

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Zemědělská fakulta**

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Řešení protierozní ochrany na modelovém  
projektu komplexní pozemkové úpravy**

Autor: Bc. Pavlína Svobodová

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavlína SVOBODOVÁ**  
Osobní číslo: **Z11869**  
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**  
Název tématu: **Řešení protierozní ochrany na modelovém projektu komplexní pozemkové úpravy.**  
Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je posoudit a vyhodnotit erozní jevy na modelové pozemkové úpravě.

1. Vybrat katastrální území se řešenou pozemkovou úpravou ve spolupráci s firmou Agropoz.
2. Provést průzkum zájmového území z hlediska pedologického, hydrologického a klimatologického.
3. Provést výpočty erozní ohroženosti pomocí více metod.
4. Posoudit uplatnění navržených protierozních opatření v jiných částech kapitoly Hlavní územní systémy.
5. Provést odhad ekonomické náročnosti navržených opatření.

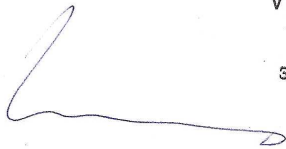
Rozsah grafických prací: 5 stran  
Rozsah pracovní zprávy: 60 stran textu  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

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

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

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13 ④  
370 05 České Budějovice



L.S.

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



prof. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. března 2012

## **Prohlášení**

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

V Českých Budějovicích dne 20. 4. 2013

Pavλίna Svobodová

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za vedení při psaní mé diplomové práce a za jeho praktické rady. Také děkuji firmě Gefos, a. s. za podklady a spolupráci.

## **Anotace**

Cílem práce je provést průzkum území KPÚ Poněšice z hlediska pedologického, hydrologického a klimatologického. Dále provést výpočty erozní ohroženosti pomocí metody USLE a CN - křivek a následně posoudit uplatnění navržených protierozních opatření v jiných částech kapitoly Hlavní územní systémy. Na závěr provést odhad ekonomické náročnosti navržených opatření.

**Klíčová slova:** vodní eroze, Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE), CN - křivky, transport splavenin, pozemkové úpravy, protierozní opatření

## **Annotation**

The aim of this work is to explore the area of the Complex Land Consolidation Poněšice in the view of the pedology, hydrogeology and climatology. Further make a erosion threat calculations using the USLE and Curve Number method and afterwards review the application of the erosion control measures in another section of the chapter Main territorial systems. In conclusion, to estimate the economic aspects of the proposed measures.

**Key words:** water erosion, Universal Soil Loss Equation (USLE), Curve Number, transporting sediment runoff, Land Consolidation, erosion control measures

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Úvod</b>  | <b>9</b>  |
| <b>2 Pozemkové úpravy</b>  | <b>10</b> |
| 2.1 Vznik potřeby provádění pozemkových úprav                    | 10        |
| 2.2 Co jsou pozemkové úpravy                                     | 11        |
| 2.3 Priority provádění pozemkových úprav                         | 12        |
| 2.4 Přehled pozemkových úprav                                    | 13        |
| 2.5 Účastníci pozemkových úprav                                  | 14        |
| 2.6 Financování pozemkových úprav                                | 14        |
| 2.7 Plán společných zařízení                                     | 15        |
| 2.8 Protierozní ochrana v pozemkových úpravách                   | 17        |
| <b>3 Eroze</b>   | <b>18</b> |
| 3.1 Pojem eroze  | 18        |
| 3.2 Povrchový odtok  | 18        |
| 3.3 Geologická a zrychlená eroze                                 | 19        |
| 3.4 Činitelé ovlivňující erozi                                   | 19        |
| 3.5 Rozdělení vodní eroze  | 20        |
| 3.6 Důsledky eroze   | 20        |
| 3.7 Rozšíření eroze  | 21        |
| <b>4 Predikce erozních a transportních procesů</b>               | <b>22</b> |
| 4.1 Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE)                       | 22        |
| 4.1.1 Faktory rovnice USLE                                       | 23        |
| 4.1.2 Faktor erozní účinnosti přívalové deště (R)                | 23        |
| 4.1.3 Faktor erodovatelnosti půdy (K)                            | 24        |
| 4.1.4 Faktor délky svahu (L)                                     | 25        |
| 4.1.5 Faktor sklonu svahu (S)                                    | 25        |
| 4.1.6 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)                       | 25        |
| 4.1.7 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)                | 26        |
| 4.2 Přípustná ztráta půdy vodní erozí                            | 26        |
| 4.3 Metoda CN - křivek   | 27        |
| 4.3.1 Objem přímého odtoku                                       | 28        |
| 4.3.2 Čísla odtokových křivek                                    | 29        |
| 4.3.3 Kulminační průtok  | 30        |
| 4.3.4 Doba koncentrace a doba doběhu                             | 30        |
| 4.4 Výpočet transportu splavenin                                 | 30        |
| 4.5 Poměr odnosu   | 31        |
| <b>5 Opatření proti vodní erozi</b>                              | <b>33</b> |
| 5.1 Organizační protierozní opatření                             | 33        |
| 5.1.1 Tvar a velikost pozemku                                    | 34        |
| 5.1.2 Delimitace druhu pozemků a ochranné zatravnění a zalesnění | 34        |
| 5.1.3 Protierozní rozmisťování plodin                            | 35        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.1.4 Protierozní osevní postupy  | 36        |
| 5.2 Agrotechnická protierozní opatření  | 36        |
| 5.2.1 Zpracování půdy   | 37        |
| 5.2.2 Vrstevnicové obdělávání   | 37        |
| 5.2.3 Hrázkování  | 37        |
| 5.2.4 Důlkování   | 38        |
| 5.2.5 Pásové střídání plodin  | 38        |
| 5.2.6 Další agrotechnická opatření  | 39        |
| 5.3 Technická protierozní opatření  | 39        |
| 5.3.1 Terasování  | 40        |
| 5.3.2 Protierozní průlehy   | 41        |
| 5.3.3 Zatravněné údolnice   | 42        |
| 5.3.4 Protierozní hrázky  | 42        |
| 5.3.5 Protierozní nádrže  | 43        |
| 5.3.6 Protierozní příkopy   | 44        |
| 5.3.7 Protierozní meze  | 45        |
| 5.3.8 Komunikační síť   | 46        |
| 5.4 GAEC  | 46        |
| <b>6 Cíl a metodika práce</b>   | <b>48</b> |
| 6.1 Cíl práce   | 48        |
| 6.2 Metodika práce  | 48        |
| <b>7 Charakteristika zájmové oblasti</b>  | <b>49</b> |
| 7.1 Klimatické poměry   | 49        |
| 7.2 Hydrologické poměry   | 51        |
| 7.3 Geologické a půdní poměry   | 51        |
| <b>8 Výsledky</b>   | <b>54</b> |
| 8.1 Výpočet metodou USLE  | 54        |
| 8.2 Výpočet metodou CN-křivek   | 58        |
| 8.3 Návrh protierozních opatření  | 63        |
| 8.4 Uplatnění navržených PEO v jiných částech kapitoly Hlavní<br>územní systémy | 66        |
| 8.5 Odhad ekonomické náročnosti navržených opatření                             | 67        |
| <b>9 Závěr a diskuse</b>  | <b>68</b> |
| <b>10 Seznam použité literatury</b>   | <b>69</b> |
| <b>11 Seznam zkratk</b>   | <b>73</b> |
| <b>12 Seznam obrázků a tabulek</b>  | <b>74</b> |
| <b>13 Přílohy</b>   | <b>76</b> |



# 1 Úvod

Člověk naši krajinu svým hospodařením významně přetváří a ovlivňuje. Její stav zásadně změnil hospodářské a politické vlivy v druhé polovině dvacátého století. Důsledkem velkoplošného obdělávání zemědělské půdy došlo například k zániku mezí, remízků, polních cest či alejí a dalších krajinotvorných prvků.

Následkem tohoto stavu je narušení ekologické stability krajiny, snížení biodiverzity, vodní a větrná eroze, znehodnocení krajinného rázu či zneprístupnění pozemků. Dalším problémem, který je nutné vyřešit, je roztržitost pozemků a nejasnosti ve vlastnických vztazích. Zásadní je také navrátit lidem vztah k půdě. Pouze vypořádáním těchto problémů získáme možnost krajinu opět vhodně využívat, aniž bychom ji svou činností dále degradovali.

Vhodným a jediným souborným nástrojem, kterým je možné tyto problémy řešit, jsou komplexní pozemkové úpravy. Cílem pozemkových úprav je pomocí provázaných řešení zabezpečit racionální hospodaření na zemědělské půdě i v celé krajině a chránit přírodní zdroje za pomoci polyfunkčních opatření.

Komplexní pozemkové úpravy jsou velmi důležitým nástrojem pro ochranu půdy před vodní erozí a jejími následky. Vodní eroze významně a trvale poškozuje zemědělskou půdu a znečišťuje vodní zdroje. Na degradaci půdy se vodní eroze podílí z více než 50 %. Půda a voda jsou základní složky životního prostředí, které umožňují život rostlinám a živočichům. Pro člověka představuje půda základní výrobní prostředek, který je zdrojem produktů, které na ní pěstuje i zdrojem práce a financí.

Vzhledem k nezbytnosti půdy pro život a dlouhodobosti její přirozené obnovy nesmíme dopustit její další poškozování a musíme ji vhodně chránit.

## 2 Pozemkové úpravy

### 2.1 Vznik potřeby provádění pozemkových úprav

V současné době je zemědělsky využívána více než polovina celkové výměry ČR. Způsob zemědělství je tedy jedním z hlavních činitelů, který podmiňuje fungování naší krajiny. Zásahy zemědělství do utváření krajiny jsou často dlouhodobé a v měřítku lidského života nevratné (MZe, 2010).

Dramatická proměna české krajiny, jejíž příčinou byly především změny politických a hospodářsko - ekonomických poměrů, nastala v období 50. až 80. let 20. století. Došlo ke scelení drobných políček v ohromné bloky orné půdy a k likvidaci všech prvků, které velkovýrobním technologiím v obdělávání bránily. Odstranění krajinných prvků, jako jsou remízky, mokřady, meze nebo aleje, bylo jednou z hlavních příčin vymizení některých živočišných druhů, ale i celkové degradace půdy a krajiny. Narovnění malých vodních toků a zúrodnění niv v období kolektivizace zemědělství znamenalo výrazné snížení schopnosti krajiny zadržet vodu (tzv. retence vody v krajině) (MZe, 2010). Došlo k narušení ekologické stability krajiny, devastaci zemědělského půdního fondu vodní a větrnou erozí, snížení biodiverzity a narušení krajinného rázu. Existence velkých honů znemožnila a často ještě znemožňuje vlastníkům, soukromým zemědělcům přístup na jejich pozemky (Haar, 2010). Popření kulturního dědictví krajiny a morální újmy, kterých se socialistická vláda dopustila na soukromých zemědělcích, pak způsobilo ztrátu vztahu společnosti ke krajině, a také osobního vztahu lidí k půdě, které trvají dodnes.

Od roku 1989 se vývoj krajiny začal ubírat novým směrem. Avšak očekávání, že vlastníci začnou sami hospodařit na svých znovunabytých pozemcích, se ukázala jako lichá (MZe, 2010). Mnozí vlastníci se stále nemohou ujmout vlastnických práv a řádně pozemky užívat. Existují rozdíly mezi vlastnickou evidencí a skutečným užíváním půdy. Bez vyřešení vlastnictví pozemků není možno v území realizovat nezbytná ekologická, půdoochranná či krajino tvorná opatření. Jedinou cestou k nápravě tohoto stavu jsou pozemkové úpravy, které jsou nazývány „projekty krajinného inženýrství“ (Burian et al., 2011). Pozemkové úpravy jsou formou krajinného plánování k zabezpečení racionálního využívání a ochrany krajiny prostřednictvím právních, biotechnických a organizačních opatření (Sklenička, 2003).

## 2.2 Co jsou pozemkové úpravy

Pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se k nim uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako nezbytný podklad pro územní plánování (Zákon 139/2002 Sb.).

Pozemkové úpravy se provádějí zpravidla formou komplexních pozemkových úprav (Zákon 139/2002 Sb.). Ty představují komplexní řešení zpravidla celého katastrálního území (mimo zastavěné území) včetně zpřístupnění pozemků, protierozní ochrany, vodohospodářských opatření a ekologické stability území (MZe, 2010). Pokud je nutné vyřešit pouze některé hospodářské potřeby (například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků) nebo ekologické potřeby v krajině (například lokální protierozní nebo protipovodňové opatření) nebo když se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území, provádějí se formou jednoduchých pozemkových úprav (Zákon 139/2002 Sb.).

Způsob, kterým se pozemkové úpravy provádějí, je založen na vzájemné směně pozemků či jejich částí mezi jednotlivými vlastníky převážně na základě jejich souhlasu. V případě nesouhlasu pak zákonné předpisy stanoví kritéria, která musí být při podobné směně splněna. Jedná se o rozdíly v ceně, ve výměře a ve vzdálenosti původních a nabývaných pozemků.

Cílem pozemkových úprav by mělo být vytvoření „mozaiky“ pozemků, které budou na jedné straně racionálně obhospodařovatelné, na straně druhé pak vytvoří prostorový základ pro krajinu ekologicky stabilní a esteticky hodnotnou. Optimální velikost pozemku se odvíjí od mnoha faktorů. Zjednodušeně lze říci, že z hlediska ekonomických ukazatelů je odůvodněná velikost pozemku ještě kolem 30 až 50 ha. Naopak minimální výměra, kterou lze relativně efektivně obdělávat při vhodném tvaru, se uvádí v rozmezí 1 až 3 ha (Sklenička, 2003).

## 2.3 Priority provádění pozemkových úprav

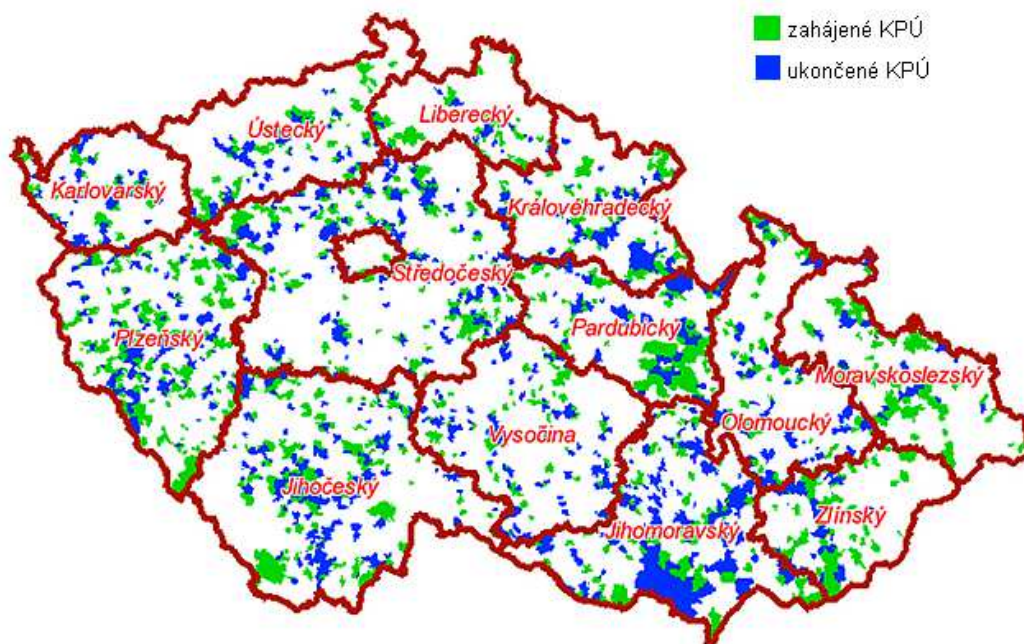
Dnes jsou zřetelné priority, které je nutné při výběru katastrálních území k zahajování pozemkových úprav respektovat. Jde o upřesnění vlastnických vztahů v oblastech s nedokončeným přidělovým nebo scelovacím řízením, urychlené řešení protipovodňových a protierozních opatření v ohrožených oblastech, dále vyřešení nové držby pozemků v souvislosti s liniovými stavbami, pomoc pozemkových úprav na úseku digitalizace katastru nemovitostí. Samozřejmě je vždy nutno respektovat zájmy vlastníků na zahájení pozemkových úprav ve smyslu §6 odst. 3, podle kterého se zahajují pozemkové úpravy vždy, pokud se pro to vysloví vlastníci pozemků nadpoloviční výměry zemědělské půdy v dotčeném katastrálním území (Burian et al., 2011).

Pozemkový úřad posuzuje požadavky na zahájení pozemkových úprav. Shledá-li důvody, naléhavost a účelnost provedení pozemkových úprav za opodstatněné, zahájí řízení o pozemkových úpravách. Pozemkový úřad může v odůvodněných případech zahájit řízení i bez podaných požadavků (Zákon 139/2002 Sb.). Ukazuje se, že úspěšné řešení pozemkových úprav je možné zejména tam, kde je opravdový zájem o provedení pozemkových úprav a kde je ze strany obce skutečná podpora této činnosti. Žádosti vlastníků, zemědělců a obcí, které leží na pozemkových úřadech, dokazují stále se zvyšující společenskou poptávku po pozemkových úpravách. Že pozemkové úpravy jsou v Evropě vnímané jako zdravý vývojový proud agroenvironmentální politiky dokazují směrnice ES a všechny strategické plány a rozvojové programy EU, ale i ČR (Mazín, 2008).

Podle současného zhodnocení možností a celkové situace oboru je žádoucí ročně zahajovat a ukončovat cca 180 - 200 řízení o komplexních pozemkových úpravách (KPÚ), tzn. průměrně 3 KPÚ ročně na 1 okres; to představuje cca 100 tis. ha, ročně zahajovat a ukončovat cca 120 řízení o jednoduchých pozemkových úpravách (JPÚ), tzn. průměrně 1 - 2 JPÚ ročně na 1 okres; to představuje cca 40 tis. ha ročně (Burian et al., 2011).

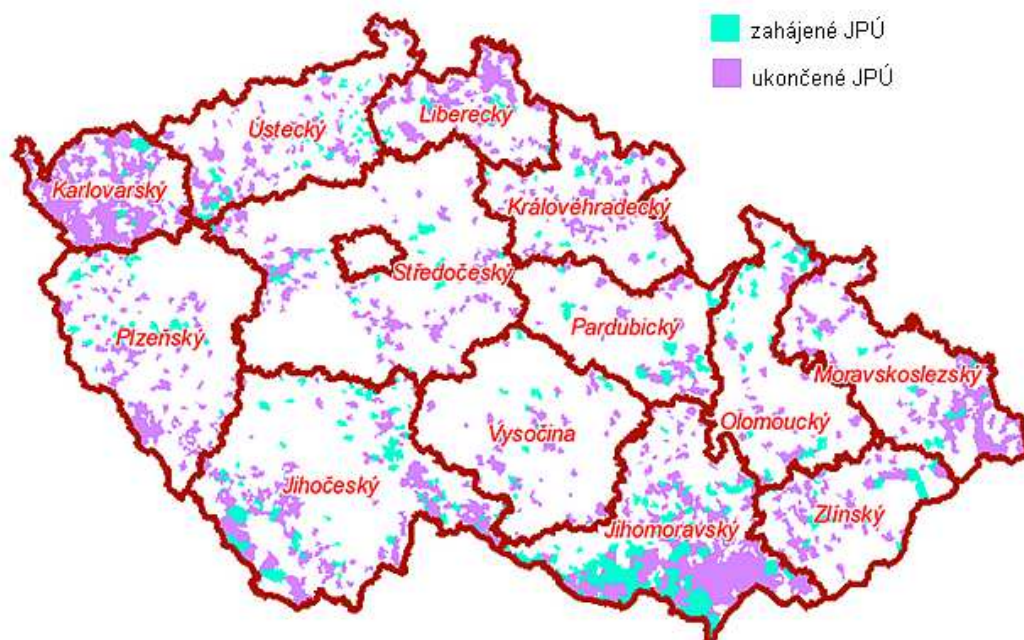
## 2.4 Přehled pozemkových úprav

Obr. 1: Přehled zahájených a ukončených KPÚ v ČR k roku 2012



(eagri.cz [online], 2012)

Obr. 2: Přehled zahájených a ukončených JPÚ v ČR k roku 2012



(eagri.cz [online], 2012)

## 2.5 Účastníci pozemkových úprav

Účastníky řízení o pozemkových úpravách jsou:

- Vlastníci pozemků, které jsou dotčeny řešením v pozemkových úpravách a fyzické a právnické osoby, jejichž vlastnická nebo jiná věcná práva k pozemkům mohou být řešením pozemkových úprav přímo dotčena,
- stavebník, je-li provedení pozemkových úprav vyvoláno v důsledku stavební činnosti,
- obce, v jejichž územním obvodu jsou pozemky zahrnuté do obvodu pozemkových úprav (Zákon 139/2002 Sb.).

## 2.6 Financování pozemkových úprav

Do nákladů náleží náklady na přípravu zahájení pozemkových úprav, identifikaci parcel, místní šetření, zaměření skutečného stavu, vypracování návrhu, vytyčení pozemků, vyhotovení geometrických plánů, záznamů podrobného měření změn, popřípadě nového souboru geodetických informací, peněžité náhrady poskytované pozemkovým úřadem, zřízení věcných břemen, realizaci společných zařízení a technickou pomoc při vytváření ucelených hospodářských jednotek (Zákon 139/2002 Sb.).

