

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Snížení erozní ohroženosti pozemků prostřednictvím meziplodin a jejich aplikace na  
vybrané pozemkové úpravě

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

Autor diplomové práce: Bc. Vojtěch Jánošík

České Budějovice, duben 2016





**Prohlášení:**

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

V Českých Budějovicích 12.4.2016

Bc. Vojtěch Jánošík

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především panu doc. Ing. Pavlu Ondrovi, CSc. za odborné vedení, ochotu, trpělivost a cenné rady při psaní této práce. Dík patří také všem, kdo mi vyšli vstříc a umožnili mi přístup k potřebným informacím.

## **Anotace**

Diplomová práce je zaměřena na zhodnocení a využití osevních postupů a meziplodin v současném českém zemědělství. V první části práce je rozebrána eroze, protierozní ochrana a dotační politika. Ve druhé části je popsána univerzální Wischmeier-Smithova rovnice pro výpočet smyvu půdy z pozemku. Protierozní účinnost vybraných osevních postupů bude posouzena ve vybraném katastrálním území Čestice.

## **Klíčová slova**

Osevní postupy, meziplodiny, eroze, protierozní ochrana, dotační politika, Wischmeier-Smithova rovnice

## **Annotation**

This thesis covers and evaluates the possibilities of using sowing procedures in the contemporary Czech agriculture. The first part of the thesis analysis erosion, anti-erosion protection and endowment policy. Universal Wischmeier-Smith equation for calculating soil loss from lan is described in the second part. The effectiveness of anti-erosion of some selected sowing procedures is analysed at the selected cadastral Čestice.

## **Key words:**

Crop rotation, intercrops, erosion, anti-erosion protection, endowment policy, Wischmeier-Smith equation

## Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Literární přehled.....</b>	<b>11</b>
2.1 Půda.....	11
2.2 Složení půdy.....	12
2.2.1 Pevná fáze .....	12
2.2.2 Kapalná fáze.....	13
2.2.3 Plynná fáze .....	13
2.3 Půdní fond .....	13
2.4 Eroze půdy .....	14
2.5 Dělení eroze .....	15
2.5.1 Vodní eroze .....	16
2.5.2 Větrná eroze .....	22
2.5.3 Ledovcová eroze .....	23
2.5.4 Sněhová eroze .....	23
2.5.5 zemní eroze .....	23
2.5.6 Antropogenní eroze .....	24
2.6 Eroze v České republice.....	24
2.7 Eroze ve světě .....	26
2.8 Protierozní ochrana .....	29
2.8.1 Organizační protierozní opatření.....	30
2.8.2 Agrotechnická protierozní opatření.....	34
2.8.3 Technická protierozní opatření .....	37
2.9 Osevní postupy.....	38
2.10 Význam osevních postupů .....	39
2.11 Plánování osevních postupů.....	40
2.12 Meziplodiny .....	44

2.13 Význam mezipločin .....	44
2.14 Negativní vliv mezipločin.....	46
2.15 Dělení mezipločin .....	46
2.15.1 Ozimé mezipločiny .....	47
2.15.2 Letní mezipločiny .....	48
2.15.3 Podsevové mezipločiny .....	50
2.15.4 Strniskové mezipločiny.....	51
2.16 Dotační politika.....	52
2.17 Žádost o dotaci .....	53
2.18 Dotační programy využívané zemědělskými podniky.....	53
2.18.1 Přímé platby na zemědělskou půdu.....	54
2.18.2 SAPS a platba pro mladé zemědělce.....	55
2.18.3 Platba na ozelenění (Greening) .....	56
2.18.4 Diverzifikace pločin.....	56
2.18.5 Zachování trvalých travních porostů.....	57
2.18.6 Plocha využívaná v ekologickém zájmu .....	57
2.18.7 Platby v méně příznivých oblastech.....	58
<b>3. Cíl práce .....</b>	<b>59</b>
<b>4. Výsledky a diskuse .....</b>	<b>60</b>
4.1 Popis území – Čestice .....	60
4.2 Klimatická charakteristika .....	60
4.3 Pedologická charakteristika .....	61
4.4 Geomorfologická a geologická charakteristika.....	62
4.4 Výpočet ohroženosti vodní erozí .....	63
4.4.1 Faktor erozní účinnosti deště (R) .....	63
4.4.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K) .....	65
4.4.3 Faktor délky (L) a sklonu (S) svahu.....	68



4.4.4 Faktor ochranného vlivu vegetace (C) .....	68
4.4.5 Faktor účinnosti protierozních opatření P .....	72
4.5 Výpočet ohrožení vodní erozí .....	72
4.5.1 Určení K-faktoru .....	73
4.5.2 Určení L-faktoru.....	74
4.5.3 Určení S-faktoru.....	74
4.5.4 Určení C-faktoru .....	74
4.6 Návrh protierozních opatření .....	78
4.6.1 Zařazení meziplodin do osevního postupu.....	78
4.6.2 Sestavení protierozního osevního postupu.....	79
4.6.3 Vrstevnicové obdělávání .....	82
4.6.4 Hrázkování .....	83
4.7 Porovnání osevních postupů .....	83
<b>5. Závěr.....</b>	<b>85</b>
<b>6. Použitá literatura .....</b>	<b>86</b>
<b>7. Přílohy .....</b>	<b>90</b>

## 1. Úvod

Člověk je nedílnou součástí přírody a měl by v souladu s ní také žít. Měl by si uvědomovat morální i etickou zodpovědnost vůči přírodě a měl by ji chránit. Při ekologickém hospodaření v trvale udržitelném systému je zapotřebí dbát na uzavřenost systému a toku energie a uvědomit si úzkou vazbu mezi ekologickým zemědělstvím a protierozní ochranou.

Výběr vhodných odrůd pro osevní postupy se provádí především podle lokality, pro kterou je osevní postup určen. Dále by odrůda měla být vybírána na základě rezistence proti škůdcům a chorobám. Důkladně zpracovaný osevní postup zajistí jednak připravenost půdy, antiseptické účinky a její výživu a podporu půdního edafonu. Erozi půdy zabráníme využitím podsevu, meziplodin či setím do strniště.

Zařazením meziplodin z různých čeledí do osevního postupu se rozšiřuje pestrost pěstovaných druhů. Dochází k dodávání organické hmoty do půdy, k významnému přerušování obilných sledů, k zabránění znečištění podzemní vody dusičnany. Meziplodiny v meziporostním období slouží k ozelenění krajiny a navíc pomáhají jako prevence před zaplevelením pozemku.

Tato diplomová práce se zabývá osevními postupy a meziplodinami v rámci protierozní ochrany. Eroze je počítána v modelové lokalitě Čestice v podhůří Šumavy. Lokalitu je třeba znát z pedologického, hydrologického a klimatického hlediska. Z vypočítaných výsledků lze poté odvodit protierozní ochranu jednotlivých osevních postupů.

## 2. Literární přehled

### 2.1 Půda

Půda je přírodní zdroj, který se obnovuje velmi pomalu. Jedná se tedy o zdroj vyčerpatelný a nenahraditelný. Je základem udržitelného zemědělského hospodaření a podle toho by se s ní mělo zacházet. Zatímco jeden centimetr půdy se může podle místních podmínek tvořit desítky až stovky let, k odnosu stejného či většího množství půdy může následkem eroze dojít během jediné průtrže mračen (Batysta a kol., 2014).

Půda je přírodním oživeným útvarům, který vzniká půdotvorným procesem. Vzniká ze zvětralin zemské kůry, tzv. litosféry, a ze zbytků organické hmoty. V průběhu tohoto procesu na půdotvornou hmotu (substrát) působí různé činitele, kteří ji přetvářejí v půdy různého typu, druhu a různých vlastností. Půdotvorní činitele jsou povahy převážně přírodní, tj. působí-li kromě půdotvorné hmoty také podnebí (teplota, vlhkost), reliéf území (sklonitost, expozice), voda, živé organismy (porost, půdní živěna neboli edafon), avšak také povahy antropogenní, zasahuje-li do půdotvorného procesu člověk různými způsoby užívání a úpravy půdy (Jůva a kol., 1977).

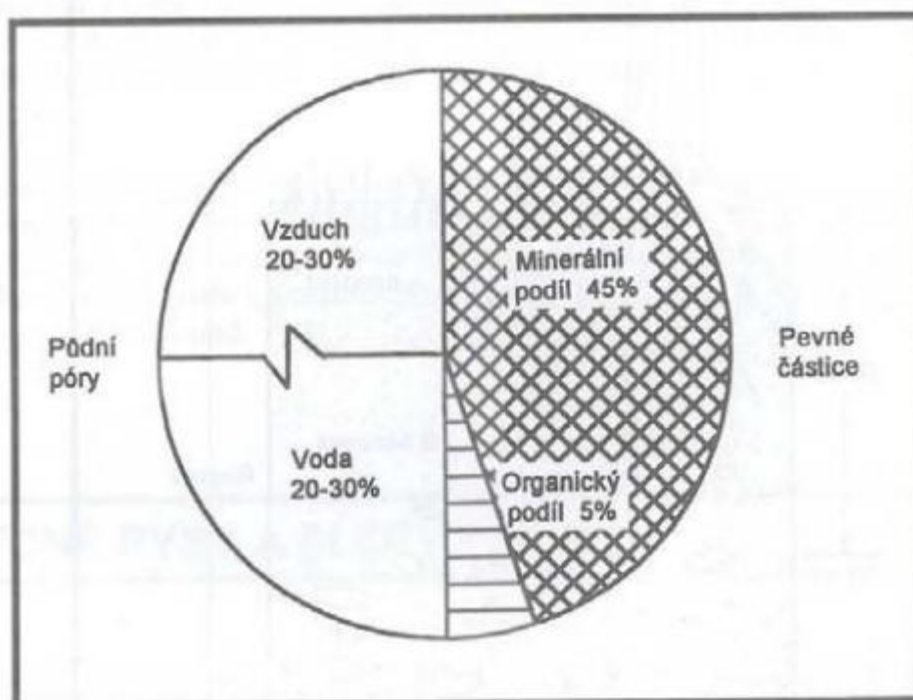
Půda je tedy nejsvrchnější porézní vrstvou zemské kůry, která se skládá z minerálních částic o různé velikosti, živých organismů a odumřelých zbytků a která je prostoupena vodou a vzduchem (Ledvina a kol., 200). Vznik půdy je dlouhodobý proces. Přeměna horniny na půdu je plynulý proces, ve kterém lze rozeznat tři hlavní souběžně probíhající stádia vývoje. V prvním stádiu se mění hornina fyzikálním zvětráváním neboli rozpadem. Ve druhém stádiu se zvětralina mění chemicky a dochází ke zvýšenému uvolňování živin. Ve třetím stádiu již vzniká půdotvorným procesem půda (Šarapatka a kol., 2006).

Půda je z jednotlivých profesí chápána velmi rozdílně, například pro zemědělce a lesníky se jedná o základní výrobní prostředek, a je zde uplatňováno především ekonomické hledisko (Ledvina a kol., 2000).

## 2.2 Složení půdy

Půdní hmota se skládá z látek, které mají různé skupenství. Tyto látky se označují jako fáze. Rozlišujeme fázi pevnou, kapalnou a plynnou. Půdu můžeme také studovat jako disperzní systém, jelikož obsahuje látky, z nichž jedna látka je rozptýlena v látkách jiných (Teksl, 1996).

Mezi základní složky nebo-li komponenty půdy patří minerální částice, organická hmota, voda a vzduch. Unikátní, nejrozmanitější a nejdynamičtější složkou půdy jsou půdní organismy, bez nichž by půda nebyla půdou, ale stala by se pouhým substrátem. Zastoupení jednotlivých složek, především obsah vody a vzduchu v půdě, je proměnlivé (Šimek, 2005).



Obr. č. 1 Průměrné zastoupení jednotlivých složek minerální hlinité půdy ve stavu příznivém pro růst rostlin (Šimek, 2005).

### 2.2.1 Pevná fáze

Pevná fáze půdy obsahuje látky anorganického i organického původu (Teksl, 1996). Minerální podíl tvoří nejrůznější anorganické sloučeniny a částice různých velikostí, od větších úlomků hornin a balvanů až po koloidní částice. Organický podíl tvoří rostlinné a živočišné zbytky a odumřelé buňky mikroorganismů, které se nachází v různém rozkladovém stádiu a v různém stádiu přeměny na nové látky. Část

organické hmoty, která v půdě prošla procesy přeměn zahrnující rozkladné a syntetické procesy, se nazývá humus. Humusové látky jsou v půdě důležité, jelikož napomáhají tvorbě agregátů minerálních částic a slouží jako zásobárna živin pro rostliny i mikroorganismy, jsou zdrojem energie a výrazně ovlivňují vodní režim půdy (Šimek, 2005). Mezi organický podíl pevné fáze půdy patří také všechny živé organismy, které žijí v půdě (Teksl, 1996).

### **2.2.2 Kapalná fáze**

Kapalnou fázi půdy tvoří půdní roztok (Teksl, 1996). Půdní roztokem se rozumí roztok různých minerálních a organických látek, který zabezpečuje zásobování rostlin vodou a živinami. Celková koncentrace roztoku většinou nepřesáhne 1% a často bývá mnohem menší (cca 0,05%). Mimo elementárního složení půdního roztoku je důležitou charakteristikou jeho pH (acidita nebo alkalita) a samozřejmě celkový obsah vody v půdě (Šimek, 2005).

### **2.2.3 Plynná fáze**

Plynnou fázi půdy tvoří půdní vzduch, který má poněkud odlišné složení od vzduchu atmosférického. A to proto, že se v půdě mísí s plyny, které jsou zde uvolňovány (Teksl, 1996). Půdní plyny se nachází v půdních pórech, které nejsou zaplněny půdní vodou (Šimek, 2005).

## **2.3 Půdní fond**

Pojem půdní fond není totožný s pojmem půda. Jedná se o veškerou půdu na určitém území (obec, okres, stát...) (Ledvina, 1997).

Půdní fond je základním přírodním bohatstvím, které je prakticky neobnovitelné. Je podkladem, s nímž je třeba hospodařit co nejpečlivěji a v zájmu celé společnosti. Význam půdního fondu spočívá jednak v produkci organické hmoty (produkční funkce), tak v plnění ekologických funkcí (akumulační, filtrační, pufrací, a transformační). Půda je tedy základním článkem ekosystému (Ledvina, 1997).

<b>Celková plocha pevniny</b>	<b>14,821 mld ha</b>
Orná půda	1,48 mld ha
Pastviny	2,96 mld ha
Mělké půdy	1,48 mld ha
Hory	2,96 mld ha
Polární oblasti	2,96 mld ha

Tab. č.1 - Rozdělení půdního fondu (Ledvina, 1977).

## 2.4 Eroze půdy

Slovo eroze je latinského původu. Je odvozeno od slova „erodere“, což v překladu znamená rozhlodávat. V nejširším smyslu slova pojmem eroze rozumíme rozrušování litosféry, respektive pedosféry pohybující se hmotou erogenního původu. V současnosti je eroze definována jako komplexní proces, který zahrnuje rozrušování půdního povrchu, transport částic a jejich sedimentaci působením vody, v menší míře větru ledu či jiných erozních činitelů (Holý, 1978).

Tato činnost, díky které dochází k neustálému přetváření územního reliéfu, probíhá za neporušených přírodních podmínek, především vegetačních, celkem pomalu, z hlediska lidské generace téměř nepozorovatelně a často i zcela neškodně. Proto se nazývá jako eroze normální, jelikož z pravidla nedochází k eroznímu odnosu ve větších rozměrech (Cablík a kol., 1963).

Naproti tomu se eroze může stát velmi výraznou a nebezpečnou v zemědělsky a lesnicky intenzivně využívané krajině, ve které přirozený průběh erozních pochodů je škodlivě porušen a mnohonásobně zrychlen. Dochází pak ke vzniku eroze abnormální neboli zrychlené, při níž se splavuje značné a často až katastrofální množství svrchní, na humus bohaté půdní vrstvy a obnažují se spodnější vrstvy. Díky tomu dochází ke zhoršení půdní úrodnosti a ke znehodnocení půdy pro zemědělství, lesní těžbu a další kulturní užívání. Tento průběh eroze může vést až k úplnému zpuštění půdy, jak je vidět na krajích, kdysi úrodných a kulturních, dnes však přeměněných v pouště a holé skály (Cabík a kol, 1963).

Eroze tedy ochuzuje zemědělské půdy o jejich nejurodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zvyšuje šterkovitost, snižuje mocnost půdního profilu, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin, znesnadňuje pohyb zemědělské techniky na pozemcích. Transportem půdních částic a látek na nich vázaných dochází ke znečišťování vodních zdrojů, zanášení akumulčních prostor nádrží, snížení průtočné kapacity toků, zhoršení prostředí pro vodní organismy, vyvolání zakalení vod, zvýšení nákladů na úpravu vody a těžbu usazenin. Velké povodňové průtoky ohrožují budovy, komunikace, koryta vodních toků apod. (Janeček, 2008).

Eroze tedy patří mezi degradační vlivy, které na půdu působí negativně. Mezi další projevy degradace půdy patří zhutňování, kontaminace, acidifikace, ztráta vlhkosti, snížení obsahu organické hmoty a snížení biodiverzity půdní mikroflóry. Tyto degradační vlivy mají za následek omezení či úplnou ztrátu produkčních i mimoprodukčních funkcí půdy (Cenia, 2013).

## **2.5 Dělení eroze**

Erozi dělíme podle činitelů, které způsobují její vznik a dále působí na její proces na:

- Erozi vodní,
- Erozi větrnou,
- Erozi ledovcovou,
- Erozi sněhovou,
- Erozi zemní,
- Erozi antropogenní.

Tyto druhy eroze mohou působit jednotlivě, ale i v kombinaci, což má za následek různou intenzitu erozních procesů. V celosvětovém měřítku jsou největší škody způsobeny erozí vodní a větrnou (Holý, 1994).

### 2.5.1 Vodní eroze

Vodní eroze vzniká dopadem dešťových kapek na zemský povrch a vznikem následného povrchového odtoku. Při dopadu dešťových kapek na zemský povrch vznikají v půdě drobné jamky, jelikož tyto kapky svou kinetickou energií narušují půdní povrch (Janeček, 2008). Srážky lze považovat jako erozně nebezpečné, pokud je jejich úhrn větší než 12,5 mm a intenzita přesáhne 24mm/hod. Většina erozně nebezpečných dešťů (více než 80%) se vyskytuje v letních měsících. Z toho důvodu je v těchto měsících velmi nutná ochrana půdy, především rostlinným krytem (Novotný, 2014).

Největší vliv má na vznik vodní eroze sklonitost pozemku v kombinaci s délkou pozemku po spádnicí. Mezi další faktory, které ovlivňují vznik eroze, patří vegetační kryt, vlastnosti půdy, náchylnost půdy k erozi, uplatnění protierozních opatření, četnost výskytu přívalových srážek, které střídá období sucha. Všechny zmíněné faktory ovlivňují míru eroze a vždy působí ve vzájemné kombinaci. K eroznímu smyvu dochází též na půdních blocích, které sice nejsou výrazně sklonité, ale v kombinaci s nepřerušenu délkou svahu jsou nevhodné k pěstování erozně nebezpečných plodin (Novotný, 2014).

Další fází vodní eroze je pohyb vody po šikmé ploše půdního povrchu. Při malé kinetické energii vody jsou vyplavovány nejjemnější půdní částice a proto má silný výběrový účinek (Janeček, 2008).

Vodní eroze se však nemusí projevovat pouze na povrchu půdy, ale setkáváme se i s takzvanou vnitropůdní erozí. Jedná se o jev, kdy vzniká podpovrchový erozní odtok, který mechanicky gravitační vodou vyplavuje jemné frakce půdy mezi agregáty a skelet. Podzemní eroze se dělí na tunelovou, při níž dochází k vymílání podzemních chodeb a na erozní rýhy, které vznikají propadem stropů (Zachar, 1970).

Pokud dojde při výpočtech k překročení hodnoty, která je stanovená jako hodnota přípustné ztráty půdy, je zapotřebí chránit pozemek pomocí protierozních opatření (Dufková, 2007).



