
3510/2 - 1	17,7	0,30	2,42	0,48	0,1638	1	1,01
3510/1 - 1	17,7	0,45	1,95	3,14	0,1638	1	7,99

<b>3510/1 - 2</b>	17,7	0,49	2,38	1,13	0,1638	1	<b>3,82</b>
<b>3510/1 - 3</b>	17,7	0,43	3,02	1,22	0,1638	1	<b>4,59</b>
<b>3510/1 - 4</b>	17,7	0,44	1,70	1,90	0,1638	1	<b>4,12</b>
<b>3510/1 - 5</b>	17,7	0,27	2,13	2,25	0,1638	1	<b>3,75</b>
<b>3510/1 - 6</b>	17,7	0,47	2,14	0,78	0,1638	1	<b>2,27</b>
<b>3510/3 - 1</b>	17,7	0,45	2,08	0,50	0,1638	1	<b>1,36</b>
<b>4401 - 1</b>	17,7	0,48	3,74	1,72	0,1638	1	<b>8,95</b>
<b>4401 - 2</b>	17,7	0,48	3,53	1,56	0,1638	1	<b>7,66</b>
<b>3513 - 1</b>	17,7	0,24	1,85	0,66	0,1638	1	<b>0,85</b>
<b>3517 - 1</b>	17,7	0,42	1,52	0,22	0,1638	1	<b>0,41</b>

Z tabulky 9 vyplývá nutnost protierozní ochrany bloků 3401/2, 3401/1, 3510/1 a 4401. Bloky 3510/2, 3510/3, 3513 a 3517 nepodléhají erozi v takové míře, která by protierozní ochranu vyžadovala.

### 7.3 Návrh protierozních opatření v k. ú. Sněhotice

V katastrálním území sněhotice byla navržena následující protierozní opatření: protierozní osevní postup, zatravnění, protierozní příkopy.

Protierozní osevní postup byl vypočten pro pětileté pěstební období. Jednotlivá období byla spočtena s přihlédnutím k průměrnému měsíčnímu rozdělení faktoru R v České republice (Tab. 1). Pro vyvážený protierozní osevní postup byly vybrány následující plodiny:

plodina	doba setí	doba sklizně
1. jetel (rok podsevu)		do 31. srpna
(rok užítku)	1. květen	- 31. září
2. pšenice ozimná	1. říjen	- 15. srpen
3. hořčice	11. březen	- 27. srpen
4. řepka	1. září	- 30. červenec
5. ječmen s podsevem jetele	15. březen	- 11. červen

Protierozní osevní postup sestavený z těchto plodin má průměrnou roční hodnotu  $C = 0,1265$ .

Podrobné výpočty jednotlivých faktorů po návrhu protierozních opatření viz Příloha 6 až Příloha 8.



### **Blok 3401/2**

Blok je situovaný na severozápadním okraji obce. Nacházejí se na něm půdy hluboké, bezskeletovité hnědozemě, černozemě a kambizemě (SOWAC GIS, 2011). V rámci pozemkových úprav byla vybudována zpevněná cesta s pravostranným příkopem. Je vedena z velké části údolnicí a rozděluje nyní bloky I a II, které byly dříve obhospodařovány jako jeden celistvý. Část pozemku je ohrožována přítokem vody z vedlejších pozemků v jeho západním cípu. Tyto se nachází mimo katastrální území Sněhotice, dokonce již spadají pod kraj Vyškov. Pro účely diplomové práce se uvažuje existence povinného záchytného příkopu pod lesem, navrženého v rámci komplexních pozemkových úprav. Hodnota přípustné ztráty půdy byla přesažena na linii povrchového odtoku 1 a 2.

Blok je využíván pro rostlinnou výrobu.

*Foto 24: Blok 3401/2; pohled od jihu [1]*



**Návrh:** použití protierozního osevního postupu.

**Výpočty:** jsou uvedeny v Tab. 10.

*Tab. 10: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy G (t.ha/rok) a jejich jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie po návrhu – blok 3401/2 [1]*

blok - linie	R	K	L	S	C	P	G (t*ha/rok)
<b>3401/2 - 1</b>	17,7	0,46	2,50	1,35	0,1265	1	<b>3,48</b>
<b>3401/2 - 2</b>	17,7	0,48	2,89	1,24	0,1265	1	<b>3,85</b>

### Blok 3401/1

Jeden z největších bloků půdy k. ú. Sněhotice, situovaný na severozápadním okraji obce. Nacházejí se na něm půdy hluboké, bezskeletovité hnědozemě, ve velmi malém procentu kambizemě a pseudogleje (SOWAC GIS, 2011). Ze severu je blok proti přítoku cizí vody chráněn nezpevněnou cestou vyvýšenou nad terén. V rámci pozemkových úprav byla vybudována zpevněná cesta s pravostranným příkopem. Je vedena z velké části údolnicí a rozděluje nyní pozemky 1 a 2, které byly dříve obhospodařovány jako jeden celistvý. Podél velké části cesty byl při realizaci pozemkových úprav také trvale vybudován travní pás, který snižuje erozní působení vody. Přesto byla hodnota přípustné ztráty půdy přesažena na linii povrchového odtoku 2.

Blok je využíván pro rostlinnou výrobu.

Foto 25: Jižní část bloku [1]



Foto 26: Pohled od jihu; s částí zatravnění



**Návrh:** použití protierozního osevního postupu.

**Výpočty:** jsou uvedeny v Tab. 11. Odlišná hodnota C u linie II/1 je způsobena přenásobením zatravněné části svahu hodnotou  $C = 0,005$ , která víceletým travám přísluší – viz Příloha 6. Dále byla ověřena ztráta půdy zkrácené linie 1, pouze v úseku orné půdy, bez zatravnění. Linie je nazvaná 1a.