V dřívějším období bylo možné s ohledem na slabé finanční zajištění zpracovávat v omezeném množství návrhy (projekty) pozemkových úprav a jen zcela minimálně realizovat společná zařízení v terénu (Burian et al., 2011). Výhodou procesu pozemkových úprav od roku 2002 jsou finanční prostředky z Evropské unie. V současnosti jde o využívání Programu rozvoje venkova, na které se vážou prostředky ze státního rozpočtu, a to do roku 2013 (Seifertová, 2011). Zdroje EU jsou zaměřeny právě na realizace. Pokud jde o realizaci společných zařízení, nejvíce bylo investováno do obnovy sítí polních cest. Díky finančním zdrojům EU od r. 2002 a „protipovodňovému kontu“ od r. 2007 se v etapě pozemkových úprav zvyšuje podíl také protipovodňových, protierozních a ekostabilizačních opatření (Burian et al., 2011).

Na financování pozemkových úprav se podílí několik zdrojů: státní rozpočet - kapitola všeobecná pokladní správa (VPS), speciální konto pro financování pozemkových úprav zaměřených na protipovodňová opatření (PPEO), Program

rozvoje venkova (PRV), Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD), Pozemkový fond ČR (PF ČR), jiné zdroje. Základním zdrojem financování pozemkových úprav jsou prostředky ze státního rozpočtu (Burian et al., 2011). V případě, že provedení pozemkových úprav je vyvoláno v důsledku stavební činnosti, náklady hradí stavebník v závislosti na rozsahu území dotčeného stavbou (Zákon 139/2002 Sb.). Mezi ostatní finanční zdroje, které také významně ovlivňují pozemkové úpravy v krajině lze zařadit: OP Životní prostředí, Program revitalizace říčních systémů, Program péče o krajinu, Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny, LIFE+, Finanční mechanismy EHP a Norska.

Pro urychlení pozemkových úprav je třeba zajistit nejen vícezdrojové financování, ale také spolufinancování z řad dalších účastníků, a to jak z řad vlastníků půdy, tak jejich uživatelů a obcí (Burian et al., 2011).

Tab. 1: Předpoklad finančních zdrojů pro období 2010 - 2013 (v tis. Kč)

| Zdroje  | 2010 - 2013      | z toho r. 2010   |
|---|------------------|------------------|
| Státní rozpočet (VPS)                             | 3 600 000        | 700 000          |
| Státní rozpočet - OSFA (protipovodňové konto)     | 780 000          | 117 000          |
| Pozemkový fond ČR                                 | 1 000 000        | 360 000          |
| Ředitelství silnic a dálnic                       | 900 000          | 100 000          |
| Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova (PRV) | 2 580 000        | 507 000          |
| <b>Celkem</b>                                     | <b>8 860 000</b> | <b>1 784 000</b> |

(Burian et al., 2011)

## 2.7 Plán společných zařízení

Součástí pozemkové úpravy je tzv. plán společných zařízení, který tvoří budoucí kostru uspořádání zemědělské krajiny a je tedy jakousi formou krajinného plánu uvnitř obvodu pozemkové úpravy (MZe, 2010).

Jde zejména o opatření sloužící ke zpřístupnění pozemků jako polní nebo lesní cesty, mostky, propustky, brody, železniční přejezdy a podobně, dále protierozní opatření pro ochranu půdního fondu jako protierozní meze, průlehy, zasakovací pásy, záchytné příkopy, terasy, větrolamy, zatravnění, zalesnění, dále vodohospodářská opatření sloužící k neškodnému odvedení povrchových vod a ochraně území před záplavami jako nádrže, rybníky, úpravy toků, odvodnění, ochranné hráze, suché poldry, a konečně opatření k ochraně a tvorbě životního prostředí, zvýšení její ekologické stability jako místní územní systémy ekologické

stability, doplnění, případně odstranění zeleně, terénní úpravy a podobně (Burian et al., 2011).

Roste důraz na multifunkčnost jednotlivých prvků v krajině. Prvky by měly splňovat požadavky jak na protierozní ochrany, tak by měly využít šance a stát se významnými prvky krajiny tvornými a podporujícími ekologickou stabilitu krajiny především z pohledu její heterogenity (Dostál, 2009). Příkladem může být např. skladebný prvek územního systému ekologické stability (ÚSES), který plní současně funkci ochrany proti větrné nebo proti vodní erozi a je rovněž významným prvkem estetickým a krajiny tvorným (MZe, 2010). Polní cesty jsou v PÚ především opatřeními k zajištění přístupu k vlastnickým pozemkům, současně však mohou být navrhovány pro lepší dopravní obslužnost či prostupnost krajiny. Kromě dalších funkcí polních cest (protierozní, vodohospodářská, ekologická, ekonomická,...) je nutné vyzdvihnout zásadní vliv koncipování cestní sítě na krajinnou kompozici, estetické charakteristiky a hodnoty krajiny. Proto je třeba při návrhu cest věnovat zvýšenou pozornost doprovodným prvkům, jakými jsou příkopy, dřevinné doprovody nebo kulturní artefakty. Liniová zeleň podél polních cest a jiných komunikací je z hlediska krajinného rázu i z hlediska ekologického jedním z nejvýznamnějších typů rozptýlené zeleně v krajině (Sklenička, 2003).

Pro návrh plánu společných zařízení se přednostně využívají státní a obecní pozemky; pokud tyto pozemky nepostačují, podílejí se na výměře těchto zařízení všichni vlastníci poměrným dílem výměr svých pozemků (Podhrazská, 2010).

Výchozím podkladem pro plán společných zařízení je územně plánovací dokumentace (je-li zpracována). Současně však zohledňuje další studie, plány, koncepce, generely a projekty, které jsou v řešeném území k dispozici. Mezi nimi především program obnovy vesnice, studie protierozních opatření, revitalizace říčních systémů a další dotační programy dotčených rezortů. Kromě teoretických a metodických východisek a zásad návrhu plánu společných zařízení je velmi důležitým podkladem práce projektanta názor vlastníků, uživatelů, místních znalců, pamětníků a místních patriotů (Sklenička, 2003).



## 2.8 Protierozní ochrana v pozemkových úpravách

Hlavní možnosti ochrany půdy před erozí spočívají v realizaci pozemkových úprav, zejména pak komplexních pozemkových úprav a jejich plánu společných zařízení (Janeček, 2012). V KPÚ se protierozní a vodohospodářská opatření projektují v souladu se zákonem 139/2002 Sb. a §9 prováděcí vyhlášky 545/2002 Sb. (Podhrazská, 2010). Návrh opatření by měl být zpracováván s ohledem na charakter krajiny, její typické prvky a potřeby, jako je zvýšení ekologické stability, zlepšení prostupnosti území, ochrana před škodlivými účinky povrchového odtoku apod. Je v souladu s územním plánem a dotváří a integruje v sobě územní systém ekologické stability (Janeček, 2012).

Nedílnou součástí protierozní ochrany je i spolupráce zemědělců a uplatňování zásad správného hospodaření GAEC a při vhodné volbě pěstovaných plodin, včetně ochoty v nezbytné míře přijímat návrhy komplexních protierozních opatření organizačního, agrotechnického a technického charakteru (Fialová, 2012).

Současný stav i případný návrh protierozních opatření se posuzuje na základě výpočtu průměrné ztráty půdy a jeho porovnání s přípustnou hodnotou ztráty půdy stanovenou podle hloubky půdního profilu (Vyhláška 545/2002 Sb.).

## 3 Eroze

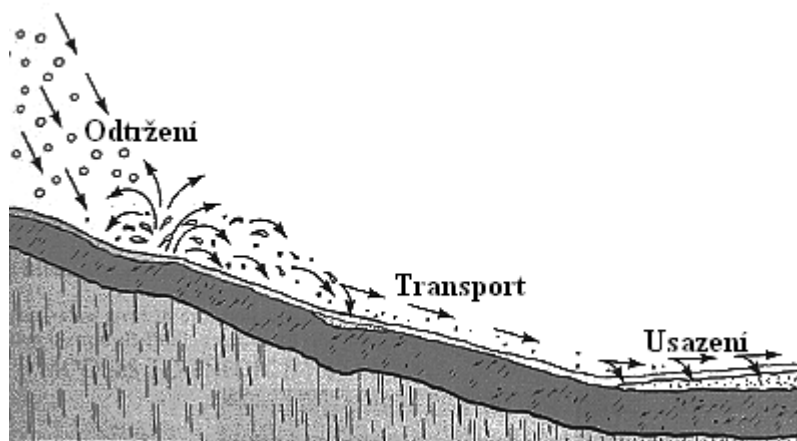
### 3.1 Pojem eroze

Eroze, z latinského výrazu erodere, tj. rozhlodávat, značí rozrušování zemského povrchu působením exogenních sil, zejména působením vody, ledu, větru a člověka, jako výrazného antropogenního činitele (Holý, 1978).

Eroze půdy vodou je v zásadě proces tří kroků (obr. 3):

1. odtržení půdní částice z půdní hmoty,
2. transport oddělených částic dolů ze svahu,
3. usazení transportovaných částic v místech s nižší nadmořskou výškou (Brady, Weil, 2002).

Obr. 3: Proces eroze



(Brady, Weil, 2002)

Vodní eroze je vyvolávána kinetickou energií dešťových kapek dopadajících na půdní povrch a mechanickou silou povrchově stékající vody (Holý, 1978). Z hlediska eroze je rušivá činnost deště větší než vlastní činnost stékající vody (Kudrna, 1985).

### 3.2 Povrchový odtok

V zásadě lze rozlišit tři fáze povrchového odtoku: 1. fázi nasycování půdy, 2. fázi plošného nebo svahového odtoku a 3. fázi soustředěného odtoku v hydrografické síti (Sklenička, 2003). Plošný srážkový odtok (plošný ron), nastává

tehdy, převyšuje-li objem spadlé srážky intercepci, výpar, vsakovací schopnost půdy a akumulaci půdního povrchu (Tlapák, Šálek, Legát, 1992).

Vodní eroze nastává tehdy, když rychlost vodního proudu nabývá unášecího účinku a její energie je větší než je odpor zpevnění částic v půdní vrstvě (Kudrna, 1985).

### **3.3 Geologická a zrychlená eroze**

Geologická eroze je normální proces zvětrávání, ke kterému přirozeně dochází v nízkých hodnotách na všech půdách jako součást přirozených půdotvorných procesů (Blanco, Lal, 2008). Erozi podmiňují a ovlivňují různí místní činitelé (podnebí, územní vyčlenění, půda, vegetační kryt aj.), kteří rozhodují o jejím vzniku, průběhu a intenzitě. Jsou-li tyto činitelé v určitých přípustných mezích, eroze nenastává nebo probíhá jen mírně a poměrně neškodně (tj. eroze normální).

Naopak zrychlená eroze smývá půdní částice v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem, je ovlivněna lidskou činností, způsobem hospodaření a půdní bloky je před ní nutné účinně chránit (MZe, 2011). Zrychlená eroze je často 10 až 1000 krát destruktivnější než geologická eroze, zejména na svažitých pozemcích v regionech s vysokými srážkami (Brady, Weil, 2002). Obecnou příčinou zrychlené eroze obvykle bývá nerespektování přírodních charakteristik a zákonů (Sklenička, 2003).

Půda se obecně tvoří relativně pomalu a odhaduje se, že 1 cm vrstva půdy se vytváří 100 až 400 roků (Šimek, 2004).

### **3.4 Činitelé ovlivňující erozi**

Vznik, průběh a intenzita erozního procesu je ovlivněna kombinovaným působením řady přírodních a člověkem ovlivněných podmínek. Tyto tzv. faktory eroze lze rozdělit na klimatické a hydrologické (zeměpisná poloha, nadmořská výška, množství, rozdělení a intenzita srážek, teplota, oslunění, výpar, odtok, výskyt, směr a síla větrů), morfologické (sklon území, délka a tvar svahu, expozice a návětrnost), geologické a půdní (povaha horninového substrátu, půdní druh a typ, textura a struktura půdy, její vlhkost a zvrstvení, obsah humusu), vegetační (hustota

a délka trvání pokryvu) a způsob využívání a obhospodařování půdy (poloha a tvar pozemků, směr obdělávání, střídání plodin) (Burian et al., 2011).

### **3.5 Rozdělení vodní eroze**

Přihlížíme-li k účinkům na půdu, může eroze působit jako:

- eroze plošná (vrstevná),
- eroze rýhová (brázdová),
- eroze výmolová (stržová),
- eroze bystřinná a říční.

Plošná eroze se projevuje smyvem půdy poměrně rovnoměrně na celé ploše. Selektivně postihuje přemísťování nejjemnějších půdních částic. Vyskytuje se i při méně intenzivních deštích. Větší intenzitou deště dochází k postupnému soustředování povrchově tekoucí vody do stružek a rýh; plošná eroze přechází v erozi rýhovou. Rýhy se dále postupně prohlubují, až stékající voda nabývá charakter soustředěného odtoku se stále větší vymílací schopností. Na delších svazích může rýhová eroze vyvolat tvorbu výmolů a strží (eroze výmolová) (Pasák et al., 1984).

### **3.6 Důsledky eroze**

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

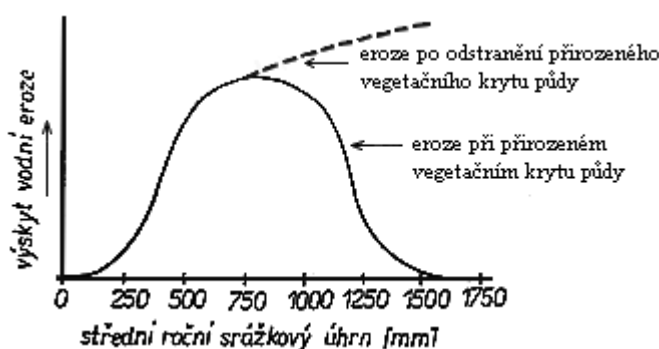
Nedílnou součástí erozního procesu (respektive transportu uvolněných částic) je i transport veškerých látek, které jsou na půdní částice vázány. Jedná se zejména o nejrůznější chemické látky, z nichž nejvýznamnější jsou hnojiva (dusík a zejména fosfor) a pesticidy (Vrána et al., 1998).

Negativní důsledky eroze je možné zaznamenat i mimo plochy, na nichž k erozi dochází, vlivem transportu a depozice materiálu (Sklenička, 2003).

### 3.7 Rozšíření eroze

V oblastech s malým množstvím srážek dochází obvykle k malému povrchovému odtoku, neboť srážková voda infiltruje do půdy a je spotřebována vegetací. Větší množství srážek, obvykle více než 1 000 mm za rok, vede k vytvoření husté vegetace, jež brání rozvinutí erozních procesů. Z toho důvodu usuzují někteří autoři, že k největšímu rozšíření vodní eroze dochází v oblastech se středními hodnotami ročních srážek, v nichž je porušen přirozený kryt půdního povrchu, a v oblastech s velkým množstvím srážek, v nichž došlo k odstranění přirozeného lesního porostu (Holý, 1978).

Obr. 4: Závislost výskytu vodní eroze a středních ročních srážkových úhrnů



(Hudson in Holý, 1978)

Na výskyt vodní eroze a její intenzitu má výrazný vliv charakter srážek. Přívalové srážky o značných intenzitách jsou v mnoha případech rozhodující pro intenzitu erozních procesů (Holý, 1978).

Vodní eroze postihuje okolo 1 094 milionů hektarů na celém světě, což představuje přibližně 56 % z celkového množství znehodnocené půdy (Oldeman et al., 1990). Celková výměra půdního fondu ČR je 7 887 tis. ha. Podíl zemědělské půdy představuje 54 % celkové rozlohy půdního fondu ČR. Vodní eroze ohrožuje přibližně 42 % ploch zemědělské půdy. Podle odborníků z Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy Praha se odhaduje, že poškozeno je kolem 1,4 mil. ha, z toho pak přibližně 31 % je výrazně poškozeno (MZe, 2009). Vodní erozí jsou ohroženy nejvíce půdy v kraji Jihomoravském, Východočeském a Severočeském (Pasák et al., 1984).

Všeobecně převládá názor, že globální změny klimatu ovlivní celkový způsob využívání krajiny, což ve svých důsledcích způsobí i zvýšenou ohroženost půdy

erozí (Tippel et al., 1999). Jak je patrné, očekávaná klimatická změna bude zřejmě nejvíce ovlivňovat faktor klimatický, hydrologický, půdní a vegetační (Toman, 1994). Mezi hlavní očekávané klimatické změny bude patřit mimo stále se zvyšujících průměrných ročních teplot také častější výskyt méně předvídatelného extrémního průběhu počasí (sucho, záplavy, vichřice, extrémní teplotní výkyvy apod.) (Vopravil et al., 2010).

Projeví-li se očekávaná klimatická změna možným zvýšením extrémních projevů počasí, tedy i srážkových úhrnů, lze očekávat změny nejen v četnosti výskytu erozně nebezpečných dešťů ale též změny v sezonalitě jejich výskytu v jednotlivých měsících, vydatnosti, intenzitě a době trvání (Toman, 1994).

## **4 Predikce erozních a transportních procesů**

### **4.1 Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE)**

Empirické modely byly a jsou používány kvůli jejich jednoduché struktuře a snadnosti použití. Nejrozšířenější empirický erozní model je Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE).

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

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

R - faktor erozní účinnosti deště,

K - faktor náchylnosti půdy k erozi,

L - faktor délky svahu,

S - faktor sklonu svahu,

C - faktor ochranného vlivu vegetace,

P - faktor vlivu protierozních opatření (Amore et al., 2004).

USLE byla vyvinuta z dat získaných pomocí výzkumů na pokusných pozemcích za velmi specifických dešťových podmínek, půdních podmínek a svahových podmínek ve Spojených státech, které nemusí být stejné v ostatních částech světa. I přes to je USLE široce používána mimo USA, protože poskytuje relativně jednoduchý způsob odhadu eroze a porovnání pravděpodobných přínosů různých půdoochranných postupů (Laflen, Moldenhauer, 2003). Na USLE je založen

velký počet současných erozních a transportních modelů. Jejich aplikace je však omezena přírodními poměry, z nichž byla USLE vytvořena (Aksoy, Kavas, 2005).

Univerzální rovnice ztráty půdy je určena především pro: stanovení průměrné roční ztráty půdy na daných pozemcích, výběr vhodných půdoochranných opatření na vyšetřovaném pozemku, určení maximální délky svahu (tzv. přípustné délky) pro daný systém hospodaření na pozemku (Vrána et al., 1998).

#### 4.1.1 Faktory rovnice USLE

Obr. 5: Základní schéma erozního procesu



(MŽP, 2009)

Účinek jednotlivých členů rovnice na intenzitu erozního procesu se posuzuje podle působení na jednotkovém pozemku (Holý, 1978). Jednotkový pozemek je definován délkou 22,13 m a sklonem 9 %, pozemek je trvalý úhor obdělávaný ve směru sklonu (Kinnell, 1998).

#### 4.1.2 Faktor erozní účinnosti přívalového deště (R)

Výzkum ukázal, že ztráty půdy jsou přímo úměrné celkové energii deště a jeho maximální 30-minutové intenzitě (Dumas et al., 2010). Stejně množství srážek má nápadně odlišné účinky na množství eroze v závislosti na intenzitě a podmínkách povrchu půdy (Blanco, Lal, 2008). Intenzita deště má velký význam ze dvou důvodů: 1. intenzivní deště mají velké kapky, což má za následek mnohem větší kinetickou energii k oddělení půdních částic a 2. čím vyšší je míra srážek, tím větší povrchový odtok nastává a poskytuje podmínky pro přepravu oddělených částic.

Faktor erozní účinnosti srážek R tedy závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu (Janeček et al., 2007).

Přes 80 % erozně nebezpečných dešťů se vyskytne v období červen - srpen, a proto je ochrana půdy zejména vegetačním pokryvem v těchto měsících nejdůležitější (Janeček, 2008).

S ohledem na celou řadu problémů metodického a zatím ne zcela spolehlivého podkladového charakteru, které stanovení R faktoru provázejí, nezdá se být zatím účelné R faktor pro území České republiky regionalizovat, ale používat v USLE pro naprosto převažující plochu zemědělské půdy České republiky průměrnou roční hodnotu R faktoru =  $40 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ , tedy dvojnásobnou, oproti hodnotě dříve doporučované (Janeček, 2012).

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

Erodovatelnost půdy znamená náchylnost půdy k oddělitelnosti částic dopadem dešťové kapky a přesunu povrchovým odtokem (Vaezi et al., 2008). Reakce půdy na erozní procesy je komplexní a je ovlivněna takovými vlastnostmi půdy, jako je její struktura, strukturní stabilita, obsah organické hmoty, mineralogie jílu a chemické složky (Tippl et al., 1999).

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

Faktor erodovatelnosti půdy lze stanovit třemi postupy:

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

K určení hodnoty faktoru K je nutno znát HPJ (2. a 3. místo kódu BPEJ). Pokud pro některou HPJ není uvedena hodnota faktoru K, je nutno k jeho stanovení použít rovnici nebo nomogram (Janeček, 2008).



#### **4.1.4 Faktor délky svahu (L)**

Intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu, která je definována jako horizontální vzdálenost od místa vzniku povrchového odtoku k bodu, kde se sklon svahu snižuje natolik, že dochází k ukládání erodovaného materiálu, nebo se plošný odtok soustředí do odtokové dráhy (Sklenička, 2003).

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

Ztráta půdy se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu, a to rychleji než je tomu u délky svahu.

Pro vyjádření proměnného sklonu svahu, příp. k vyjádření vlivu změn půdních vlastností na svahu lze rozdělit svah na 10 stejně dlouhých úseků a faktor sklonu svahu S stanovit jako vážený průměr faktoru S dílčích úseků (Janeček et al., 2007).