Hloubka půdy	t.ha-1.rok-1
Mělké (do 30 cm)	1
Středně hluboké (30 – 60 cm)	4
Hluboké (nad 60 cm)	10

Tab. č.2 - Hodnota přípustné ztráty půdy (Dufková, 2007).

Vodní eroze se dělí podle formy na:

- Plošnou erozi (vrstvenou), při níž dešťový odtok splachuje zemité částice v tenké vrstvě z celého půdního povrchu;
- Rýhovou erozi (brázdovou), kdy po povrchu stékající voda vytváří v napadeném území postupně se zvětšující rýhy a brázdy;
- Výmolovou erozi (stržovou), dešťový odtok již vymývá hluboké brázdy, výmoly a strže;
- Bystřinnou a říční, při které dešťové odtoky a vodní proudy již ve stržích, úžlabinách a údolích vymílají trvalá vodní koryta.

Jednotlivé erozní formy v přírodě zpravidla nebývají ostře rozlišeny, nýbrž na sebe navzájem navazují, a to často bez zjevného přechodu. Vždy však erozní forma méně škodlivá přechází za příhodných podmínek ve formu erozně výraznější a v účincích nebezpečnější. Přitom se nemusí vytvořit všechny erozní druhy, jak je ve vzestupné intenzitě vyznačuje již uvedené pořadí (Cablík a kol., 1963).

V méně nebezpečných poměrech nebo na počátku erozního pochodu dešťová voda, stékající po svahu plošně neboli tzv. ronem, vyvolává erozi plošnou, která se projevuje méně výrazným, často vůbec nezatelným splachem půdní prsti. Postupné soustředování dešťového ronů ve vodní brázdíčky a stržky vytváří však již podmínky pro vznik eroze rýhové, po které pak může následovat jako další vývojový stupeň eroze výmolová a ve vrcholném stádiu eroze bystřinná (Cablík a kol., 1963).

### 2.5.1.1 Plošná eroze

Tento druh eroze je charakterizován rozrušováním půdní hmoty a jejím smyvem na celé ploše území. Prvním stupněm je selektivní eroze, při které odnáší povrchový odtok jemné půdní částice a váže na ně chemické látky. Díky tomuto jevu dochází ke změně textury půdy a obsahu živin obsažených v půdě. Půdy, které podléhají selektivní erozi, se poté stávají hrubozrnnějšími a dochází u nich ke snížení obsahu živin. Půdy, které jsou smyvem naopak obohaceny, se stávají jemnozrnnějšími a jsou na živiny bohatší. Selektivní eroze je nebezpečná, jelikož její průběh je pozvolný a nezanechává viditelné stopy. Zjistit se dá díky jemnému materiálu, který je naakumulován v dolní části svahu po přivalových deštích. Selektivní vodní eroze způsobuje nestejný vývoj vegetace. Projevuje se rozdílným růstem, barvou a kvalitou. Při větší kinetické energii povrchové stékající vody a nepříznivém utváření půdního profilu může docházet ke smyvu půdní hmoty ve vrstvách. Tato forma eroze se nazývá vrstevná a obvykle dochází ke ztrátě celé orniční vrstvy (Holý, 1978).

Vlastnosti půdy	Před splachem	Po splachu
Vodní jímavost	67,2%	46,8%
Obsah humusu	14,6%	0,6%
Obsah dusíku	0,49%	0,16%

Tab. č.3 – změna půdních vlastností vlivem plošné eroze (Cablík a kol, 1963).

Stupeň	Intenzita odnosu půdy erozí	Hodnocení eroze
1	Do 0,05 mm/rok	Nepatrná
2	0,05 – 0,5 mm/rok	Slabá
3	0,5 – 1,5 mm/rok	Střední
4	1,5 – 5,0 mm/rok	Silná
5	5,0 – 20,0 mm/rok	Velmi silná
6	Nad 20,0 mm/rok	katastrofální

Tab. č.4 - Hodnocení intenzity plošné eroze v dlouhodobém horizontu (Janeček, 2008).



Obr. č.2 - Ukázka plošné eroze (Dívčí Kopy, foto VÚMOP, v.v.i.).

### 2.5.1.2 Rýhová eroze

Tento druh vodní eroze bývá taktéž nazýván jako eroze brázdová. Po svahu stékající voda v ohroženém území vytváří rýhy a brázdy, které se postupně spojují a prohlubují. Tyto rýhy jsou hluboké 5 – 20 cm, ve výjimečných případech i hlubší ve směru největšího spádu. Tyto erozní útvary probíhající délkovým rozměrem ve směru územního sklonu, jsou přibližně přímočaré a navzájem souběžné, často však vlivem směru orby tvoří různosměrou síť. V příčném řezu jsou ostře modelované, jak možno vidět na čerstvě nasypaných a pečlivě urovnaných násypech, které byly dešťovým odtokem erodovány. Příčinou zvýšeného odnosu půdy není při rýhové erozi plošný splach jako u vodní eroze plošné, nýbrž hlavně vymílání vodou, jež postupně rozrušuje původně rovný povrch půdy rýhami a brázdami. Odnos půdy je tím větší, čím vzdálenější je erodovaná plocha od rozvodí, neboť s touto vzdáleností se zvyšuje množství a rychlost odtoku a stupňuje se jeho erozní působnost. (Cablík a kol., 1963).

<b>Vzdálenost od rozvodí (m)</b>	100	142	248	353	439
<b>Spláchnuto půdy t/ha</b>	162	196	254	770	1610
<b>Odpovídající vrstva půdy (cm)</b>	1,38	1,67	2,16	6,55	13,72

Tab. č.5 - Vzrůst splachu se vzdáleností od rozvodí (Janeček, 2008).



Obr. č.3 - Detail rýhové eroze v kukuřici (Polanka nad Odrou, foto Lubomír Smrček).

### 2.5.1.3 Výmolová eroze

Eroze výmolová, někdy nazývána též jako eroze stržová vzniká postupným soustředěním po povrchu stékající vody, která poté vyrývá do půdního povrchu mělké zářezy, které se postupně prohlubují. Voda, která stéká ve směru sklonu terénu, postupně vyrývá brázdičky, které se spojují, a tím roste síla toku. Tento jev je podmínkou ke vzniku výmolové eroze (Cabík a kol., 1963). Díky tomuto druhu eroze dochází k vytvoření mezitvaru, který se již stává součástí reliéfu a jeho asanace je velmi obtížná (Buzek, 1983).



Obr. č.4 - Výmolová eroze v údolnici půdního bloku (Čejkovice, Kyjovsko, foto VÚMOP, v.v.i.).

#### **2.5.1.4 Bystřinná a říční eroze**

Bystřinná a říční eroze je nejzřetelnějším stupněm erozního vymílání zemského povrchu. Tento druh eroze vzniká v horských polohách s příkrými svahy, které jsou nedostatečně chráněny vegetačním krytem nebo jsou zcela holé. Tím dochází k rychlému soustředování a prudkému odtoku dešťových a sněhových vod, které následně silně erodují půdu a tvoří četné erozní brázdy, výmoly a strže (Cablík a kol., 1963).



### 2.5.2 Větrná eroze

Četnost výskytů větrné eroze je proti četnosti výskytů vodní eroze menší. Přesto však i větrná eroze působí značné škody. Vítr na jedné straně odnáší jemné půdní částice, hnojiva a semena, na straně druhé nárazy letících půdních částic ničí mladé rostliny pěstovaných plodin a v místech sedimentace je zanáší vrstvou zeminy (Pasák a kol., 1984).

Větrná eroze je působena mechanickou silou větru a projevuje se rozrušováním půdní hmoty a odnosem (deflací) uvolněných částic z původní polohy do polohy jiné, kde pak vznikají navátiny. Tato rušivá činnost větru je velmi škodlivá a nebezpečná, zejména v oblastech suchého klimatu a na výsušných půdách prašné struktury (Cablík a kol., 1963).

V zásadě se může větrná eroze vyskytovat po celý rok, nejškodlivější však bývá na jaře, které následují po suché, sněhem chudé zimě. Z holých nebo vegetací málo zakrytých polí strhne silný vítr vyschlou ornici, jemný písek i hnojiva, přenáší je do značné vzdálenosti a ukládá v závětrí na sousedních polích, v územních propadlinách, v příkopech apod. Prst' bývá odvívána zvláště silně na stepních, původně zatravněných územích, jež byla později zorána a přeměněna v pole (Cablík a kol., 1963).



Obr. č.5 - Větrná eroze představuje vážný problém například pro zemědělské půdy v Jihomoravském kraji (Vrabcová a kol., 2011).

### **2.5.3 Ledovcová eroze**

Ledovcovou erozi způsobují ledovce, které se pohybují působením tíže dolů, do údolí. Při pohybu ledovec vynakládá převážnou část energie na erodování skalního podloží, které vyhlazuje a obrušuje a dále rýhuje valouny zamrzými v ledu. Ledovcovou erozí dochází k strhávání a unášení velkého množství horninových zvětralin do nižších poloh, kde dochází k vytváření morén. Podle toho, jakým způsobem dochází k dopravě sutě, vznikají různé typy morén. Při dopravě sutě na povrchu ledovce vznikají morény svrchní, při dopravě sutě na okrajích ledovce dochází k vzniku bočních morén a při dopravě sutě na dně ledovce vznikají spodní morény. Pokud se v určitém místě stékají dva ledovcové proudy, jejich boční morény se spojí a vzniká střední moréna. U paty ledovce dochází ke vzniku čelní obloukovité morény. S tající vodou z ledovců se materiál z morén dostává do vodních toků, kde tvoří značný podíl splavenin (Hudson, 1973).

S ledovcovou erozí se setkáme především ve velehorských polohách (Alpy, Kavkaz, Skalisté hory atp.), u nás se v současné době ledovcová eroze nevyskytuje. O její existenci na našem území však svědčí morénové sedimenty v Tatrách a Krkonoších, které pochází z období čtvrtohor (Hudson, 1973).

### **2.5.4 Sněhová eroze**

Sněhová eroze, nazývána též jako nivální eroze, se na území České republiky téměř nevyskytuje. Setkáme se s ní převážně v horských oblastech s vyšší nadmořskou výškou. Sněhová eroze vzniká pohybem sněhových lavin při vysokém tlaku a rychlosti sněhu. Dochází k devastaci pásu zasaženého území. Může také vznikat při jarním tání, kdy se sněhová vrstva pomalu pohybuje po nezamrzlém půdním povrchu (Holý, 1994).

Od eroze vodní es sněhová liší především v tom, že energie dopadajících sněhových srážek na půdu je zcela zanedbatelná a veškeré negativní působení je poté působeno povrchovým odtokem roztátého sněhu (Janeček a kol., 2008).

### **2.5.5 zemní eroze**

K zemní erozi dochází díky erozní činnosti suťových proudů, které se skládají ze suťových materiálů smíšených s vodou. Tyto suťové proudy při svém pohybu

směrem do údolí rozrušují půdní povrch a dochází ke vzniku hlubokých rýh. Materiál ze suťových proudů ohrožuje údolní polohy, osady, komunikace, technické stavby apod. Známé jsou především suťové proudy na Kavkaze, kde jsou nazývány jako šely a v Alpách, kde jsou nazývány jako mury (Holý, 1994).

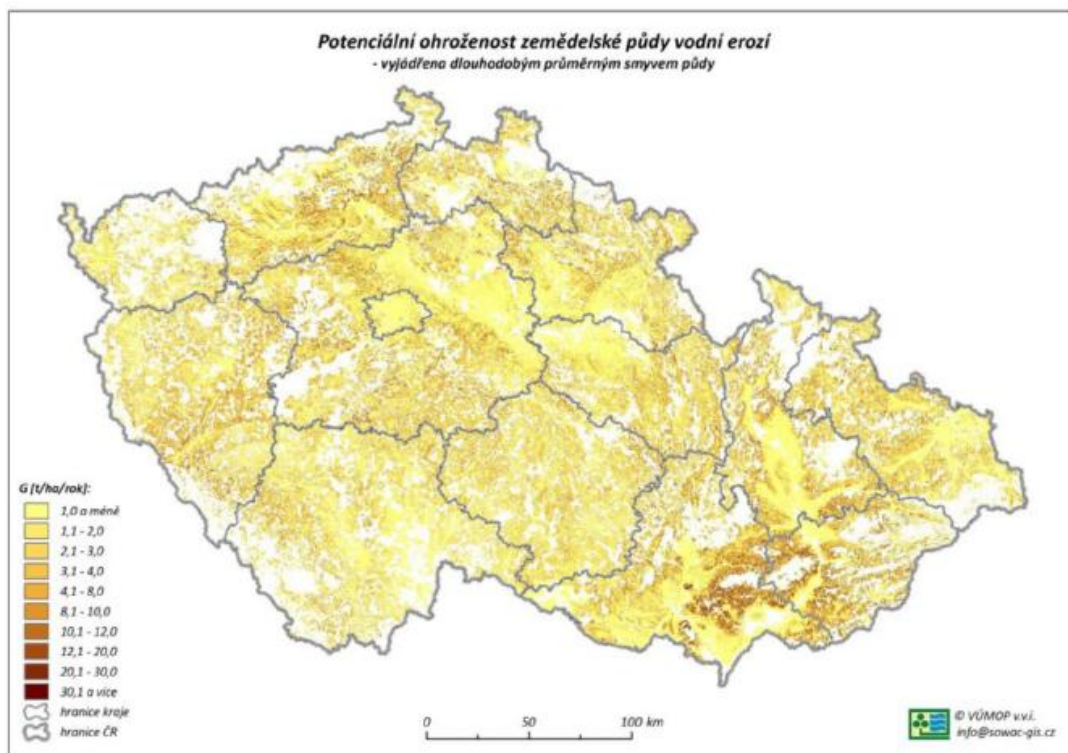
### **2.5.6 Antropogenní eroze**

Antropogenní eroze vzniká díky zásahům člověka do přírody. Člověk ovlivňuje negativně stav půdy tím, že ničí přirozený kryt, který nahrazuje vegetací s nízkým půdoochranným účinkem. Dále člověk svým hospodařením zhoršuje jak fyzikální, chemické tak biologické vlastnosti půdy, půdu znečišťuje odpady, a poškozují jí realizací technických staveb a urbanizací. Nejvýraznější je antropogenní eroze, která je vyvolaná zemědělskou výrobou, stavbou komunikací a urbanizací (Holý, 1994).

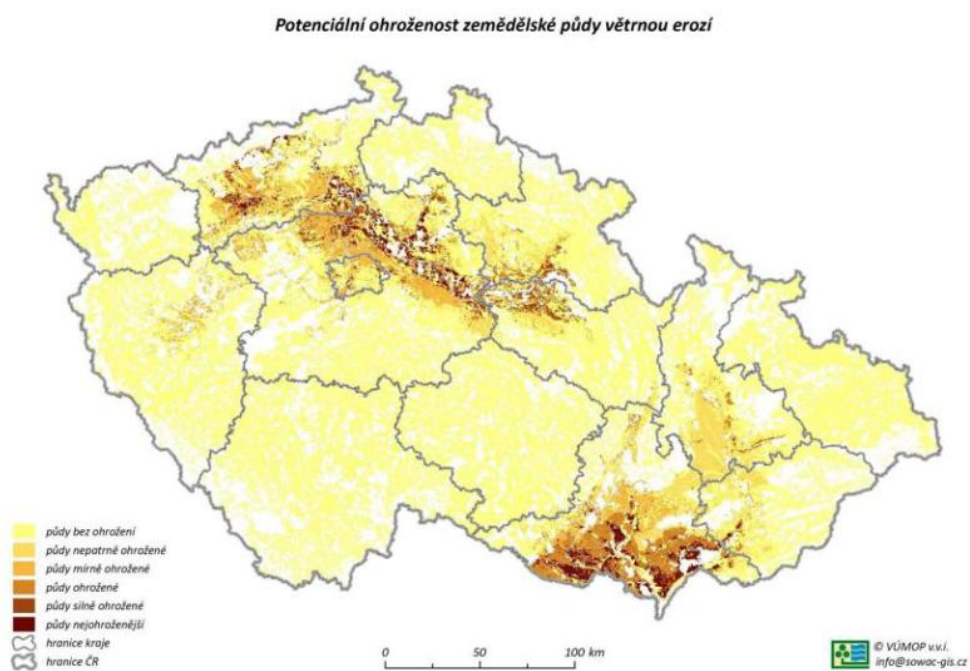
## **2.6 Eroze v České republice**

V České republice je vodní erozí ohroženo více jak 50% výměry orné půdy. Na značné části ohrožených půd není aplikována žádná systematická protierozní ochrana, která by zamezila dalším ztrátám půdy (Novotný, 2014). Podle České informační agentury životního prostředí je v České republice vodní erozí potenciálně ohroženo 35,9% zemědělské půdy a dalších 18,4% je ohroženo erozí větrnou. Z toho je vodní erozí silně až extrémně ohroženo 7,4% zemědělského půdního fondu a dalších 5,1% zemědělského půdního fondu je silně až extrémně ohroženo erozí větrnou. Další erozi půdy zabraňuje především rámcový způsob hospodaření, který se z toho důvodu doporučuje u 51,2% zemědělské půdy v České republice (Cenia, 2013).

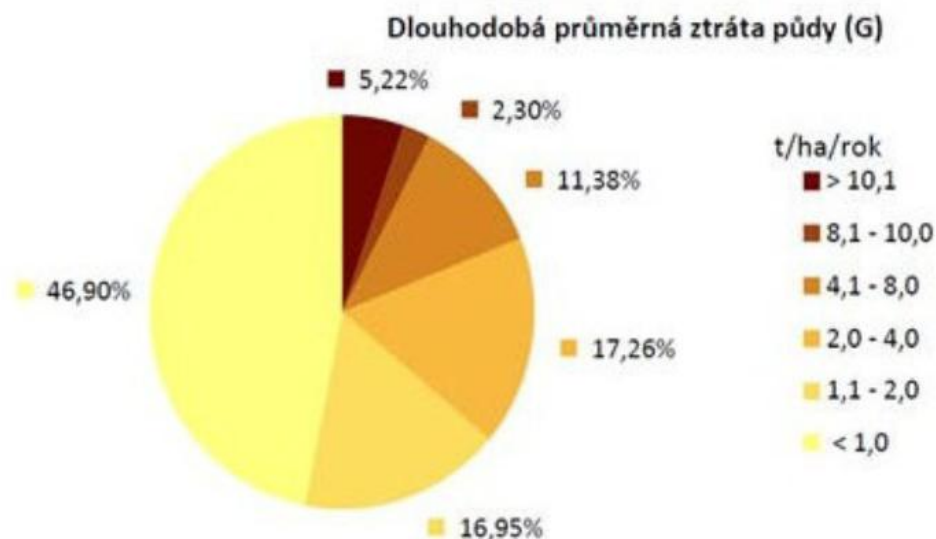




Obr. č.6 - Potenciální ohroženost zemědělské půdy vodní erozí (VÚMOP).



Obr. č.7 - Potenciální ohroženost zemědělské půdy větrnou erozí (VÚMOP).



Obr. č.8 - Dlouhodobá průměrná ztráta půdy (G) (Statistická ročenka půdní služby, 2014).

## 2.7 Eroze ve světě

Eroze zemědělsky využívaných půd je celosvětovým problémem. Eroze má za následek každoroční úbytek tisíců km<sup>2</sup> zemědělské půdy. V některých zemích světa se eroze projevuje ve větším měřítku a z toho také vyplývá potřebný rozsah a zaměření na protierozní ochranu. Celosvětově je erozí postiženo každoročně asi 24 miliard tun orné půdy (Janeček, 2008).

Degradace půdy je v současné době naléhavým problémem převážně v rozvojových zemích, kde je úrodnost půdy obvykle přirozeně omezená (Wang, 2012). Mezi erozně nejvíce ohrožené země světa patří Turecko, kde se uvádí, že je středně silnou nebo silnou erozí ohroženo až 78% plochy celé země. V Turecku eroze představuje jednu z největších hrozeb pro zdejší životní prostředí a tureckou ekonomiku. Podle odhadů je uváděno, že zde každoročně dochází k přemístění 1,2 miliardy tun půdy a dalších 550 tun půdy je ztraceno v mořích, jezerech a nádržích. Toto množství ztracené půdy odpovídá množství průměrné roční ztráty půdy v celé Evropě a Austrálii dohromady. Tento problém ztráty půdy je způsobem rozsáhlým odlesňováním, špatným hospodařením na orné půdě a intenzivní pastvou (Janeček, 2008).