**Zhodnocení stavu po návrhu:** Po návrhu protierozních opatření nepřekračuje žádná z reprezentativních odtokových linií stanovenou maximální přípustnou ztrátu půdy  $G = 4$  (t.ha/rok).

Tab. 11: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy  $G$  (t.ha/rok) a jejich jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie po návrhu blok 3401/1 [1]

blok -linie	R	K	L	S	C	P	G (t*ha/rok)
3401/1 - 1	17,7	0,45	3,15	1,13	0,0913	1	2,59
3401/1 - 2	17,7	0,52	3,01	0,97	0,1265	1	3,40
3401/1 - 1a	17,7	0,48	2,93	1,24	0,1265	1	3,90

### Blok 3510/1

Členitý blok situovaný jihovýchodně a východně od obce. Je částečně dělen terasovitou mezí s průlehy a hustě zapojeným travním, keřovitým i stromovým porostem. Nacházejí se na něm půdy bezskeletovité, hluboké. Na bloku se nacházejí převážně černozemě, podél Sněhotického potoka fluvizemě a ve východní části hnědozemě (SOWAC GIS, 2011). Bylo zde spočítáno 6 linií povrchové odtoku, z nichž přípustnou mez ztráty půdy překračují linie 1, 3 a 4.

Blok je využíván pro rostlinnou výrobu.

Foto 27: Východní část pod mezí [1]



Foto 28: Východní část nad mezí; území jež je částečně navrženo k zatravnění [1]



**Návrh:** Použití protierozního osevního postupu, zatravnění severovýchodního, vysoce svažitého cípu pozemku.

**Výpočty:** Pro ověření dostatečné šíře zatravnění byla určena nová linie povrchového odtoku 7, která vede po bloku hned vedle zmiňovaného zatravnění, částečně i přes něj. Výpočty jsou uvedeny v Tab. 12.

**Zhodnocení stavu po návrhu:** Po návrhu protierozních opatření nepřekračuje žádná z reprezentativních odtokových linií stanovenou maximální přípustnou ztrátu půdy  $G = 4$  (t.ha/rok).

Tab. 12: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy  $G$  (t.ha/rok) a jejich jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie po návrhu – blok 3510/1 [1]

blok - linie	R	K	L	S	C	P	G (t*ha/rok)
3510/1 - 1	17,7	0,45	1,95	3,14	0,005	1	0,24
3510/1 - 2	17,7	0,49	2,38	1,13	0,1265	1	2,95
3510/1 - 3	17,7	0,43	3,02	1,22	0,1265	1	3,55
3510/1 - 4	17,7	0,44	1,70	1,90	0,1265	1	3,18
3510/1 - 5	17,7	0,27	2,13	2,25	0,1265	1	2,90
3510/1 - 6	17,7	0,47	2,14	0,78	0,1265	1	1,76
3510/1 - 7	17,7	0,46	2,21	2,22	0,0961	1	3,84

### **Blok 4401**

Blok situovaný východně od obce. Je částečně dělen mezí, která však nemá žádnou významnou protierozní účinnost. Nacházejí se na něm půdy bezskeletové, hluboké, převážně hnědozemní. Na celé části pod mezí a ve stejné šíři i nad mezí jsou černozemě (SOWAC GIS, 2011). Původně byl blok dělen na dva samostatné, 4401/1 a 4401/2, které jsou od sebe odděleny právě již zmiňovanou mezí. Každý z bloků obhospodařuje jiný zemědělec. Pro potřeby protierozní ochrany však bylo nutno tyto bloky sloučit a počítat odtokové linie pro blok takto nově určený. Byly zde spočítány 3 linie povrchové odtoku, obě překračují přípustnou mez ztráty půdy.

Blok je využíván pro rostlinnou výrobu.

*Foto 29: Blok 4401; pohled od východu [1]*



*Foto 30: Blok 4401; pohled od příkopu [1]*



**Návrh:** Použití protierozního osevního postupu, výstavba záchytného příkopu o délce 300 m, zatravnění v šíři 5 m nad celým příkopem s pokračováním zatravněného pásu dalších 140 m a částečně i pod příkopem, zatravnění pásu v šíři 15 m nad mezí s pokračováním k hranici intravilánu v celkové délce 300 m.

*Foto 31: Blok 4401; neúčinná mez [1]*



**Výpočty:** Záchytným příkopem byly linie 1 a 2 rozděleny a nadále je počítáno s liniemi 1a, 1b, 2a a 2b. Pro ověření dostatečné šíře zatravnění byla určena nová linie povrchového odtoku 7, která vede po bloku hned vedle zmiňovaného zatravnění, částečně i přes něj. Výpočty jsou uvedeny v Tab. 12.

**Zhodnocení stavu po návrhu:** Po návrhu protierozních opatření nepřekračuje žádná z reprezentativních odtokových linií stanovenou maximální přípustnou ztrátu půdy  $G = 4$  (t.ha/rok). Volbou opatření nebylo nijak zasaženo do dělby bloků, a i nadále je možno užívání dvou původních bloků různými zemědělci. Zatravnění části pod příkopem vytváří tvarově ucelený a tedy lépe obhospodařovatelný pozemek. Spolu s navazujícím zatravněným pásem v šíři 5 m tvoří také přejezd mezi územími rozdělenými příkopem.

*Tab. 13: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy  $G$  (t.ha/rok) a jejích jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie po návrhu – blok 4401 [1]*

blok - linie	R	K	L	S	C	P	G (t*ha/rok)
<b>4401 - 1a</b>	17,7	0,52	2,87	1,11	0,1083	1	<b>3,18</b>
<b>4401 - 1b</b>	17,7	0,43	2,33	2,13	0,101	1	<b>3,82</b>
<b>4401 - 2a</b>	17,7	0,53	2,29	0,83	0,1083	1	<b>1,93</b>
<b>4401 - 2b</b>	17,7	0,43	2,64	1,59	0,1136	1	<b>3,63</b>
<b>4401 - 3</b>	17,7	0,50	2,45	1,54	0,1083	1	<b>3,62</b>

## 8. DISKUZE

Eroze je fenomén, který velmi intenzivním využíváním půdy nabývá až katastrofálních rozměrů. Je pravdou, že eroze probíhá vždy a všude. Činnostmi člověka se však projevuje rychleji, než by tomu bylo při samovolném vývoji terénu.