#### **4.1.6 Faktor ochranného vlivu vegetace (C)**

Vliv vegetace na ochranu půdy před vodní erozí má řadu aspektů. Na jedné straně chrání vegetace povrch půdy před vlivem dopadajících dešťových kapek, současně zpomaluje rychlost povrchového odtoku a zlepšuje pórovitost půdy a tudíž její infiltrační schopnost (Sklenička, 2003). Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů (měsíce duben - září).

Pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se faktor C stanoví pro jednotlivé po sobě pěstované plodiny, včetně období mezi střídáním plodin, při zohlednění nástupu a způsobu agrotechnických prací v 5-ti základních 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 2. měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4.,
4. období od konce 3. období do sklizně,
5. období strniště (Janeček, 2008).

#### 4.1.7 Faktor účinnosti protierozních opatření (P)

Pro snížení rizika působení eroze je třeba provádět protierozní ochranu půdy. Protierozní ochrana je soubor opatření k zeslabení nebo zamezení účinku eroze na půdu, půdní vláhu a povrchovou vodu a pěstované plodiny (Hůla et al., 2008). P - faktor vyjadřuje vliv protierozních opatření; udává poměr ztráty půdy z vyšetřovaného pozemku a ztráty půdy z jednotkového pozemku, obdělávaného ve směru sklonu svahu (Holý, 1978). P nabývá hodnot od 0 do 1, kdy nejvyšší hodnoty odpovídají holé půdě bez ochrany (Blanco, Lal, 2008).

Jestliže nelze předpokládat, že by byly dodrženy vyznačené podmínky maximálních délek a počtu pásů (dle tab. 2), nelze s uvedenou účinností příslušného opatření vyjádřenou hodnotami faktoru P počítat a faktor P=1 (Podhrázká, Dufková, 2005).

Tab. 2: Hodnoty faktoru protierozních opatření P

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

(Janeček, 2008)

#### 4.2 Přípustná ztráta půdy vodní erozí

Univerzální rovnice ztráty půdy vychází z principu tzv. přípustné ztráty půdy (Vrána et al., 1998). Hodnota přípustné ztráty půdy slouží ke stanovení míry erozního ohrožení pozemku a je definována jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje trvale a ekonomicky dostupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy (Janeček et al., 2007). Absolutní ochrana zemědělských pozemků před účinky eroze není ekonomická a ani reálná. Návrh protierozních opatření se tedy provádí na určitý „únosný“ stupeň ochrany (Vrána, 1999).

Dosazením zjištěných hodnot faktorů pro vyšetřovaný pozemek do Univerzální rovnice se určí dlouhodobá průměrná ztráta půdy vodní erozí v  $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$  při současném či navrhovaném způsobu využívání (Janeček et al., 2007). Pokud vypočtená ztráta půdy překročí hodnoty stanovené jako přípustné ztráty půdy je zřejmé, že způsob využívání pozemku nezabezpečuje dostatečnou protierozní ochranu. Proto je nutné uplatnit přísnější protierozní opatření (Janeček et al., 2007).

Přípustná ztráta je pro:

- mělké půdy (do 30 cm).....  $1 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ,
- středně hluboké (30 - 60 cm).....  $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ ,
- hluboké (nad 60 cm).....  $10 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$

(Mazín et al., 2005).

Hloubka půdy je v systému BPEJ vyjádřena 5. číslicí sdruženého kódu BPEJ pro skeletovitost a hloubku půdy. U půd středně hlubokých a hlubokých nad 30 cm je doporučeno aplikovat jednotnou hodnotu přípustné ztráty půdy ve výši  $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ . Důvodem je nutnost zvýšení ochrany hlubokých úrodných půd (Janeček, 2012).

### 4.3 Metoda CN - křivek

Metoda čísel odtokových křivek je jednou z nejpobulárnějších metod pro výpočet objemu povrchového odtoku dešťových srážek pro danou událost z malých zemědělských povodí.

Její původ má počátky v návrhu Shermana na vyhodnocování přímého odtoku dešťových srážek v závislosti na přívalovém dešti a následné práci Mockuse na odhadu povrchového odtoku z povodí s využitím informací o půdě, využití půdy, předcházejících srážkách, délce deště a průměrné roční teplotě (Singh, Seo, Sonu, 1999). V roce 1955 G. W. Musgrave popsal hydrologickou klasifikaci půd v závislosti na jejich infiltračních hodnotách. Všechny půdy byly seskupeny do čtyř základních skupin v závislosti na minimální infiltrační schopnosti na základě laboratorních testů (Woodward et al., 2002).

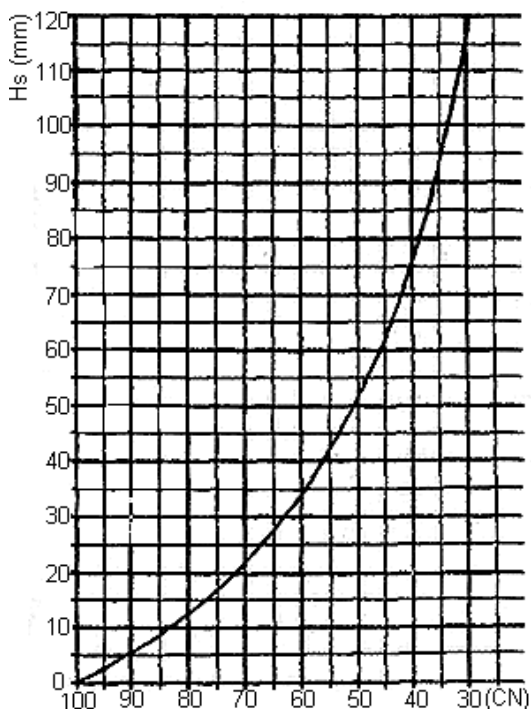
Metodu CN lze použít i u nás v malých povodích do velikosti cca 8 až 10  $km^2$  k návrhu nebo k posouzení protierozních opatření, jako jsou dráhy soustředěného

povrchového odtoku - údolnice, průlehy, záchytné příkopy a nádrže, a pro odhad transportu znečišťujících látek - erozních smyvů z malých povodí (Pasák et al., 1984).

Tato metoda vychází z předpokladu, že objem a výška odtoku závisí na meteorologických (úhrnu srážek), pedologických charakteristikách (druh půdy) a půdním krytu povodí. Výpočet odtoku vyžaduje určení indexu, který reprezentuje tyto činitele a odpovídá číslu odtokové křivky (CN - curve number) (Krešl, 2001).

Základním vstupem metody CN křivek je srážkový úhrn o určitém časovém rozdělení, za předpokladu jeho stejnoměrného rozdělení po ploše povodí (Mazín et al., 2005). Objem srážek je přeměněn na objem odtoku pomocí čísel odtokových křivek - CN. Jejich hodnoty jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, intercepci a povrchové akumulaci (Janeček et al., 2007).

Obr. 6: Velikost srážkového úhrnu, od kterého začíná přímý odtok v závislosti na CN



(Podhrázská, Dufková, 2005)

### 4.3.1 Objem přímého odtoku

Přímý odtok zahrnuje odtok povrchový a část odtoku podpovrchového (hypodermického). Podíly těchto odtoků se oceňují právě pomocí čísel odtokových křivek - CN křivky (Curve number) (Ehrlich, Gergel, Lojda, 2005).

K hypodermickému odtoku podílejícímu se na přímém odtoku dochází tehdy, když do půdy infiltrovaná voda stéká po mělce uložené, málo propustné vrstvě a vyvěrá opět na povrch, na rozdíl od základního odtoku, na jehož tvorbě se podílí voda, která se vsakuje až k hladině podzemní vody a vtéká do koryt toků (Krešl, 2001).

Ačkoli CN teoreticky kolísá od 0 do 100, skutečné hodnoty potvrzené praxí leží v rozmezí 40 až 98. Čím vyšší je hodnota CN, tím větší je potenciální odtok z povodí, a naopak (Tyagi, Mishra, Singh, 2008).

Metoda CN - křivek vychází z předpokladu, že poměr objemu odtoku k úhrnu přívalové srážky se rovná poměru objemu vody zadržené při odtoku k potenciálnímu objemu, který může být zadržen. Odtok začíná po počáteční ztrátě, která je součtem intercepce, infiltrace a povrchové retence. Tato počáteční ztráta byla stanovena na základě experimentálních měření na 20 % potenciální retence ( $I_a=0,2A$ ) (Janeček, 2008).

### 4.3.2 Čísla odtokových křivek

Čísla odtokových křivek CN jsou tabelizována podle:

a) hydrologických vlastností půd rozdělených do 4 skupin: A, B, C, D na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení (Mazín et al., 2005). Půdní charakteristiky ovlivňují zejména infiltrační a retenční schopnosti území (písčité půdy mají větší infiltrační rychlosti, ale menší retenční schopnost) (Daňhelka, 2007). Pro přibližnou orientaci při zařazování půd do hydrologických skupin je možné použít 2. a 3. číslici 5-ti místného kódu BPEJ (Janeček, 2008).

b) vlhkosti půdy určované na základě 5-ti denního úhrnu předcházejících srážek resp. indexu předchozích srážek (IPS) ve 3 stupních, kdy IPS I odpovídá takovému minimálnímu obsahu vody v půdě, který ještě umožňuje uspokojivou orbu

a obdělávání, při IPS III je půda přesycena vodou z předcházejících dešťů. Pro návrhové účely se zvažuje IPS II, tedy pro střední nasycení půdy vodou (Janeček, 2008). Retenční schopnost krajiny bude pochopitelně nižší v případě, kdy srážky následují po jiné srážkové epizodě (Daňhelka, 2007).

c) využití půdy, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření (Janeček et al., 2007). Vliv povrchu povodí se hodnotí pomocí tříd využívání a obdělávání půdy. Využíváním půdy se rozumí pokryv povodí a zahrnuje všechny zemědělské kultury, lesy, jakož i nezemědělské využití (vodní a nepropustné plochy). Obdělávání půdy zahrnuje způsob zpracování půdy a střídání plodin (Pasák et al., 1984).

### **4.3.3 Kulminační průtok**

Určení kulminačního (vrcholového) průtoku ( $Q_{pH}$ ) je obtížnou částí nepřímých hydrologických metod. Povodí s podstatně rozdílnými čísly CN, či dobami koncentrace v důsledku různých svahů, půd a způsobů jejich využití, je nutné rozdělit na dílčí povodí (MŽP, 2009).

Při výpočtu kulminačního průtoku se v metodě odtokových křivek používá poměru počáteční akumulace k jednodennímu maximálnímu srážkovému úhrnu ( $I_a/H_s$ ) (Janeček et al., 2007).

### **4.3.4 Doba koncentrace a doba doběhu**

Doba doběhu ( $T_t$ ) je čas, po který se voda přemísťuje z jednoho místa v povodí na jiné. Odtok může probíhat po povrchu nebo pod ním nebo kombinovaně. Je to část doby koncentrace ( $T_c$ ), která je časem potřebným pro odtok z hydraulicky nejvíce vzdálené části povodí do uzávěrového profilu. Počítá se jako součet dílčích dob doběhu ve zvolené odtokové dráze (Janeček et al., 2007). Voda z povodí stéká z horních částí jako plošný povrchový odtok, přechází v soustředěný odtok o malé hloubce a končí soustředěným odtokem v otevřeném korytě (MŽP, 2009).

#### 4.4 Výpočet transportu splavenin

Pro odhad transportu splavenin z jednotlivého přívalového deště lze použít modifikovanou rovnici MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation), kde je hodnota R - faktoru nahrazena součinem objemu a kulminačního průtoku vypočtených metodou CN křivek a ostatní faktory jsou vyjádřeny průměrnými hodnotami faktorů USLE pro povodí (Janeček, 2008).

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

kde: G - transport splavenin z přívalového deště (t),

$O_{pH}$  - objem přímého odtoku ( $m^3$ ),

$Q_{pH}$  - velikost kulminačního průtoku ( $m^3 \cdot s^{-1}$ ),

K, L, S, C, P - faktory univerzální rovnice pro dané povodí (počítány váženým průměrem vztaženým k ploše povodí) (Mazín et al., 2005).

#### 4.5 Poměr odnosu

„Poměr odnosu“ (DR - delivery ratio nebo SDR - sediment delivery ratio) je parametr, který vyplňuje mezeru mezi údaji o erozi na svahu a množstvím transportovaných sedimentů v uzávěrovém profilu povodí. Umožňuje tak vzít v úvahu i sedimentaci, k níž dochází na pozemcích a transportní trajektorii (Janeček, 2008).

Chceme-li odhadnout celkové transportované množství splavenin z povodí, pak je nezbytné předcházející výpočet transportu splavenin redukovat tzv. poměrem odnosu, neboť ne všechny erodované půdní částice se z pozemku dostávají do vodních toků (Pasák et al., 1984). Tento poměr se v některých případech může blížit hodnotě 1, jestliže povrchový odtok ústí přímo do toku či nádrže bez jakýchkoliv překážek nebo změn sklonu. V jiném případě může široký pás lesní hrabanky nebo husté vegetace pod erodovanou plochou zachytit téměř veškerý sediment a poměr odnosu se pak blíží 0 (Podhrázská, Dufková, 2005).

Poměr odnosu je přímo úměrný množství odtoku, svažitosti, erozi koryta a nepřímo úměrný velikosti unášených částic, vzdálenosti zdroje od toku, hustotě vegetace a překážkám (Pasák et al., 1984). Pro dané povodí není poměr odnosu konstantní, ale mění se podle velikosti deště a aktuálního stavu povrchu povodí.

Množství splavenin uložených v nádržích nebo jimi proteklých bývá zpravidla menší než erozní potenciál pozemků nad vtokem do nich. Rozdíl mezi těmito dvěma množstvími je často řádový. Aby se překonal tento rozdíl, byl zaveden parametr, označovaný jako poměr odnosu, což je poměr erodované hmoty vnikající v daném bodě do systému vodních toků k celkové erozi všech zdrojů v povodí nad tímto bodem. V podstatě jsou tedy poměry odnosu přepočítacími koeficienty, pomocí nichž lze erozní potenciál celého povodí převést na množství splavenin (Janeček, 2008).

V současné době není k dispozici obecná rovnice pro výpočet poměru odnosu jako funkce parametrů povodí, jsou však k dispozici návody pro přibližné stanovení průměrného poměru odnosu pro určité povodí (Podhrázská, Dufková, 2005). Např. J. R. Williams sestavil rovnici k předpovědi podílu odnosu pro povodí podobná jím sledovanému na základě tří charakteristik povodí: plochy povodí, reliéfového poměru a infiltrace, vyjádřené dlouhodobým průměrným číslem křivky (CN) (Pasák et al., 1984).

$$D_r = 1,366 \cdot 10^{-11} \cdot P_p^{-0,0998} \cdot s_r^{0,3629} \cdot CN^{5,447}$$

kde:  $D_r$  - poměr odnosu,

$P_p$  - plocha povodí ( $\text{km}^2$ ),

$s_r$  - reliéfový poměr ( $\text{m} \cdot \text{km}^{-1}$ ),

CN - číslo odtokové křivky.

Při použití rovnice se však v našich podmínkách mohou hodnoty konstanty a exponentů od povodí k povodí lišit. Upřesnit je lze na základě terénního sledování transportu splavenin (Podhrázská, Dufková, 2005).



## **5 Opatření proti vodní erozi**

Ochranu proti vodní erozi je možné zajistit aplikací protierozních opatření, která spočívají v ochraně půdy před účinky dopadajících kapek erozně účinného deště, zachycení povrchově odtékající vody na chráněném bloku, převedení co největší části povrchového odtoku na vsak do půdního profilu, snížení rychlosti odtékající vody a z dlouhodobého hlediska i snížení erodovatelnosti půdy. V případě nezbytnosti je třeba vzniklý povrchový odtok odvést z řešené plochy bezeškodným způsobem. V takovém případě je třeba řešit odvedení vody až do místa, kde již nemůže způsobit přímou škodu (MZe, 2011).

Protierozní opatření v krajině jsou navrhována na základě objektivních podkladů a výpočtů (Janeček, 1999). Ve většině případů jde o komplex opatření, vzájemně se doplňujících a respektujících současné požadavky ochrany krajiny a možnosti zemědělské výroby (Bičik et al., 2009). O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení dlouhodobé průměrné ztráty půdy a nutná ochrana objektů (vodních zdrojů, toků a nádrží, intravilánů měst a obcí atd.) při respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny.

Vždy je nutné prokázat účinnost navrhovaných protierozních opatření. Nejlépe porovnáním vypočtené dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy před opatřeními a po jejich návrhu (Dumbrovský et al., 2012).

Z hlediska finančního je nutné při návrhu protierozních opatření postupovat od finančně i realizačně nejjednodušších opatření organizačního a agrotechnického charakteru k opatřením technického charakteru (MZe, 2011).

### **5.1 Organizační protierozní opatření**

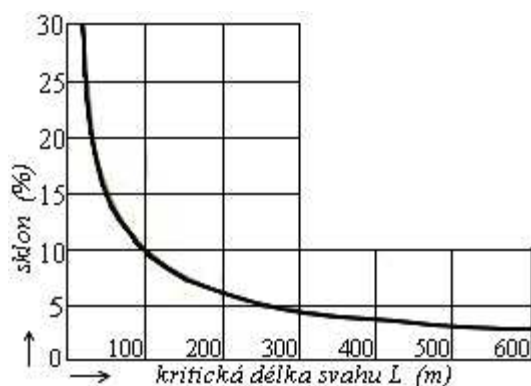
Základem organizačních protierozních opatření je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhů pozemků (Burian et al., 2011).

### 5.1.1 Tvar a velikost pozemku

Vhodná velikost pozemku je závislá na několika faktorech a v konkrétních případech je kompromisním výsledkem dvou navzájem protichůdně působících skupin faktorů - tzv. faktorů přírodních, působících k vytváření menších půdních celků a ekonomického faktoru, který naopak upřednostňuje tvorbu pozemků dostatečně velkých (Janeček, 2007).

Z hlediska protierozní ochrany je žádoucí, aby rozměry pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšovaly přípustnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí (Burian et al., 2011). Tato podmínka platí jak pro rozměr pozemku obdělávaného jako jeden celek, tak pro skupinu pozemků, oddělených pouze hranicemi, které nejsou schopné zachycovat povrchový odtok. Velikost a tvar pozemku tedy do značné míry určují místní geografické poměry spolu s požadavky na přístupnost pozemků a způsob hospodaření na půdě. Obecně je možné doporučit vytváření půdních bloků o velikosti do 50 ha v rovinných územích a 20 ha ve členitějších územích s převažujícími délkami ve směru vrstevnic (Janeček et al., 2012).

Obr. 7: Kritická délka svahu



(Cablík in Holý, 1978)

### 5.1.2 Delimitace druhu pozemků a ochranné zatravnění a zalesnění

Delimitace druhu pozemků se chápe jako prostorová a funkční optimalizace využití pozemků sloužících k pěstování jednotlivých kultur. Představuje členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice (Janeček et al., 2012).

Ochranné zatravnění se používá na pozemcích, které z hlediska ztrát půdy erozí nelze využívat jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou (Burian et al., 2011). Pro srovnání - víceletý zapojený travní porost snižuje erozní účinek až stonásobně více než pole oseté kukuřicí, bramborami apod. (Jarošek, 2010).

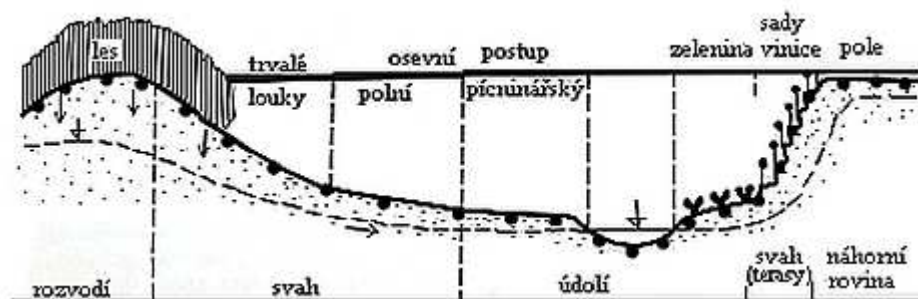
Ochranné zalesnění se nejčastěji uplatňuje jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy. Dobře zapojený hustý les (optimální je les smíšený) s bohatým bylinným patrem a s půdou krytou mocnou vrstvou hrabanky, zajišťuje vysokou protierozní ochranu půdy (Burian et al., 2011).

### 5.1.3 Protierozní rozmístování plodin

Základním principem zajišťujícím ochranu půdy proti vodní erozi je pěstování plodin nedostatečně chránících půdu před erozí (okopaniny, kukuřice a ostatní širokořádkové plodiny) na pozemcích rovinných nebo mírně sklonitých s dobře propustnou strukturou půdy (Burian et al., 2011). Podle ochranného účinku plodin a jejich posklizňových zbytků řadíme plodiny vzhledem k náchylnosti k erozi: 1. Jeteloviny, 2. Trávy, 3. Obilniny, 4. Olejníky, 5. Širokořádkové plodiny - kukuřice, brambory, řepa (Hůla et al., 2008).

Nejvíce podléhá erozním vlivům půda bez vegetace (MZe, 1995). Ve srovnání s půdou bez vegetace je v porostech okopanin a kukuřice smyv půdy poloviční, obiloviny snižují smyv na čtvrtinu až desetinu podle doby výsevu a sklizně, jeteloviny na padesátinu a víceleté travní porosty až na dvou setinu (Dumbrovský, Mezera, 2000). Čím je vegetační pokryv hustější a čím déle na povrchu půdy existuje, tím z hlediska ochrany půdy lépe (Janeček, 1999).