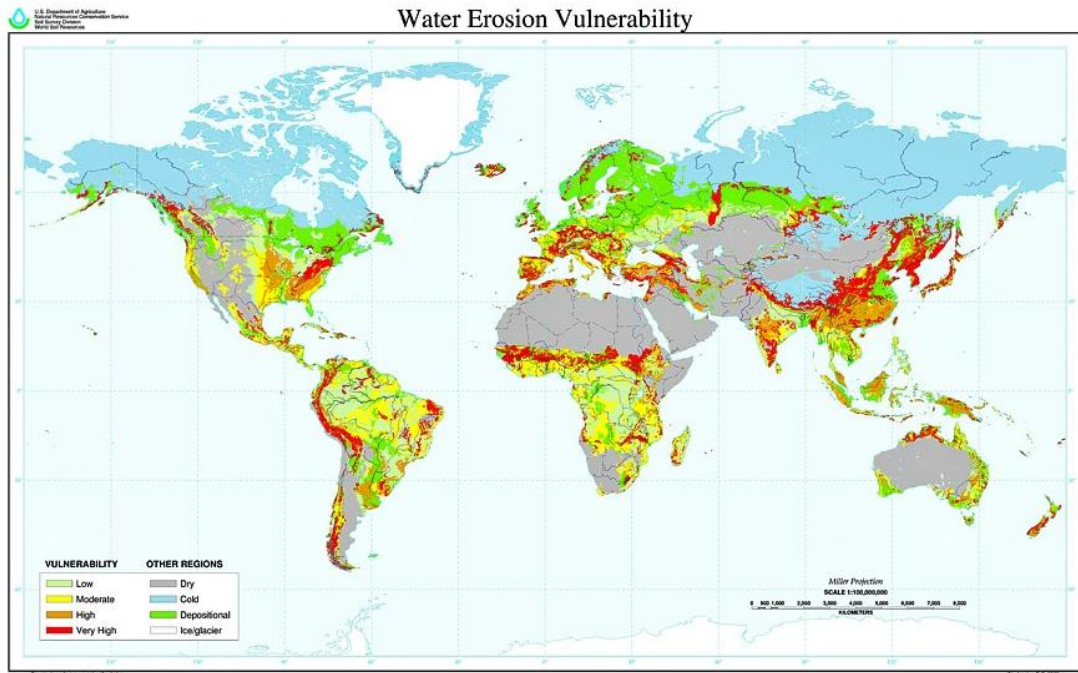
Vodní eroze je též hrozbou i na strmých svazích v tropických oblastech, kde převládají písčité půdy. Zde jsou vedle lehké eroze na mírných svazích hlavním

problémem sesuvy půdy na prudkých svazích. Tyto sesuvy mají negativní vliv na produktivitu a rostlinou produkci v této oblasti. Dalším problémem je sedimentace, která má negativní povodňové účinky (Sentís, 1997).

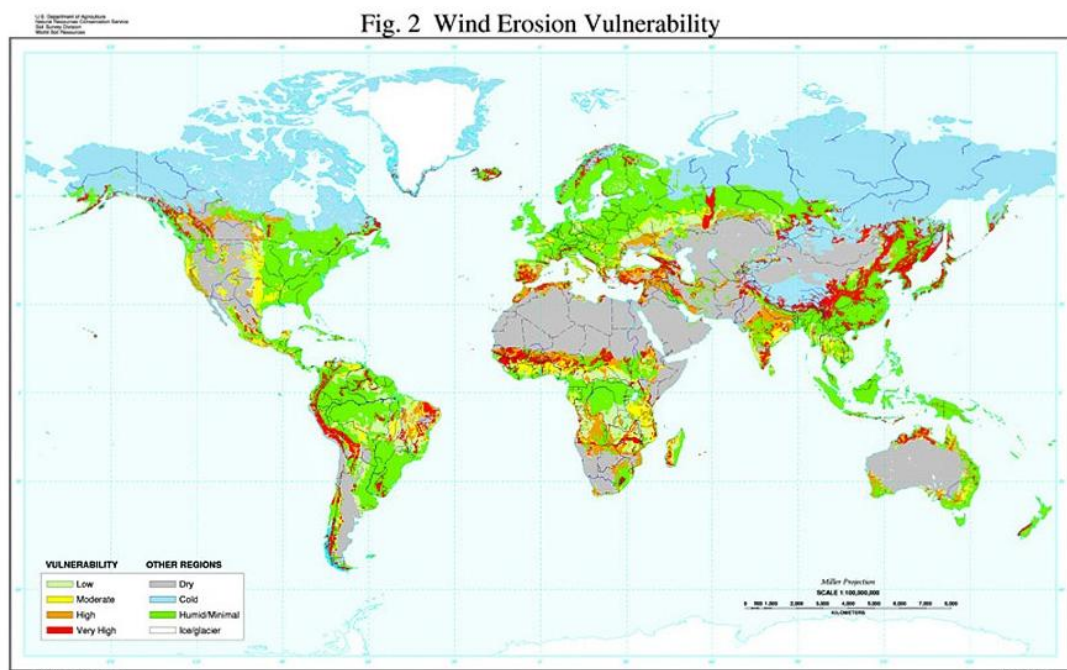
Problémové jsou i písčité půdy v Iráku. V semiaridní části na severu Iráku se očekává velmi vážné zhoršení situace, pokud zde nebudou provedeny pozemkové úpravy. Tuto oblast tvoří přibližně 12 miliónů hektarů lesů, pastvin a zemědělské půdy. Zvýšená vodní eroze zde představuje hlavní problém především v lesích a na pastvinách. To z toho důvodu, že zde je velmi špatně hospodařeno. Pro posouzení škody způsobené vodní erozí v regionu, byla určena univerzální rovnice ztráty půdy používaná k předpovídání potencionální roční ztráty půdy. Výsledky byly shrnuty v mapě degradace půdy na tomto území. Tato mapa se skládá z devíti jednotek, přičemž každá z nich charakterizuje potenciál a současný stav vodní eroze a územní index způsobilosti. Po provedení měření bylo vypočteno, že zde je přibližně 23% z celkové výměry zasaženo mírnou vodní erozí a 22% půdy, která se nachází převážně na hornatých pozemcích je ovlivněna silnou vodní erozí (Hussein, 1998).

Velké riziko poškození vodní erozí se nachází na strmých svazích a na povodí horských řek, jelikož tyto oblasti patří do ekologicky nestabilní oblasti v důsledku odlesňování a tím způsobené půdní eroze. Vodní eroze a s ní spojený smyv půdy z pozemků je celosvětový problém. Dochází ke snižování produktivity půdy a ke snížení kvality vody. Dále dochází k usazování naplavené zeminy a tím se zvyšuje riziko povodní. Takovouto oblastí je například část horního toku horské řeky Jang-c', který patří do ekologicky nestabilní oblasti, díky rozsáhlému odlesňování, které způsobilo půdní erozi. Bylo zde popsáno, že zde je přibližně 44% půdy degradováno (Zhou, 2008).

V Evropě sice problémy s erozí nedosahují takových obrovských rozměrů, jako v rozvojových zemích Afriky a Asie, ale vzhledem k intenzitě zemědělského využívání půdy jsou vážné v celé řadě zemí jižní a střední Evropy včetně České republiky (Janeček, 2008).



Obr. č.9 - Potencionální ohroženost půdy ve světě vodní erozí (autor: USDA-NRCS).



Obr. č.10 - Potencionální ohroženost půdy ve světě větrnou erozí (zdroj: <http://soils.usda.gov>).

Podle celoevropských metod hodnocení eroze vyplývá, že nejsilnější je hrozba eroze na jihu Španělska, v Itálii, na Sicílii, Sardinii a v Řecku. Řecko má problémy s erozí především díky jeho převážně svažitému terénu a nežádoucím

klimatickým podmínkám. Vodní eroze tedy představuje hlavní problém v kopcovitých oblastech Řecka, kde dochází k degradaci půdy. Erozi zde ovlivňují především klimatické podmínky, vegetační kryt a využívání půdy. V posledních letech v Řecku dochází k odlesňování horských oblastí, které doprovází intenzivní pěstování a nadměrné využívání půdy. Díky těmto faktorům zde dochází ke zrychlené erozi, která podporuje tvorbu velmi mělké půdy. Ztráta půdy způsobená erozí na vinicích v oblasti Attica se pohybuje v rozmezí 15 – 252 t/km<sup>2</sup>/ rok. V oblastech, kde se pěstuje obilí, se roční ztráta pohybuje mezi 4 – 14 mm za rok (Boardman, 2006).

## 2.8 Protierozní ochrana

Při projektování spolehlivé protierozní ochrany je zapotřebí mít koncepční a funkční modely pro protierozní krajinné plánování. Míra spolehlivosti plánování odpovídá stupni nebezpečí eroze půdy. Mezi základy protierozní ochrany patří změna druhu pozemku a agrotechnická protierozní opatření. Projektování protierozní ochrany by mělo být při pozemkových úpravách v souladu se znalostí příčin erozních jevů a aktuální mírou eroze. Pozemek se doporučuje situovat delší stranou po směru vrstevnic (Medvedev a Bulygin, 1997).

Veškerá zúrodňovací opatření na půdách, které již jsou erozí poškozené, musí být nutně komplexní a měla by zahrnovat mimo vlastních agromelioračních zásahů také preventivní protierozní opatření, jako je například celoplošný kryt půdy v době výskytu erozních situací, setí a ošetřování porostů po směru vrstevnic, zpracování půdy, protierozní oseední postupy a setí do strnišť nebo ochranné meziplodiny apod. (Šimon – Lhotský, 1989). Veškerá protierozní opatření by měla být v souladu s požadavky zemědělské výroby, dopravy, vodního hospodářství, průmyslu apod., aby bylo dosaženo optimálního efektu i nezbytné ochrany půdního fondu a vodních zdrojů (Holý, 1994).

Jednotlivá protierozní opatření musí současně zamezovat erozním odnosům půdy a půdu udržovat přiměřeně vlhcou. Z toho vyplývá, že ochrana půdy bez současné ochrany vláh je nemyslitelná. Jedná-li se o vodní erozi, která je v našich podmínkách nejzřetelnější, je nesprávné to opatření, které pouze odvádí povrchový odtok, ale nedoplňuje půdní vláhu nebo neobohacuje podzemní vodu. Půdní vláha je

totiž základní podmínkou dobře vyvinutého porostu, který následně patří mezi nejlepší ochránce půdy před erozí. Boj s erozí však není samoučelný, nýbrž je opatřením ke zlepšení vnějších podmínek pro pěstování zemědělských a lesních kultur (Cablík, 1963).

Účinnost protierozních opatření je závislá do značné míry na místních podmínkách a na velikosti a sklonu svahu. Proto by měly být tyto informace zahrnuty do plánování a projektování samotných pozemkových úprav. Pomocí těchto údajů je možné snížit náklady na pozemkové úpravy a lze zvýšit jejich účinnost (Aurbacher, 2009).

### **2.8.1 Organizační protierozní opatření**

Správně vyřešená organizace půdního fondu je základním předpokladem pro realizaci protierozních opatření. Tato organizace by měla být řešena komplexně, což spočívá v nutnosti řešení většího územního celku. Pokud nejsou dodrženy podmínky a požadavky na správnou organizaci půdního fondu, dochází většinou ke zrychlené vodní erozi (Santerník, 1991).

Podle Janečka a kol. (2002) mezi organizační opatření patří:

- Pozemkové úpravy, díky nimž dochází ke změně velikosti a orientace pozemků včetně směru trasování polních cest,
- Delimitace kultur, především mezi lesy a zemědělskou půdou,
- Ochranné zatravnění a zalesnění,
- Protierozní osevní postupy,
- Pásové střídání plodin.

#### **2.8.1.1 Tvar a velikost pozemku**

Vhodná velikost pozemku je zpravidla ovlivňována dvěma skupinami faktorů. Jedná se jednak o přírodní faktory, které upřednostňují utváření menších půdních celků a o faktory ekonomické, které upřednostňují naopak utváření větších půdních celků. Z tohoto důvodu je velmi obtížné dodržet nejvhodnější velikost pozemků a v konkrétních případech mají rozhodující vliv místní podmínky. Dále je



žádoucí, aby rozměry pozemku orné půdy nepřevyšovali ve směru sklonu přípustnou délku stanovenou výpočtem přípustné ztráty půdy erozí. Při navrhování nového uspořádání pozemků je nutné respektovat i další faktory, mezi které patří homogennost půdních vlastností a mechanizační přístupnost. V praxi velmi často určují velikost a tvar pozemku geografické poměry, požadavky na přístupnost jednotlivých pozemků a způsob hospodaření s půdou. Doporučená velikost půdního bloku v rovinných územích je do 50 ha a ve členitých územích do 20 ha (Janeček a kol., 2008).

### **2.8.1.2 Delimitace druhu pozemku a ochranné zatravnění a zalesnění**

Delimitací se rozumí optimální prostorové a funkční využití pozemků, které slouží k pěstování jednotlivých kultur. Dle půdního fondu se člení na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, chmelnice a sady (Podhrázká a kol., 2005).

Ochranné zatravnění je používáno především na pozemcích, které z hlediska erozního smyvu nelze využít jako ornou půdu. Dobře zapojený a ucelený travní porost poskytuje nejlepší ochranu proti erozi a je využíván i podél břehů vodních toků a nádrží, dále v drahách soustředěného povrchového odtoku a u průlehů ochranných hrázek (Janeček a kol., 2012).

Mezi půdy, které jsou určeny k zatravnění patří:

- Půdy na svazích nad 12°, mělké 10 - 30 cm,
- Půdy středně skeletovité na pevných substrátech a svazích 7° - 12°,
- Půdy rašelinové, zamokřené glejové a zasolené a jíly,
- Půdy nemeliorované oglejené v klimatických regionech mírně chladných a chladných,
- Severní expozice svahů 7° - 12° v chladném klimatickém regionu,
- Katény půd s nepříhodnými vlastnostmi, půdy v nadmořské výšce nad 800 – 850 m n. m. (Podhrázká a kol., 2009).

Ochranné zalesnění je používáno jako plošné zalesnění nebo jako ochranné lesní pásy. Zapojený a dostatečně hustý les s vrstvou hrabanky a dostatečným bylinným patrem poskytuje velmi vysokou protierozní ochranu půdy (Janeček a kol., 2012).

Mezi půdy, které jsou určeny k zalesnění patří:

- Půdy na svazích nad 17°,
- Půdy glejové zrašeliněné, různé hydromorfní půdy a půdy semihydromorfní,
- Půdy znehodnocené dřevinným náletem, mělké strže, pozemky nepřipojitelné k okolním pozemkům, půdy s nevyvinutým půdním profilem,
- Půdy nevhodné z jakéhokoli důvodu k zemědělskému využití (Podhrázká a kol., 2009).

<b>Typ porostu</b>	<b>Počet stanovišť</b>	<b>Průměrné srážky (mm . rok<sup>-1</sup>)</b>	<b>Povrchový odtok (% srážek)</b>	<b>Ztráty erozí (t . ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>)</b>
<b>Les chráněný před požáry</b>	11	1293	0,9	0,10
<b>Les s občasnými požáry</b>	13	1289	1,1	0,27
<b>Přírozený travní porost</b>	7	1203	16,6	4,88
<b>Kukuřice</b>	17	1405	17,7	7,63
<b>Nechráněná půda, černý úhor</b>	11	1154	39,5	21,28

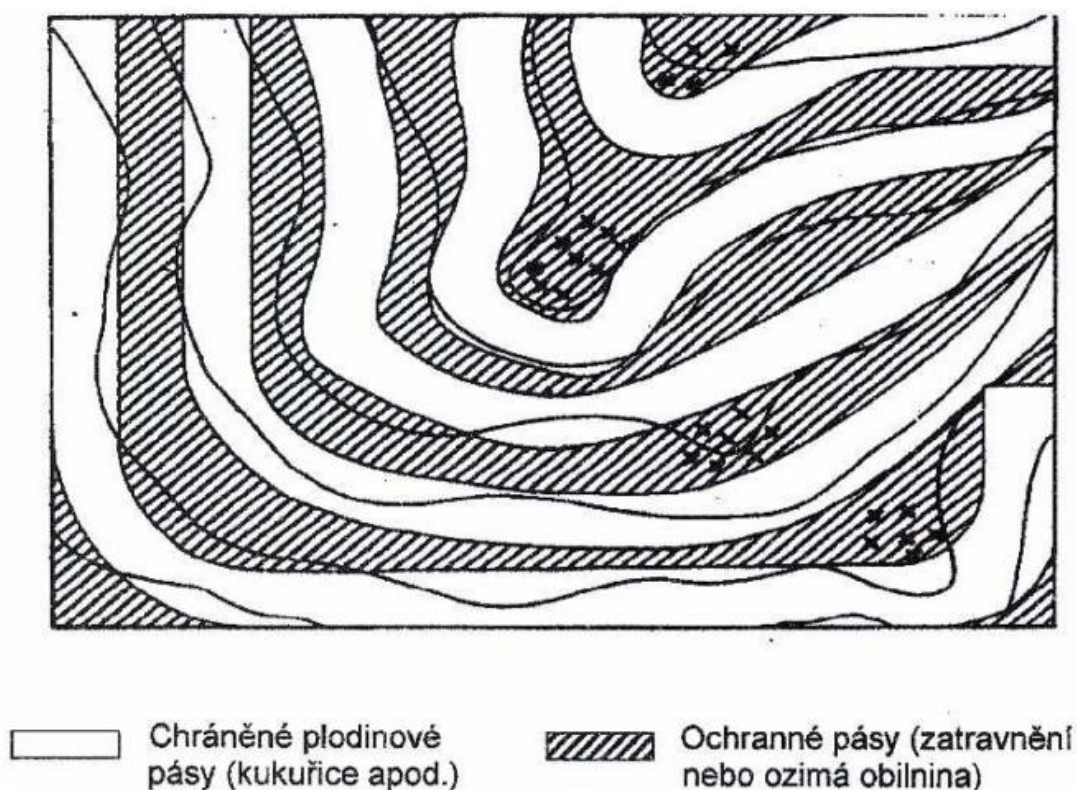
Tab. č.6 - Účinnost zemědělských opatření (Janeček a kol., 2012).



### 2.8.1.3 Pásové střídání plodin

Pásové střídání plodin spočívá v obdělávání půdy po vrstevnicích v kombinaci se střídáním stejně širokých pásů plodin, které chrání půdu před erozí nedostatečně, jako je například kukuřice nebo okopaniny, s pásy, které tvoří plodiny, které půdu chrání naopak dostatečně, jako například jetel, vojtěška nebo travní porost (Janeček a kol., 2002).

Pásky, které mají zabraňovat vodní erozi, se musí střídat tak, aby voda, která stéká z pásu s plodinami, které půdu chrání nedostatečně, byla zachycena v ochranném pásku ležícím níže a vsákla se do půdy (Holý, 1978).



Obr. č.11 - Schéma pásového střídání plodin (Janeček a kol., 2008).



Obr. č.12 - Pásové střídání plodin (Cablík a kol., 1963).

### 2.8.2 Agrotechnická protierozní opatření

Za základní opatření při agrotechnické ochraně půdy je považováno správné zařazení jednotlivých pozemků do příslušných kategorií zemědělského půdního fondu (Hodač, 1967).

Základní agrotechnická opatření:

- Protierozní agrotechnologie na orné půdě,
- Výsev do ochranné plodiny, strniště, mulče nebo posklizňových zbytků,
- Hrázkování a důlkování půdního povrchu,
- Zatravnění meziřadí,
- Mulčování (Dumbrovský a kol., 2000).

Agrotechnická opatření lze uplatnit jako doplňující opatření k technickým protierozním opatřením. Agrotechnická opatření jsou jednodušší než opatření technická a z toho důvodu jsou i levnější (Váchal a kol, 2005).