Je proto důležité půdu chránit a toho lze docílit jedině jejím poznáním, pochopením jejích vlastností a potřeb. Za těchto předpokladů lze s půdou hospodařit v souladu, lze udržovat a dokonce i zlepšovat její produkční schopnosti.

Podstatný význam pro ochranu půdy mají výzkumné ústavy a instituce, které se problematikou eroze zabývají s čím dál tím větší měrou. Vydávají publikace, metodiky a doporučení, objasňující zemědělcům i široké veřejnosti aktuální poznatky o půdě a o možnostech správného hospodaření s ní.

Česky psaná literatura k tomuto tématu je pro zájemce relativně snadno dostupná, s cizojazyčnou literaturou to již tak snadné není. Překlad a studium poznatků ze zahraničí je proto velmi přínosný a obohacující.

Důležitá je také kooperace mezi jednotlivými institucemi, ústavy a úřady, na kterých je možné získat rozličné informace a podklady pro aplikaci v praxi, nebo pro další studium a rozvoj.

V rámci psaní této diplomové práce byly získány tištěné zdroje z knihoven rozmístěných po celé České republice, soukromých knihoven profesorů a studentů, archivu Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i. a archivu Pozemkového úřadu v Prostějově. Z elektronických zdrojů je využito především mapových portálů. Pro získání rastrových a výškopisných dat zkoumaných území byla navázána spolupráce se Zeměměřičským úřadem v Praze a Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy, v. v. i., Praha 5.

Spolupráce s výše zmíněnými probíhala na velmi profesionální a velice přívětivé úrovni. Výjimkou byl Pozemkový úřad v Prostějově, kde se poskytnutí potřebných podkladových materiálů vleklo dlouhé měsíce.

V průběhu i po prostudování podkladových materiálů byla zkoumaná území navštívena a byla provedena měření, hodnocení stavu a fotodokumentace. V případě inventarizační části bylo také zjištěno, nakolik odpovídá stávající stav návrhům v technických dokumentacích.

Podstatným problémem se stalo zanášení příkopů, především záchytných, v Želči. Ty je potřeba pravidelně čistit. Proto bylo v návrhu protierozní ochrany

v diplomové práci navrženo zatravnění části pozemku nad příkopem ve Sněhoticích, které částečně smytou půdu pozastaví. Dále bude zatravnění sloužit jako bariéra při strojním obdělávání půdy.

Při návrhu protierozních opatření ve Sněhoticích bylo vycházeno ze stávajícího stavu území. Území je členité, bloky půd svými tvary a velikostí nepatří v zemědělství k nejlépe obdělávatelným a výnosným. Protože se však v okolních katastrálních územích vyskytují půdy kvalitní a k zemědělství vhodné, je využíváno i území Sněhotic.

Potvrdila se nutnost terénního průzkumu před započítáním jakýchkoliv návrhů. Ne vše, co je v mapách a dokumentaci, je stejné jako ve skutečnosti. Například na bloku 3513/1 je dle mapy výrazný sklon v jeho východní části. V terénu však bylo zjištěno, že tento sklon nepřesahuje 3 %. Nad západním koncem tohoto bloku je pro potřeby diplomové práce uvažována hrázka, chránící blok před stékající povrchovou vodou. Ukázalo se tak důležité řešení protierozní ochrany v rámci komplexních pozemkových úprav. I v těchto však bylo území omezeno katastrální hranicí. Jako další příklad rozporu návrhu a reality je možné uvést zatravnění provedené v rámci komplexních pozemkových úprav na bloku 3401/1. Ve skutečnosti bylo provedeno pouze ve dvou třetinách délky oproti návrhu.

Na bloku 4401 je k přerušení délky svahu navržen v diplomové práci záchytný příkop. Bylo možné navrhnout například soustavu hrázek, nebo průleh. Od toho však bylo upuštěno, neboť pro hrázky jsou doporučovány půdy spíše lehčí, poskytující dobré vsakovací vlastnosti. U půd těžkých hrozí jejich protržení a napáčení mnohem větší škody, než jakou by voda způsobila bez jakékoli ochrany půdy. Průleh nebyl navržen z důvodu potřebného většího záboru orné půdy, než je tomu u příkopu.

## 9. ZÁVĚR

V diplomové práci je problematika eroze řešena z několika pohledů.

V práci je přehledným způsobem popsán erozní jev, vlivem kterého je snižována produkční schopnost našich půd, především zemědělských. Rešeršně jsou také sepsána protierozní opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru se speciálním zaměřením právě na opatření charakteru technického, u kterých jsou na základě studia cizojazyčné literatury doplněny poznatky ze zahraničí.

Jsou zde sepsány výsledky inventarizace technických protierozních opatření navržených a realizovaných v katastrálních územích Sněhotice a Želeč. Jsou vypsány jejich základní parametry a přiřazeny fotografie pořízené při vlastním terénním průzkumu.

V práci je řešena protierozní ochrana katastrálního území Sněhotice, ve kterém je navržen komplex protierozních opatření tak, aby přípustná ztráta půdy nepřekračovala  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  za jeden rok. Ve většině případů zde postačí využít správného protierozního osevního postupu, někdy v kombinaci se zatrávněním části pozemku. Těmito úkony jsou splněny všechny cíle diplomové práce.

Rešeršní část práce je možné využít jako přehledný a ucelený soupis o erozních jevech a možných způsobech ochrany pomocí protierozních opatření.