Obr. 8: Polohové rozmístění kultur podle reliéfu území



(Holý, 1978)

Svahy se sklonem větším než 36 %, při výrazném postižení erozí větším než 20 %, mají být zalesněny, svahy se sklonem větším než 21 %, na svazích méně ohrožených erozí více než 31 %, mají být trvale zatravněny (Holý, 1978).

Tab. 3: Polohové rozmístění kultur

|         | Stanovištní poměry |                     |                   |                       | Vhodné kultury            |                          | Protierozní technická opatření |
|---------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|         | území              | půda                | podzemní voda     | erozní činnost        | obecně                    | jmenovitě                |                                |
| Rozvodí | strmé              | hrubozrnná (smytá)  | hluboko           | denundace             | hluboko kořenící trvalé   | smíšený les              | hrazení strží, sesuvů          |
|         | náhorní roviny     | středně těžká       | středně hluboko   | nevýrazná             | méně odolné erozi         | polní (brambory)         |                                |
| Svahy   | mírné              | lehčí (smytá)       | středně hluboko   | transport             | více odolné erozi         | pole, louky              | záchytné příkopy               |
|         | strmé              | lehká (silně smytá) | hluboko           | denundace + transport | hluboko kořenící trvalé   | sady, vinohrady, lesy    | terasy                         |
| Údolí   | rovinné            | těžká (akumulovaná) | vysoko (inundace) | sedimentace + kolmace | mělce kořenící vlhkomilné | pícniny, louky, zelenina | odvodnění ochranné hráze       |

(Holý, 1978)

#### 5.1.4 Protierozní osevňovací postupy

Osevňovací postup znamená rozmístění zemědělských kultur do honů tak, aby se pravidelně za určitý počet let vystřídal. Obiloviny, okopaniny, pícniny a technické plodiny se střídají v rotaci tak, aby se zachovala úrodnost půdy a zajistily vysoké výnosy se zřetelem na předplodinu. Vhodná základní struktura polního osevňovacího postupu v našich podmínkách je dána 45 až 50 % zastoupením obilovin, 25 až 30 % zastoupením okopanin a 25 až 30 % zastoupením pícnin a luštěnin (Holý, 1978).

#### 5.2 Agrotechnická protierozní opatření

Protierozní agrotechnická opatření zvyšují vsakovací schopnost půdy, snižují její erodovatelnost a chrání půdní povrch především v období největšího výskytu přívalových srážek (červen, červenec, srpen), kdy zejména širokořádkové plodiny (kukuřice, brambory, cukrová řepa, slunečnice apod.) svým vzrůstem a zapojením nedostatečně kryjí půdu (MZe, 2011).

### **5.2.1 Zpracování půdy**

Jedním z nejdůležitějších agrotechnických protierozních opatření je zpracování půdy. To se vyznačuje hlavně ochranným obděláváním půdy (Hůla et al., 2008). Jde v podstatě o redukované obdělávání, zmenšování počtu operací při obdělávání půdy jejich slučováním, o vnášení organické hmoty do půdy a ochranu povrchu půdy rostlinnými zbytky (MZe, 1995). V těchto technologiích je využíváno místo orby mělké kypření půdy, ale i hlubší prokypření ornice či části podorničí bez obracení zpracovávané vrstvy půdy (Hůla, 2003 in Janeček et al., 2012).

Tento systém ochrany půdy, nazývané též „konzervační“ způsob obdělávání, chrání především povrch půdy před působením eroze zapojeným porostem pěstovaných plodin nebo ponechává posklizňové zbytky na jejím povrchu. Místo orby se na erozně ohrožených pozemcích pouze kypří (MZe, 1995). Bezorebné zpracování má průkazný vliv na zvýšení infiltrace, což je způsobeno větší stabilitou půdní struktury a příznivějším rozložením a velikostí pórů (Hůla et al., 2008). Při bezorebném zpracování strništních ploch se posklizňové zbytky zapravují jen částečně, aby povrch půdy byl chráněn před erozí. Vytváří se na povrchu půdy nastýlka (mulč) (MZe, 1995).

### **5.2.2 Vrstevnicové obdělávání**

Mezi vrstevnicové (konturové) obdělávání můžeme zařadit orbu po vrstevnici, ale patří sem i další obdělávání podél vrstevnic. V první řadě jde o setí a všechny ostatní kultivační i sklizňové operace (MZe, 1995). Vrstevnicové obdělávání je podmíněno možnostmi použití mechanizačních prostředků pro jejich práci na svahu (MZe, 2011). Orbou po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic oboustrannými otočnými pluhly, které překlápějí půdu proti svahu, je možné významným způsobem přispět k ochraně půdy před erozí. Dochází k tvorbě mikroreliefu, odtékající voda ztrácí energii a neodnáší tolik látek. Zvětšuje se zasakování vody ze srážek do půdy, snižuje se riziko vodní eroze (Jarošek, 2010).

### **5.2.3 Hrázkování**

Omezuje možnost vzniku povrchového odtoku vytvořením akumulčních prostorů pro zachycení odtékající vody přímo na pozemku a omezuje možnost

protržení brázd vedených ve směru vrstevnic. Pěstitelský postup je shodný s klasickým, avšak bezprostředně po výsadbě a při kultivačních zásazích se provádí hrázkování meziřadí speciálním strojem - hrázkovačem (Burian et al., 2011).

#### **5.2.4 Důlkování**

Tato technologie je použitelná obdobně jako hrázkování u brambor, místo hrázek jsou ale vytvářeny důlky. Jde o klasickou technologii pěstování s cílem vytvořit důlky v meziřadí ve vzdálenosti 30 - 40 cm. Důlky omezují povrchový odtok v meziřadí a zvyšují infiltraci vody. Zpravidla se uvažuje, že lze na 1 ha vytvořit 28 000 důlků o objemu 2 l, což představuje možnost zadržení  $56 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (MZe, 2011).

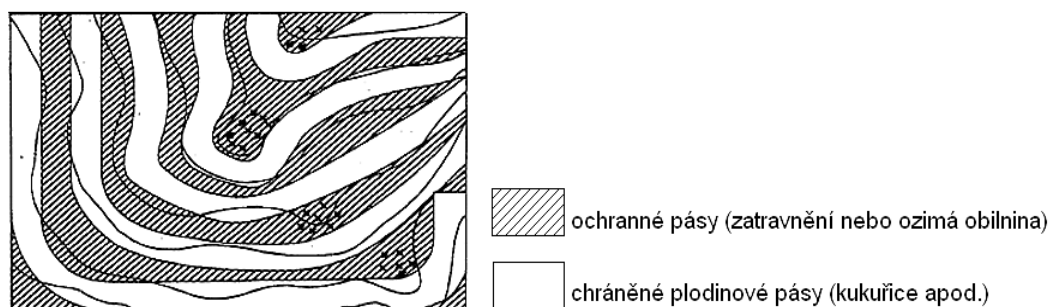
#### **5.2.5 Pásové střídání plodin**

U pásového střídání plodin se střídají různě široké pásy plodin erozně nebezpečných (kukuřice, brambory, slunečnice a další širokořádkové plodiny) a plodin s vyšším protierozním účinkem (obilniny, píce, případně i travní porost) (MZe, 2011). Střídáním pásů např. kukuřice a víceletých píce poklesne smyv půdy až na třetinu.

Pásové střídání plodin může být uspořádáno buď v pruzích podél vrstevnic, pak je to pásové střídání plodin vrstevnicové nebo tzv. polní pásové hospodaření, kdy mají pásy jednotnou šířku, jsou umístěny napříč svahu, ale nezakřivují se podél vrstevnic (MZe, 1995). Pásy by měly být vedeny ve směru vrstevnic s max. odklonem do  $30^\circ$  (MZe, 2011).

Šířka pásů je závislá na sklonu a délce svahu, propustnosti půdy, její náchylnosti k erozi a na šířce záběru strojů (Burian et al., 2011). Ochranný pás musí být tak široký, aby se na něm zachytila a do půdy vsákla veškerá voda přitékající z pásu položeného výše i srážková voda spadlá na ochranný pás (Holý, 1978). Doporučená šířka pásů (podle sklonu pozemku) je zpravidla od 20 do 40 m. Při vrstevnicovém pásovém uspořádání se ještě umísťují mezi vrstevnicové pásy zpravidla nestejně široké pruhy travních porostů, pro vyrovnání a zachování stejné šířky plodinových pásů (MZe, 1995).

Obr. 9: Pásové střídání plodin



(Janeček et al., 2012)

### 5.2.6 Další agrotechnická opatření

- Výsev obilních pásů (ozimý ječmen) ve směru vrstevnic širokých 1 - 2 m, vysetých bezprostředně po zasetí plodiny; vzdálenost pruhů se řídí náchylností pozemku k erozi.
- Výsev nevymrzajících meziplodin, jako je např. ozimé žito - po jarní desikaci žita přímé setí hlavní plodiny.
- Setí do vymrzlých meziplodin, setých po sklizni hlavní plodiny v měsíci srpnu.
- Setí do mulče - uchování co největšího množství rovnoměrně rozprostřených posklizňových zbytků po předplodinách na povrchu půdy (Hůla et al., 2008). Ochranný vliv závisí na stupni pokrytí půdy mulčem, výšce a rovnoměrnosti mulče (MZe, 2011). Pokryv chrání půdu před nárazem dešťové kapky a snižuje rychlost povrchového odtoku (Morgan, 2005).

### 5.3 Technická protierozní opatření

Jejich základní účinnost se zvyšuje v kombinaci s opatřeními organizačními a agrotechnickými. Technická protierozní opatření se navrhují obvykle po vyčerpání možností řešení protierozní ochrany organizačními a agrotechnickými opatřeními, většinou jako jejich doplnění (MZe, 2011).

Technická protierozní opatření slouží k vyrovnání terénních příčných nerovností a snížení podélného sklonu velmi svažitéch pozemků, k ochraně pozemků před tzv. „cizí“ vodou např. vytékající z lesních porostů na zemědělskou půdu, k neškodnému odvedení povrchových vod z povodí, k retardaci povrchového odtoku

a zachycování smyté zeminy, k ochraně intravilánů obcí a komunikací před škodami povrchovým odtokem a smytou zeminou apod. (Burian et al., 2011).

Optimálním návrhem prostorového rozmístění liniových záchytných prvků technických opatření dojde ke snížení hodnoty faktoru délky svahu L. Vedle základní funkcí mají spolu s doprovodnou dřevinnou zelení význam i z hlediska krajinně estetického a ekologického (Janeček et al., 2012).

Významným atributem řady protierozních opatření je přípustná délka svahu ( $l_{příp}$ ) při daném sklonu a dalších relevantních faktorech. Označuje se jí délka nepřerušeno svahu (např. mezi průlehy), při které v dlouhodobém průměru nedojde k překročení přípustné ztráty půdy vodní erozí. Její výpočet je odvozen z univerzální rovnice Wischmeier - Smithe, z které dostaneme následující tvar:

$$L_{příp} = (22,13 \cdot G_{příp}) / R \cdot K \cdot S \cdot C \cdot P \quad (m)$$

(Sklenička, 2003).

### 5.3.1 Terasování

Jednou z možností, jak před erozí chránit extrémně svažité pozemky o sklonu vyšším než 20 % na hlubokých až velmi hlubokých půdách je terasování (Burian et al., 2011). Terasování slouží k zmenšení velkého sklonu terénními stupni, k rozdělení svahu na úseky, aby povrchový odtok nedosáhl nebezpečného erozního účinku a ke zlepšení využití mechanizace. Terasy jsou vždy značným zásahem do geologie, geomorfologie, pedologie i biologie krajiny. Terasy je nutno provádět pouze v nejnútnejším rozsahu a je třeba dbát na co největší zachování a respektování alespoň části přirozeného terénu a krajinného rázu (Janeček et al., 2012).

Terasy se skládají z terasové plošiny, terasových svahů a doprovodných objektů (Burian et al., 2011).

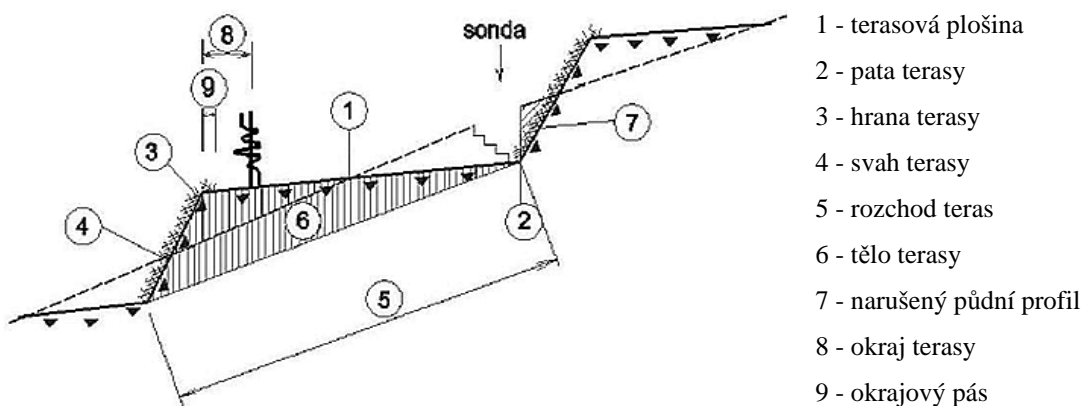
Podle šířky terasové plošiny rozdělujeme zemí terasy na úzké (1 - 3 řady speciální kultury) a široké (více jak tři řady). Parametry terasové plošiny jsou dané její šířkou, příčným a podélným sklonem. Podélný sklon se doporučuje 1 až 3 %, kdy většinou nedochází k odtoku, ale srážky zasáknou, případně částečně odtékají nesoustředěně po celé ploše teras, při příčném sklonu terasové plošiny pozitivním a nulovým.



Výška svahu závisí na původním sklonu terénu, příčném sklonu a šířce plošiny, sklonu svahu, půdně-ekologických podmínkách, zpevnění, údržbě, požadavcích krajinářských, ekologických a dalších faktorech. Maximální výška terasového stupně se doporučuje 8 m, optimální je 6 m. Největší sklon svahu s výškou terasového stupně do 1,5 m (výjimečně do 2,5 m) je 1 : 1. Terasové svahy jsou zpravidla zpevněny vegetačně (Janeček et al., 2012).

Podmínkou pro realizace teras je zpracování projektové dokumentace (Burian et al., 2011).

Obr. 10: Schéma uspořádání zemních teras



(Janeček et al., 2012)

### 5.3.2 Protierozní průlehy

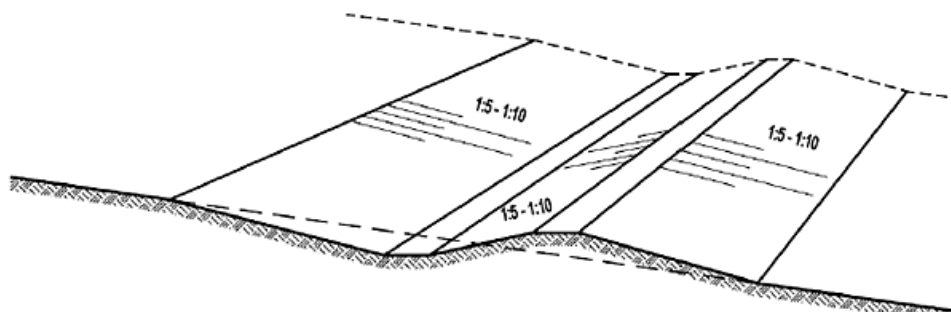
Protierozní průlehy se navrhují k zachycování, infiltraci a odvádění krátkodobého povrchového odtoku způsobeného přívalovými dešti či náhlým jarním táním a jsou považovány za jedno z nejúčinnějších protierozních opatření (Burian et al., 2011). Průlehy jsou mělké široké příkopy s mírným sklonem svahů, jsou založeny s nulovým nebo malým podélným sklonem (Jarošek, 2010).

Z funkčního hlediska se průlehy navrhují jako: záchytné, sběrné svodné. Při návrhu soustavy sběrných průlehů by jejich paralelní vzdálenost neměla překračovat přípustnou délku pozemku zjištěnou z USLE pro přípustnou ztrátu půdy erozí. Průlehy se vytvářejí a udržují na orné půdě buď jako nezpevněné obdělávatelné, lépe však vegetačně stabilizované trvalým travním porostem, nebo v kombinaci se zatravněnými pásy nebo s pásovým pěstováním plodin. Sběrné průlehy jsou

zaúst'ovány zpravidla do zatravněných údolnic nebo zpevněných příkopů (Burian et al., 2011).

Záchytné průlehy se navrhují na pozemcích o sklonu do 15 % zpravidla zatravněné. Jejich záchytná funkce je kombinována s funkcí odváděcí. Jsou zaústěny do svodných příkopů, průlehů či do stabilizovaných údolnic.

Obr. 11: Vzorový příčný řez záchytným průlehem



(Janeček et al., 2012)

Svodné průlehy se navrhují pro neškodné odvedení odtoku ze záchytných průlehů, zejména pro odvedení odtoků z krátkodobě trvajících přívalových dešťů nebo náhlého tání sněhu (Janeček et al., 2012).

### 5.3.3 Zatravněné údolnice

Navrhují se k ochraně drah povrchového odtoku, který se v důsledku členitosti terénu soustřeďuje v přirozených úžlabinách a údolnicích. Mají charakter přirozených nebo upravených svodných průlehů s vegetačním zpevněním (Burian et al., 2011).

### 5.3.4 Protierozní hrázky

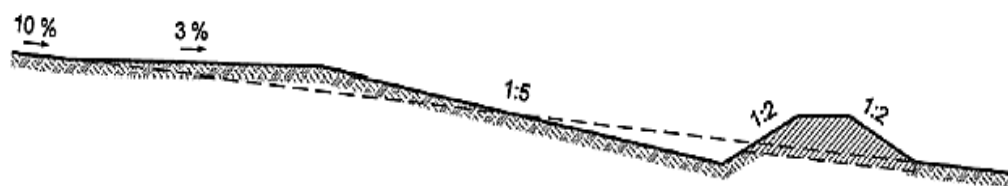
Protierozní hrázky se budují buď na pozemku, nebo na úpatí svahů zemědělských pozemků, především k ochraně důležitých objektů (obcí, komunikací) před zatopením povrchovou vodou z přívalových srážek a zanesením erozními smyvy.

Prostor před hrázkou a výška hrázky musí vyhovovat potřebě retence vody, včetně objemu usazených erozních smyvů. Hrázky se budují převážně jako zemní, nejvýše 1 m až 1,5 m vysoké, opevněné zatravněním s vodorovnou korunou hrázky.

Hrázky musí být vybaveny vypouštěcím zařízením, které zajistí odtok čisté vody po usazení půdních částic před hrázkou a zachycení plovoucích předmětů ochrannou mříží (Burian et al., 2011).

Hrázky se rozdělují na přejezdné a nepřejezdné, se širokou nebo úzkou základnou. Přejezdné hrázky mají minimální sklon svahů 1 : 5. Záchytné hrázky mají nulový podélný sklon, odváděcí hrázky mohou mít podélný sklon do 10 %. Obvyklá délka hrázek je 300 m - 450 m.

Obr. 12: Vzorový příčný řez ochranné hrázkou



(Janeček et al., 2012)

### 5.3.5 Protierozní nádrže

Protierozní nádrže se navrhují jako účinná opatření k akumulaci, retenci, retardaci a infiltraci povrchového odtoku a k usazování splavenin. Navrhují se nejčastěji ve formě závěrečných prvků systému protierozní a protipovodňové ochrany v kombinaci s jinými prvky protipovodňové ochrany nejčastěji v společných zařízeních v rámci pozemkových úprav.

Tyto nádrže mohou být navrhovány jako suché ochranné protierozní nádrže, které slouží ke krátkodobému zachycení povrchového odtoku a k zachycení splavenin nebo se stálým vodním obsahem a vymezeným sedimentačním a retenčním prostorem (Janeček et al., 2012). Z hlediska vlivu na kvalitu vody jsou výhodnější tzv. suché nádrže, jejichž dno je možné obhospodařovat (Burian et al., 2011).

Hlavními objekty zpravidla jsou: hráz, výpustné zařízení, výpust', bezpečnostní přeliv a náпустný objekt. Při navrhování, výstavbě, rekonstrukci a provozu je třeba postupovat v souladu s ČSN 75 2410. Konstrukce zemní hráze musí být včetně jejího podloží filtračně stabilní a průsakovou vodu je třeba bezpečně a kontrolovatelně odvést.

Při projektování je nutné, aby jejich záchytný prostor byl tak velký, aby byl schopen zadržet objem vody odtékající z přívalového deště nebo jarního tání

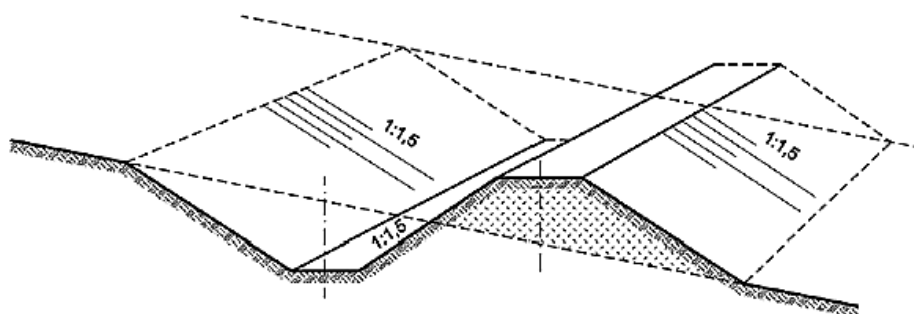
s průměrnou dobou opakování alespoň 50 let. Pro navrhování, výstavbu, rekonstrukci a provoz nádrží s celkovým objemem větším než 5000 m<sup>3</sup> je závazná ČSN 75 2410 "Malé vodní nádrže" (Janeček et al., 2012).