### **2.8.2.1 Vrstevníkové obdělávání**

Orbou po vrstevníkových nebo s malým odklonem od vrstevníkových otočnými pluhy, které překlápějí půdu proti svahu, je možné významným způsobem přispět k ochraně půdy před erozí. K protierozní ochraně také přispívá provádění dalších agrotechnických operací tímto způsobem (setí/ sázení a ostatní kultivace) (Batysta a kol., 2014). Obdělávání pozemku po vrstevníkové je vhodné provádět na pozemcích s menším sklonem a větší délkou svahu. U pozemků s větším sklonem může dojít k protržení brázd (Váchal a kol., 2005). Cílem vrstevníkového obdělávání je vytvoření kapacity pro zadržování vody v povrchovém půdním horizontu a zpomalení odtoku, aby voda měla čas k infiltraci do půdy (Janeček a kol., 2002).

### **2.8.2.2 Ochranné obdělávání**

Tato technologie spočívá v uchování co největšího množství posklizňových zbytků na povrchu půdy vytvářením vrstvy – mulče a v nenarušování půdního profilu, aby nadměrným provzdušňováním nedocházelo k přílišné mineralizaci živin a tím ochuzování o humus, což má dopad na zhoršování fyzikálních vlastností půd. Ochranný vliv závisí na stupni pokrytí půdy mulčem, výšce a rovnoměrnosti mulče a na způsobu zpracování půdy (hloubce a způsobu rozrušení půdního profilu, počtu pojezdů mechanizace apod.) (Batysta a kol., 2014).

Možné varianty aplikace tohoto opatření:

- Setí do mulče,
- Přímé setí do přezimující a vymrzající meziplodiny,
- Výsev ochranné podplodiny (podsev),
- Ochranné obdělávání u brambor (Batysta a kol., 2014).



Obr. č.13 - Ochranné obhospodařování půdy s ponecháním posklizňových zbytků (Batysta a kol., 2014).

### **2.8.2.3 Hrázkování**

Účinným protierozním opatřením v bramborách je také hrázkování, které se provádí podprostředně po výsadbě a po kultivačních zásazích do doby plného zapojení porostu. Hrázkovačem se založí ve stejné vzdálenosti hrázky mezi hrůbky, čímž vznikne řada malých akumulčních příkopů, které brání vzniku soustředěného povrchového odtoku a podporují zadržení vody přímo na pozemku. Aby bylo opatření co nejúčinnější, maximální přerušená délka pozemku po svahu (spádnici) by neměla přesáhnout 300 metrů (Batysta a kol., 2014).

### **2.8.2.4 Důlkování**

Důlkování povrchu půdy lze využít u všech širokořádkových plodin s tím, že účinnost tohoto opatření je nižší než u hrázkování. 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. Důlkování se provádí bezprostředně po výsadbě brambor speciálním strojem – důlkovačem, který je možno připojit za zahrnovací radlice seče a tělesa oborávače brambor, řádky musí být vedeny vrstevnicově a aby bylo opatření co nejúčinnější, maximální nepřerušená délka pozemku po svahu (spádnici) by neměla přesáhnout 300 metrů (Batysta a kol., 2014).

### **2.8.3 Technická protierozní opatření**

Technická protierozní opatření jsou navrhována především v místech, kde povrchový odtok ohrožuje zastavěnou část obce. Nejúčinnější jsou tato opatření v kombinaci s opatřeními organizačními a agrotechnickými a realizována jsou zpravidla v rámci komplexních pozemkových úprav (Janeček a kol., 2012).

Základní principy technických opatření:

- Přerušení délky pozemku po spádnicí a bezpečné odvedení soustředěného povrchového odtoku,
- Zachycení smyté zeminy i povrchového odtoku, jeho zadržení a následné bezpečné odvedení,
- Změna sklonu pozemku (Novotný a kol., 2014).

#### **2.8.3.1 Průlehy**

Průlehy jsou mělké široké příkopy, které mají mírný sklon svahů a jsou zakládány převážně v malém podélném skonu. Soustava průlehů se navrhuje k zachycení, infiltraci a odvedení krátkodobého povrchového odtoku v důsledku přívalových dešťů nebo tání sněhu (Janeček a kol., 2008).

Dělení průlehů:

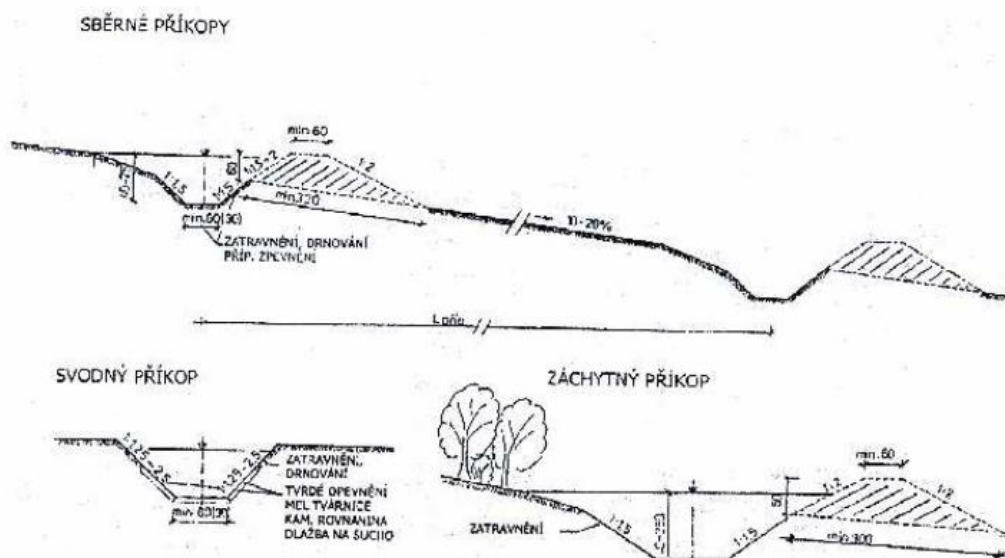
- Záchytné průlehy – zamezují přítoku z výše ležících poloh,
- Sběrné průlehy – zkracují délku pozemku po spádnicí,
- Svodné – odvádí vodu za záchytných a sběrných průlehů (Janeček a kol., 2012).

Záchytné a sběrné průlehy bývají většinou zatravněné a svodné průlehy je možné buď také zatravnit nebo použít jiné vhodné opevnění (Janeček a kol., 2008).



### 2.8.3.2 Příkopy

Příkopy slouží k zachycení a odvedení povrchově stékající vody a splavenin. Od průlehů se liší tím, že jsou většinou navrhovány s větší hloubkou i sklonem svahů (Novotný a kol., 2014). Příkopy se také dělí stejně jako průlehy na záchytné, sběrné a svodné. Záchytné a sběrné příkopy jsou navrhovány se zatravněným nebo sedimentačním pásem nebo s vegetačním doprovodem. Svodné příkopy pak bývají opatřeny pevným opevněním (Janeček a kol., 2012).



Obr. č.14 - Sběrný, svodný a záchytný příkop (Cablík, 1963).

### 2.8.3.3 Meze

Meze jsou navrhovány ve směru vrstevnic včetně průlehů, aby přerušovaly povrchový odtok. Jsou tvořeny zasakovacím pásem nad mezí, vlastním tělesem meze a odváděcími prvky. Protierozní meze bývají zatravněné, případně doplněné i o doprovodnou vegetaci, která v krajině slouží jako součást lokálních biokoridorů v územních systémech ekologické stability (Podhrázká a kol., 2005).

## 2.9 Osevní postupy

Osevní postupy mají mnohostranný význam nejen pro intenzifikaci rostlinné výroby, úrodnost půdy, organizaci a ekonomiku zemědělského podniku, ale také pro ochranu půdy, vodních zdrojů a krajiny (Kokolia a kol., 1989).

Je již velmi starou zemědělskou zkušeností, že po více let opěťované pěstování těže polní plodiny (obilniny, okopaniny) na určitém pozemku zhoršuje jeho půdu v úrodnosti i v protierozní stálosti. Proto se plodiny pěstují v určitých sledech (rotaci) (Cablík a kol., 1963).

Osevní postupy doplňují ochrannou funkci ostatních agrotechnických opatření tím, že správnou volbou a střídáním plodin zabezpečují nejúčelnější využívání půdního fondu a přitom zároveň uchovávají a dále zvyšují úrodnost i ochrannou odolnost půdy. Aby však tuto složitou funkci účinně plnily, musí se při jejich sestavování vycházet z požadavků nejen biologických, pěstitelských a výrobních, ale také půdoochranných se zřetelem na místní poměry půdní, klimatické, geomorfologické aj. (Jůva a kol., 1977). Dále jsou osevní postupy hlavním preventivním opatřením proti chorobám a škůdcům, zvláště pak chorobám kořenů a pat stébel (Häni a kol., 1993).

## **2.10 Význam osevních postupů**

Osevní postup s účelným střídáním plodin je jedním z hlavních agrotechnických opatření. Osevním postupem rozumíme střídání plodin v prostoru (na pozemcích) a v čase (v jednotlivých letech) podle nároků pěstovaných plodin a záměrů produkce (Procházková, 2005).

Se zřetelem k protierozní ochraně půdy lze specifikovat význam osevních postupů v těchto dvou hlavních směrech:

1. Osevní postupy ovlivňující erozní procesy v ohroženém území:
  - Uspořádáním pozemků v osevních postupech (při seskupování pozemků v hony, při utváření plodinových bloků),
  - Strukturou plodin v osevních postupech,
  - Plošným rozmisťováním plodin na pozemcích a honech osevního postupu.
2. Osevní postupy jsou základem pro navrhování a realizaci jednotlivých způsobů protierozního uspořádání půdy a plodin na orné půdě ohrožené erozí (Kokolia a kol., 1989).

## 2.11 Plánování osevních postupů

Osevní postupy pro ekologické hospodaření by měly být sestaveny mnohostranně (multifunkčně) tak, aby plnily následující funkce:

- Ochrana půdy a vody před jejím znehodnocením (eroze, vyplachování dusičnanů, smyvy fosforu a dusíku do vody...),
- Příznivý vliv na půdní úrodnost,
- Obohacování půdy živinami, zabezpečení dostatečného množství dusíku pro pěstované plodiny,
- Dosažení ekonomicky přijatelných výnosů,
- Výživa zvířat vlastními statkovými krmivy,
- Zabezpečení kvality produkce,
- Regulace plevelů,
- Zajištění dobrého zdravotního stavu rostlin,
- Zajištění druhové pestrosti pěstovaných plodin skýtající dostatečné možnosti pro přežívání prospěšných organismů (predátoři škůdců apod.) (Procházková, 2005).

Východiskem pro biologická hlediska při střídání plodin je rozdílné působení rostlin na půdu jejich kořenovým systémem, zvláště způsobem a hloubkou zakořenění, dále schopností osvojovat si živiny, požadavky na vláhu a způsoblost jejího čerpání, využíváním chlévského hnoje i celkovým vztahem pěstovaných rostlin k rozvoji, respektive potlačování plevelů. Uvažují se také hygienická hlediska, související s pěstováním zdravých porostů, a rovněž se dbá na vzájemnou nesnášenlivost některých plodin, která se výsledně projeví takzvanou únavou půdy (Jůva a kol., 1977).

Z pěstitelského hlediska je nutno seřazovat plodiny do osevních postupů v pořadí, v němž jednotlivé plodiny zaujmou místo, které nejlépe vyhovuje jejich požadavkům, aniž však poškodí půdu. To vyžaduje, aby po plodině, která svými účinky v určitém směru pozměňuje přirozenou rovnováhu půdního prostředí,



následovala v příštím použití pozemku jiná plodina, která působí opačně, a tak vhodným střídáním plodin se vytvořil soulad s přírodními zákony (Jůva a kol., 1977).

Posuzováno z půdochranného hlediska, je nutno uvážit různou protierozní odolnost jednotlivých plodin, přičemž nejméně chrání půdu před vodním smyvem nebo větrným odnosem okopaniny a obiloviny, zejména kukuřice, a naopak nejlépe píce. Ostatní plodiny chrání pak půdu více nebo méně podle délky vegetačního období, hustoty listové plochy, vlastností kořenového systému, stupně obohacování půdy organickou hmotou aj. (Jůva a kol., 1977).

Se zřetelem na erozní účinky se proto má v osevních postupech se stoupajícím sklonem terénu nebo zvyšováním nevětrnosti snižovat podíl plodin s malým ochranným účinkem (okopaniny a ostatní širokořádkové plodiny), a naopak zvyšovat podíl pícnin, především víceletých. Na půdě výrazně ohrožené erozí se pak musí volit zvláštní protierozní osevní postupy, do kterých se vhodně zařazují podsevy meziplodin, směsky, víceleté pícniny nebo dočasné louky (Jůva a kol., 1977). Protierozní osevní postup má však vždy být doplněn normálním osevním postupem, v němž jsou častěji zastoupeny obilniny, pro něž není dost místa v protierozním postupu. V takové kombinaci je zabezpečen dostatek slámy pro stlaní jako doplněk k pícninám. Při sestavování protierozních osevních postupů žádáme, aby se nad sebou ležící lány nebo dílce nesklízely současně. Na území značně postihovaném erozí kombinujeme protierozní osevní postupy s trvalými loukami, které v horizontálních pásích vklíníme do orné půdy podle zásad pásového pěstování plodin (Cablík a kol., 1963).

Hodnota C <sub>p</sub>	Kategorie erozní ohroženosti	Vhodná rámcová organizační nebo agrotechnická opatření
Do 0,005	Nejohroženější	Doporučení převést příslušné půdní bloky nebo jejich části mezi trvalé travní porosty
0,005 – 0,02	Silně ohrožené	Doporučení pěstování víceletých pícnin, např. jetele a vojtěšky
0,02 – 0,2	Ohrožené	Doporučení vyloučení pěstování širokořádkových plodin, úzkořádkové plodiny lze pěstovat pouze s využitím půdoochranných technologií
0,2 – 0,6	Mírně ohrožené	Doporučení pěstování úzkořádkových plodin bez omezení, širokořádkové plodiny pouze s využitím půdoochranných technologií
0,6 a více	Bez ohrožení	Bez omezení

Tab. č.7 - Vhodná rámcová organizační a agrotechnická opatření (VÚMOP).

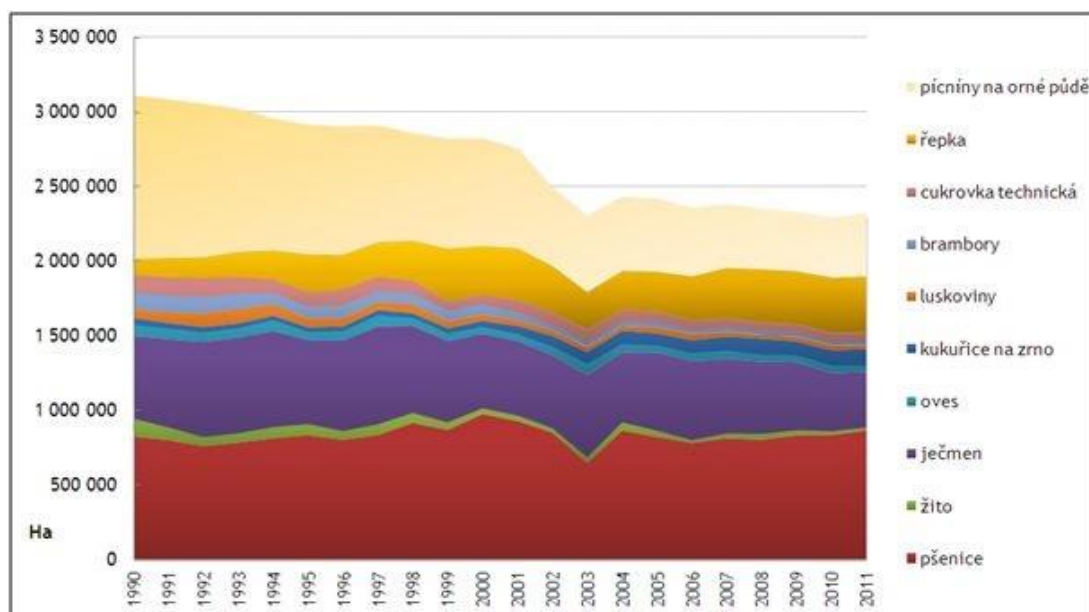
Kategorie orné půdy	Počet honů	Druh plodin	Podíl v %
Základní, mírně ohrožená <sup>1)</sup> , sklon 7-17%	7 - 10	Okopaniny včetně kukuřice, technické plodiny, víceleté pícniny	10 – 22 30 – 32 1 – 5 16 - 22
Chráněná, středně ohrožená <sup>2)</sup> , Sklon 14 – 23%	6 - 8	Víceleté pícniny Okopaniny Technické plodiny	28 – 35 10 – 14 Až 2
Chráněná, výrazně ohrožená <sup>3)</sup> , Sklon 21 – 31%	6 - 9	Víceleté pícniny Popř. 3 – 6leté louky okopaniny	35 – 66 6 - 9
Extrémní úseky horských oblastí <sup>4)</sup>	7 - 10	Víceleté pícniny obilniny	71 – 80 20 - 29

Tab. č.8 - Zastoupení plodin v protierozních osevních postupech (Jůva, 1977).

V souvislosti s dělením území České republiky na oblasti s intenzivním zemědělstvím a na oblasti horské, pro zemědělství méně příznivé a specifické, je účelné přistoupit i k diferenciaci doporučovaných způsobů protierozní ochrany. V oblastech s intenzivním zemědělstvím je a pravděpodobně vždy bude vyšší zastoupení plodin okopaninového charakteru, včetně kukuřice, zatímco v oblastech méně příznivých je možné počítat s vyšším zastoupením trvalých travních porostů. Je zcela zřejmé, že v oblastech s převažující intenzivní zemědělskou výrobou by měla být uplatněna pouze ta ochranná opatření, která nemají negativní dopad na výnosy pěstovaných plodin, respektive jsou jednoznačně podřízena požadavkům na dosahování potřebné intenzity výroby a přitom zabezpečují i dostatečnou ochranu základního výrobního prostředku – půdy před jejím poškozováním erozními procesy. V oblastech pro zemědělství méně příznivých, by však způsob využití půdy měl být jednoznačně podřízen ochraně půdy, jako základní složky životního, respektive přírodního prostředí. Tento přístup se projeví především v uplatněné hustotě a délce trvání rostlinného pokryvu, tedy nejvýznamnější složky mající vliv na zvýšení ochrany půdy před erozí a snížení povrchového odtoku (Hůla a kol., 2003).

Při sestavování osevních postupů lze doporučit následující pořadí priorit:

1. Využití intenzifikačních účinků střídání plodin a stanovištních podmínek pro náročné plodiny,
2. Ochrana půdy před erozí a úrodnost půdy,
3. Ovlivnění přepravních vzdáleností,
4. Plošná koncentrace plodin (Kokolia a kol, 1989).



Obr. č.15 - Osevní plochy plodin v České republice v období let 1990 – 2011 (Svobodová a kol., 2013).

## 2.12 Meziplodiny

Meziplodiny jsou plodiny, které lze díky jejich biologickým vlastnostem využít k vytvoření vegetačního krytu půdy v takzvaném meziorostním období (Brant, 2008).

Meziplodiny se pěstují v tzv. meziorostním období, což je období mezi dvěma hlavními plodinami (Procházková, 2013). Díky meziplodinám dochází k zvýšení využití ekologického potenciálu stanoviště, umožňují lepší využití půdy a rozšíření počtu druhů pěstovaných plodin (Kostelanský, 2000).

Střídání meziplodin v osevních postupech je jedním z nejdůležitějších agrotechnických opatření. Toto střídání plodin je pro ornou půdu velice důležité, jelikož půda si zachová svou stabilitu, živiny a rovnováhu (Kvěch a kol., 1985).

## 2.13 Význam meziplodin

Naprosto nezbytné je pěstování meziplodin na území, kde se hospodářství bez živočišné výroby. Dochází zde ke kompenzaci absence víceletých leguminóz a chybějící produkce stájových hnojiv (Vach, 2008).