Inventarizace technických protierozních opatření je systematicky prováděna na území celé České republiky. V katastrálních územích zpracovávaných v této práci doposud inventarizace chyběla. Jejím vyhotovením je proveden další krok k ucelenému seznamu, který poslouží Výzkumnému ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i. k zdárnému pokračování projektu Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření.

Výpočty aktuálního erozního ohrožení ve Sněhoticích a navržením protierozních opatření je majitelům půdy a subjektům na ní hospodařím, umožněno lépe a efektivněji využívat dané území. Je možné na základě výsledků práce podstoupit takové kroky, které by zamezily nadměrné ztrátě půdy erozí a dovolovaly by tak trvale udržitelný rozvoj půd.



## 10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Bennett H. H., 1939:** *Soil conservation*. McGraw-Hill Book Company, New York: 993 s.
- Blanco H., Lal R., 2008:** *Principle of Soil Conservation and Management*. Springer, Heidelberg: 620 s.
- Boardman J., Poesen J. [eds.], 2006:** *Soil erosion in Europe*. John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, England: 839 s.
- Buzek L., 1983:** *Eroze půdy*. Pedagogická fakulta Ostrava, Ostrava: 257 s.
- Culek M., 1996:** *Biogeografické členění České republiky*. Enigma, Praha: 347 s.
- Das G., 2009:** *Hydrology and Soil Conservation Engineering: Including Watershed Management, 2nd edition*. PHI Learning Private Limited, New Delhi: 539 s.
- Demek J., Mackovčín P. [eds.], 2006:** *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno: 582 s.
- Duda J., 1976:** *Příspěvek ke studiu stržové eroze na území severomoravského kraje*. In: **Krbec M.:** *Aktuální problémy geografie*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha: 5 – 34.
- Dufková J., 2007:** *Krajinné inženýrství*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 206 s.
- Dumbrovský M. [ed.], 1995:** *Metodika 19/1995: Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav*. VÚMOP, Praha: 55 s.
- Dýrová E., 1972:** *Ochrana zemědělské půdy proti vodní erozi v polních tratích*. In: **Kolektív:** *Zborník prednášok zo seminára o ochrane pôdy*. Slovenská vedeckotechnická spoločnosť, Bratislava: 63 – 71.
- Dýrová E., 1984:** *Ochrana a organizace povodí: návody ke komplexnímu projektu a diplomnímu semináři*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha: 159 s.
- Foster A. B., 1973:** *Approved Practices in Soil Conservation*. The Interstate Printers & Publisher, Inc., Danville, Illinois: 497 s.
- Fulajtár E., 2001:** *Protierózna ochrana na poľnohospodárskych pôdach*. In: **Fulajtár E., Janský L.:** *Vodná erózia pôdy a protierózna ochrana*. Výzkumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava: 269 – 294.

- Holý M., 1994:** *Eroze a životní prostředí*. ČVUT, Praha: 383 s.
- Janeček M. [ed.], 1992:** *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha: 109 s.
- Janeček M. [ed.], 2007:** *Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika*. VÚMOP, Praha: 76 s.
- Janeček M. [ed.], 2008:** *Základy erodologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 180 s.
- Justus von Liebig, 1862 [on-line]:** Společnost pro ochranu půdy v ČR, Citace 19. 3. 2011. Dostupné z: <http://www.ochranapudy.cz/>
- Jůva K., 1983:** *Protierozní ochrana půdy*. In: **Fídl J., Jůva K., 1983:** *Meliorace*. Vysoká škola zemědělská v Praze, Praha: 132 – 150.
- Jůva K., Cáblik J., 1954:** *Protierozní ochrana půdy*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 254 s.
- Jůva K., Tlapák V., Hrabal A., 1977:** *Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 180 s.
- Komenský J. A., 1650 [on-line]:** Společnost pro ochranu půdy v ČR, Citace 19. 3. 2011. Dostupné z: <http://www.ochranapudy.cz/>
- Kuklík V., Křovák F., 1988:** *Cvičení z meliorací*. Vysoká škola zemědělská Praha, Praha: 214 s.
- Kvítek T., Tippl M., 2003:** *Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině*. ÚZPI, Praha: 46 s.
- Lepař R., 2004:** *Protipovodňová a protierozní opatření v k. ú. Želeč – II. etapa. SO1 Suchá nádrž N1, TTP3. Technická zpráva*. Agroprojekt Olomouc, Olomouc: 7 s.
- Morgan R. P. C., 2005:** *Soil Erosion and Conservation, third edition*. Blackwell publishing, Malden: 304 s.
- Pasák V. [ed.], 1984:** *Ochrana půdy před erozí*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 160 s.
- Papoušek J., 2008a:** *Zpracování realizačních projektů v k. ú. Sněhotice. SO 01 Polní cesta CVI, doprovodná zeleň. Průvodní zpráva*. Agroprojekt PSO, Brno: 35 s.

**Papoušek J., 2008b:** *Zpracování realizačních projektů v k. ú. Sněžotice. SO 04 Rekonstrukce MK2 s příkopem. Průvodní zpráva.* Agroprojekt PSO, Brno: 33 s.

**Papoušek J., 2008c:** *Zpracování realizačních projektů v k. ú. Sněžotice. SO 05 Otevřený odpad. Průvodní zpráva.* Agroprojekt PSO, Brno: 29 s.

**Podhrázská J., Dufková J., 2005:** *Protierozní ochrana půdy - cvičení.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 99 s.

**Podhrázská J. [ed.], 2008a:** *Návrh a hodnocení účinnosti systému komplexních opatření v pozemkových úpravách pro snížení povrchového odtoku. Metodický návod.* Ministerstvo zemědělství ČR, Praha: 96 s.