### 5.3.6 Protierozní příkopy

Protierozní příkopy se používají pro doplnění hydrografické sítě sloužící k zachycování a odvádění povrchové vody a splavenin. Z funkčního hlediska se navrhují jako: záchytné (obvodové) k ochraně pozemků před přítokem vnějších vod, zejména z lesů, sběrné pro zachycení vnitřních vod, zpravidla k omezení příliš velké nepřerušené délky povrchového odtoku po pozemku; svodné pro zajištění neškodného odtoku do recipientů (Burian et al., 2011).

Záchytné příkopy se budují nad chráněným územím v místech, kde je nebezpečí při odtoku z výše ležících ploch (jak zemědělských, tak nezemědělských). Varianty záchytných příkopů: se zatravněným pásem, se sedimentačním pásem, s vegetačním doprovodem.

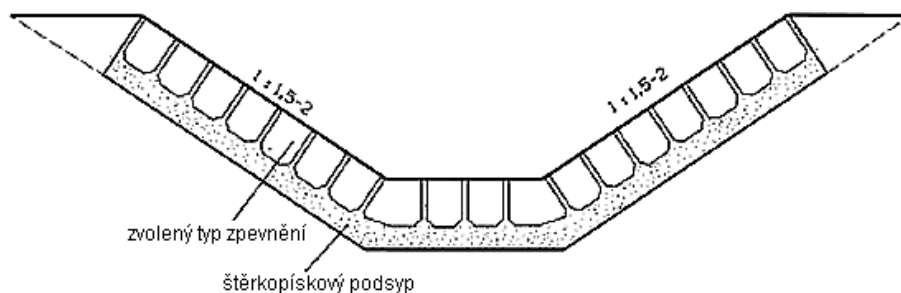
Obr. 13: Vzorový řez záchytným příkopem



(Janeček et al., 2012)

Svodné příkopy slouží k odvádění odtoku a transportovaných splavenin. Jsou situovány zpravidla ve vyšším podélném sklonu, a proto jsou zpravidla zpevněny. Orientační parametry příkopů - podélný sklon do 3 %, u svodných příkopů podle sklonu terénu a druhu zpevnění sklonů svahů - 1 : 1,5 až 1 : 2, max. délka - 800 m, max. hloubka - 100 cm, min. hloubka - 40 cm.

Obr. 14: Vzorový řez svodným příkopem



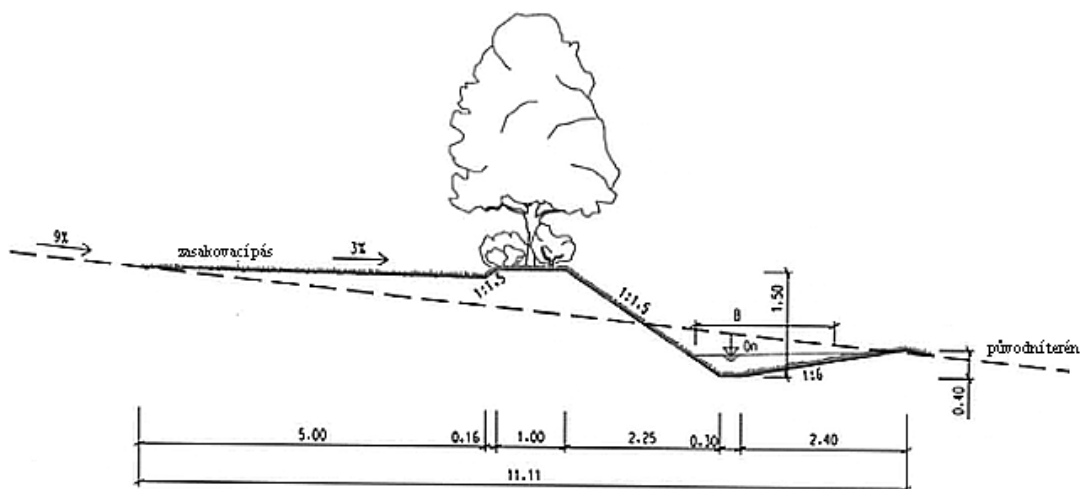
(Janeček et al., 2012)

Dimenzování příkopů se provádí pro dané N-leté průtoky na základě hydrotechnických a hydraulických výpočtů (Janeček et al., 2012).

### 5.3.7 Protierozní meze

Protierozní meze, navrhované s průlehy ve své spodní části jsou trvalou překážkou soustředěného povrchového odtoku. V případě návrhu bez průlehu, by měly být do těmito prvky vymezených pásů situovány různé plodiny či kultury - viz pásové střídání plodin. V zájmu zvýšení účinnosti mezí by měly být složeny ze tří základních částí: zasakovacího pásu nad mezí, vlastního tělesa meze a odváděcího průlehu pod mezí.

Obr. 15: Vzorový příčný řez protierozní meze a průlehu se zasakovacím (travnatým) pásem a výsadbou dřevin



(Dumbrovský in Jarošek, 2010)

Protierozní mez by měla být podle sklonu svahu vysoká nejvýše 1 - 1,5 m, ve sklonu 1 : 1,5, zatravněna a případně osázena doprovodnou zelení. Takovéto protierozní meze se navrhují v podélném sklonu 2 - 5 % s napojením na svodný prvek, např. příkop, průleh, stabilizovanou dráhu soustředěného odtoku, stabilizovanou strž apod. Doprovodný průleh pod tělesem meze se provádí ve sklonu 20 % k mezi. Je dimenzován podle potřeby na zvolený N-letý návrhový průtok. Zasadovací a sedimentační pás nad mezí se zatravní v minimální šířce 6 m (Janeček et al., 2012).

### **5.3.8 Komunikační síť**

Systém protierozní ochrany v rámci pozemkových úprav velmi dobře doplňuje síť polních cest, pokud jsou v rámci pozemkových úprav opatřeny cestními příkopy, případně průlehy na straně ke svahu (Burian et al., 2011). Polní cesty přerušují svahy, a tedy i povrchový odtok na nich probíhající; vodu zachycují příkopy a při jejich vhodné úpravě a sklonu odvádějí vodu do recipientu (Holý, 1978).

Výhodné je požadavky na komunikační propojení spojit s řešením protierozní ochrany. Pozemky nejsou zbytečně tříštěny a jejich ochrana před erozí je vyšší. Polní cesty vedené nad terénem mohou plnit i funkci protierozních hrázek (Burian et al., 2011).

## **5.4 GAEC**

Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC) zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí. Hospodaření v souladu se standardy GAEC je jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých plateb některých podpor z osy II Programu rozvoje venkova. Kontrolu dodržování standardů vykonává Státní zemědělský intervenční fond (SZIF).

Problematika boje proti vodní erozi půdy je částečně řešena standardem GAEC 1 (opatření na ochranu půdy na svažitéch pozemcích nad 7°) a standardem GAEC 2 (zásady pěstování určitých plodin na silně erozně ohrožených půdách), který je od 1. 7. 2011 rozšířen i na mírně erozně ohrožené půdy.

GAEC 1 - Standard řeší problematiku protierozní ochrany půdy na svažitéch pozemcích, jejichž průměrná sklonitost přesahuje 7°. Žadatel na půdních blocích s druhem zemědělské kultury orná půda, které splňují uvedenou podmínku svažitosti, zajistí po sklizni plodiny založení porostu následné plodiny, nebo uplatní alespoň jedno z opatření: strniště sklizené plodiny je ponecháno na půdním bloku, popřípadě jeho dílu minimálně do 30. listopadu, nebo půda zůstane zorána, popřípadě podmíněna za účelem zasakování vody minimálně do 30. listopadu. Uvedená opatření jsou minimální opatření vedoucí k omezení smyvu půdy, zpomalení povrchového odtoku a zvýšení retence vody v krajině.

GAEC 2 - Cílem standardu je především ochrana půdy před vodní erozí a snaha omezit negativní působení důsledků eroze, jako jsou např. škody na obecním a soukromém majetku způsobené zaplavením nebo zanesením splavenou půdou. Tento standard řeší problematiku protierozní ochrany půdy stanovením požadavků na způsob pěstování vybraných hlavních plodin na silně erozně ohrožených půdách. Od 1. 7. 2011 se standard rozšířil i na mírně erozně ohrožené půdy. Na plochách půdních bloků, které jsou v LPIS označeny jako silně erozně ohrožené, vyplývá pro zemědělce a farmáře povinnost zajistit, že se na nich nebudou pěstovat širokořádkové plodiny: kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója a slunečnice. Porosty obilnin a řepky olejné na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií: bezorebné setí/sázení, setí/sázení do mulče, setí/sázení do mělké podmítky, setí/sázení do ochranné plodiny, podsev a důlkování (MZe, 2011).

## **6 Cíl a metodika práce**

### **6.1 Cíl práce**

Cílem práce je posoudit a vyhodnotit erozní jevy na modelové pozemkové úpravě. Toto území charakterizovat z hlediska pedologie, hydrologie a klimatologie. Dále provést výpočty erozní ohroženosti pozemků pomocí více metod a navrhnout protierozní opatření na ohrožených pozemcích. Následně posoudit uplatnění navržených protierozních opatření v jiných částech kapitoly Hlavní územní systémy a odhadnout jejich ekonomickou náročnost.

### **6.2 Metodika práce**

Pro zpracování bylo zvoleno území KPÚ Poněšice, které bylo vybráno ve spolupráci s firmou Gefos, a. s. (tuto firmu jsem volila z důvodu již dřívější spolupráce). Výpočty erozní ohroženosti v území byly provedeny pomocí metody USLE a CN - křivek. Pro výpočet metodou CN - křivek byly užity programy ERCN a HydroCAD. Protierozní opatření byla navržena za pomoci metody USLE.



## 7 Charakteristika zájmové oblasti

Malá vesnice Poněšice se nachází na pravém břehu řeky Vltavy v Jihočeském kraji v okrese České Budějovice dvanáct kilometrů severně od Českých Budějovic a je místní částí Hluboké nad Vltavou. První doložená zmínka o Poněšicích je datována do roku 1407. Dochovala se zde roubenka a několik staveb ve stylu selského baroka. Území leží v nadmořské výšce 410 až 480 m. n. m.

Celková výměra katastrálního území Poněšice (číslo k. ú. 670081) je 631 ha. Lesní pozemky z této výměry tvoří 477,75 ha. Z celkové výměry řešeného území v k. ú. Poněšice (133 ha) zaujímá zemědělská půda 124,35 ha. Z výměry zemědělské půdy připadá 81 ha na ornou půdu, 38,75 ha na TTP a 4,6 ha na zahrady.

Je zde provozována rostlinná i živočišná výroba. Pěstují se zde především obiloviny, píce, popřípadě technické plodiny a jsou zde uplatňovány tradiční osevní postupy. Stěžejní složkou živočišné výroby je chov hovězího dobytka.

Územím vede silnice III. třídy (číslo 1472) z Hluboké nad Vltavou, která dále pokračuje směrem na Kostelec. Ze vsi vedou také další dvě místní komunikace.

### 7.1 Klimatické poměry

Řešené území náleží do klimatického regionu MT 9, který je charakterizován jako oblast teplá, suchá až mírně suchá, s dlouhým létem, přechodné období je zde krátké s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem, zima je zde krátká, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Tab. 4: Průměrné teploty oblasti

| Měsíc        | I    | II   | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII  |
|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| Teplota (°C) | -2,5 | -1,6 | 2,4 | 7,0 | 12,3 | 15,4 | 17,2 | 16,6 | 12,9 | 7,7 | 2,2 | -1,2 |

(HMÚ, 1960)

Průměrná teplota vzduchu za vegetační období činí 13,6 °C. Průměrná roční teplota vzduchu je zde 7,4 °C.

Tab. 5: Průměrné srážky oblasti

| Měsíc       | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII |
|-------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| Srážky (mm) | 28 | 31 | 29  | 52 | 67 | 78 | 103 | 72   | 52 | 46 | 38 | 36  |

(HMÚ, 1960)

Úhrn srážek za období duben až září je zde 424 mm, za období říjen až březen 208 mm. Roční úhrn srážek činí 632 mm.

Tab. 6: Vlhkost oblasti

| Měsíc       | I  | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X  | XI | XII | Rok |
|-------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|-----|
| Vlhkost (%) | 83 | 80 | 76  | 73 | 73 | 73 | 74  | 74   | 76 | 80 | 84 | 85  | 78  |

(HMÚ, 1960)

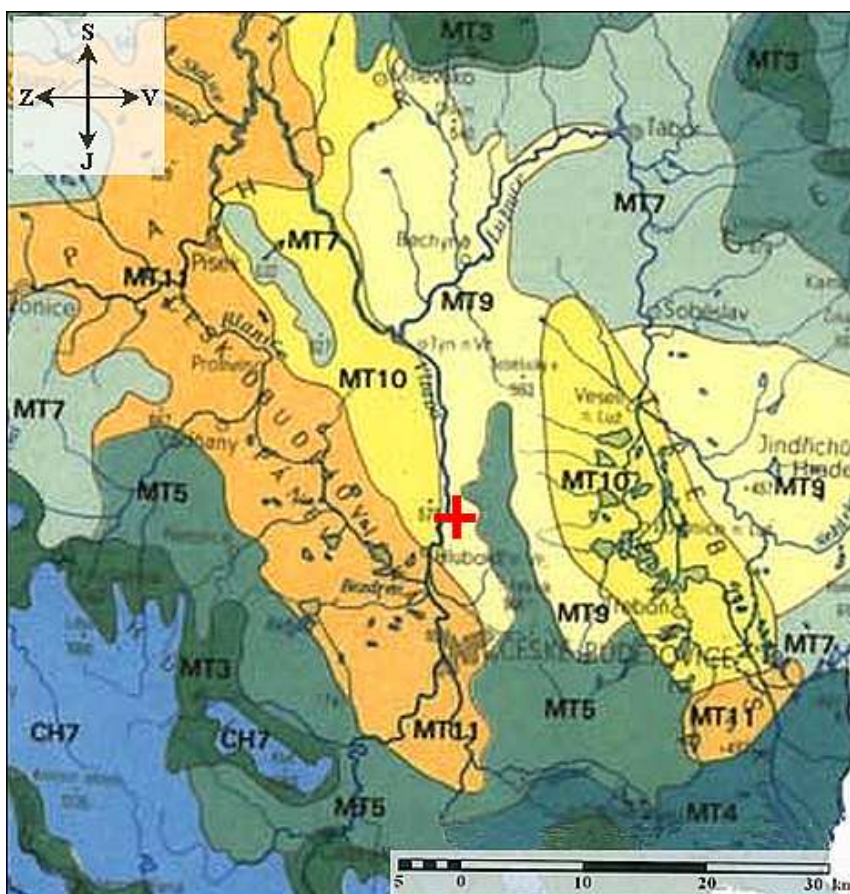
Tab. 7: Průměrná četnost větrů v roce (v % všech pozorování)

| Směr větru         | S   | SV  | V   | JV   | J   | JZ   | Z    | SZ   | bezvětří |
|--------------------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|----------|
| % všech pozorování | 3,4 | 1,8 | 4,2 | 10,7 | 5,1 | 10,0 | 16,0 | 11,2 | 37,6     |

(HMÚ, 1960)

Převládá zde západní směr větru.

Obr. 16: Klimatické regiony ČR dle Quitta



(Quitt, 1971)

Tab. 8: Charakteristika klimatického regionu MT9 dle Quitta

| Parametr                                   | Hodnota    |
|--|------------|
| Počet letních dní                          | 40 až 50   |
| Počet dní s průměrnou teplotou 10°C a více | 140 až 160 |
| Počet dní s mrazem                         | 110 až 130 |
| Počet ledových dní                         | 30 až 40   |
| Průměrná lednová teplota (°C)              | -3 až -4   |
| Průměrná červencová teplota (°C)           | 17 až 18   |
| Průměrná dubnová teplota (°C)              | 6 až 7     |
| Průměrná říjnová teplota (°C)              | 7 až 8     |
| Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více | 100 až 120 |
| Suma srážek ve vegetačním období (mm)      | 400 až 450 |
| Suma srážek v zimním období (mm)           | 250 až 300 |
| Počet dní se sněhovou pokrývkou            | 60 až 80   |
| Počet zatažených dní                       | 120 až 150 |
| Počet jasných dní                          | 40 až 50   |

(Quitt, 1971)

## 7.2 Hydrologické poměry

Území k. ú. Poněšice spadá do povodí řeky Vltavy. Ta protéká zhruba 0,5 km západně od řešeného území směrem od jihu k severu. Území se svažuje směrem k řece Vltavě.

Nachází se zde bezejmenná vodoteč tekoucí od jihovýchodu na západ. V intravilánu obce jsou na tomto toku tři malé bezejmenné rybníčky a na západě od intravilánu další jeden. Na západním okraji vsi je požární nádrž. Severovýchodním okrajem území protéká levostranný přítok Kozlovského potoka. Tyto potoky odvádějí přebytečnou vodu a v období zvýšených srážek jako svodnice slouží i různé strouhy a příkopy. V roce 1983 zde bylo vybudováno odvodnění. Jeho výměra v řešeném území činí 40 ha.

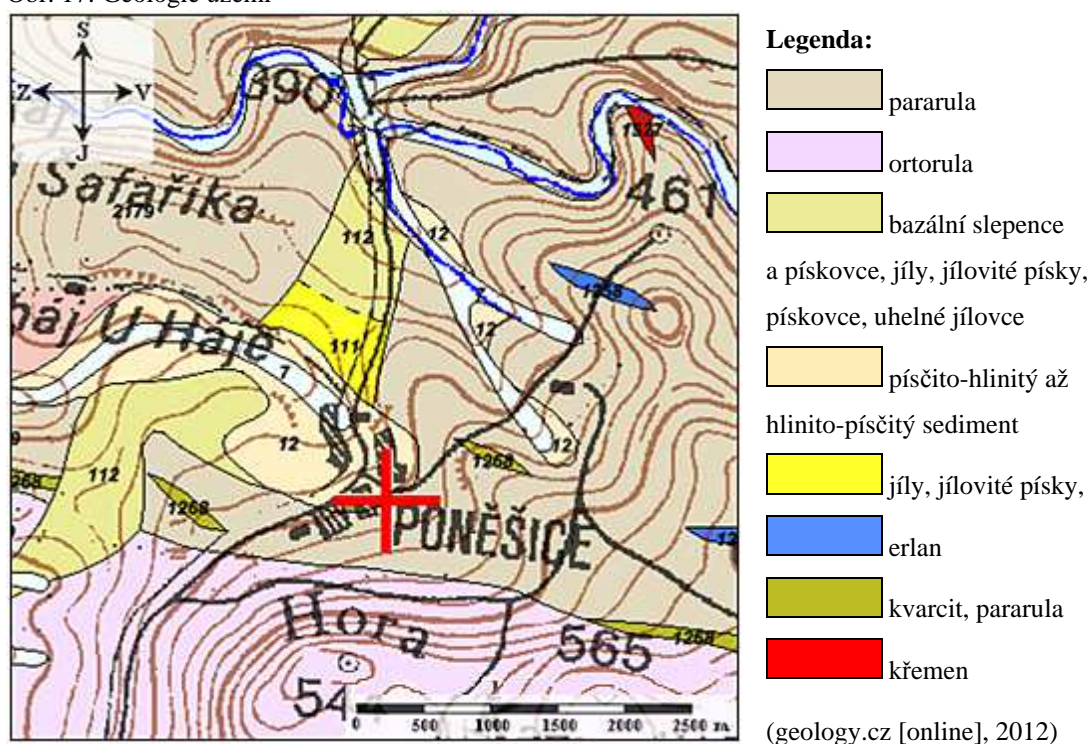
V území se nenacházejí ochranná pásma vodních zdrojů. Obyvatelé Poněšic využívají jako zdroj pitné a užitkové vody studniční vodu.

## 7.3 Geologické a půdní poměry

Katastrální území Poněšice geomorfologicky náleží do soustavy Českého masivu. Převažující část území spadá do oblasti molandubika, částečně také do

oblasti terciéru a kvartéru. Poněšice dále můžeme zařadit do Středočeské pahorkatiny, do celku Tábořské pahorkatiny, podcelku Písecké pahorkatiny a okrsku Ševětínské vrchoviny, která je severním pokračováním Lišovského prahu a má plochý erozně denudační reliéf. Ten je silně rozčleněný hluboce zaříznutými až kaňonovitými údolními Vltavy (Purkarecký kaňon) a jejích přítoků (Libochovka, Kozlovský potok). Převažujícími horninami jsou zde metamorfované horniny moldanubika. Nejvyšším bodem Ševětínské vrchoviny je Velký Kameník s 575 m.

Obr. 17: Geologie území



### Přehled kódů BPEJ zastoupených v zájmovém území

51552, 52914, 52954, 53716, 53745, 54600, 54610, 54710, 54752, 55001, 55011, 56401, 56811, 57311, 57341

### Hlavní půdní jednotky (HPJ) v řešeném území

Největší zastoupení zde mají HPJ 37 - kambizemě litické, kambizemě modální, kambizemě rankerové a rankery modální na pevných substrátech bez rozlišení v podorniči od 30 cm silně skeletovité nebo s pevnou horninou, slabě až

středně skeletovité, v ornici středně těžké lehčí až lehké, převážně výsušné, závislé na srážkách.