Meziplodiny chrání povrch půdy proti nepříznivým vlivům počasí (Stach, 1995). Meziplodiny jsou významné především díky zachytávání a využívání dešťových srážek pro produkci biomasy v mezíporostním období (Vach, 2008). Další významnou funkcí meziplodin je obohacování půdy posklizňovými zbytky (Šarapatka a kol., 2010). Dochází k zablokování živin a k jejich lepšímu využití následnými plodinami. Díky tomu dochází ke snížení vyplachování živin z ornice (Šarapatka a kol., 2006). Meziplodiny také chrání půdu před ztrátovými odtoky vody a před vodní a větrnou erozí. Kvalitní protierozní ochranu také poskytuje biomasa vymrzajících meziplodin, která se využívá jako mulč, do něhož je následně vyseta hlavní plodina (Vach, 2008). Dále také působí nepřímo jako ochrana půdy před jejím zhutňováním, jelikož je omezen počet přejezdů. Dalším pozitivem je také vazba dusíku, čímž dochází k omezení jeho vyplavování do podzemních vod (Šarapatka a kol., 2010).

Při plánování protierozní ochrany by měla být brána v potaz obecná zásada, že půda má být po co nejdelší část roku chráněna rostlinným krytem (Novotný a kol., 1990).

Velmi podrobně se projevy meziplodin v osevních postupech zabýval Stach (1995):

- Chrání půdní povrch před nepříznivými vlivy počasí,
- V přízemní vrstvě snižují vlhkost vzduchu,
- Při velkých vedrech vyrovnávají teplotu půdy,
- Chrání půdu před erozí,
- Snižují vymývání nitrátů do hlubších vrstev půdy,
- Omezují klíčení a vzcházení plevelů a následně je svým prudkým růstem potlačují,
- V půdě zůstává 0,6 – 1,2 t kořenových zbytků v sušině na 1 ha,
- Zajišťují vhodný poměr vody a vzduchu v půdě,
- V osevních postupech plní funkci přerušovačů, lze je použít i k zelenému hnojení,
- V hospodářském roce umožňují využít zelené krmění o 4 – 5 týdnů navíc,

- Pro skot zajišťují první a poslední zelené krmení,
- V pásmech hygienické ochrany plní významnou funkci,
- Při časově krátké vegetační době mají jednu z nejvyšších reprodukčních schopností z hlediska zabezpečení osiv,
- Stávají se trvalou a nedílnou součástí hospodaření na půdě.

### **2.14 Negativní vliv meziplodin**

Meziplodiny však mohou mít také negativní účinky. Jde především o snížení vodní zásoby pro následující plodiny. Při nevhodné volbě meziplodiny může dojít k rozmnožení škůdců či rozšíření chorob. Během intenzivního zpracování půdy v letních měsících může docházet ke ztrátě humusu (Kvěch, 1985). Dalším negativním vlivem může být zvýšení zaplevelení následných plodin (Brant, 2008).

### **2.15 Dělení meziplodin**

Podle Stacha (1995) se meziplodiny dělí:

#### a) Podle užitku

- Krmné meziplodiny (kukuřice, slunečnice, luskoviny...),
- Tržní meziplodiny (ředkvička, vodnice, špenát...),
- Meziplodiny na zelené hnojení (hořčice, svazenka, řepka, luskoviny...).

#### b) Podle délky vegetační doby

- Ozimé meziplodiny (ozimá řepka a řepice, pšenice, žito...),
- Letní meziplodiny (kukuřičné směsi, slunečnice, bob...),
- Podsevové meziplodiny (jetel plazivý, jílek mnohokvětý...),
- Strniskové meziplodiny (hořčice bílá, svazenka...).

### 2.15.1 Ozimé meziplodiny

Výsev ozimých meziplodin se provádí na podzim, nejčastěji během září (Kohout, 2002). Na jaře je poté zelená hmota sklizena ke krmení (Pivnička, 2002). Význam těchto meziplodin spočívá v zabezpečení krmivové základny na jaře a v časném létě. Dále zabraňují rozvoji plevelů, chrání půdu před všemi druhy eroze a podílí se na vázání živin tím, že vytváří rostlinný kryt půdy během meziporostního období na konci léta, na podzim a brzy z jara, kdy se na polích nevyskytují žádné kulturní plodiny (Brant, 2008).

Podle stanovištních podmínek jsou v osevním postupu zařazovány před kukuřicí, brambory, cukrovku a některé druhy zeleniny (Vach a kol., 2005).

Mezi zástupce ozimých meziplodin patří ozimá řepice a řepka, pšenice, žito, tritikale atd. (Vach a kol., 2005).

#### 2.15.1.1 Řepice ozimá

Trs je staženější. Kořen kůlový, mohutný, bohatěji větvený než u řepky. Lodyha je kulatá. Spodní listy jsou peřenodílné a horní celokrajné, světlezelené, řídce porostlé chlupy. Řepice je méně listnatá než řepka. Plodem je kratší šešule a semena jsou drobná, tmavě hnědá až černá (Skládanka, 2006).

Ve srovnání s ozimou řepkou má rychlejší růst a vývoj. Zelenou píci poskytuje o 6 – 8 dní dříve než ozimá řepka, ale rychleji stárne. Je odolnější proti vymrzání. Na podzim vytváří přizemní listovou růžici. V průběhu dubna až května vytváří méně olistěný a rozložený trs (Skládanka, 2006).

Využívá se na zelené krmení. Pěstuje se v čistých porostech nebo ve směskách (řepice ozimá + žito ozimé). Uplatňuje se nejen jako ozimá meziplodina, ale také jako meziplodina strnisková. Při jarním výsevu ozimé řepky po první sklizni obrůstá a poskytuje i druhou seč (Skládanka, 2006).

Výnosy se pohybují od 25 do 28 t.ha<sup>-1</sup> zelené píce. Při dvousečném využití je výnos 25 - 35 t.ha<sup>-1</sup>. Ozimá řepice pěstovaná jako strnisková meziplodina poskytuje výnos 15 - 20 t.ha<sup>-1</sup> zelené píce (Skládanka, 2006).

Středně hluboká orba s dostatečným předstihem pro ulehnutí půdy. Při pěstování řepice jako strniskové meziplodiny stačí provést hlubší podmítku (120 -

150 mm). Po zasetí provést vláčení a válení. Při pěstování řepice jako ozimé meziplodiny sejeme v září, jarní výsev připadá na duben. Hustota 1,3 MKS.ha<sup>-1</sup> (8 - 12 kg.ha<sup>-1</sup>). Hloubka setí 15 - 20 mm, šířka řádků 125 - 150 - 250 mm (Skládanka, 2006).

Řepici pěstovanou jako ozimou meziplodinu sklízíme v polovině dubna před květem. Při jarním výsevu se sklízí za 60 dnů po výsevu, druhá seč za 45 - 50 dnů po první seči (Skládanka, 2006).

### **2.15.2 Letní meziplodiny**

Letní meziplodiny jsou vždy vysévány koncem léta po sklizni hlavní plodiny a ukončují vegetaci v roce výsevu (Stach, 1995). Téhož roku na podzim jsou tyto meziplodiny většinou sklizeny nebo zaorány a slouží jako zelené hnojivo (Pivnička, 2002). Výjimkou jsou tzv. zamrzající meziplodiny, které jsou uplatňovány v posledních letech na pozemcích ohrožených vodní a větrnou erozí (Stach, 1995). V osevním postupu jsou zařazeny po ozimých meziplodinách, ozimé řepce, raných bramborách a včas sklizených obilninách. Výnosová jistota u letních meziplodin závisí na čtyřech faktorech: na vláhovém zabezpečení během růstu, na délce trvání meziorostního období, na rychlosti založení porostu a na hnojení (Stach, 1995).

Mezi zástupce letních meziplodin patří hrách, slunečnice, vikev, bob, kukuřice, oves, řepka, hořčice... (Vach a kol., 2005).

#### **2.15.2.1 Hrách setý**

Kořeny jsou mohutné, kratší, více rozvětvené a s dobrou sorpční schopností. Lodyha je dutá, holá, nezřetelně hranatá, vystoupavá, popínavá, na bázi poléhá a dále se obloukovitě vzpřimuje. Před sklizní lodyhy poléhají. Listy sudozpeřené zakončené úponkou, lístky oválné až podlouhle vejčité, u pelušky anthokyanová skvrna na bázi palistů. Květy hrachu zahradního jsou bílé se žlutým nebo zelenavým nádechem, peluška má květy červenofialové. Plodem je lusk, který je holý, světlý, široký, zploštělý, složený ze dvou chlopní, které u většiny druhů snadno pukají, což je provázeno vypadáváním semen; lusky obsahují 5 - 10 semen. Semena hrachu zahradního jsou oválná, kulovitá, žlutozelená; semena pelušky jsou oválná, tmavá. HTS 172 - 224 g (Skládanka a kol., 2006).



Pro pěstování hrachu jsou vhodné středně těžké půdy s mírně kyselou až neutrální reakcí, dobře zásobené vápníkem. Peluška je náročná na dostatek vláhy, ale méně náročná na teplotu. V porovnání s hrachem není tolik náročná na půdu, ale nesnáší půdy velmi lehké nebo naopak těžké, kyselé a zamokřené (Skládanka a kol., 2006).

Pro pěstování hrachu setého (zahradního) je důležité provedení podmítky a hluboké orby. Požadovaná hloubka setí je 5 - 7 cm. 0,9 - 1,0 milion klíčivých semen na ha. Podobně jako u hrachu je dobré provést u pelušky na podzim podmítku a hlubokou orbu. Jarní předseťová příprava je zaměřena na urovnání pozemku a kvalitní přípravu seťového lůžka. Počet zásahů by měl být minimalizován (šetření půdní vláhou). Při využití pelušky jako strniskové meziplodiny provádíme buď bezorebné setí, nebo mělké zpracování půdy podmítači. Hloubka setí 5 - 6 cm. V luskobilných směskách se vysévá 0,4 - 0,5 MKS.ha<sup>-1</sup> pelušky a 2,0 - 2,5 MKS.ha<sup>-1</sup> obilniny. Pícní porosty sejeme do řádků 12,5 cm. Za sucha je možné provést válení. Pro správnou funkci hlízkových bakterií je potřeba pH 6,2 - 7,0. Pícní porosty se zpravidla nehnojí ani neošetřují proti plevelům (Skládanka a kol., 2006).

Hrách je možné využít jako přerušovač v osevním postupu s vysokým podílem obilnin. Hrách může sloužit také jako krycí plodina pro vojtěšku. Vhodné jsou v tomto případě bezlisté odrůdy (semileafless). U těchto forem jsou lístky nahrazeny úponky, nemají stínící účinky a díky nepoléhavosti vojtěšku nepotlačují v růstu. Peluška je v osevním postupu velmi často zařazována po obilnině. Velmi dobrá předplodina pro obilniny a cukrovku. Na stejném pozemku by neměla být pěstována dříve než za 3 - 4 roky (Skládanka a kol., 2006).

Nejvhodnější doba sklizně pelušky je na počátku kvetení. Pro získání silážní píce se sklízí po rozkvětu. Porost hrachu je pro výrobu hrachových siláží sklizený ve voskově-mléčné zralosti (konec června až začátek července). Obsah sušiny je 30 - 31 %. Takto využívaný porost slouží zároveň jako krycí plodina pro vojtěšku. Před sklizní hrachu (krycí plodina) vojtěška (podsev) přerůstá hrách. V hrachových silážích tak může být až 10 % podílu vojtěšky (Skládanka a kol., 2006).

### **2.15.3 Podsekové meziplodiny**

Podsekové plodiny jsou vysévány současně s plodinou hlavní (Procházková, 2013). Vysévají se na jaře a slouží jako krycí plodiny, které jsou následně ještě téhož roku na podzim sklizeny, spásány nebo zaorány na zelené hnojení (Šarapatka a kol, 2010). Podsekové meziplodiny mají příznivý vliv na půdní vlastnosti. A to díky velkému množství posklizňových zbytků a kořenů (Vach a kol, 2005). Krycími plodinami jsou většinou obilniny (Kohout, 2002).

Mezi zástupce podsekových mezipločin patří Jetel plazivý, jílek mnohokvětý, komonice bílá, tolice dětelová... (Vach a kol., 2005).

#### **2.15.3.1 Jetel plazivý**

Kořeny mělké, sahají do hloubky 20 cm. Lodyhy poléhavé až plazivé, kořenující, lysé, nahoře krátce chlupaté. Listy trojčetné, dlouze řapíkaté, listky jemně zubaté se světlou příčnou skvrnou. Květenství jsou úžlabní hlávky na dlouhých stopkách, které jsou delší než listové řapíky. Květy bílé až nazelenalé barvy. Plodem je dvousemenný až čtyřsemenný podlouhlý lusk. Semeno srdčité, velikost 1 - 1,5 mm x 0,8 - 1,3 mm lesklé, sírově žluté až zelenožluté, část semen červených, stářím hnědnou, zelená semena jsou nezralá (Mrkvička a kol., 2002).

Jetel je rozšířen od nížin do pahorkatin. Zřídka se vyskytuje v alpinském stupni. Široká ekologická amplituda. Preferuje těžší půdy, vlhčí, dobře zásobené živinami. Snáší dlouhodobé období sněhové pokrývky a ledu. Nesnáší prokypřené půdy s vysokou hladinou spodní vody. Dobře snáší nadbytek živin, včetně dusíku (Mrkvička a kol., 2002).

Jedná se o vytrvalou jetelovinu, jarního charakteru. Již dva měsíce po výsevu je schopný kvést. Rozmnožuje se semeny a oddenky, které rychle kolonizují prázdná místa v travním porostu. Kvete od května do září. Mezi odrůdami je velký rozdíl v hojnosti květů. Hlavním ekologickým faktorem rozhodujícím pro jeho zastoupení v porostu je světlo. Vlaha podporuje intenzivní nárůst biomasy, sucho naopak tvorbu hlávek. Intenzivní využívání podporuje jeho vytrvalost. Při extenzivním senokosném využití je jeho vytrvalost 3 - 4 roky, při intenzivní pastvě 5 - 6 let (Mrkvička a kol., 2002).

Forma *silvestris* vhodná do vytrvalých pasterbních směsí, dobře odolává těžké defoliaci při pastvě ovcí. Forma *holandicum* nachází uplatnění při lučním i pasterbním využívání. Forma *giganteum* je vhodná pro luční využívání. V pasterbních porostech bývá zastoupen z 20 - 25%, ale jeho podíl je velmi proměnlivý v závislosti na srážkových poměrech (Mrkvička a kol., 2002).

#### **2.15.4 Strniskové meziplodiny**

Strniskové plodiny jsou v praxi nejrozšířenější a vysévají se po sklizni obilnin, olejnin a luskovin (Procházková, 2013). Zakládány jsou většinou koncem července a v srpnu (Kostelanský, 2000). Častou jsou tyto meziplodiny využívány v nižších polohách, kde brzy přicházejí žně. Využívají se na pozemky, které jsou silně zapleveleny vytrvalými plevelely (Stach, 1995). Z hlediska výnosu jsou vhodnější směsky těchto meziplodin než jejich monokultury (Kostelanský, 2000). V současné době se začínají uplatňovat také vymrzající meziplodiny, které se sejí koncem léta a na jaře po vymrznutí umožňují přímé setí bez nutnosti předsetřového zpracování půdy (Kohout, 2002).

Mezi zástupce strniskových meziplodin patří Hořčice bílá, řepka, řepice ozimá, ředkev, svazenka... (Kostelanský, 2000).

##### **2.15.4.1 Hořčice bílá**

Kulový kořen je kratší a tenký, hodně rozvětvený v ornici. Lodyha je dutá, přímá a dosahuje výšky 0,6 - 1,2 m. U děložních lístků zřetelně červenavě zbarvená nervatura. Listy lyrovitě peřenodílné, vykrajované, ochlupacené. Vrchní listy vejčité až podlouhlé. Květenstvím je hrozen. Plodem kratší šesule, zakončená dlouhým zobánkem, porostlá chloupky. Semena kulovitá až oválná, žluté barvy (Skládanka, 2006).

Vyžaduje dostatek vláhy. Nízké nároky na půdu a klimatické podmínky. Daří se jí v chladnějších a vyšších výrobních oblastech. Klíčí při teplotě 1 - 2 °C. Při vzcházení snáší mrazíky -2 °C. Citlivá na utužení půdy a půdní škraloup. Velmi citlivá na triazinové herbicidy (Skládanka, 2006).

Rychlý růst a vývoj. Kvete za 8 - 10 týdnů po zasetí. Patří mezi dlouhodobí rostliny (Skládanka, 2006).

Menší pícninařský význam je dán nízkou krmnou hodnotou. Využití především na zelené hnojení. Hmotnost listů se na celkové hmotnosti nadzemní biomasy podílí 40 - 50 % (Skládanka, 2006).

Jedná se o ekonomicky výhodnou plodinu, díky nízkým nákladům na osivo a pěstování. Rychlý růst umožňuje její pěstování bez následného ošetření. Ve sledu po obilnině sejeme do rozpracované podmítky. Šířka vysévaných řádků 125 - 150 mm, výsev při pěstování na zelené hnojení 20 - 25 kg.ha<sup>-1</sup>. Hloubka setí 15 - 20 mm (Skládanka, 2006).

Hořčice se používá na zelené hnojení a je pěstována jako strnisková mezplodina (Skládanka, 2006).

## **2.16 Dotační politika**

Dotací se rozumí poskytnutí určitých finančních prostředků z rozpočtu státu, krajů, obcí nebo z fondů Evropské Unie (Příručka žadatele SZIF, 2015).

V České republice lze dotační zdroje rozdělit na dvě základní skupiny. A to podle zdroje finančních prostředků. Po vstupu České republiky do Evropské Unie jsou zemědělcům nabízeny evropské dotační programy, které jsou většinou částečně kofinancované ze státního rozpočtu České republiky. Tyto programy jsou dále vhodně doplněny národními dotačními programy, které jsou plně hrazeny ze státního rozpočtu České republiky. Evropské dotační programy i národní doplňkové platby administruje i vyplácí Státní zemědělský intervenční fond (SZIF) (Příručka žadatele SZIF, 2015).

Pobočky SZIF:

- SZIF Praha,
- SZIF České Budějovice,
- SZIF Ústí nad Labem,
- SZIF Hradec Králové,

- SZIF Brno,
- SZIF Opava,
- SZIF Olomouc (Státní zemědělský a intervenční fond, 2012).

### **2.17 Žádost o dotaci**

Na základě Jednotné žádosti lze nárokovat dotace na plošná opatření, a to na přímé platby, zejména na plochu (SAPS), kompenzační platby (Platby v rámci agroenvironmentálně klimatických opatření (AEKO), Platby na méně příznivé oblasti (LFA), NATURA 2000 a Přejídné vnitrostátní platby. Dotace v zemědělství jsou hlavní součástí programu rozvoje venkova, který se zaměřuje na konkurenceschopnost zemědělství, udržitelné využití přírodních zdrojů, na opatření v oblasti klimatu a na vyvážený územní rozvoj venkovských oblastí. Podmínkou podání Jednotné žádosti je termín podání, a to od 7. dubna do 15. května. Po uplynutí tohoto termínu je možné žádosti podávat ještě 25 kalendářních dní, ale v případě takovéhoho pozdního podání je žadateli udělena sankce ve výši 1% za každý prodlený pracovní den. Pokud prodlení přesáhne 25 kalendářních dní, žádost bude zamítnuta a žadateli nebude přiznána žádná platba. (Příručka žadatele SZIF, 2015).

Žádost se podává na standardizovaném formuláři, který vydává Státní zemědělský intervenční fond, a to přednostně pomocí Portálu farmáře SZIF, osobně, poštou, elektronickou podatelnu nebo datovou schránkou. Žádosti přijaté po termínu jsou zamítnuty (Státní zemědělský a intervenční fond, 2012).

### **2.18 Dotační programy využívané zemědělskými podniky**

Reforma Společné zemědělské politiky Evropské Unie v roce 2014 s sebou nesla v dotační oblasti mnoho změn pro nadcházející období. Rok 2014 přitom byl tzv. přechodový, kdy Evropská Unie rozhodla, že se pro něj uplatní stejné podmínky jako v předchozím období 2007 – 2013. Nyní se Společná zemědělská politika nachází v programovém období 2015 – 2020, které má relativně stabilní podmínky (Příručka žadatele SZIF, 2015).