**Podhrázská J. [ed.], 2008b:** *Optimalizace funkcí větrolamů v zemědělské krajině. Metodika.* VÚMOP, Praha: 51 s.

**Pozemkový úřad Prostějov, 2009:** *Technická protierozní opatření. Dotazník.* VÚMOP, v. v. i., Praha

**Roesevelt F. D., 1937 [on-line]:** Společnost pro ochranu půdy v ČR, Citace 19. 3. 2011. Dostupné z: <http://www.ochranapudy.cz/>

**Skácel M., 2004a:** *Protipovodňová a protierozní opatření v k. ú. Želeč – II. etapa. SO2 Polní cesta C31, HP6, HP7. Technická zpráva.* Agroprojekt Olomouc, Olomouc: 7 s.

**Skácel M., 2004b:** *Protipovodňová a protierozní opatření v k. ú. Želeč – II. etapa. SO3 Polní cesta C20, ZP1. Technická zpráva.* Agroprojekt Olomouc, Olomouc: 3 s.

**Sklenička P., 2003:** *Základy krajinného plánování.* Naděžda Skleničková, Praha: 321 s.

**Soukup M. [ed.], 2006:** *Opatření v zemědělské krajině pro zlepšení vodních útvarů.* VÚMOP, Praha: 108 s.

**SOWAC GIS, GIS for Soil and Water Conservation [on-line]:** *Základní charakteristiky BPEJ.* Citace 19. 3. 2011. Dostupné z: [http://ms.sowac-gis.cz/mapserv/dhtml\\_zchbpej/index.php?project=dhtml\\_zchbpej&layers=kraj](http://ms.sowac-gis.cz/mapserv/dhtml_zchbpej/index.php?project=dhtml_zchbpej&layers=kraj)

**Spirhanzl J., 1952:** *Eroze půdy a ochrana proti ní.* Přírodovědecké vydavatelství, Praha: 189 s.

**Stred'anský J., 1993:** *Veterná erózia pôdy: Acta Fytotechnica.* VŠP, Nitra: 68 s.

**Tichá J. [ed.], 2005:** *Komplexní pozemkové úpravy v k. ú. Sněžotice. Podrobný průzkum terénu a jeho vyhodnocení. Průvodní zpráva.* Agroprojekt PSO, Brno.

**Toman F., 1999:** *Vliv klimatických podmínek na výskyt vodní eroze v oblasti jižní Moravy.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 54 s.

**Tuček V., 1960:** *Navrhování a výpočty protierozních opatření. Návod na cvičení z předmětu „Ochrana půdy“.* Vysoké učení technické v Brně, Brno: 54 s.

**Wischmeier W. H., Johnson C. B., Cross B. V., 1971:** *A soil erodibility nomogram for farmland and construction sites.* Journal of Soil and Water Conservation 26/5: 189 - 193.

**Wischmeier W. H., Smith D. D., 1971:** *Predicting Rainfall-erosion Losses from Cropland East of The Rocky Mountains.* USDA, Washington, D. C., online: [http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle/AH\\_282.pdf](http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle/AH_282.pdf)

**Wischmeier W. H., Smith D. D., 1978:** *Predicting Rainfall Erosion Losses a Guide to Conservation Planning.* USDA, Washington, D. C., online: [http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle/AH\\_537.pdf](http://topsoil.nserl.purdue.edu/usle/AH_537.pdf)

## 10.1 Tabulky, obrázky a fotografie

- [1] **Foto: Ladislav Szilágyi, 2011**
- [2] **Janeček M. [ed.], 2007:** *Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika.* VÚMOP, Praha: 76 s.
- [3] **Janeček M. [ed.], 2008:** *Základy erodologie.* Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 180 s.
- [4] **Papoušek J., 2008c:** *Zpracování realizačních projektů v k. ú. Sněžotice. SO 05 Otevřený odpad. Průvodní zpráva.* Agroprojekt PSO, Brno: 29 s.
- [5] **Pasák V. [ed.], 1984:** *Ochrana půdy před erozí.* Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 160 s.
- [6] **Podhrázká J., Dufková J., 2005:** *Protierozní ochrana půdy - cvičení.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 99 s.

- [7] **Skácel M., 2004a:** *Protipovodňová a protierozní opatření v k. ú. Želeč – II. etapa. SO2 Polní cesta C31, HP6, HP7. Technická zpráva.* Agroprojekt Olomouc, Olomouc: 7 s.
- [8] **Skácel M., 2004b:** *Protipovodňová a protierozní opatření v k. ú. Želeč – II. etapa. SO3 Polní cesta C20, ZP1. Technická zpráva.* Agroprojekt Olomouc, Olomouc: 3 s.
- [9] **Sklenička P., 2003:** *Základy krajinného plánování.* Naděžda Skleničková, Praha: 321 s.
- [10] **Tichá J. [ed.], 2005:** *Komplexní pozemkové úpravy v k. ú. Sněžotice. Podrobný průzkum terénu a jeho vyhodnocení. Průvodní zpráva.* Agroprojekt PSO, Brno.

## 11. SEZNAM TABULEK

- Tab. 1: Rozdělení hodnoty fakturu R do vegetativních měsíců v ČR [3]
- Tab. 2: Přípustná ztráta půdy erozí podle hloubky půd [2]
- Tab. 3: Přípustná hodnota průtočné rychlosti vody pro zpevněné příkopy [4]
- Tab. 4: Úhrn atmosférických srážek v padesátiletém průměru dle srážkoměrné stanice Podivnice (375 m n. m.) [10]
- Tab. 5: Průměrná teplota v padesátiletém průměru dle pozorovací stanice Plumlov (331 m n. m.) [10]
- Tab. 6: Hlavní půdní jednotky v katastrálním území Sněžotice, zpracováno dle [9]
- Tab. 7: Průměrné roční hodnoty faktoru C pro jednotlivé plodiny [6]
- Tab. 8: Realizovaná protierozní opatření technického charakteru v katastrálních územích Sněžotice a Želeč [1],
- Tab. 9: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy G (t.ha/rok) a jejích jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie [1]
- Tab. 10: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy G (t.ha/rok) a jejích jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie po návrhu – blok 3401/2 [1]
- Tab. 11: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy G (t.ha/rok) a jejích jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie po návrhu – blok 3401/1 [1]
- Tab. 12: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy G (t.ha/rok) a jejích jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie po návrhu – blok 3510/1 [1]
- Tab. 13: Výsledné hodnoty průměrné dlouhodobé ztráty půdy G (t.ha/rok) a jejích jednotlivých faktorů pro zkoumané odtokové linie po návrhu – blok 4401 [1]

## **12. PŘÍLOHY**

### **12.1 Příloha 1: Mapa návrhu protierozních opatření**

Mapa návrhu protierozních opatření je uveřejněna na následující straně – pouze v tištěné verzi diplomové práce. V elektronické verzi je mapa přiložena ve formátu PDF na stejném médiu (CD), jako samotná diplomová práce.