Druhou nejvíce zastoupenou HPJ v území je HPJ 68 - gleje modální i modální zrašelinělé, gleje histické, černice glejové zrašelinělé na nivních uloženinách v okolí menších vodních toků, půdy úzkých depresí včetně svahů, obtížně vymezitelné, středně těžké až velmi těžké, nepříznivý vodní režim.

### **Biogeografická diference**

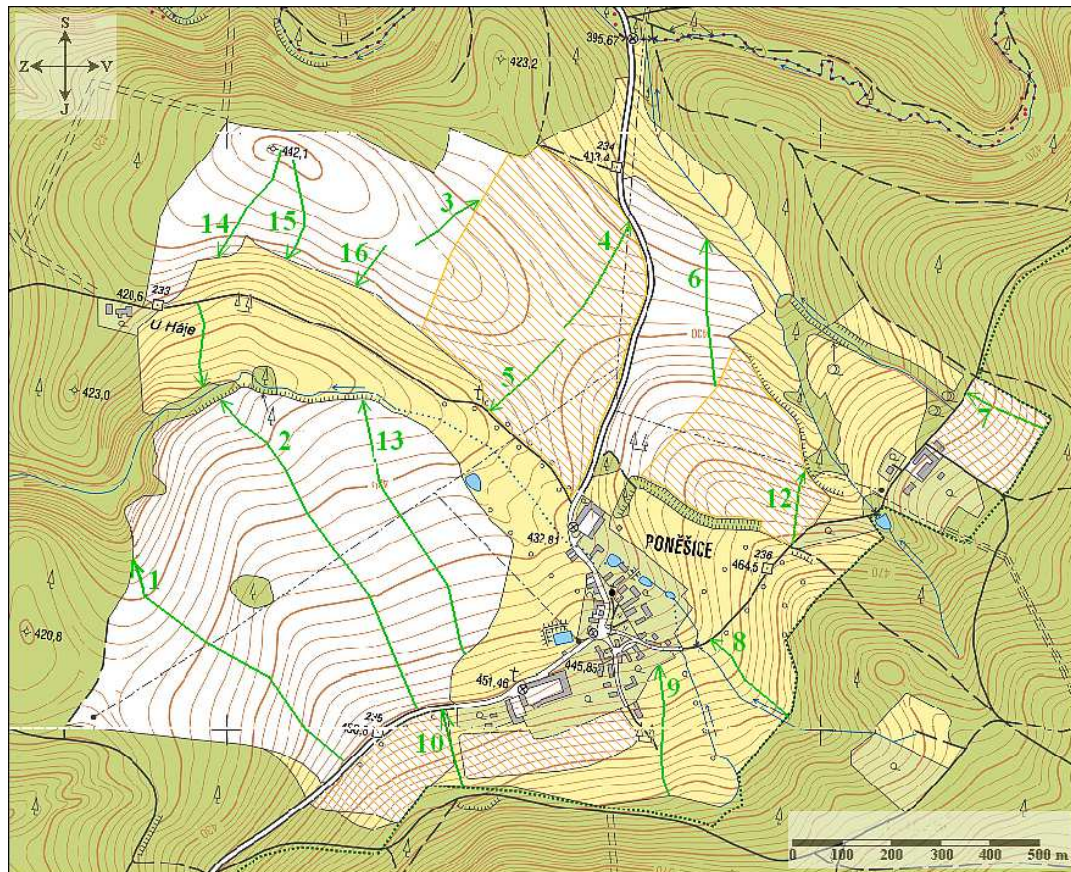
Dle biogeografického členění ČR se nachází na řešeném území dva bioregiony - Třeboňský bioregion a Bechyňský bioregion.

## 8 Výsledky






### 8.1 Výpočet metodou USLE

Nejprve byly vymezeny erozní linie (viz obr. 18).

Obr. 18: Vymezené erozní linie v KPÚ Poněšice



#### Legenda:

-  travní porost neuvedený v katastrální mapě 1 : 10 000
-  travní porost
-  orná půda
-  lesní porost
-  erozní linie

Výpočet byl proveden dle Univerzální rovnice ztráty půdy:

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

- Pro faktor R (faktor erozní účinnosti deště) byla zvolena hodnota 40 (jakožto průměrná roční hodnota pro ČR)
- Faktor K (faktor náchylnosti půdy k erozi) byl určen dle HPJ bonitační soustavy půd (BPEJ) získaných z podkladů firmy Gefos, a. s. dle tab. 9.

Tab. 9: Hodnoty faktoru K podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ)

| HPJ | K-faktor | HPJ | K-faktor       | HPJ | K-faktor       |
|-----|----------|-----|----------------|-----|----------------|
| 01  | 0,41     | 27  | 0,34           | 53  | 0,38           |
| 02  | 0,46     | 28  | 0,29           | 54  | 0,40           |
| 03  | 0,35     | 29  | 0,32           | 55  | 0,25           |
| 04  | 0,16     | 30  | 0,23           | 56  | 0,40           |
| 05  | 0,28     | 31  | 0,16           | 57  | 0,45           |
| 06  | 0,32     | 32  | 0,19           | 58  | 0,42           |
| 07  | 0,26     | 33  | 0,31           | 59  | 0,35           |
| 08  | 0,49     | 34  | 0,26           | 60  | 0,31           |
| 09  | 0,60     | 35  | 0,36           | 61  | 0,32           |
| 10  | 0,53     | 36  | 0,26           | 62  | 0,35           |
| 11  | 0,52     | 37  | 0,16           | 63  | 0,31           |
| 12  | 0,50     | 38  | 0,31           | 64  | 0,40           |
| 13  | 0,54     | 39  | nedostatek dat | 65  | nedostatek dat |
| 14  | 0,59     | 40  | 0,24           | 66  | nedostatek dat |
| 15  | 0,51     | 41  | 0,33           | 67  | 0,44           |
| 16  | 0,51     | 42  | 0,56           | 68  | 0,49           |
| 17  | 0,40     | 43  | 0,58           | 69  | nedostatek dat |
| 18  | 0,24     | 44  | 0,56           | 70  | 0,41           |
| 19  | 0,33     | 45  | 0,54           | 71  | 0,47           |
| 20  | 0,28     | 46  | 0,47           | 72  | 0,48           |
| 21  | 0,15     | 47  | 0,43           | 73  | 0,48           |
| 22  | 0,24     | 48  | 0,41           | 74  | nedostatek dat |
| 23  | 0,25     | 49  | 0,35           | 75  | nedostatek dat |
| 24  | 0,38     | 50  | 0,33           | 76  | nedostatek dat |
| 25  | 0,45     | 51  | 0,26           | 77  | nedostatek dat |
| 26  | 0,41     | 52  | 0,37           | 78  | nedostatek dat |

(Janeček, 2008)

- Faktor L (faktor délky svahu) byl určen dle převodní tabulky (tab. 10) podle délky svahu změřeného v programu MicroStation (jako podklad při měření byla použita Základní mapa ČR 1 : 10 000).

Tab. 10: Hodnoty faktoru délky svahu

|                          |            |             |             |             |             |             |             |
|--------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>L<sub>d</sub> (m)</b> | <b>5</b>   | <b>10</b>   | <b>15</b>   | <b>20</b>   | <b>30</b>   | <b>40</b>   | <b>50</b>   |
| L                        | 0,48       | 0,68        | 0,82        | 0,95        | 1,17        | 1,35        | 1,52        |
| <b>L<sub>d</sub> (m)</b> | <b>60</b>  | <b>80</b>   | <b>100</b>  | <b>150</b>  | <b>200</b>  | <b>250</b>  | <b>300</b>  |
| L                        | 1,66       | 1,91        | 2,13        | 2,61        | 3,02        | 3,38        | 3,69        |
| <b>L<sub>d</sub> (m)</b> | <b>350</b> | <b>400</b>  | <b>450</b>  | <b>500</b>  | <b>600</b>  | <b>700</b>  | <b>800</b>  |
| L                        | 3,99       | 4,27        | 4,52        | 4,77        | 5,22        | 5,62        | 6,04        |
| <b>L<sub>d</sub> (m)</b> | <b>900</b> | <b>1000</b> | <b>1100</b> | <b>1200</b> | <b>1300</b> | <b>1400</b> | <b>1500</b> |
| L                        | 6,39       | 6,75        | 7,07        | 7,39        | 7,69        | 7,98        | 8,26        |

(Sklenička, 2003)

- Faktor S (faktor sklonu svahu) byl určen z převodní tabulky (tab. 11) dle nadmořských výšek odečtených z vrstevnic Základní mapy ČR 1 : 10 000.

Tab. 11: Hodnoty faktoru sklonu svahu

|              |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>S (%)</b> |           | <b>2</b>  | <b>3</b>  | <b>4</b>  | <b>5</b>  | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>8</b>  | <b>9</b>  | <b>10</b> |
| S            |           | 0,18      | 0,26      | 0,35      | 0,45      | 0,57      | 0,70      | 0,84      | 1,0       | 1,17      |
| <b>S (%)</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>17</b> | <b>18</b> | <b>19</b> | <b>20</b> |
| S            | 1,35      | 1,55      | 1,75      | 1,97      | 2,21      | 2,46      | 2,72      | 2,99      | 3,27      | 3,57      |
| <b>S (%)</b> | <b>21</b> | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>24</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>27</b> | <b>28</b> | <b>29</b> | <b>30</b> |
| S            | 3,89      | 4,21      | 4,55      | 4,90      | 5,26      | 5,64      | 6,03      | 6,43      | 6,85      | 7,28      |

(Pasák et al., 1984)

Sklony pro potřebu odečítání z tab. 11 byly určeny za pomoci vzorce  $S = (p/l) \cdot 100$

kde: S - sklon (%),

p - převýšení (m),

l - délka (m).

- Faktor C (faktor ochranného vlivu vegetace) daného území byl zvolen pro základní osevní postup 0,203 a pro luční porosty 0,005.
- Faktor P (faktor vlivu protierozních opatření) byl určen 1, jelikož v území nebylo uplatněno žádné protierozní opatření.
- Hodnota G (přípustná hodnota průměrného ročního smyvu) byla zvolena 4 t/ha/rok, vzhledem k tomu, že mělké půdy se zde nevyskytují.



Tab. 12: Hodnoty faktorů pro jednotlivé pozemky dle USLE a vypočtené množství smyvu G

| Číslo erozní linie | R faktor | K faktor | L faktor | S faktor | C faktor | P faktor | G (t/ha/rok)  |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| 1                  | 40       | 0,39     | 4,78     | 1,02     | 0,203    | 1        | <b>15,440</b> |
| 2                  | 40       | 0,39     | 5,3      | 0,81     | 0,203    | 1        | <b>13,595</b> |
| 3                  | 40       | 0,39     | 2,4      | 0,46     | 0,203    | 1        | 3,496         |
| 4                  | 40       | 0,39     | 3,07     | 0,58     | 0,005    | 1        | 0,139         |
| 5                  | 40       | 0,39     | 2,81     | 0,44     | 0,005    | 1        | 0,096         |
| 6                  | 40       | 0,33     | 3,24     | 1,24     | 0,203    | 1        | <b>10,766</b> |
| 7                  | 40       | 0,32     | 2,57     | 1,63     | 0,005    | 1        | 0,268         |
| 8                  | 40       | 0,24     | 2,86     | 1,17     | 0,005    | 1        | 0,161         |
| 9                  | 40       | 0,21     | 3,17     | 1,6      | 0,005    | 1        | 0,213         |
| 10                 | 40       | 0,47     | 2,44     | 1,72     | 0,005    | 1        | 0,394         |
| 11                 | 40       | 0,43     | 2,53     | 1,41     | 0,005    | 1        | 0,307         |
| 12                 | 40       | 0,32     | 2,37     | 1,7      | 0,005    | 1        | 0,258         |
| 13                 | 40       | 0,39     | 4,61     | 0,58     | 0,203    | 1        | <b>8,467</b>  |
| 14                 | 40       | 0,25     | 3,11     | 0,77     | 0,203    | 1        | <b>4,861</b>  |
| 15                 | 40       | 0,21     | 2,81     | 0,76     | 0,203    | 1        | 3,641         |
| 16                 | 40       | 0,19     | 1,98     | 0,96     | 0,203    | 1        | 2,933         |

Z tab. 12 vyplývá, že přípustná hodnota ztráty půdy byla překročena u pozemků č. 1, 2, 6, 13 a 14 a je na nich tedy nezbytné uplatnit protierozní opatření.

Tab. 13: Výsledky pro pozemky s ornou půdou před datem 5/2011 vypočtené dle USLE

| Číslo erozní linie | R faktor | K faktor | L faktor | S faktor | C faktor | P faktor | G (t/ha/rok)  |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| 3                  | 40       | 0,39     | 3,58     | 0,55     | 0,203    | 1        | <b>6,235</b>  |
| 4                  | 40       | 0,39     | 3,07     | 0,58     | 0,203    | 1        | <b>5,639</b>  |
| 5                  | 40       | 0,39     | 2,81     | 0,44     | 0,203    | 1        | 3,915         |
| 6                  | 40       | 0,33     | 4,87     | 0,91     | 0,203    | 1        | <b>11,875</b> |
| 12                 | 40       | 0,32     | 2,37     | 1,7      | 0,203    | 1        | <b>10,469</b> |

Tab. 13 ukazuje výsledky smyvu, které vyšly pro odlišné kultury, které byly na pozemcích před datem 5/2011. Oproti současnému stavu byl rozdíl takový, že linie č. 4, 5 a 12 vedly po orné půdě (tzn. vyšší faktor C) a linie č. 3 a 6 měly větší délku (tzn. vyšší faktor L).

Tab. 14: Porovnání smyvu dle rovnice USLE pro R faktor 20 a R faktor 40

| Číslo erozní linie | G (t/ha/rok) pro R 40 | G (t/ha/rok) pro R 20 |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                  | 15,440                | 7,720                 |
| 2                  | 13,595                | 6,798                 |
| 3                  | 3,496                 | 1,748                 |
| 4                  | 0,139                 | 0,069                 |
| 5                  | 0,096                 | 0,048                 |
| 6                  | 10,766                | 5,383                 |
| 7                  | 0,268                 | 0,134                 |
| 8                  | 0,161                 | 0,080                 |
| 9                  | 0,213                 | 0,107                 |
| 10                 | 0,394                 | 0,197                 |
| 11                 | 0,307                 | 0,153                 |
| 12                 | 0,258                 | 0,129                 |
| 13                 | 8,467                 | 4,234                 |
| 14                 | 4,861                 | 2,431                 |
| 15                 | 3,641                 | 1,821                 |
| 16                 | 2,933                 | 1,466                 |

Tab. 14 poukazuje na rozdílné smyvy vypočítané za použití dříve užívaného faktoru R s hodnotou 20 a nynějšího faktoru R s hodnotou 40.

## 8.2 Výpočet metodou CN - křivek

Výpočty byly provedeny dle rovnice  $G = 11,8 \cdot (O_{pH} \cdot Q_{pH})^{0,56} \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$

kde: G - transport splavenin z přívalového deště (t),

$O_{pH}$  - objem přímého odtoku ( $m^3$ ),

$Q_{pH}$  - velikost kulminačního průtoku ( $m^3 \cdot s^{-1}$ ),

K, L, S, C, P - faktory univerzální rovnice pro dané povodí (počítány váženým průměrem vztaženým k ploše povodí)

Za pomoci programu ERCN byl vypočítán  $O_{pH}$  (objem přímého odtoku v  $m^3$ ).

Do programu bylo pro tento výpočet zadáno pro jednotlivé pozemky:

- plocha povodí v hektarech,
- průměrné CN, kde byla dle HPJ určena hydrologická půdní skupina dle tab. 15 a následně dle tab. 16 určeno číslo CN.

Tab. 15: Hydrologické skupiny zemědělských půd podle HPJ (2. a 3. číslice kódu BPEJ)

| HPJ | Hydrologická půdní skupina | HPJ | Hydrologická půdní skupina | HPJ | Hydrologická půdní skupina | HPJ | Hydrologická půdní skupina |
|-----|----------------------------|-----|----------------------------|-----|----------------------------|-----|----------------------------|
| 1   | B                          | 21  | A                          | 40  | B                          | 60  | B                          |
| 2   | B                          | 22  | B                          | 41  | B                          | 61  | D                          |
| 3   | C                          | 23  | C                          | 42  | B                          | 62  | C                          |
| 4   | A                          | 24  | B                          | 43  | B                          | 63  | D                          |
| 5   | A                          | 25  | B                          | 44  | C                          | 64  | C                          |
| 6   | C                          | 26  | B                          | 45  | C                          | 65  | C                          |
| 7   | D                          | 27  | B                          | 46  | C                          | 66  | D                          |
| 8   | B                          | 28  | B                          | 47  | C                          | 67  | D                          |
| 9   | B                          | 29  | B                          | 48  | C                          | 68  | D                          |
| 10  | B                          | 30  | B                          | 49  | D                          | 69  | D                          |
| 11  | B                          | 31  | A                          | 50  | C                          | 70  | D                          |
| 12  | B                          | 32  | A                          | 51  | C                          | 71  | D                          |
| 13  | B                          | 33  | B                          | 52  | C                          | 72  | D                          |
| 14  | B                          | 34  | B                          | 53  | D                          | 73  | D                          |
| 15  | B                          | 35  | B                          | 54  | D                          | 74  | D                          |
| 16  | B                          | 36  | B                          | 55  | A                          | 75  | C                          |
| 17  | A                          | 37  | B                          | 56  | B                          | 76  | D                          |
| 18  | B                          | 38  | B                          | 57  | C                          | 77  | C                          |
| 19  | B                          | 39  | C                          | 58  | C                          | 78  | C                          |
| 20  | D                          |     |                            | 59  | D                          |     |                            |

(Janeček, 2008)

Tab. 16: Průměrná čísla odtokových křivek - CN pro IPS II

| Využití půdy                                    | Obdělávání      | Hydrologická skupina půd |    |    |    |
|---|-----------------|--------------------------|----|----|----|
|   |                 | A                        | B  | C  | D  |
| <b>Úhor</b>                                     |                 | 77                       | 86 | 91 | 94 |
| <b>Širokořádkové plodiny</b>                    | přímé řádky     | 67                       | 78 | 85 | 89 |
|   | vrstevnicové ř. | 65                       | 75 | 82 | 86 |
|   | protierozní o.  | 62                       | 71 | 78 | 81 |
| <b>Úzkořádkové plodiny</b>                      | přímé řádky     | 63                       | 75 | 83 | 87 |
|   | vrstevnicové ř. | 61                       | 73 | 81 | 84 |
|   | protierozní o.  | 59                       | 70 | 78 | 81 |
| <b>Hustě seté jeteloviny nebo dočasné louky</b> | přímé řádky     | 58                       | 72 | 81 | 85 |
|   | vrstevnicové ř. | 55                       | 69 | 78 | 83 |
|   | protierozní o.  | 51                       | 67 | 76 | 80 |
| <b>Pastviny</b>                                 |                 | 39                       | 61 | 74 | 80 |
| <b>Louky</b>                                    |                 | 30                       | 58 | 71 | 78 |
| <b>Lesy</b>                                     |                 | 25                       | 55 | 70 | 77 |
| <b>Intravilán</b>                               |                 | 59                       | 74 | 82 | 86 |
| <b>Cesty nezpevněné</b>                         |                 | 72                       | 82 | 87 | 89 |
| <b>Cesty zpevněné</b>                           |                 | 74                       | 84 | 90 | 92 |

(Pasák et al., 1984).

- max. 24-h srážkový úhrn s pravděpodobností opakování za 2 roky (pro území Poněšic 37,5 mm).

Pro výpočet  $Q_{pH}$  (velikost kulminačního průtoku v  $m^3 \cdot s^{-1}$ ) byl užit program HydroCAD (z důvodu potřeby výsledků  $Q_{pH}$  na více desetinných míst, než na která určí výpočet program ERCN). Do HydroCAD bylo zadáno:

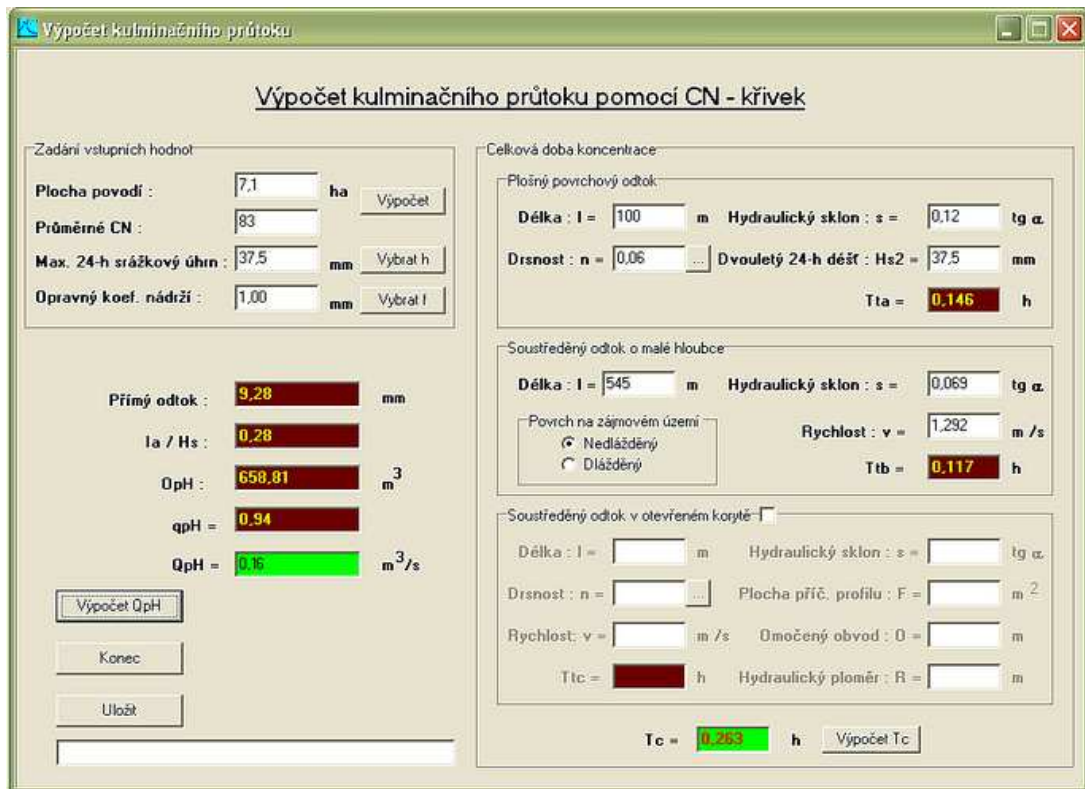
- průměrné CN pozemku,
- plocha pozemku (ha),
- délka erozní linie (m),
- max. 24-h srážkový úhrn s pravděpodobností opakování za 2 roky (pro území Poněšic 37,5 mm),
- $T_c$  (doba koncentrace) vypočtená v programu ERCN, do kterého bylo pro výpočet  $T_c$  zadáno:
  - tg  $\alpha$  pro sklon prvních 100 metrů erozní linie, který byl určen jako podíl rozdílu nadmořských výšek na tomto úseku a 100 metrů,
  - drsnost povrchu (pro ornou půdu 0,06 a 0,24 pro travní porost),
  - délka erozní linie zkrácená o prvních 100 m a tg  $\alpha$  pro tento úsek.