Hlavním zdrojem dotačních příjmů zemědělců jsou nárokové dotace, které se v České republice dělí na:

- Přímé platby na zemědělskou půdu,
- SAPS a platba pro mladé zemědělce,
- Platba na ozelenění (Greening),
- Diverzifikace plodin,
- Zachování trvalých travních porostů,
- Plocha využívaná v ekologickém zájmu,
- Platby v méně příznivých oblastech (Příručka žadatele SZIF, 2015).

### **2.18.1 Přímé platby na zemědělskou půdu**

Žadatelem může být jak fyzická, tak i právnická osoba, která hospodáří na zemědělské půdě a půda je na tohoto žadatele vedena v Evidenci využití zemědělské půdy podle užitelských vztahů (Veřejný registr půd – Land parcel identification system (LPIS)). Žádost o poskytnutí této podpory v rámci jednotné platby na plochu je možné podat na následující zemědělské kultury (dle § 3 i zákona o zemědělství), přičemž na druhu zemědělské kultury nezávisí výše podpory:

- Orná půda,
- Travní porost stálá pastvina,
- Travní porost ostatní,
- Chmelnice,
- Vinice,
- Ovocné sady intenzivní,
- Ovocné sady ostatní,
- Školky,
- Rychle rostoucí dřeviny,
- Zelinářské zahrady,
- Jiné kultury oprávněné pro dotace (Příručka žadatele SZIF, 2015).

Jednou z podmínek pro poskytnutí této podpory je dodržení minimální výměry, na kterou může být podpora poskytnuta. Ta činí v součtu všech půdních bloků a dílů půdních bloků v Jednotné žádosti nejméně 1 ha zemědělské půdy. Veškeré půdní bloky a díly půdních bloků musí být uvedeny v Evidenci. Zemědělská půda, na kterou je požadováno poskytnutí podpory, musí být na žadatele vedena v Evidenci nejméně od data podání žádosti do 31. srpna kalendářního roku. Dále musí být zemědělsky obhospodařována a udržována po celý kalendářní rok v souladu s podmínkami Cross Compliance. Podmínky cross compliance, neboli Kontroly podmíněnosti, jsou v České republice prováděny od 1. ledna 2009. Týkají se zachování dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy a nalezneme je na stránkách Ministerstva zemědělství (Státní zemědělský a intervenční fond, 2012).

Mezi přímé platby na zemědělskou půdu patří:

- Jednotná platba na plochu zemědělské půdy (SAPS),
- Platba pro mladé zemědělce, kde je příplatek 25 % k SAPS,
- Platba na ozelenění (Greening),
- Podpora vázaná na produkci.

Žadatel přímé platby musí být zemědělský podnikatel zaregistrovaný u místně příslušného obecního úřadu s rozšířenou působností nebo musí být evidovaný v registru zemědělských podnikatelů. Druhou podmínkou je, že je žadatel aktivní zemědělec (Příručka žadatele SZIF, 2015).

### **2.18.2 SAPS a platba pro mladé zemědělce**

Až do roku 2020 bude pro výplatu přímých plateb používán systém jednotné platby na plochu (SAPS). Minimální výměra zemědělské půdy, na kterou lze poskytovat platbu, je 1 ha. Zemědělská půda musí být evidována na žadatele v LPIS ode dne doručení žádosti o platbu do 31. 8. Odhad sazby SAPS je cca 130 EUR/ha. Mladí zemědělci jsou po dobu 5 let od zahájení činnosti podporováni navýšením sazby SAPS o 25 % pouze do výše 90 ha. Tato doba se zkracuje o počet let, která

uplynula od založení podniku do prvního podání žádosti o přímé platby (Příručka žadatele SZIF, 2015).

### **2.18.3 Platba na ozelenění (Greening)**

Pro získání platby na ozelenění je nutné dodržovat postupy příznivé pro životní prostředí, které zahrnují tři oblasti:

- diverzifikace plodin,
- zachování trvalých travních porostů,
- plocha využívaná v ekologickém zájmu (Příručka žadatele SZIF, 2015).

Pro získání platby na ozelenění automaticky splují podmínky ekologičtí zemědělci a zemědělci s výměrou orné půdy do 10 ha. Pokud má zemědělský podnik více než 15 ha orné půdy, pak by měl vyčlenit alespoň 5 % půdy jako tzv. plochu v ekologickém zájmu. U zemědělců s více než 30 ha orné půdy se podmínky diverzifikace plodin a zachování ploch využívaných v ekologickém zájmu vztahují vždy (Příručka žadatele SZIF, 2015).

### **2.18.4 Diverzifikace plodin**

Farmy, jejichž výměra přesahuje 30 ha orné půdy, mají v hospodářském roce za povinnost pěstovat alespoň tři plodiny, přičemž plodina hlavní nezabere více jak 75% orné půdy a dvě hlavní plodiny nezaberou více jak 95% orné půdy. Jednotlivé plodiny musí být deklarovány v žádosti o dotaci, která se podává do 15.5. Kontrola plnění podmínky diverzifikace je následně prováděna v období od 1.6. do 31.8. (Příručka žadatele SZIF, 2015).

Za jednotlivou plodinu se považuje:

- Plodina podle rodu (např. pšenice, ječmen),
- Ozimé x jarní varianty (např. pšenice ozimá, pšenice jarní),
- Úhor,



- Tráva na orné půdě,
- V rámci čeledi brukvovitých, lilkovitých a tykvovitých plodina podle rodu a druhu (např. lilek brambor, lilek rajče),
- Směs jednotlivých plodin (Příručka žadatele SZIF, 2015).

#### **2.18.5 Zachování trvalých travních porostů**

Povinnost nesnížit poměr travních porostů vůči celkové zemědělské půdě o více než 5 % bude sledována na celostátní úrovni. Případná povinnost travní porost po rozorání obnovit bude stanovena v případě zhoršujícího se poměru na území ČR, a to na základě oznámení Státního zemědělského intervenčního fondu (Příručka žadatele SZIF, 2015).

Od r. 2015 je zrušena podmínka plošného zákazu rozorání trvalých travních porostů. Zákaz rozorání trvalých travních porostů se týká pouze následujících území:

- Natura 2000,
- Zóny CHKO a NP, které se nenacházejí v oblastech Natura 2000,
- Národní přírodní památky, národní přírodní rezervace a přírodní památky,
- Pásky o šířce minimálně 12 m, které přiléhají k vodnímu útvaru,
- Silně erozně ohrožená půda,
- V LPIS vymezené podmáčené a rašelinné louky,
- Třetí aplikační pásmo zranitelných oblastí dusičnany (Příručka žadatele SZIF, 2015).

#### **2.18.6 Plocha využívaná v ekologickém zájmu**

Podniky s výměrou nad 15 ha orné půdy musejí zachovat 5 % plochy orné půdy jako tzv. plochu v ekologickém zájmu (EFA – ecological focus area). K jednotlivým druhům ploch využívaných v ekologickém zájmu jsou stanoveny váhové koeficienty, které mají zajistit zohlednění přínosu těchto ploch. Tudiž výsledná

výměra, která je nezbytná pro splnění podmínky může činit 3 až 15 % podle toho, jaké opatření, či jejich kombinaci si podnik vybere (Příručka žadatele SZIF, 2015).

Jako plochy využívané v ekologickém zájmu budou uznány:

- Půda ponechaná ladem,
- Terasy a krajinné prvky + plochy na okrajích polí (souvratě),
- Plochy s rychle rostoucími dřevinami pěstovanými ve výmladkových plantážích bez použití minerálních hnojiv nebo přípravků na ochranu rostlin,
- Zalesněné plochy,
- Plochy s meziplodinami,
- Plochy s plodinami, které vážou dusík (Příručka žadatele SZIF, 2015).

#### **2.18.7 Platby v méně příznivých oblastech**

Žadatelem může být jak fyzická, tak právnická osoba, která obhospodařuje půdu s kulturou travní porost v méně příznivých oblastech. Minimální výměra je 1 ha, která je na ni vedena v LPIS od data doručení žádosti Fondu do 30. září téhož kalendářního roku. Zemědělská půda musí být po celý kalendářní rok udržována v souladu s podmínkami Cross Compliance. Platba LFA se poskytuje pouze na travní porosty obhospodařované v následujících oblastech:

- Horské oblasti,
- Ostatní méně příznivé oblasti,
- Oblasti se specifickým omezením (Příručka žadatele SZIF, 2015).

### **3. Cíl práce**

Cílem praktické části práce je vyhodnocení vlivu osevních postupů a meziplodin na zvýšení protierozní účinnosti vegetačního krytu. Pro výpočet bude použita univerzální Wischmeier-Smithova rovnice tak, jak je doporučeno projekty pozemkových úprav. Na základě výpočtů bude zdokumentováno pozitivní působení prodloužení vegetačního krytu na výsledné hodnoty erozního transportu. Osevní postupy budou porovnány na odtokových drahách v katastrálním území Čestice v podhůří Šumavy.

## 4. Výsledky a diskuse

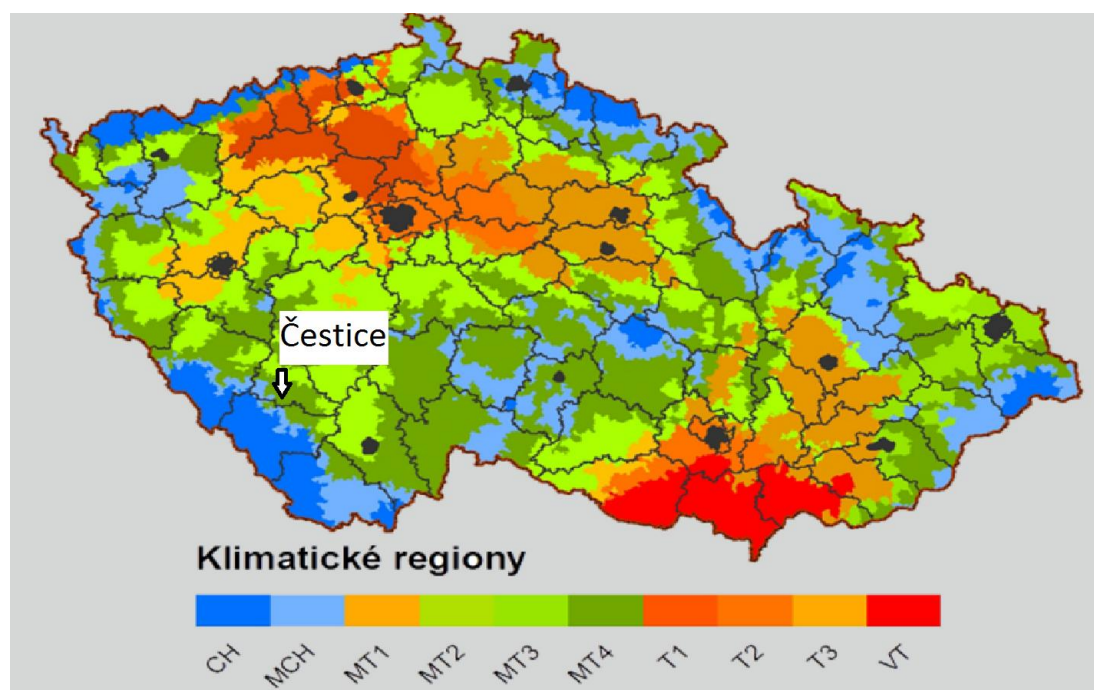
### 4.1 Popis území – Čestice

Vybrané katastrální území (Čestice) se nachází v severozápadní části Jihočeského kraje v okrese Strakonice, zhruba 6 km západně od Volyně a necelých 13 km jihozápadně od Strakonice, v povodí potoka Peklov.

Čestice jsou městys s katastrální výměrou 2320 m<sup>2</sup> nacházející se v nadmořské výšce 716 m. n. m. V obci žije 953 obyvatel, jejichž průměrný věk dosahuje téměř 40 let. V obci se nachází veškerá potřebná občanská vybavenost, jako je zdravotnické zařízení, pošta, mateřská a základní škola, obchody a kostel.

### 4.2 Klimatická charakteristika

Klimatickogeografické členění České republiky vymezuje 3 základní klimatické oblasti – teplou, mírně teplou a chladnou. Tyto oblasti se poté dále dělí na podoblasti. Teplá oblast se dělí na 5 podoblastí (T1 – T5), kdy T5 je nejteplejší a také nejsušší a T1 je nejchladnější a nejvlhčí. Mírně teplá oblast se dělí na 11 podoblastí (MT1 – MT11), kdy MT11 je opět nejteplejší a nejsušší a MT1 je nejchladnější a nejvlhčí. Chladná oblast je rozdělena na 7 jednotek (CH1 – CH7), z nichž je CH1 opět nejstudenější a CH7 nejteplejší (Kočický a kol., 2011).



Obr. č.16 – Klimatické regiony ČR (Květoň, 2011).

Podle mapy klimatických regionů patří Čestice do mírně teplé oblasti MT4.

<b>Počet letních dnů během roku</b>	20 – 30
<b>Počet dnů s průměrnou teplotou nad 10°C</b>	140 – 160
<b>Počet mrazových dnů během roku</b>	110 – 130
<b>Počet ledových dnů během roku</b>	40 – 50
<b>Průměrná teplota v lednu</b>	-2 – -3
<b>Průměrná teplota v dubnu</b>	6 – 7
<b>Průměrná teplota v červenci</b>	16 – 17
<b>Průměrná teplota v říjnu</b>	6 – 7
<b>Průměrný počet dnů se srážkami vyššími než 1 mm</b>	110 – 120
<b>Srážkový úhrn během vegetačního období</b>	350 – 450
<b>Srážkový úhrn během zimního období</b>	250 – 300
<b>Počet dnů se sněhovou pokrývkou</b>	60 – 80
<b>Počet jasných dnů</b>	40 – 50
<b>Počet zamračených dnů</b>	150 – 160

Tab. č.9 - Klimatická oblast MT4 (Květoň, 2011).

### 4.3 Pedologická charakteristika

Ve Vimperské vrchovině převládají kambizemě, což jsou typy půdy, které patří mezi kambisol. Jedná se o nejrozšířenější typ půdy v České republice. Dříve se tento typ půdy také nazýval jako hnědá (lesní) půda. Typické jsou tyto půdy především pro pahorkatiny a nižší až střední polohy vrchovin. Z hlediska zrnitosti jsou kambizemě nejčastěji hlinité.

#### 4.4 Geomorfologická a geologická charakteristika

Vybrané území se nachází na Vimperské vrchovině, která leží v Šumavském podhůří, které nalezneme v oblasti Šumavské hornatiny, která spadá do Šumavské subprovincie provincie Česká vysočina v Hercynském systému.

Šumavská hornatina je geomorfologická oblast na jihu Šumavské subprovincie. Rozkládá se v jihozápadních Čechách, severovýchodním Bavorsku a v severním Rakousku. Kromě nejvyšších partií Šumavy zahrnuje rovněž Novohradské hory a rozsáhlé vrchoviny a pahorkatiny v podhůří. Nejvyšším bodem je Velký Javor v bavorské části Šumavy. Na českém území je to vrchol Plechý. Prochází tudy rozvodí Vltavy a Dunaje, tedy i hranice úmoří Severního a Černého Moře. Nalezneme zde Šumavský NP, CHKO Šumava a CHKO Blanský les.

Šumava spolu s Českomoravskou vrchovinou patří k nejstarším pohořím Českého masivu. V první fázi zde docházelo k usazování hornin. Vznik těchto pohoří se datuje přibližně do období devonu a karbonu. Docházelo k příkrovovým pohybům a vyzdvihování linie táhnoucí se od Francie přes Německo, Šumavu až k Vysočině. Tomuto vyzdvihování se říká hercynské nebo také variské vrásnění.

Vimperská vrchovina je tvořena ze dvou rozlehlých tektonicky porušených granulitových těles s hojnými vložkami serpentinitů a z biotických rul a pararul jednotvárné série moldanubika. Nejvyššími vrcholy Vimperské vrchoviny jsou Bělčí (922 m) a Mářský vrch (907 m).

<b>System</b>	Hercynský systém
<b>Provincie</b>	Česká vysočina
<b>Subprovincie</b>	Šumavská subprovincie
<b>Oblasti</b>	Šumavská hornatina
<b>Celky</b>	Šumavské podhůří
<b>Podcelky</b>	Prachatická hornatina

Tab. č. 10 – Geomorfologická charakteristika

#### 4.4 Výpočet ohroženosti vodní erozí

Analýza území z hlediska erozního smyvu se provádí pomocí univerzální rovnice Wischmeier-Smith ve tvaru:

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

**G** = průměrná dlouhodobá ztráta půdy (t.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>),

**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 (Dumbrovský a kol., 2004).

Uvedenou rovnicí lze zjistit dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy. Nelze ji použít pro období kratší, tím méně pro výpočet ztráty půdy z jednotlivých dešťových srážek (Dumbrovský a kol., 2004).

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

Tento faktor vyjadřuje intenzitu, úhrn, četnost výskytu a kinetickou energii přívalových srážek (Janeček a kol., 2012).

W.H.Wischmeier, D.D.Smith definovali tento faktor jako součin kinetické energie deště (E) a jeho maximální třicetiminutové intenzity (i<sub>30</sub>).

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

- R = faktor erozní účinnosti deště [MJ.ha<sup>-1</sup>.cm.h<sup>-1</sup>]
- E = celková kinetická energie deště [J.m<sup>-2</sup>]
- I<sub>30</sub>- maximální 30 minutová intenzita deště [cm.h<sup>-1</sup>]

Celková kinetická energie deště

$$E = \sum_{i=1}^n E_i$$

- $n$  = počet úseků deště
- $E_i$  = kinetická energie  $i$ -tého úseku deště
- $E_i = (206 + 87 \log i_{si}) \cdot H_{si}$
- $I_{si}$  = intenzita deště  $i$ -tého úseku [ $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ]
- $H_{si}$  = úhrn deště v  $i$ -tém úseku [ $\text{cm}$ ]

Pro Českou republiku byla původně průměrná roční hodnota faktoru erozní účinnosti deště  $R = 20 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$  určena na základě dlouhodobé řady pozorování srážek na třech stanicích Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) Praha – Klementinum, Tábor a Bílá Třemešná (Janeček a kol., 2012).

Využitím nově zpracovaných dlouhodobých řad ombografických záznamů z dalších stanic ČHMÚ a provedením důkladnějšího metodického rozboru erozní účinnosti srážek bylo možné stanovit  $R$ -faktor pro území České republiky. Ovlivnění průměrných hodnot  $R$ -faktoru výskytem přívalových dešťů s velmi nízkou periodicitou opakování, které se v posledních letech v některých částech České republiky vyskytly, bylo omezeno použitím upraveného tzv. „useknutého“ aritmetického průměru (bez 2 nejmenších a 2 největších hodnot). Jestliže neuvažujeme horské oblasti s  $R$ -faktorem 60 až 120, kde zastoupení zemědělské a zejména orné půdy je velmi malé, tak průměrná hodnota  $R$ -faktoru pro převažující část zemědělsky využívaného území České republiky se pohybuje v rozmezí od 30 do 45, kromě oblasti dešťového stínu (Louny – Žatec), kde je  $R = 15$  až 30 a podhorských oblastí s  $R = 45$  až 60 (Kubátová a kol., 2009).

S ohledem na problémy metodického a podkladového charakteru, které stanovení  $R$ -faktoru provázejí, nezdá se být zatím účelné  $R$ -faktor pro území České republiky regionalizovat. Pro naprosto převažující plochu České republiky je vhodné používat průměrnou hodnotu  $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ , tedy dvojnásobnou, oproti hodnotě dříve doporučované (Janeček a kol., 2012).

Měsíc	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
%	0,5	7,0	26,8	32,2	31,1	2,0	0,4

Tab.č.11 - Rozdělení průměrné roční hodnoty faktoru  $R$  na jednotlivé měsíce (Pasák, 1983).