## 12.2 Příloha 2: Výpočty faktorů K

blok – linie

3401/2 - 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	70	6	0,46	0,50	0,2300	12
	35	3	0,39	0,41	0,1599	26
	20	1	0,15	0,49	0,0735	08
Celkem	125	10	1		<b>0,46</b>	
3401/2 - 2	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	65	4	0,25	0,50	0,125	12
	60	3	0,33	0,41	0,1353	26
	45	3	0,42	0,52	0,2184	11
Celkem	170	10	1		<b>0,48</b>	
3401/1 - 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	120	5	0,35	0,52	0,18	11
	60	3	0,36	0,41	0,15	26
	45	2	0,29	0,52	0,15	11
Celkem	225	10	1		<b>0,48</b>	
3401/1 - 2	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	230	10	1	0,52	0,5200	11
Celkem	230	10	1		<b>0,52</b>	
3510/2 - 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	60	4	0,16	0,25	0,0400	10
	65	5	0,30	0,6	0,1800	11
	5	1	0,54	0,15	0,0810	56
Celkem	130	10	1		<b>0,30</b>	
3510/1 - 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	60	9	0,85	0,49	0,4165	08
	5	1	0,15	0,24	0,036	40
Celkem	65	10	1		<b>0,45</b>	
3510/1 - 2	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	45	3	0,16	0,52	0,08	11
	70	5	0,55	0,49	0,27	08
	20	2	0,29	0,49	0,14	08
Celkem	135	10	1		<b>0,49</b>	
3510/1 - 3	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	55	3	0,16	0,52	0,0832	11
	80	4	0,42	0,49	0,2058	08
	5	1	0,13	0,53	0,0689	10
	45	2	0,29	0,25	0,0725	55
Celkem	185	10	1		<b>0,43</b>	
3510/1 - 4	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	20	4	0,25	0,49	0,1225	08
	30	6	0,75	0,42	0,315	58
Celkem	50	10	1		<b>0,44</b>	
3510/1 - 5	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	50	6	0,46	0,24	0,11	40
	10	1	0,12	0,49	0,06	08
	20	3	0,42	0,25	0,11	55

Celkem	80	10	1		<b>0,27</b>	
3510/1 - 6	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	30	3	0,16	0,50	0,0800	12
	50	4	0,42	0,53	0,2226	10
	40	3	0,42	0,40	0,1680	56
Celkem	120	10	1		<b>0,47</b>	
3510/3 - 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	25	2	0,09	0,50	0,05	12
	65	4	0,37	0,52	0,19	11
	55	4	0,54	0,40	0,22	56
Celkem	145	10	1		<b>0,45</b>	
4401 - 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	75	2	0,09	0,52	0,0468	11
	75	3	0,26	0,53	0,1378	10
	45	2	0,23	0,52	0,1196	11
	45	1	0,13	0,49	0,0637	08
	15	1	0,14	0,24	0,0336	40
	25	1	0,15	0,49	0,0735	08
Celkem	280	10	1		<b>0,48</b>	
4401 - 2	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	150	5	0,46	0,53	0,2438	10
	25	1	0,12	0,52	0,0624	11
	45	2	0,13	0,49	0,0637	08
	30	1	0,14	0,24	0,0336	40
	25	1	0,15	0,49	0,0735	08
Celkem	275	10	1		<b>0,48</b>	
3513 - 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	90	10	1	0,43	0,24	22
Celkem	90	10	1		<b>0,24</b>	
3517 - 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	K	K - oprava	HPJ
	105	10	1	0,42	0,42	58
Celkem	105	10	1		<b>0,42</b>	

### 12.3 Příloha 3: Výpočty faktorů L

blok - linie	délka	s	m	L
3401/2 - 1	125	16,88	0,53	<b>2,50</b>
3401/2 - 2	170	10,00	0,52	<b>2,89</b>
3401/1 - 2	225	8,25	0,49	<b>3,12</b>
3401/1 - 2	230	7,59	0,47	<b>3,01</b>
3510/2 - 1	130	8,92	0,50	<b>2,42</b>
3510/1 - 1	65	22,46	0,62	<b>1,95</b>
3510/1 - 2	135	8,15	0,48	<b>2,38</b>
3510/1 - 3	185	10,08	0,52	<b>3,02</b>
3510/1 - 4	55	15,27	0,58	<b>1,70</b>
3510/1 - 5	80	15,71	0,59	<b>2,13</b>
3510/1 - 6	120	6,88	0,45	<b>2,14</b>
3510/3 - 1	145	4,76	0,39	<b>2,08</b>
4401 - 1	280	10,14	0,52	<b>3,74</b>
4401 - 2	275	9,60	0,50	<b>3,53</b>
3513 - 1	90	6,25	0,44	<b>1,85</b>
3517 - 1	105	2,19	0,27	<b>1,52</b>