Tab. 17: Hodnoty faktorů pro jednotlivé pozemky dle metody CN - křivek a množství smyvu G

| Číslo erozní linie | $O_{pH}$ | $Q_{pH}$ | K faktor | L faktor | S faktor | C faktor | P faktor | G (t/ha/rok) |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 1                  | 649,53   | 0,15000  | 0,43     | 4,78     | 1,02     | 0,203    | 1        | 8,454        |
| 2                  | 658,81   | 0,15270  | 0,43     | 5,30     | 0,81     | 0,203    | 1        | 7,471        |
| 3                  | 38,97    | 0,00940  | 0,31     | 2,40     | 0,46     | 0,203    | 1        | 1,112        |
| 4                  | 135,06   | 0,00820  | 0,47     | 3,07     | 0,58     | 0,005    | 1        | 0,009        |
| 5                  | 104,79   | 0,00790  | 0,47     | 2,81     | 0,44     | 0,005    | 1        | 0,007        |
| 6                  | 380,44   | 0,08860  | 0,33     | 3,24     | 1,24     | 0,203    | 1        | 5,554        |
| 7                  | 0,04     | 0,00001  | 0,32     | 2,57     | 1,63     | 0,005    | 1        | *0           |
| 8                  | 58,21    | 0,00390  | 0,41     | 2,86     | 1,17     | 0,005    | 1        | 0,014        |
| 9                  | 28,03    | 0,00090  | 0,40     | 3,17     | 1,60     | 0,005    | 1        | 0,004        |
| 10                 | 0,01     | 0,00001  | 0,45     | 2,44     | 1,72     | 0,005    | 1        | *0           |
| 11                 | 65,20    | 0,00440  | 0,43     | 2,53     | 1,41     | 0,005    | 1        | 0,016        |
| 12                 | 14,71    | 0,00050  | 0,33     | 2,37     | 1,70     | 0,005    | 1        | 0,002        |
| 13                 | 556,74   | 0,12900  | 0,43     | 4,61     | 0,58     | 0,203    | 1        | 5,027        |
| 14                 | 123,64   | 0,02300  | 0,29     | 3,11     | 0,77     | 0,203    | 1        | 1,094        |
| 15                 | 74,73    | 0,01360  | 0,26     | 2,81     | 0,76     | 0,203    | 1        | 0,813        |
| 16                 | 141,58   | 0,03160  | 0,24     | 1,98     | 0,96     | 0,203    | 1        | 1,012        |

\*Pozn.: Hodnota nižší než 0,0005 t/ha/rok

Obr. 19: Ukázka prostředí programu ERCN - výpočet CN - křivek (pro pozemek č. 2)



**Výpočet kulminačního průtoku pomocí CN - křivek**

Zadání vstupních hodnot:

Plocha povodí : 7,1 ha

Průměrné CN : 83

Max. 24-h srážkový úhrn : 37,5 mm

Opravný koef. nádrží : 1,00 mm

**Přímý odtok : 9,28 mm**

**la / Hs : 0,28**

**QpH : 658,01 m<sup>3</sup>**

**qpH = 0,94**

**QpH = 0,16 m<sup>3</sup>/s**

Celková doba koncentrace:

Plošný povrchový odtok:

Délka : l = 100 m  **Hydraulický sklon : s = 0,12 tg α.**

**Drsnost : n = 0,06**  **Dvouletý 24-h déšť : Hs2 = 37,5 mm**

**Tta = 0,146 h**

Soustředěný odtok o malé hloubce:

Délka : l = 545 m  **Hydraulický sklon : s = 0,069 tg α.**

Povrch na zájmovém území  
 Nedlážděný  
 Dlážděný

**Rychlost : v = 1,292 m / s**

**Ttb = 0,117 h**

Soustředěný odtok v otevřeném korytě-

Délka : l =  m  **Hydraulický sklon : s =  tg α.**

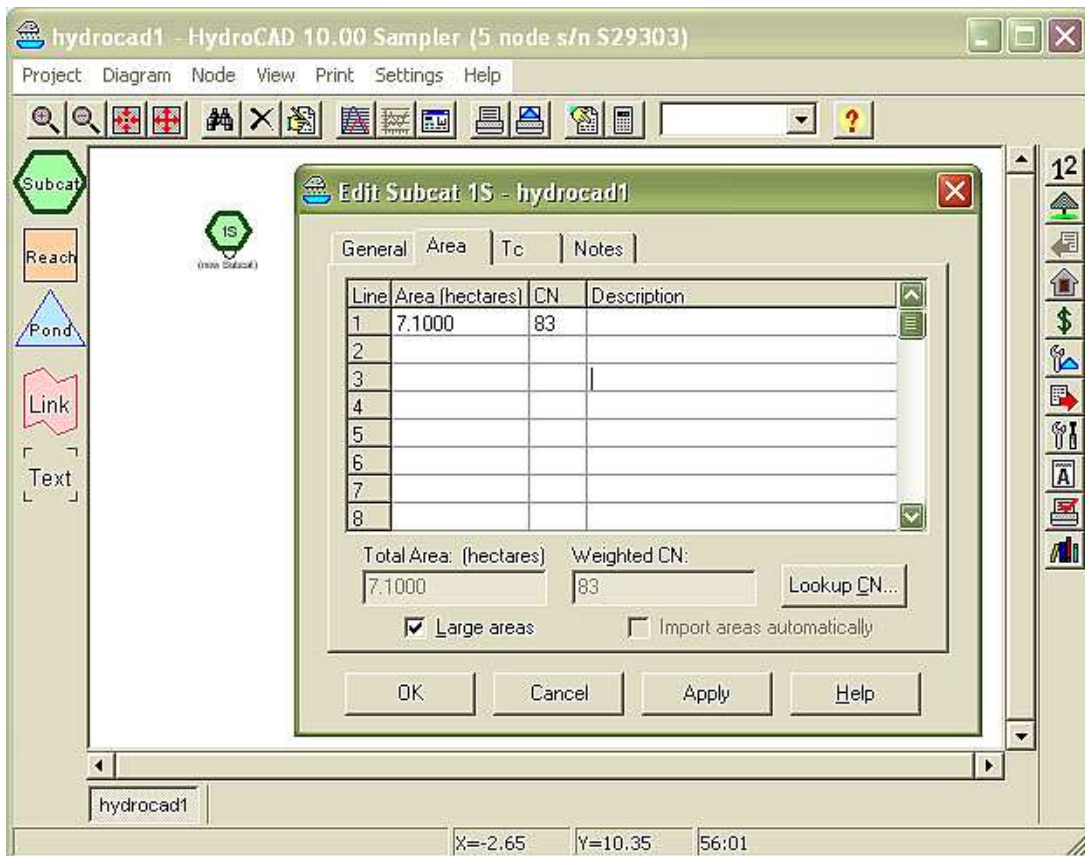
Drsnost : n =   **Plocha příč. profilu : F =  m<sup>2</sup>**

Rychlost : v =  m / s  **Omočený obvod : D =  m**

**Ttc =  h** **Hydraulický ploněr : R =  m**

**Tc = 0,263 h**

Obr. 20: Ukázka prostředí programu HydroCAD - výpočet CN - křivek (pro pozemek č. 2)



hydrocad1 - HydroCAD 10.00 Sampler (5 node s/n S29303)

Project Diagram Node View Print Settings Help

**Edit Subcat 1S - hydrocad1**

| Line | Area (hectares) | CN | Description |
|------|-----------------|----|-------------|
| 1    | 7,1000          | 83 |             |
| 2    |                 |    |             |
| 3    |                 |    |             |
| 4    |                 |    |             |
| 5    |                 |    |             |
| 6    |                 |    |             |
| 7    |                 |    |             |
| 8    |                 |    |             |

Total Area: (hectares) 7,1000 Weighted CN: 83

Large areas  Import areas automatically

hydrocad1 X=-2.65 Y=10.35 56:01

Tab. 18: Porovnání smyvu pro jednotlivé pozemky dle metody USLE a CN - křivek

| Číslo erozní linie | G (t/ha/rok) pro USLE | G (t/ha/rok) pro CN |
|--------------------|-----------------------|---------------------|
| <b>1</b>           | <b>15,440</b>         | <b>8,454</b>        |
| <b>2</b>           | <b>13,595</b>         | <b>7,471</b>        |
| <b>3</b>           | 3,496                 | 1,112               |
| <b>4</b>           | 0,139                 | 0,009               |
| <b>5</b>           | 0,096                 | 0,007               |
| <b>6</b>           | <b>10,766</b>         | <b>5,554</b>        |
| <b>7</b>           | 0,268                 | 0                   |
| <b>8</b>           | 0,161                 | 0,014               |
| <b>9</b>           | 0,213                 | 0,004               |
| <b>10</b>          | 0,394                 | 0                   |
| <b>11</b>          | 0,307                 | 0,016               |
| <b>12</b>          | 0,258                 | 0,002               |
| <b>13</b>          | <b>8,467</b>          | <b>5,027</b>        |
| <b>14</b>          | <b>4,861</b>          | 1,094               |
| <b>15</b>          | 3,641                 | 0,813               |
| <b>16</b>          | 2,933                 | 1,012               |

Výsledky na pozemcích s travním porostem vyšly u metody CN - křivek mnohonásobně nižší. U pozemků č. 7 a 10, vyšla hodnota dokonce tak malá, že ji lze považovat za nulovou. Příčinou je především velmi nízká hodnota CN.

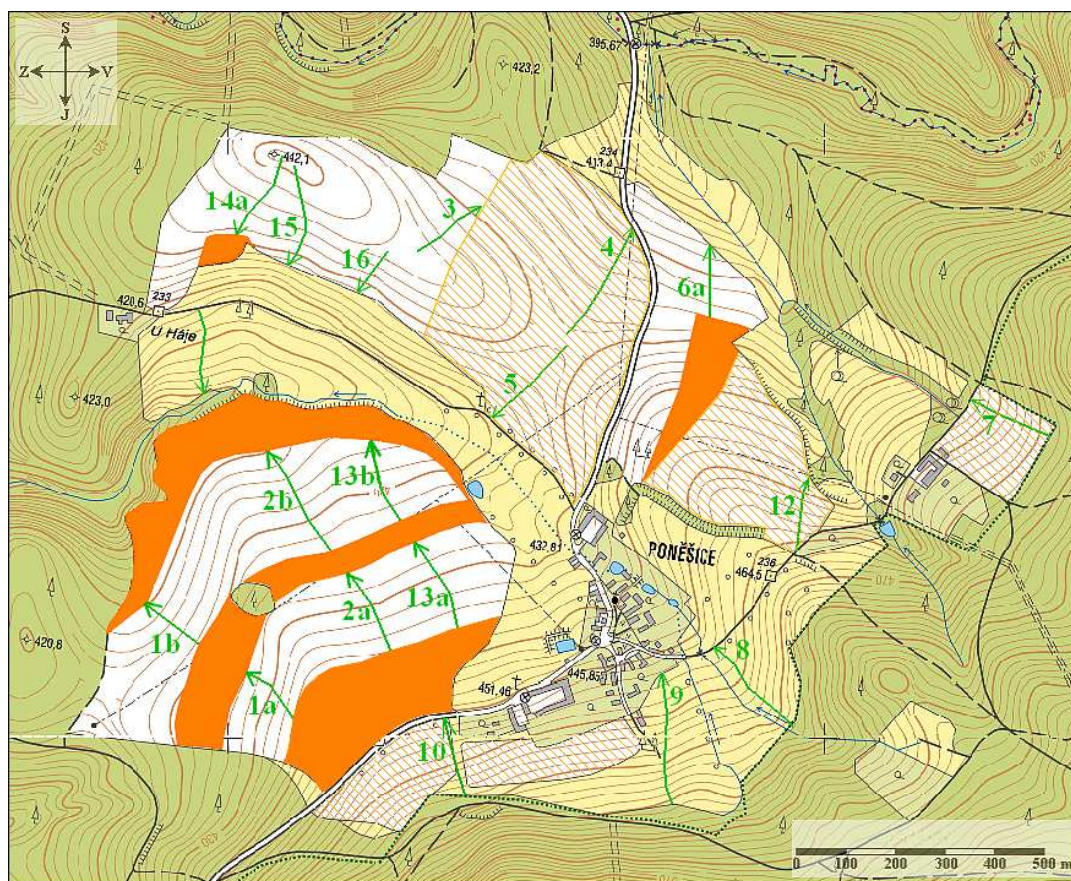
U pozemků č. 1, 2, 6 a 13 je dle rovnice USLE smyv zhruba 1,8 krát větší, než u výpočtu metodou CN - křivek. U zbylých pozemků s kulturou orná půda je výsledný smyv dle rovnice USLE přibližně 3 až 4,5 krát větší než dle metody CN - křivek, což je opět způsobeno především nižší hodnotou CN.

Při současném R faktoru 40 v rovnici USLE je vypočtený smyv z pozemků několikanásobně vyšší a výsledky získané metodou CN - křivek, tedy značně podhodnocené.







### 8.3 Návrh protierozních opatření

Protierozní opatření byla navržena pro pozemky, na nichž byla u výsledků vypočtených dle rovnice USLE překročena přípustná hodnota ztráty půdy 4 t/ha/rok. Bylo navrženo zatravnění (viz obr. 21) a protierozní osevňovací postup (viz tab. 19).

Obr. 21: Navržené zatravnění v KPÚ Poněšice



#### Legenda:

-  navržené zatravnění
-  travní porost neuvedený v katastrální mapě 1 : 10 000
-  travní porost
-  orná půda
-  lesní porost
-  erozní linie

Výměra navrhovaného zatravnění činí 15,8 ha z celkové současné výměry orné půdy, která představuje 50 ha.

Tab. 19: Hodnoty faktorů pro erozně ohrožené pozemky při navrženém zatravnění a výsledné G

| Číslo erozní linie | R faktor | K faktor | L faktor | S faktor | C faktor | P faktor | G (t/ha/rok) |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 1a                 | 40       | 0,39     | 2,04     | 0,95     | 0,203    | 1        | 6,14         |
| 1b                 | 40       | 0,39     | 2,23     | 0,8      | 0,203    | 1        | 5,65         |
| 2a                 | 40       | 0,39     | 2,69     | 0,6      | 0,203    | 1        | 5,12         |
| 2b                 | 40       | 0,39     | 2,88     | 0,4      | 0,203    | 1        | 3,65         |
| 6a                 | 40       | 0,33     | 2,56     | 0,38     | 0,203    | 1        | 2,61         |
| 13a                | 40       | 0,39     | 2,77     | 0,56     | 0,203    | 1        | 4,91         |
| 13b                | 40       | 0,39     | 2,63     | 0,56     | 0,203    | 1        | 4,66         |
| 14a                | 40       | 0,25     | 2,67     | 0,7      | 0,203    | 1        | 3,79         |

Navržené zatravnění bylo doplněno protierozním osevním postupem (viz tab. 20).

Tab. 20: Výpočet C faktoru pro navrhovaný protierozní osevní postup

| Plodina   | Období           | R     | C     | R . C | Celkové C |
|---|------------------|-------|-------|-------|-----------|
| jetel   | 1.8. - 31. 7.    | 1,000 | 0,015 | 0,015 | 0,015     |
| jetel   | 1.8. - 31. 7.    | 1,000 | 0,015 | 0,015 | 0,015     |
| ozimá řepka                                     | 1. 8. - 20. 8.   | 0,174 | 0,500 | 0,087 | 0,266     |
|   | 21. 8. - 30. 9.  | 0,166 | 0,550 | 0,091 |           |
|   | 1. 10. - 30. 4.  | 0,010 | 0,300 | 0,003 |           |
|   | 1. 5. - 20. 7.   | 0,536 | 0,050 | 0,027 |           |
|   | 21. 7. - 20. 8.  | 0,288 | 0,200 | 0,058 |           |
| ozimá obilovina                                 | 21. 8. - 30. 9.  | 0,166 | 0,650 | 0,108 | 0,171     |
|   | 1. 10. - 15. 11. | 0,005 | 0,700 | 0,004 |           |
|   | 16. 11. - 30. 4. | 0,005 | 0,450 | 0,002 |           |
|   | 1. 5. - 31. 7.   | 0,650 | 0,080 | 0,052 |           |
|   | 1. 8. - 15. 8.   | 0,131 | 0,040 | 0,005 |           |
| jarní obilovina<br>(setá do strniště)           | 1.10. - 31. 3.   | 0,005 | 0,250 | 0,001 | 0,082     |
|   | 1. 4. - 15. 5.   | 0,053 | 0,250 | 0,013 |           |
|   | 16. 5. - 15. 6.  | 0,167 | 0,200 | 0,033 |           |
|   | 16. 6. - 31. 7.  | 0,435 | 0,080 | 0,035 |           |
|   |                  |       |       |       | 0,549     |
| <b>Výsledné C: <math>0,549/5 = 0,110</math></b> |                  |       |       |       |           |

Hodnoty faktoru C byly určeny dle tab. 21.



Tab. 21: Hodnoty faktoru C - ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání

| Plodina                 | Zařazení v osevním postupu    | Použitá agrotechnika                | Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období |                  |                  |                  |                  |                  |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                         |                               |                                     | 1  | 2                | 3                | 4                | 5a               | 5b               |
| Obilniny                | po 1. roce po jetelovinách    | OP                                  | 0,50   | 0,55             | 0,30             | 0,05             | 0,20             | 0,04             |
|                         |                               | St                                  | 0,02   | 0,02             | 0,02             | 0,02             | 0,02             | 0,02             |
|                         | po obilninách                 | OP                                  | 0,65   | 0,70             | 0,45             | 0,08             | 0,25             | 0,04             |
|                         |                               | St                                  | 0,25   | 0,25             | 0,20             | 0,08             | 0,25             | 0,04             |
|                         | po okopaninách a kukuřici     | OP                                  | 0,70   | 0,75             | 0,50             | 0,08             | 0,25             | 0,04             |
|                         |                               | St                                  | 0,70   | 0,70             | 0,45             | 0,08             | 0,25             | 0,04             |
| Kukuřice                | sláma předplodiny sklizena    | OP                                  | 0,70   | 0,90             | 0,70             | 0,35             | 0,70             | 0,40             |
|                         |                               | St                                  | O 0,25<br>K 0,70   | O 0,25<br>K 0,70 | O 0,20<br>K 0,55 | 0,25             | 0,60             | 0,30             |
|                         | sláma předplodiny nesklizena  | OP                                  | 0,60   | 0,75             | 0,55             | 0,25             | 0,60             | 0,30             |
|                         |                               | St                                  | O 0,04<br>K 0,30   | O 0,04<br>K 0,25 | O 0,04<br>K 0,20 | O 0,05<br>K 0,20 | O 0,25<br>K 0,04 | O 0,15<br>K 0,30 |
|                         | do herbicidem umrtveného drnu | víceletých píceň                    | 0,02   | 0,02             | 0,03             | 0,03             | 0,05             | 0,03             |
|                         |                               | jílku jako ozimé meziplodiny        | 0,05   | 0,05             | 0,05             | 0,05             | 0,15             | 0,10             |
| Brambory, cukrovka      |                               | v přímých řádcích libovolného směru | 0,65   | 0,80             | 0,65             | 0,30             | 0,70             |                  |
| Vojtěška                |                               |                                     | 0,02   |                  |                  |                  |                  |                  |
| Jetel červený dvousečný |                               |                                     | 0,015  |                  |                  |                  |                  |                  |
| Víceletá tráva, louky   |                               |                                     | 0,005  |                  |                  |                  |                  |                  |

Pozn. 5a - sláma sklizena, 5b - sláma ponechána, O - po obilovině, K - po kukuřici, OP - setí do zorané půdy, St - setí do strniště (Janeček, 2008)

Hodnoty faktoru C pro jednotlivá období byly korigovány za pomoci procentuálního rozdělení faktoru R dle tab. 22.