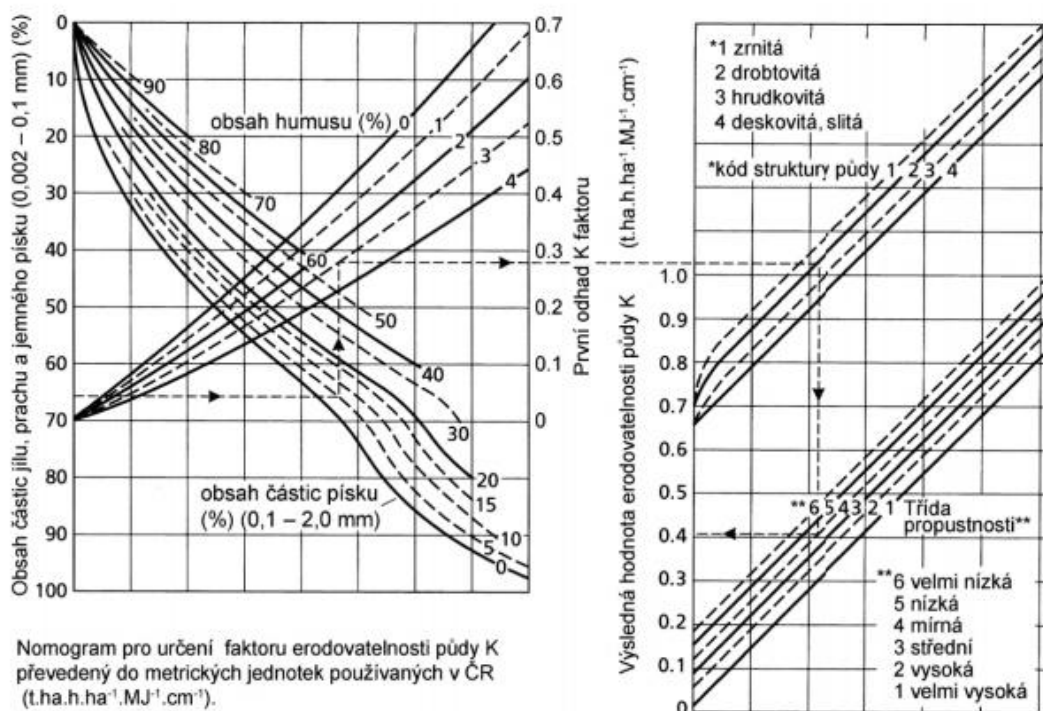


#### 4.4.2 Faktor erodovatelnosti půdy (K)

Tento faktor vyjadřuje vliv kvality půdy na její odolnost vůči dopadajícím dešťovým kapkám a proudící vodě a vliv velikosti infiltrace na množství povrchového odtoku (Kubátová a kol., 2009).

Faktor erodovatelnosti půdy lze stanovit třemi způsoby:

- Podle vztahu odvozeného pro faktor K,
- Podle nomogramu sestaveného na základě uvedeného vztahu,
- Přibližně podle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd nebo podle půdních typů, subtypů a variet Taxonomického klasifikačního systému půd České republiky (Janeček a kol., 2012).



Obr. č.17 - Hodnota faktoru K stanovená pomocí nomogramu je již v SI jednotkách (Pasák, 1983).

<b>HPJ</b>	<b>K - faktor</b>	<b>HPJ</b>	<b>K - faktor</b>	<b>HPJ</b>	<b>K - faktor</b>
1	0,41	27	0,34	53	0,38
2	0,46	28	0,29	54	0,40
3	0,35	29	0,32	55	0,25
4	0,16	30	0,23	56	0,40
5	0,28	31	0,16	57	0,45
6	0,32	32	0,19	58	0,42
7	0,26	33	0,31	59	0,35
8	0,49	34	0,26	60	0,31
9	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	X	65	X
14	0,59	40	0,24	66	X
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	X
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	X
23	0,25	49	0,35	75	X
24	0,38	50	0,33	76	X
25	0,45	51	0,26	77	X
26	0,41	52	0,37	78	X

Tab. č.12 - Hodnoty faktoru K pro jednotlivé HPJ; X=nedostatek dat (Pasák, 1983).

<b>Půdní typ</b>	<b>Subtyp</b>	<b>K - faktor</b>	<b>Půdní typ</b>	<b>Subtyp</b>	<b>K - faktor</b>
Ranker	Modální	0,26	Šedozem	Modální	0,57
	Kambický	0,25		Luvická	0,59
	podzolový	0,24	Hnědozem	Modální	0,53
Rendzina	Modální	0,22		Luvická	0,58
	Kambická	0,30		Oglejená	0,53
Pararendzina	Modální	0,26	Luvizem	Modální	0,60
	Kambická	0,36		Oglejená	0,56
	Oglejená	0,24		Arenická	0,31
Regozem	Modální	0,22	Kambizem	Modální	0,33
	Psefitická	0,18		Modální (eutrofní)	0,32
	Arenická	0,17		Luvická	0,50
	Pelická	0,18		Oglejená	0,34
Fluvizem	Modální	0,40		Dystrická	0,32
	Glejová	0,42		Arenická	0,20
	Arenická	0,26		Pelická	0,30
Smonice	Modální	0,28		Psefitická	0,30
Černozem	Modální	0,40	Kryptopodzol	Modální	0,20
	Luvická	0,54	Podzol	Modální	0,25
	Černická	0,35		Arenický	0,20
	Arenická	0,16	Pseudoglej	Modální	0,42
	Pelická	0,28		Luvický	0,54
Černice	Modální	0,30		Glejový	0,24
	Glejová	0,34	Glej	Modální	0,42
	Pelická	0,32		Modální (zrašeliněný)	0,46

Tab. č.13 - Hodnoty K-faktoru pro půdní typy, subtypy a variety podle Taxonomického klasifikačního systému půd ČR

#### 4.4.3 Faktor délky (L) a sklonu (S) svahu

Hodnotu smyvu půdy vyjadřuje topologický faktor LS, který představuje poměr ztráty půdy na standardní srovnávací ploše dlouhé 22,13m se sklonem 9% (Pasák, 1983).

<b>d [m]</b>	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
<b>L</b>	0,48	0,68	0,82	0,95	1,17	1,35	1,52	1,66	1,91	2,13
<b>d [m]</b>	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
<b>L</b>	2,61	3,02	3,36	3,69	3,99	4,27	4,52	4,77	5,22	5,64
<b>d [m]</b>	800	900	1 000	1 100	1 200	1 300	1 400	1 500		
<b>L</b>	6,04	6,39	6,75	7,07	7,39	7,69	7,98	8,26		

Tab. č.14 - Hodnoty faktoru délky svahu L (Janeček, 2002).

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

Tab. č.15 - Hodnoty faktoru sklonu svahu S (Pasák, 1983).

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

Vliv vegetačního pokryvu na smyv půdy se projevuje přímou ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalením rychlosti povrchového odtoku a nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména na pórovitost a propustnost, včetně omezení možnosti zanášení porů jemnými půdními částicemi a mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem (Janeček a kol., 2012).

Plodina	Zařazení v osevním postupu	Použitá agrotechnika	Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky podle pěstebních období					
			1	2	3	4	5	6
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 po 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 K 0,25- 0,70	O K 0,25- 0,70	O K 0,20- 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 K 0,04- 0,30	O K 0,04- 0,25	O K 0,04- 0,20	O K 0,05- 0,20	O K 0,25- 0,04	O K 0,15- 0,30
	Do herbicidem umrtveného drnu	Víceletých pícnin	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		

Vysvětlivky: **5s** – sláma sklizena, **5p** – sláma ponechána, **O** – po obilovině, **K** – po kukuřici, **OP** – setí do zorané půdy, **St** – setí do strniště

Tab. č.16 - Hodnoty faktoru vegetačního krytu a agrotechniky (C) (Wischmeier a Smithe, 1978).

Plodina	Fáze	Data pro jednotlivé výrobní oblasti			
		Kukuřičná	Řepařská	Bramborářská	Horská
Pšenice ozimá	Setí	2.10.	28.9.	28.9.	18.9.
	sklizeň	1.7.	26.7.	6.8.	22.8.
Žito ozimé	Setí	1.10.	24.9.	26.9.	14.9.
	sklizeň	8.7.	20.7.	27.7.	13.8.
Ječmen jarní	Setí	17.3.	25.3.	7.4.	15.4.
	sklizeň	14.6.	22.7.	31.7.	17.8.
Oves	Setí	24.3.	30.3.	7.4.	14.4.
	sklizeň	22.7.	28.7.	11.8.	29.8.
Kukuřice	Setí	22.4.	neuveđeno	neuveđeno	neuveđeno
	sklizeň	20.9.			
Brambory pozdńí	Setí	14.4.	16.4.	26.4.	27.4.
	sklizeň	neuveđeno	18.9.	22.9.	25.9.
Cukrovka	Setí	5.4.	13.4.	neuveđeno	neuveđeno
	sklizeň	28.9.	5.10.		
Len	Setí	neuveđeno	neuveđeno	neuveđeno	2.5.
	sklizeň				31.8.

Tab. č.17 - Vybrané fenologické fáze některých plodin podle výrobních oblastí (Toman, 1996).

Pro řešení protierozní ochrany pozemků a posouzení jejich dlouhodobé erozní ohroženosti se faktor C stanoví pro danou strukturu pěstovaných plodin podle postupu jejich střídání na pozemcích, včetně období mezi střídáním plodin a při určení nástupu a způsobu agrotechnických prací v 5-ti obdobích (Wischmeier a Smith, 1978).

Rozdělení roku do 5-ti období:

- Období podmínky a hrubé brázdy,
- Období od přípravy pozemku k setí do jednoho měsíce po zasetí nebo sázení,
- Období po dobu druhého měsíce od jarního nebo letního setí či sázení, u ozimů do 30.4.,
- Období od konce 3. období do sklizně,
- Období strniště (Janeček a kol., 2012).

Váhu hodnot C-faktoru v jednotlivých pěstebních obdobích je nutné korigovat procentuálním rozdělením R-faktoru v průběhu roku po dnech, dekadách či měsících dle tabulky pro R-faktor (Kubátová a kol., 2009).

<b>Plodina</b>	<b>C-faktor</b>	<b>Plodina</b>	<b>C-faktor</b>
Pšenice ozimá	0,12	Chmelnice	0,8
Žito ozimé	0,17	Řepka ozimá	0,22
Ječmen jarní	0,15	Slunečnice	0,6
Ječmen ozimý	0,17	Mák	0,5
Oves	0,1	Ostatní olejniny	0,22
Kukuřice na zrno	0,61	Kukuřice na siláž	0,72
Luštěniny	0,05	Ostatní píce jednoleté	0,02
Brambory rané	0,6	Ostatní píce víceleté	0,01
Brambory pozdní	0,44	Zelenina	0,45
Louky	0,005	Sady	0,45

Tab. č.18 - Průměrné hodnoty C faktoru pro jednotlivé plodiny (Kubátová a kol., 2009).

#### 4.4.5 Faktor účinnosti protierozních opatření P

Faktor účinnosti protierozních opatření je definován jako poměr zjištěného smyvu na pozemku s použitým protierozním opatřením ke smyvu na standardním pozemku, který je obděláván ve směru spádnice (Kubátová a kol., 2009).

Hodnoty P-faktoru jsou pro jednotlivá protierozní opatření (obdělávání podél vrstevnic, pásové obdělávání, hrázkování, terasování) uvedena v následující tabulce. Pokud však nelze předpokládat, že byly dodrženy uvedené podmínky (maximální délky, počty pásů), nelze s uvedenou hodnotou protierozních opatření počítat a je tedy nutno počítat s hodnotou  $P = 1$  (Janeček a kol., 2012).

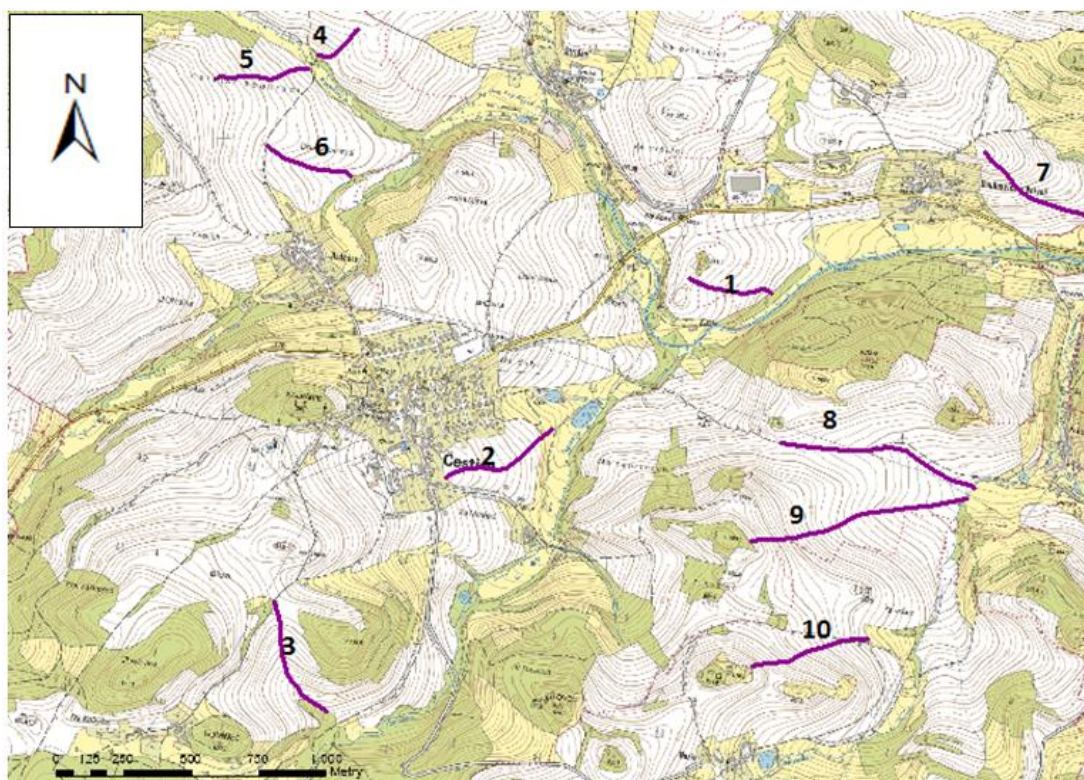
Protierozní opatření	Hodnota faktoru P pro jednotlivé kategorie sklonu (%)			
	2 - 7	7 - 12	12 - 18	18 - 24
Maxim. délka pozemku po spádnici	120m	60m	40m	-
<b>Konturové obdělávání</b>	0,6	0,7	0,9	1,0
Maxim. šířka a počet pásů	4m-6pásů	30m-4pásy	20m-4pásy	20m-2pásy
<b>Pásové střídání plodin</b>				
- okopaniny a víceleté pícniny	0,30	0,35	0,40	0,45
- okopaniny a ozimé obiloviny	0,50	0,60	0,75	0,90
<b>Hrázkování</b> (přerušené brázdování) při obdělávání podél vrstevnic	0,25	0,30	0,40	0,45
Terasování (podle typu)				0,05 – 0,20

Tab. č.19 - Hodnoty P-faktoru (Janeček, 2002).

#### 4.5 Výpočet ohrožení vodní erozí

Pozemky v zájmové oblasti mají střední hloubku (30 – 60 cm). Smyv půdy by u těchto půd neměl přesáhnout 4t/ ha za rok. Ztráta půdy bude počítána na 10ti odtokových drahách (viz obr. č.18).





Obr. č.18. Odtokové dráhy

#### 4.5.1 Určení K-faktoru

Tento faktor byl volen dle čísla BPEJ k příslušným odtokovým drahám. (druhé a třetí místo pětímístného kódu).

Číslo odtokové dráhy	K-faktor	Číslo odtokové dráhy	K-faktor
1	0,21	6	0,39
2	0,21	7	0,21
3	0,21	8	0,29
4	0,21	9	0,39
5	0,21	10	0,2

Tab. č.20 – Odtokové dráhy a jejich K-faktor

#### 4.5.2 Určení L-faktoru

Tento faktor byl volen pomocí příslušných tabulek, kam byly dosazovány jednotlivé délky.

#### 4.5.3 Určení S-faktoru

Tento faktor byl zjištěn z tabulek, kam byly dosazeny hodnoty vypočtené ze vzorce: převýšení (m) / délka (m) \*100.

<b>Dráha č.</b>	<b>Délka (m)</b>	<b>Převýšení (m)</b>	<b>Sklon</b>	<b>L</b>	<b>S</b>
<b>1</b>	263,3	20	7,6	3,39	0,84
<b>2</b>	383,8	26,5	6,9	4,27	0,70
<b>3</b>	469,6	35	7,5	4,77	0,84
<b>4</b>	208,22	16	7,68	3,07	0,80
<b>5</b>	345,98	28	8,09	3,97	0,85
<b>6</b>	324,20	18	5,55	3,83	0,52
<b>7</b>	464,05	48	10,34	4,53	1,17
<b>8</b>	750,17	26	3,46	5,82	0,28
<b>9</b>	491,25	26	5,29	4,76	0,47
<b>10</b>	446,19	48	10,76	4,52	1,21

Tab. č.21 – Faktor LS pro jednotlivé odtokové dráhy

#### 4.5.4 Určení C-faktoru

C faktor bude určen na základě sestaveného osevního postupu.

Sestavení osevního postupu:

1. Jetel
2. Žito
3. Len
4. Pšenice ozimá
5. Lusko-obilná směska
6. Kukuřice
7. Oves

#### Jetel C1

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	05.09.– 31.08.	0,9973	0,015	0,015
Roční úhrn faktoru C1				0,015

#### Žito C2

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	01.09.– 15.09.	0,0100	0,50	0,005
II.	16.09.– 20.10.	0,0126	0,55	0,007
III.	21.10.– 30.04.	0,0064	0,30	0,002
IV.	01.05.– 10.08.	0,7603	0,05	0,038
V.	11.08.– 31.08.	0,2107	0,20	0,042
Roční úhrn faktoru C2				0,094

### Len C3

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	01.09.– 15.04.	0,0265	0,65	0,017
II.	16.4. – 20.5.	0,0477	0,70	0,033
III.	21.5. – 20.6.	0,2035	0,45	0,092
IV.	21.6. – 31.8.	0,7223	0,08	0,058
V.	1.9. – 5.9.	0,0033	0,25	0,001
<b>Roční úhrn faktoru C3</b>				<b>0,201</b>

### Pšenice ozimá C4

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	6.9. – 20.9.	0,0100	0,65	0,007
II.	21.9. – 30.10.	0,0107	0,70	0,008
III.	1.11. – 30.4.	0,005	0,45	0,002
IV.	1.5. – 25.8.	0,9108	0,08	0,073
V.	26.8. - 31.8.	0,0602	0,25	0,015
<b>Roční úhrn faktoru C4</b>				<b>0,104</b>

### LOS C5

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	1.9. – 15.4.	0,0265	0,65	0,017
II.	16.4. – 20.5.	0,0477	0,70	0,033
III.	21.5. – 20.6.	0,2035	0,45	0,092
IV.	21.6. – 30.6.	0,0893	0,08	0,007
V.	1.7.– 31.7.	0,3220	0,25	0,081
<b>Roční úhrn faktoru C5</b>				<b>0,230</b>

### Kukuřice C6

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	1.8. – 10.5.	0,3626	0,70	0,254
II.	11.5. – 20.6.	0,2261	0,90	0,204
III.	21.6. – 20.7.	0,2971	0,70	0,208
IV.	21.7. – 5.10.	0,4459	0,35	0,156
V.	6.10. – 15.10.	0,0013	0,70	0,001
Roční úhrn faktoru C6				0,822

### Oves C7

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	16.10. – 10.4.	0,0037	0,70	0,003
II.	11.4. – 15.5.	0,0372	0,75	0,028
III.	16.5. – 15.6.	0,1701	0,50	0,085
IV.	16.6. – 5.9.	0,7703	0,08	0,062
V.	-	-	-	-
Roční úhrn faktoru C6				0,177

$$C = 1,643 / 7 = \underline{0,235}$$

Faktor účinnosti protierozních opatření P = 1.