### 12.4 Příloha 4: Výpočty faktorů S

blok – linie

3401/2 - 1	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	35	5,7	0,6461	0,28	0,1453	0,1034
	35	11,4	1,4076	0,28	0,2698	0,4223
	20	20,0	2,7948	0,16	0,1923	0,3354
	35	10,0	1,1717	0,28	0,3916	0,4921
<b>celkem</b>	<b>125</b>				<b>1</b>	<b>1,35</b>
3401/2 - 2	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	35	5,7	0,6461	0,2	0,0912	0,0581
	40	10,0	1,1717	0,2	0,1980	0,1875
	35	17,1	2,3386	0,2	0,2274	0,4911
	60	8,3	0,9269	0,4	0,4823	0,5005
<b>celkem</b>	<b>170</b>				<b>1</b>	<b>1,24</b>
3401/1 - 1	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	40	3,1	0,3673	0,2	0,0730	0,0331
	60	6,7	0,7483	0,3	0,2195	0,1946
	20	10,0	1,1717	0,1	0,0930	0,1289
	75	13,3	1,7204	0,3	0,4188	0,6709
	30	4,1	0,4728	0,1	0,1947	0,0709
<b>celkem</b>	<b>225</b>				<b>1</b>	<b>1,10</b>
3401/1 - 2	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	50	4,0	0,4617	0,2	0,0990	0,0415
	50	8,0	0,8912	0,2	0,1839	0,1426
	40	10,0	1,1717	0,2	0,1880	0,2460
	55	7,3	0,8134	0,2	0,3070	0,2033
	35	9,8	1,1452	0,2	0,2210	0,3321

celkem	230				1	<b>0,97</b>
3510/2 - 1	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	45	8,0	0,8912	0,3	0,2003	0,0802
	60	10,0	1,1717	0,5	0,5225	0,3046
	25	8,0	0,8912	0,2	0,2761	0,0980
celkem	130				1	<b>0,48</b>
3510/1 - 1	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	15	24,0	3,4207	0,2	0,1084	0,3079
	50	22,0	3,1097	0,8	0,8905	2,8298
celkem	65				1	<b>3,14</b>
3510/1 - 2	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	70	5,7	0,6461	0,5	0,3694	0,2261
	40	10,0	1,1717	0,3	0,3631	0,4218
	25	12,0	1,5016	0,2	0,2664	0,4355
celkem	135				1	<b>1,08</b>
3510/1 - 3	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	35	5,7	0,6461	0,3	0,1545	0,1034
	45	8,9	0,9862	0,4	0,3860	0,4142
	40	5,6	0,6339	0,3	0,4584	0,2662
celkem	120				1	<b>0,78</b>
3510/1 - 4	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	20	20,0	2,7948	0,4	0,2158	0,6987
	35	12,6	1,5953	0,6	0,7831	1,1965
celkem	55				1	<b>1,90</b>
3510/1 - 5	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	25	40,0	5,7394	0,3	0,1715	0,9183
	30	20,0	2,7948	0,4	0,3947	1,1738
	25	3,3	0,3818	0,3	0,4326	0,1604
celkem	80				1	<b>2,25</b>
3510/1 - 6	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	30	13,3	1,7203	0,16	0,0635	0,1548
	25	16,0	2,1542	0,14	0,0956	0,1508
	40	10,0	1,1717	0,22	0,2049	0,2226
	10	20,0	2,7948	0,05	0,0596	0,3074
	20	10,0	1,1717	0,11	0,1280	0,1406
	30	6,7	0,7484	0,16	0,2125	0,2021
	30	2,3	0,2795	0,16	0,2348	0,0419
celkem	185				1	<b>1,22</b>
3510/3 - 1	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	45	8,9	0,9862	0,3	0,1698	0,1578
	55	3,4	0,3931	0,4	0,3992	0,1651
	45	3,6	0,4225	0,3	0,4299	0,1774
celkem	145				1	<b>0,50</b>
4401 - 1	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	65	6,2	0,6934	0,23	0,1094	0,0624
	50	8,0	0,8912	0,18	0,1502	0,1426

	60	10,0	1,1717	0,21	0,2307	0,2460
	65	16,0	2,1542	0,23	0,3007	0,5386
	5	30,0	4,3274	0,02	0,0251	0,6058
	35	7,1	0,7995	0,13	0,1829	0,1199
celkem	280				1	<b>1,72</b>
4401 - 2	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	75	5,3	0,6052	0,27	0,1396	0,0545
	50	8,0	0,8912	0,18	0,1630	0,1426
	100	12,8	1,6330	0,36	0,4345	0,5389
	5	24,0	3,4207	0,02	0,0250	0,4447
	15	13,3	1,7203	0,05	0,0765	0,2408
	30	8,0	0,8912	0,11	0,1603	0,1337
celkem	275				1	<b>1,56</b>
3513 - 1	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	10	8,0	0,8912	0,1	0,0358	0,0267
	35	5,7	0,6461	0,4	0,3138	0,2068
	25	8,0	0,8912	0,3	0,3331	0,3208
	20	3,1	0,3673	0,2	0,3162	0,1065
celkem	90				1	<b>0,66</b>
3517 - 1	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	30	4,4	0,5095	0,3	0,1498	0,0815
	75	1,3	0,1697	0,7	0,8491	0,1425
celkem	105				1	<b>0,22</b>

## 12.5 Příloha 5: Výpočet faktoru C u linie 3401/1 – 1

blok - linie

3401/1 – 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	C	C - oprava
	185	8	0,71	0,1638	0,1163
	40	2	0,29	0,005	0,0015
Celkem	225	10	1		<b>0,1177</b>

## 12.6 Příloha 6: Výpočet faktoru C pro blok 3401/1 po aplikaci protierozního osevního postupu

blok - linie

3401/1 – 1	Délka (m)	Poměr	č. pásu	C	C - oprava
	185	8	0,71	0,1265	0,0898
	40	2	0,29	0,005	0,0015
Celkem	225	10	1		<b>0,0913</b>