Tab. 22: Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období v ČR

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

(Janeček, 2008)

Tab. 23: Hodnoty ztráty půdy dle USLE při navrženém zatravnění a navrženém osevním postupu

| Číslo erozní linie | R faktor | K faktor | L faktor | S faktor | C faktor | P faktor | G (t/ha/rok) |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 1a                 | 40       | 0,39     | 2,04     | 0,95     | 0,110    | 1        | 3,33         |
| 1b                 | 40       | 0,39     | 2,23     | 0,8      | 0,110    | 1        | 3,06         |
| 2a                 | 40       | 0,39     | 2,69     | 0,6      | 0,110    | 1        | 2,77         |
| 2b                 | 40       | 0,39     | 2,88     | 0,4      | 0,110    | 1        | 1,98         |
| 6a                 | 40       | 0,33     | 2,56     | 0,38     | 0,110    | 1        | 1,41         |
| 13a                | 40       | 0,39     | 2,77     | 0,56     | 0,110    | 1        | 2,66         |
| 13b                | 40       | 0,39     | 2,63     | 0,56     | 0,110    | 1        | 2,53         |
| 14a                | 40       | 0,25     | 2,67     | 0,7      | 0,110    | 1        | 2,06         |

## 8.4 Uplatnění navržených PEO v jiných částech kapitoly Hlavní územní systémy

Navržené zatravnění v jihozápadní části území svou šířkou splňuje požadavky biokoridoru lučního společenstva na úrovni lokálního i regionálního ÚSES (tzn. minimální šíři 20 i 50 m) a mohlo by tedy v případě potřeby sloužit jako biokoridor. Pro případ nadregionálního biokoridoru, který se skládá z vymezené osy a nárazníkové (ochranné) zóny, bychom navržené zatravnění mohli užít pro osu biokoridoru. Minimální šíře osy nadregionálního biokoridoru totiž odpovídá šířce regionálního biokoridoru příslušného typu.

Po stránce krajinytvorné a z hlediska zvyšování biodiverzity a ekologické stability by bylo vhodné navržené zatravnění doplnit výsadbou keřového porostu.

Po vodohospodářské stránce navržený protierozní postup i zatravnění zvyšují retenční a retardační schopnost krajiny (tzn. schopnost krajiny zadržet vodu a zpomalit její odtok). Zatravnění přispívá ke zmírňování teplotních extrémů a regulaci výparu. Opatření také snižují splach půdy do vodních toků a tím i znečištění vod a zanášení sedimenty.

V případě potřeby zpřístupnění pozemků by bylo možné ve vhodných místech v navrženém zatravnění vybudovat polní cestu.

## 8.5 Odhad ekonomické náročnosti navržených opatření

Z finančního hlediska postupujeme při návrhu PEO (protierozních opatření) od finančně i realizačně nejjednodušších opatření (tzn. opatření organizačního, příp. agrotechnického charakteru) k opatřením charakteru technického. Podle této zásady bylo postupováno i při navrhování PEO v území KPÚ Poněšice.

Dle Technického standardu dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách se přehled předpokládaných nákladů na realizaci PEO k ochraně ZPF vyčísluje pouze pro realizaci investic stavebního charakteru a opatření organizačních (trvalé zatravnění nebo zalesnění). Náklady na opatření agrotechnická se nevyčísľují (MZe, 2012). Odhad nákladů podle aktuálních cen a Sazebníku AOPK na založení travního porostu (orba, příprava, setí, válení) se pohybuje v rozmezí 7 000 - 11 000 Kč/ha; získání osiva a zatravnění regionální směsí se pohybuje kolem 30 000 Kč/ha. Následná každoroční údržba travních porostů (včetně svozu biomasy) je cca 2 000 - 10 000 Kč/ha (Kulhavý, 2011).

Pro navrhované zatravnění 15,8 ha v území KPÚ Poněšice, by tedy náklady činily 110 600 - 173 800 Kč. V případě zatravnění regionální směsí by se náklady pohybovaly okolo 474 000 Kč.

## 9 Závěr a diskuse

Dle výpočtů za pomoci rovnice USLE bylo zjištěno, že v KPÚ Poněšice je překročen přípustný smyv půdy 4 t/ha/rok na 5 z 16 vymezených pozemků. Metodou CN - křivek bylo zjištěno překročení přípustného smyvu na 4 pozemcích.

Dle metody CN - křivek vyšly výsledky na pozemcích s travním porostem mnohonásobně nižší. U pozemků s kulturou orná půda a hodnotou CN přes 80 byl vypočten smyv přibližně 1,8 krát menší, než u výpočtu metodou USLE. U ostatních pozemků, kde se hodnota CN pohybovala od 58 do 78, byl zjištěn smyv půdy přibližně 3 až 4,5 krát menší než výsledky zjištěné dle USLE.

Při současném R faktoru 40 v rovnici USLE je vypočtený smyv z pozemků několikanásobně vyšší a výsledky získané metodou CN - křivek tedy značně podhodnocené.

Pro pozemky, na nichž byla u výsledků vypočtených dle rovnice USLE zjištěna překročená přípustná hodnota ztráty půdy 4 t/ha/rok, byla navržena protierozní opatření. Navrženo bylo zatravnění o výměře 15,8 ha, které výrazně snížilo hodnoty smyvu. Zatravnění bylo doplněno protierozním osevním postupem (jetel - jetel - ozimá řepka - ozimá obilovina - jarní obilovina setá do strniště), který snížil C faktor na hodnotu 0,110.

Navržené zatravnění v jihozápadní části území svou šířkou splňuje požadavky biokoridoru lučního společenstva na úrovni lokálního i regionálního ÚSES a mohlo by tedy v případě potřeby sloužit jako biokoridor. Pro případ nadregionálního biokoridoru by mohlo být navržené zatravnění užito pro osu biokoridoru. Po stránce krajiny a z hlediska zvyšování biodiverzity a ekologické stability by bylo vhodné navržené zatravnění doplnit výsadbou keřového porostu. Po vodohospodářské stránce oba způsoby navržených protierozních opatření zvyšují retenční a retardační schopnost krajiny, snižují splach půdy do vodních toků a tím i znečištění vod a zanášení sedimenty.

Při návrhu protierozních opatření bylo postupováno dle zásady primárního uplatnění finančně a realizačně nejjednodušších opatření (opatření organizačního a agrotechnického charakteru). Odhad nákladů na založení travního porostu (orba, příprava, setí, válení) se pohybuje v rozmezí 7 000 - 11 000 Kč/ha. Pro navrhovaný rozsah zatravnění v KPÚ Poněšice by tedy náklady činily 110 600 - 173 800 Kč.

## 10 Seznam použité literatury

- Aksoy, H., Kavvas, M. L.: A review of hillslope and watershed scale erosion and sediment transport models, 2005, *Catena* 64 (2005) 247 - 271
- Amore, E. et al.: Scale effect in USLE and WEPP application for soil erosion computation from three Sicilian basis, 2004, *Journal of Hydrology* 293 (2004) 100 - 114
- Bičík, I. et al.: Půda v České republice, Consult Praha, Praha 2009, 255 s.
- Blanco, H., Lal, R.: Principles of Soil Conservation And Management, Springer Science + Business Media B. V., Ohio 2008, 617 p.
- Brady, N. C., Weil, R. R.: The nature and properties of soils, Prentice Hall, New Jersey 2002, 960 p.
- Burian, Z. et al.: Pozemkové úpravy, Consult Praha, Praha 2011, 207 s.
- Daňhelka, J.: Operativní hydrologie, Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, Praha 2007, 104 s.
- Dostál, T.: Protierozní ochrana jako součást krajinného inženýrství, *Pozemkové úpravy*, 2009, roč. 17, č. 69, s. 20 - 23
- Dumas, P. et al.: Developing erosion models for integrated coastal zone management: A case study of The New Caledonia west coast, 2010, *Marine Pollution Bulletin* 61 (2010) 519 - 529
- Dumbrovský, M., Mezera, J.: Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace, VÚMOP, Brno 2000, 20 s.
- Dumbrovský, M. et al.: Metodický návod k provádění pozemkových úprav, Ministerstvo zemědělství - Ústřední pozemkový úřad, Praha 2012, 125 s.
- Ehrlich, P., Gergel, J., Lojda, R.: Vodní hospodářství II., Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie Vodňany, Vodňany 2005, 177 s.
- Haar, J.: Pozemkové úpravy v komponované krajině, *Voda v krajině*, Lednice 2010, s. 3 - 6
- HMÚ: Podnebí ČSSR - Tabulky, Hydrometeorologický ústav, Praha 1960, 379 s.
- Holý, M.: Protierozní ochrana, SNTL, Praha 1978, 288 s.
- Hůla, J. et al.: Minimalizace zpracování půdy, Profi Press, Praha 2008, 248 s.

- Janeček, M. et al.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, ČZU Praha FŽP a Ústřední pozemkový úřad Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 2012, 108 s.
- Janeček, M.: Ochrana půdy jako krajinnotvorné opatření, Krajinnotvorné programy, Příbram 1999, s. 134
- Janeček, M. et al.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, VÚMOP, Praha 2007, 76 s.
- Janeček, M.: Základy erodologie, ČZU v Praze, 2008, 172 s.
- Jarošek, R.: Protipovodňová a protierozivní opatření. Zpravodaj Ekozemědělci přírodě, 2010, č. 3, s. 18
- Kinnell, P. I. A.: Converting USLE soil erodibilities for use with the Q EI index, 1998, Soil & Tillage Research 45 (1998) 349 - 357
- Krešl, J.: Hydrologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno 2001, 128 s.
- Kudrna, K.: Zemědělské soustavy, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1985, 720 s.
- Kulhavý, Z. et al.: Metodická příručka pro žadatele OPŽP, VÚMOP, Praha 2011, 80 s.
- Laflen, J. M., Moldenhauer, W. C.: Pioneering Soil Erosion Prediction - The USLE Story, World Association of Soil & Water Conservation - WASWC, Thailand 2003, 54 p.
- Mazín, V. A.: Pozemkové úpravy a ochrana půdy, Pozemkové úpravy, 2008, roč. 16, č. 65, s. 1 - 2
- Mazín, V. et al.: Metodika studie širších územních vazeb ochrany půdy a vody v komplexních pozemkových úpravách, VÚMOP, Praha 2005, 31 s.
- Morgan, R. P. C.: Soil erosion and conservation, Blackwell, Malden 2005, 304 p.
- MZe: Pozemkové úpravy, Ministerstvo zemědělství, Praha 2010, 28 s.
- MZe: Protierozní ochrana - nové technologie v ochraně půdy před vodní erozí, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 1995, 52 s.
- MZe: Příručka ochrany proti vodní erozi, Ministerstvo zemědělství, Praha 2011, 58 s.

- MZe: Situační a výhledová zpráva Půda, Ministerstvo zemědělství, Praha 2009, 93 s.
- MZe: Technický standard dokumentace plánu společných zařízení v pozemkových úpravách, Ministerstvo zemědělství a Ústřední pozemkový úřad, Praha 2012, 78 s.
- MŽP: Metodika k navrhování protipovodňových opatření v ploše povodí, které současně řeší obnovu vodního režimu a snižování vodní eroze, pro účely plánování v oblasti vod dle směrnice 2000/60/ES, MŽP, Praha 2009, 131 s.
- Oldeman, L. R. et al.: World Map Of The Status Of Human-induced Soil Degradation, Global Assessment of Soil Degradation GLASOD, Nairobi 1990, 34 p.
- Pasák, V. et al.: Ochrana půdy před erozí, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1984, 164 s.
- Podhrázká, J.: Opatření na ochranu půdy a vody v pozemkových úpravách, Voda v krajině, Lednice 2010, s. 7 - 12
- Podhrázká, J., Dufková, J.: Protierozní ochrana půdy, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno 2005, 99 s.
- Quitt, E.: Klimatické oblasti Československa, Geografický ústav ČSAV, Brno 1971, 73 s.
- Singh, V. P., Seo, I. W., Sonu, J. H.: Hydrologic Modeling, Water Resources Publication, Seoul, Korea 1999, 454 p.
- Sklenička, P.: Základy krajinného plánování, Nakladatelství Naděžda Skleničková, Praha 2003, 321 s.
- Šimek, M.: Základy nauky o půdě, 4. degradace půdy, Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, České Budějovice 2004, 225 s.
- Tippl, M. et al.: Nové směry v protierozní ochraně půdy, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1999, 56 s.
- Tlapák, V., Šálek, J., Legát, V.: Voda v zemědělské krajině, Zemědělské nakladatelství Brázda, Praha 1992, 320 s.
- Toman, F.: Možný dopad očekávaných klimatických změn na erozní ohrožení půd, Klimatická změna a zemědělství, Brno 1994, s. 50 - 52
- Tyagi, J. V., Mishra, S. K., Singh, V. P.: SCS-CN based time-distributed sediment yield model, 2008, Journal of Hydrology 352 (2008), 388 - 403

- Vaezi, A. R. et al.: Modeling the USLE K-factor for calcareous soils in northwestern Iran, 2008, Geomorphology 97 (2008) 414 - 423
- Vopravil, J. et al.: Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu, Voda v krajině, Lednice 2010, s. 23 - 30
- Vrána, K. et al.: Krajinné inženýrství, Český svaz stavebních inženýrů, Praha 1998, 200 s.
- Vrána, K.: Úloha vody při revitalizaci krajiny, Krajinotvorné programy, Příbram 1999, s. 33 - 37
- VYHLÁŠKA č. 545/2002 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav
- Woodward, D. E. et al.: Curve number method-origins, applications and limitations, Second Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Las Vegas 2002, p. 1 - 12
- ZÁKON č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů

#### **Internetové zdroje:**

- FIALOVÁ, Z.: Ochrana kvality půdy je prioritou [online]. 2012 [cit. 2012-09-30]. Dostupné na [www: http://www.agroweb.cz/Ochrana-kvality-pudy-je-prioritou\\_\\_s43x60659.html](http://www.agroweb.cz/Ochrana-kvality-pudy-je-prioritou__s43x60659.html)
- MZe: Pozemkové úpravy [online]. 2009 - 2011 [cit. 2012-09-15]. Dostupné na [www: http://eagri.cz/public/app/eagriapp/PU/Prehled/](http://eagri.cz/public/app/eagriapp/PU/Prehled/)
- SEIFERTOVÁ, E.: Pozemkové úpravy pomáhají venkovu [online]. 2011 [cit. 2012-09-20]. Dostupné na [www: http://www.agroweb.cz/Pozemkove-upravy-pomahaji-venkovu\\_\\_s43x57504.html](http://www.agroweb.cz/Pozemkove-upravy-pomahaji-venkovu__s43x57504.html)



## 11 Seznam zkratek

|              |   |
|--------------|---|
| <b>AOPK</b>  | - Agentura ochrany přírody a krajiny  |
| <b>BPEJ</b>  | - bonitovaná půdně ekologická jednotka  |
| <b>CN</b>    | - Curve Number (číslo odtokové křivky)  |
| <b>EAFRD</b> | - European Agricultural Fund for Rural Development<br>(Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova) |
| <b>EHP</b>   | - Evropský hospodářský prostor  |
| <b>ES</b>    | - Evropské společenství   |
| <b>GAEC</b>  | - Good Agricultural and Environmental Conditions<br>(Dobrý zemědělský a environmentální stav)       |
| <b>HPJ</b>   | - hlavní půdní jednotka   |
| <b>IPS</b>   | - index předchozích srážek  |
| <b>JPÚ</b>   | - jednoduchá pozemková úprava   |
| <b>k. ú.</b> | - katastrální území   |
| <b>KPÚ</b>   | - komplexní pozemková úprava  |
| <b>LPIS</b>  | - Land Parcel Identification System<br>(Registr půdních bloků)                                      |
| <b>MUSLE</b> | - Modified Universal Soil Loss Equation<br>(Modifikovaná universální rovnice ztráty půdy)           |
| <b>PEO</b>   | - protierozní opatření  |
| <b>PF ČR</b> | - půdní fond České republiky  |
| <b>PPEO</b>  | - Protipovodňové konto  |
| <b>PRV</b>   | - Program rozvoje venkova   |
| <b>PÚ</b>    | - pozemková úprava  |
| <b>ŘSD</b>   | - Ředitelství silnic a dálnic   |
| <b>SZIF</b>  | - Státní zemědělský intervenční fond  |
| <b>TTP</b>   | - trvalý travní porost  |
| <b>ÚSES</b>  | - územní systém ekologické stability  |
| <b>USLE</b>  | - Universal Soil Loss Equation<br>(Universální rovnice ztráty půdy)                                 |
| <b>VPS</b>   | - Všeobecná pokladní správa   |
| <b>ZPF</b>   | - zemědělský půdní fond   |

## 12 Seznam obrázků a tabulek

|   |         |
|---|---------|
| Obr. 1: Přehled zahájených a ukončených KPÚ v ČR k roku 2012  | str. 13 |
| Obr. 2: Přehled zahájených a ukončených JPÚ v ČR k roku 2012  | str. 13 |
| Obr. 3: Proces eroze  | str. 18 |
| Obr. 4: Závislost výskytu vodní eroze a středních ročních srážkových úhrnů                                | str. 21 |
| Obr. 5: Základní schéma erozního procesu  | str. 23 |
| Obr. 6: Velikost srážkového úhrnu, od kterého začíná přímý odtok v závislosti na CN                       | str. 28 |
| Obr. 7: Kritická délka svahu  | str. 34 |
| Obr. 8: Polohové rozmístění kultur podle reliéfu území  | str. 35 |
| Obr. 9: Pásové střídání plodin  | str. 39 |
| Obr. 10: Schéma uspořádání zemních teras  | str. 41 |
| Obr. 11: Vzorový příčný řez záchytným průlehem  | str. 42 |
| Obr. 12: Vzorový příčný řez ochranné hrázkou  | str. 43 |
| Obr. 13: Vzorový řez záchytným příkopem   | str. 44 |
| Obr. 14: Vzorový řez svodným příkopem   | str. 45 |
| Obr. 15: Vzorový příčný řez protierozní meze a průlehu se zasakovacím (travnatým) pásem a výsadbou dřevin | str. 45 |
| Obr. 16: Klimatické regiony ČR dle Quitta   | str. 50 |
| Obr. 17: Geologie území   | str. 52 |
| Obr. 18: Vymezené erozní linie v KPÚ Poněšice   | str. 54 |
| Obr. 19: Ukázka prostředí programu ERCN - výpočet CN - křivek (pro pozemek č. 2)                          | str. 61 |
| Obr. 20: Ukázka prostředí programu HydroCAD - výpočet CN - křivek (pro pozemek č. 2)                      | str. 61 |
| Obr. 21: Navržené zatravnění v KPÚ Poněšice   | str. 63 |
| Tab. 1: Předpoklad finančních zdrojů pro období 2010 - 2013 (v tis. Kč)                                   | str. 15 |
| Tab. 2: Hodnoty faktoru protierozních opatření P  | str. 26 |
| Tab. 3: Polohové rozmístění kultur  | str. 36 |
| Tab. 4: Průměrné teploty oblasti  | str. 49 |
| Tab. 5: Průměrné srážky oblasti   | str. 49 |

|  |         |
|--|---------|
| Tab. 6: Vlhkost oblasti  | str. 50 |
| Tab. 7: Průměrná četnost větrů v roce (v % všech pozorování)                                   | str. 50 |
| Tab. 8: Charakteristika klimatického regionu MT9 dle Quitta                                    | str. 51 |
| Tab. 9: Hodnoty faktoru K podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ)                | str. 55 |
| Tab. 10: Hodnoty faktoru délky svahu   | str. 56 |
| Tab. 11: Hodnoty faktoru sklonu svahu  | str. 56 |
| Tab. 12: Hodnoty faktorů pro jednotlivé pozemky dle USLE a vypočtené množství smyvu G          | str. 57 |
| Tab. 13: Výsledky pro pozemky s ornou půdou před datem 5/2011 vypočtené dle USLE               | str. 57 |
| Tab. 14: Porovnání smyvu dle rovnice USLE pro R faktor 20 a R faktor 40                        | str. 58 |
| Tab. 15: Hydrologické skupiny zemědělských půd podle HPJ (2. a 3. číslice kódu BPEJ)           | str. 59 |
| Tab. 16: Průměrná čísla odtokových křivek - CN pro IPS II                                      | str. 59 |
| Tab. 17: Hodnoty faktorů pro jednotlivé pozemky dle metody CN - křivek a množství smyvu G      | str. 60 |
| Tab. 18: Porovnání smyvu pro jednotlivé pozemky dle metody USLE a CN - křivek                  | str. 62 |
| Tab. 19: Hodnoty faktorů pro erozně ohrožené pozemky při navrženém zatravnění a výsledné G     | str. 64 |
| Tab. 20: Výpočet C faktoru pro navrhovaný protierozní osevňovací postup                        | str. 64 |
| Tab. 21: Hodnoty faktoru C - ochranného vlivu vegetace a způsobu obdělávání                    | str. 65 |
| Tab. 22: Průměrné rozdělení faktoru R do měsíců vegetačního období v ČR                        | str. 65 |
| Tab. 23: Hodnoty ztráty půdy dle USLE při navrženém zatravnění a navrženém osevňovacím postupu | str. 66 |

## 13 Přílohy

Foto č. 1: Pohled na pozemky č. 14, 15 a 16 z pozemku č. 13



Foto č. 2: Pohled ze severozápadní části území - vpravo pozemek č. 13, v pozadí za zástavbou pozemky č. 9 a 10



Foto č. 3: Lesík mezi pozemky č. 1 a 2



Foto: Pavlína Svobodová

Foto č. 4: Pohled na pozemek č. 11 z pozemku č. 15



Foto: Pavlína Svobodová

Foto č. 5: Sediment na pozemku č. 2



Foto č. 6: Erozní rýha a sediment na pozemku č. 13