Dráha č.	Délka m	Převýšení m	Sklon %	L	S	R	P	C	K	G
1	263,3	20	7,6	3,39	0,84	40	1	0,235	0,21	5,6212
2	383,8	26,5	6,9	4,27	0,70	40	1	0,235	0,21	5,9002

<b>3</b>	469,6	35	7,5	4,77	0,84	40	1	0,235	0,21	<b>7,9094</b>
<b>4</b>	208,22	16	7,68	3,07	0,80	40	1	0,235	0,21	<b>4,8481</b>
<b>5</b>	345,98	28	8,09	3,97	0,85	40	1	0,235	0,21	<b>6,6612</b>
<b>6</b>	324,20	18	5,55	3,83	0,52	40	1	0,235	0,39	<b>7,3012</b>
<b>7</b>	464,05	48	10,34	4,53	1,17	40	1	0,235	0,21	<b>10,4624</b>
<b>8</b>	750,17	26	3,46	5,82	0,28	40	1	0,235	0,29	<b>4,4423</b>
<b>9</b>	491,25	26	5,29	4,76	0,47	40	1	0,235	0,39	<b>8,2016</b>
<b>10</b>	446,19	48	10,76	4,52	1,21	40	1	0,235	0,2	<b>10,2821</b>

Tab. č.22 - Výpočet Wischmeier – Smithovi rovnice

Přípustný odnos půdy u středně hlubokých půd je stanoven na 4t/ha/rok. Z toho důvodu je nutné u červeně označených odtokových drah navrhnout vhodná protierozní opatření.

#### **4.6 Návrh protierozních opatření**

##### **4.6.1 Zařazení meziplodin do osevního postupu**

Sestavení osevního postupu

1. Jetel
2. Žito + meziplodina
3. Len
4. Pšenice ozimá
5. Lusko-obilná směska + meziplodina
6. Kukuřice
7. Oves

Zařazením meziplodin do původního osevního postupu dojde ke snížení C faktoru z C=0,235 na C=0,186. Vliv meziplodin na erozní smyv je dokázán v následující tabulce.

Dráha č.	Délka m	Převýšení m	Sklon %	L	S	R	P	C	K	G
1	263,3	20	7,6	3,39	0,84	40	1	0,186	0,21	4,4491
2	383,8	26,5	6,9	4,27	0,70	40	1	0,186	0,21	4,6700
3	469,6	35	7,5	4,77	0,84	40	1	0,186	0,21	6,2602
4	208,22	16	7,68	3,07	0,80	40	1	0,186	0,21	3,8373
5	345,98	28	8,09	3,97	0,85	40	1	0,186	0,21	5,2723
6	324,20	18	5,55	3,83	0,52	40	1	0,186	0,39	5,7788
7	464,05	48	10,34	4,53	1,17	40	1	0,186	0,21	8,2809
8	750,17	26	3,46	5,82	0,28	40	1	0,186	0,29	3,5160
9	491,25	26	5,29	4,76	0,47	40	1	0,186	0,39	6,4915
10	446,19	48	10,76	4,52	1,21	40	1	0,186	0,2	8,1382

Tab.č.23 - Výpočet Wischmeier – Smithovi rovnice se zařazením meziplodin v osevním postupu

#### 4.6.2 Sestavení protierozního osevního postupu

Protierozní osevní postup:

1. Jetel
2. Jetel
3. Ozimá pšenice
4. Tritikale
5. Řepka
6. Jarní ječmen s podsevem

**Jetel C1, C2**

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	1.8. – 15.9.	2,32	0,015	0,03
<b>Roční úhrn faktoru C1, C2</b>				<b>0,03</b>

**Pšenice ozimá C3**

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	16.9 – 30.9.	0,010	0,50	0,005
II.	1. 10. - 10. 11.	0,004	0,55	0,002
III.	11. 11. - 30. 4.	0,005	0,30	0,002
IV.	1. 5. - 31. 7.	0,660	0,05	0,033
V.	1. 8. – 15. 8.	0,156	0,20	0,031
<b>Roční úhrn faktoru C3</b>				<b>0,07</b>

**Tritikale (pšenice + žito) C4**

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	16.8. – 20.9.	0,104	0,65	0,067
II.	21.9. – 30.10.	0,010	0,70	0,007
III.	31.10. – 30.4.	0,005	0,45	0,002
IV.	1.5. – 20.7.	0,426	0,08	0,039
V.	21.7. - 31.7.	0,104	0,25	0,026
<b>Roční úhrn faktoru C4</b>				<b>0,14</b>



### Řepka C5

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	1.8. – 20.8.	0,208	0,65	0,135
II.	21.8. – 30.9.	0,123	0,70	0,086
III.	1.10. – 30.4.	0,009	0,45	0,004
IV.	1.5. – 20.7.	0,552	0,08	0,044
V.	21.7. - 31.7.	0,108	0,25	0,027
<b>Roční úhrn faktoru C5</b>				<b>0,30</b>

### Ječmen jarní (setí do strniště) C6

Období	Datum	R (%)	C	R (%) x C
I.	1.8. – 31.3.	0,335	0,25	0,084
II.	1.4. – 15.5.	0,040	0,70	0,028
III.	16.5. – 15.6.	0,169	0,45	0,076
IV.	16.6. – 31.7.	0,456	0,08	0,036
V.	–	–	–	–
<b>Roční úhrn faktoru C6</b>				<b>0,22</b>

$$C = 0,76 / 6 = \underline{0,1266}$$

Dráha č.	Délka m	Převýšení m	Sklon %	L	S	R	P	C	K	G
1	263,3	20	7,6	3,39	0,84	40	1	0,1266	0,21	3,0283
2	383,8	26,5	6,9	4,27	0,70	40	1	0,1266	0,21	3,1786
3	469,6	35	7,5	4,77	0,84	40	1	0,1266	0,21	4,2609
4	208,22	16	7,68	3,07	0,80	40	1	0,1266	0,21	2,612

<b>5</b>	345,98	28	8,09	3,97	0,85	40	1	0,1266	0,21	3,5886
<b>6</b>	324,20	18	5,55	3,83	0,52	40	1	0,1266	0,39	3,9333
<b>7</b>	464,05	48	10,34	4,53	1,17	40	1	0,1266	0,21	5,6363
<b>8</b>	750,17	26	3,46	5,82	0,28	40	1	0,1266	0,29	2,3932
<b>9</b>	491,25	26	5,29	4,76	0,47	40	1	0,1266	0,39	4,4183
<b>10</b>	446,19	48	10,76	4,52	1,21	40	1	0,1266	0,20	5,5392

Tab.č.24 - Výpočet Wischmeier – Smithovi rovnice se zařazením protierozního osevního postupu

Po použití protierozního osevního postupu se podařilo dostat smyv půdy pod povolenou hranici na 6-ti odtokových drahách. U zbylých 4 odtokových drah smyv stále překračuje povolenou hranici. Na těchto drahách je vhodné navrhnout další protierozní opatření.

#### 4.6.3 Vrstevnicové obdělávání

- ochranné obdělávání půdy, opatření spočívá v orbě kolmé na odtokovou linii
- orbou po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic oboustrannými otočnými pluhy, které překlápějí půdu proti svahu, je možné významným způsobem přispět k ochraně půdy před erozí
- $P = 0,8$

<b>Dráha č.</b>	<b>Délka m</b>	<b>Převýšení m</b>	<b>Sklon %</b>	<b>L</b>	<b>S</b>	<b>R</b>	<b>P</b>	<b>C</b>	<b>K</b>	<b>G</b>
<b>3</b>	469,6	35	7,5	4,77	0,84	40	0,8	0,1266	0,21	3,4088
<b>7</b>	464,05	48	10,34	4,53	1,17	40	0,8	0,1266	0,21	4,5091
<b>9</b>	491,25	26	5,29	4,76	0,47	40	0,8	0,1266	0,39	3,5347
<b>10</b>	446,19	48	10,76	4,52	1,21	40	0,8	0,1266	0,2	4,4313

Aplikací vrstevnicového obdělávání se podařilo snížit smyv půdy na povolenou hranici u dalších 2 odtokových drah. Nad povolenou hranicí zůstávají již pouze 2 odtokové dráhy a to dráhy č.7 a č.10.

#### 4.6.4 Hrázkování

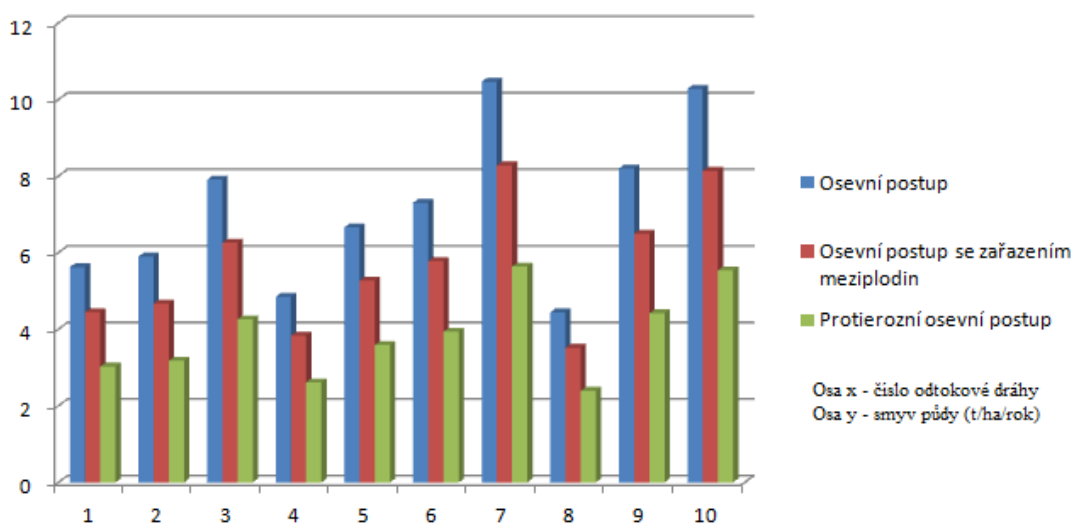
Dalším možným protierozním opatřením může být např. hrázkování, kdy je počítáno s hodnotou  $P=0,6$ .

Dráha č.	Délka m	Převýšení m	Sklon %	L	S	R	P	C	K	G
7	464,05	48	10,34	4,53	1,17	40	0,6	0,1266	0,21	3,3818
10	446,19	48	10,76	4,52	1,21	40	0,6	0,1266	0,2	3,3235

Aplikací hrázkování se podařilo erozní smyv dostat na povolenou hranici.

#### 4.7 Porovnání osevních postupů

V následujícím grafu je zobrazeno porovnání osevního postupu bez meziplodin, téhož osevního postupu se zařazením meziplodin a protierozního osevního postupu.



Z grafu vyplívá, že půdu nejlépe chrání protierozní osevní postup, který sníží smyv půdy z pozemku, při porovnání s osevním postupem bez zařazení meziplodin, téměř o polovinu. Zařazením meziplodin lze smyv také snížit, ale v porovnání s protierozním osevním postupem se jedná o snížení menší.

Míkula (2005) a Kvěch (1992) popisují nepřímý vliv meziplodin na odnos půdy. Popisují ochranný vliv nadzemní hmoty porostu meziplodin, které půdu chrání před vysycháním, před dopadem dešťových kapek a ostatními negativními vlivy.

Podobného názoru je také Vach (2008), který osevní postupy řadí mezi nejdůležitější agrotechnická opatření. Význam osevních postupů je vzhledem k zjištěným hodnotám velmi vysoký a měl by se jim věnovat větší zájem. Dále uvádí, že zařazení meziplodin do osevních postupů by se mělo stát běžnou praxí.

K podobným výsledkům erozního smyvu půdy došel také Pasák (1984), který uvádí, že tyto výsledky jsou v podhorských oblastech obvyklé.

## 5. Závěr

Diplomová práce, která se zabývala osevními postupy a meziplodinami v rámci protierozní ochrany půdy a jejich vlivem na hodnoty C faktoru ukázala, jak jednotlivé osevní postupy půdu chrání.

Nejlépe půdu chrání protierozní osevní postupy a postupy se zařazením meziplodin. Aplikací těchto osevních postupů se podařilo snížit erozní smyv na odtokových drahách.

U odtokových drah, na kterých se erozní smyv nepodařilo dostat pod povolenou hranici 4t/ha za rok je nutné navrhnout další protierozní opatření. Může se jednat o protierozní osevní postupy bez zařazení širokořádkých plodin, vrstevnicové obdělávání pozemku či hrázkování.

Další možností, jak snížit erozní ohroženost pozemků může být úprava ostatních faktorů Wischmeier-Smithovi rovnice. Vhodné je například rozdělení pozemku, čímž dosáhneme snížení L-faktoru, tedy faktoru délky svahu. Hrázkami či terasami lze upravit faktor sklonu svahu (S), zde se však jedná o poměrně výrazný zásah do krajiny, kdy dochází ke změně uspořádání reliéfu. Důležitou roli hrají také půdní typy, zde však není změna možná. Změna P-faktoru, tedy faktoru protierozních opatření je nejnáročnější a proto by tento faktor měl být měněn až v momentě, kdy ostatní faktory již měnit nelze.

Z výsledků, kterých bylo dosaženo pomocí Wischmeier-Smithovi rovnice, vyplývá, že největším problémem z hlediska erozní ohroženosti pozemků jsou v osevních postupech plodiny okopaninového charakteru, u kterých se roční úhrn C-faktoru pohybuje nad hodnotou  $C = 0,4$ . Jedná se především o brambory, kukuřici či krmnou řepu.

## 6. Použitá literatura

1. Aurbacher J. a kol., Integrating GIS-based field data and farm modeling in a watershed to assess the cost of erosion control measures: An example from southwest Germany, *Journal of Soil and Water Conservation* 64, 2009.
2. Batysta M. a kol., Pozemkové úpravy – Nástroj pro udržitelný rozvoj venkovského prostoru, Státní pozemkový úřad, Praha, 2014.
3. Boardman R., The international politics of bird conservation: biodiversity, regionalism and global governance, Edward Elgar Publishing, 2006.
4. Brant V. a kol., Meziplodiny, Kurent, České Budějovice, 2008.
5. Buzek L., Eroze půdy, Pedagogická fakulta Ostrava, Ostrava, 1983.
6. Cablík J. a kol., Protierozní ochrana půdy, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1963.
7. Cenia, Zpráva o životním prostředí ČR 2013, Ministerstvo životního prostředí, Praha, 2013.
8. Dufková J., Krajinné inženýrství. 1. Vyd., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2007.
9. Dumbrovský M. a kol., Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace, VÚMOP, Brno, 2000.
10. Dumbrovský M. a kol., Metodický návod pro vypracování návrhů pozemkových úprav, Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, Brno, 2004.
11. Hodač K., Příručka pozemkových úprav IV: Projektování a výstavba pozemkových úprav, Ministerstvo zemědělství a výživy, Praha, 1967.
12. Holý M., Protierozní ochrana. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1978.
13. Holý M., Eroze a životní prostředí, České vysoké učení technické, Praha, 1994.
14. Hudson N., Soil Conservation, BT Batsford Ltd. London, 1973.
15. Hůla J. a kol., Agrotechnická protierozní opatření, Metodika VÚMOP, Praha, 2003.
16. Háni F. a kol., Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin, Scientia, Praha, 1993.

17. Hussein M. H., Water erosion assessment and control in northern Iraq. *Soil & Tillage Res.* 45, 1998.
18. Jůva K. a kol., Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1977.
19. Janeček M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí, ISV nakladatelství, Praha, 2002.
20. Janeček M., Základy erodologie, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2008.
21. Janeček M. a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí, Česká zemědělská univerzita a Powerprint, Praha, 2012.
22. Kočický D. a kol., Klimatickogeografické typy, Esprit, Bratislava, 2011.
23. Kokolia V. a kol., Protierozní oseední postupy, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha, 1989.
24. Kohout V. a kol., Zemědělské soustavy, Česká zemědělská univerzita, Praha, 2002.
25. Kostelanský F., Obecná produkce rostlinná, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2000.
26. Kubátová E. a kol., Time Variations of Rainfall Erosivity Factor in the Czech Republic. *Soil and Water Research*, Praha, 2009.
27. Kvěch O. a kol., Biologické základy zemědělské výroby, H&H nakladatelství, Praha, 1992.
28. Květoň V a kol., Klimatické oblasti Česka, Universita Palackého, Olomouc, 2011.
29. Ledvina R. a kol., Půdoznalství: interní studijní text pro II. ročník provozně podnikatelského oboru, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 1997.
30. Ledvina R. a kol., Geologie a půdoznalství: Interní učební text, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2000.
31. Medvedev V. V. a kol., Experience in developing erosion resistant agrolandscapes on large watersheds (a case study from the Ukraine), *Soil & Tillage Research* 43, 1997.
32. Mikulka J. a kol., Plevelné rostliny, Profi Press, Praha, 2005.
33. Mrkvička J. a kol., Pastvinářství v ekologickém zemědělství. Ministerstvo zemědělství ČR v Ústavu zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2002.

34. Novotný M. a kol., Závlaha poľných a špeciálnych plodín. 1. Vyd., Príroda, Bratislava, 1990.
35. Novotný I. a kol., Příručka ochrany proti vodní erozi. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 2014.
36. Pivnička K., Aplikovaná ekologie: dlouhodobá udržitelnost rybářské, zemědělské a lesnické produkce. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2002.
37. Podhrázká J. a kol., Protierozní ochrana půdy, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2005.
38. Podhrázká, J. a kol., Návrh a hodnocení účinnosti systému komplexních opatření v pozemkových úpravách pro snížení škodlivých účinků povrchového odtoku, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 2009.
39. Procházková B., Osevní postupy a struktura plodin, EPS metodické listy, 2013.
40. Procházková B. a kol., Struktura plodin a osevní postupy, Ústav agrotechniky a bioklimatologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno 2005.
41. Pasák a kol., Ochrana zemědělské půdy před erozí, Metodika ÚVITZ, Praha 1983.
42. Pasák a kol., Ochrana půdy před erozí, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1984.
43. Sanetník J. a kol., Meliorace, Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno, 1991.
44. Sentís I. P., A soil water balance model for monitoring soil erosion processes and effects on steep lands in the tropics, Soil Technology 11, 17-30, 1997.
45. Stach J., Základní agrotechnika (Osevní postupy), Jihočeská univerzita, České Budějovice, 1995.
46. Skládanka J., 2006, Multimediální učební texty pícninářství, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2006.
47. Svobodová H. a kol., Vybrané kapitoly ze socioekonomické geografie České republiky, Masarykova univerzita, Brno, 2013.
48. Šarapatka B. a kol., Ekologické zemědělství v praxi, PRO-BIO, Šumperk, 2006.
49. Šimek M., Základy nauky o půdě, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2005.



50. Šimon J., Zpracování a zúrodnování půd, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1989.
51. Teksl M. a kol., Pěstování rostlin, Credit, Praha, 1996.
52. Toman F., Protierozní ochrana půdy, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 1996.
53. Vach M. a kol., Rostlinná produkce s ohledem na agroekologická hlediska, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 2008.
54. Váchal J. a kol., Pozemkové úpravy I., Jihočeská universita, České Budějovice 2005.
55. VÚMOP, V.V.I., Příručka ochrany proti vodní erozi, Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 2011.
56. Wang G., Evaluating the effect of land use changes on soil erosion and sediment yield using a grid-based distributed modelling approach, Hydrological Processes 26, 2012.
57. Wischmeier W. H., Smith D. D., Predicting rainfall erosion losses – A guide book to conservation planning, Agr. Handbook No. 537, US. Dept. Of agriculture, Washington 1978.
58. Zachar D., Erózia pôdy, SAV, Bratislava, 1970.
59. Zhou, P. a kol., Effect of vegetation cover on soil erosion in a mountainous watershed, Catena 75, 2008.

#### Internetové zdroje

1. Státní zemědělský intervenční fond: Příručka pro žadatele, Státní zemědělský intervenční fond [online]. [cit.2015-03-10]. Dostupné z: [http://www.szif.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa\\_anon%2Fcs%2Fdokumenty\\_ke\\_stazeni%2Fsaps%2F1429254615938.pdf](http://www.szif.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fdokumenty_ke_stazeni%2Fsaps%2F1429254615938.pdf)

## 7. Přílohy

Příloha č.1 – Pohled na pozemek ohrožený erozí.



Příloha č. 2 – Erozně ohrožený pozemek.





Příloha č.3 – zamokření na pozemku.