## 12.7 Příloha 7: Výpočty faktorů pro blok 3510/1 po návrhu protierozních opatření

### Faktor K

blok – linie

3510/1 - 7	Délka (m)	Poměr	č.pásu	K	K - oprava	HPJ
	15	2	0,09	0,52	0,05	11
	60	7	0,76	0,49	0,37	08
	10	1	0,15	0,24	0,04	40
<b>Celkem</b>	<b>85</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>0,46</b>	

### Faktor L

blok - linie	délka	s	m	L
3510/1 - 7	85	15,88	0,59	<b>2,21</b>

### Faktor S

blok – linie

3510/1 - 7	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	15	6,7	0,7483	0,18	0,0722	0,0674
	30	20,0	2,7948	0,35	0,3090	0,7266
	40	16,3	2,1947	0,47	0,6177	1,4265
<b>celkem</b>	<b>85</b>				<b>1</b>	<b>2,22</b>

## 12.8 Příloha 8: Výpočty faktorů pro blok 4401 po návrhu protierozních opatření

### Faktor K

blok – linie

4401 - 1a	Délka (m)	Poměr	č.pásu	K	K - oprava	HPJ
	80	4,6	0,25	0,52	0,13	11
	65	3,7	0,46	0,53	0,24	10
	30	1,7	0,29	0,52	0,15	11
<b>Celkem</b>	<b>175</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>0,52</b>	
4401 - 1b	Délka (m)	Poměr	č.pásu	K	K - oprava	BPEJ
	20	2	0,09	0,52	0,05	11
	40	4	0,37	0,49	0,18	08
	20	2	0,25	0,24	0,06	40
	20	2	0,29	0,49	0,14	08
<b>Celkem</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>0,43</b>	

4401 - 2a	Délka (m)	Poměr	č.pásu	K	K - oprava	BPEJ
	140	10	1	0,53	0,53	10
<b>Celkem</b>	<b>140</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>0,53</b>	
4401 - 2b	Délka (m)	Poměr	č.pásu	K	K - oprava	BPEJ
	10	1	0,03	0,53	0,02	10
	25	2	0,13	0,52	0,07	11
	45	3	0,3	0,49	0,15	08
	25	2	0,25	0,24	0,06	40
	25	2	0,29	0,49	0,14	08
<b>Celkem</b>	<b>130</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>0,43</b>	
4401 - 3	Délka (m)	Poměr	č.pásu	K	K - oprava	BPEJ
	55	4	0,25	0,52	0,13	11
	70	6	0,75	0,49	0,37	08
<b>Celkem</b>	<b>125</b>	<b>10</b>	<b>1</b>		<b>0,50</b>	

### Faktor L

blok - linie	délka	s	m	L
4401 - 1a	175	8,69	0,51	<b>2,87</b>
4401 - 1b	100	13,00	0,56	<b>2,33</b>
4401 - 2a	145	6,90	0,44	<b>2,29</b>
4401 - 2b	125	12,80	0,56	<b>2,64</b>
4401 - 3	125	11,20	0,53	<b>2,50</b>

### Faktor S

blok – linie

4401 - 1a	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	65	6,2	0,6929	0,36	0,2135	0,1802
	70	8,6	0,9522	0,39	0,4325	0,4380
	45	13,3	1,7067	0,25	0,3528	0,4949
<b>celkem</b>	<b>180</b>				<b>0,9989</b>	<b>1,1131</b>
4401 - 1b	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	55	20	2,7948	0,58	0,4365	1,2856
	5	30,0	4,3274	0,05	0,0615	0,5193
	35	7,0	0,7842	0,37	0,5009	0,3293
<b>celkem</b>	<b>95</b>				<b>0,9989</b>	<b>2,1342</b>
4401 - 2a	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	75	5,3	0,6052	0,5	0,3680	0,2118
	70	8,6	0,9522	0,5	0,6309	0,6189
<b>celkem</b>	<b>145</b>				<b>0,9989</b>	<b>0,8307</b>
4401 - 2b	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	75	12,4	1,5592	0,60	0,4608	0,7172
	5	23,0	3,2657	0,04	0,0473	0,3919
	15	13,3	1,7149	0,12	0,1511	0,2229
	30	8,0	0,8912	0,24	0,3397	0,2585
<b>celkem</b>	<b>125</b>				<b>0,9989</b>	<b>1,5905</b>

4401 - 3	Délka (m)	sklon (%)	Si	Poměr	oprava	opravené Si
	35	5,7	0,6446	0,28	0,1453	0,1031
	20	10,0	1,1717	0,16	0,1428	0,2226
	70	14,3	1,8749	0,56	0,7109	1,2187
celkem	125				0,9989	<b>1,5445</b>

## Faktor C

blok – linie

4401 - 1a	Délka (m)	Poměr	č.pásu	C	C - oprava
	175	9,72	0,85	0,1265	0,108
	5	0,28	0,15	0,005	0,001
Celkem	180	10	1		<b>0,1083</b>
4401 - 1b	Délka (m)	Poměr	č.pásu	C	C - oprava
	40	4,21	0,25	0,1265	0,032
	15	1,58	0,21	0,005	0,001
	40	4,21	0,54	0,1265	0,068
Celkem	95	10	1		<b>0,1010</b>
4401 - 2a	Délka (m)	Poměr	č.pásu	C	C - oprava
	140	9,66	0,85	0,1265	0,108
	5	0,34	0,15	0,005	0,001
Celkem	145	10	1		<b>0,1083</b>
4401 - 2b	Délka (m)	Poměr	č.pásu	C	C - oprava
	60	4,80	0,35	0,1265	0,044
	15	1,20	0,21	0,005	0,001
	50	4,00	0,54	0,1265	0,068
Celkem	125	10	1,1		<b>0,1136</b>
4401 - 3	Délka (m)	Poměr	č.pásu	C	C - oprava
	115	9,58	0,85	0,1265	0,108
	5	0,42	0,15	0,005	0,001
Celkem	120	10	1		<b>0,1083</b>