

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství**

**Studijní obor: Agroekologie**

**Katedra: Rostlinné výroby a agroekologie**

**Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Erozní ohrožení půdních bloků s vybranými plodinami a návrh  
vhodných protierozních opatření**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Kobes, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Monika Jirsová

České Budějovice, 2014

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

Jméno a příjmení: Bc. Monika LENGEROVÁ, DiS.  
Osobní číslo: Z12587  
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Agroekologie  
Název tématu: Erozní ohrožení půdních bloků s vybranými plodinami a návrh vhodných protierozních opatření  
Zadávající katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

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

**Abstrakt:** Stručný popis řešeného tématu, popis hlavních poznatků vyplývajících z literatury, z vlastního sledování a ze závěrů práce.

**Úvod a cíl práce:** Cílem práce bude posouzení intenzity erozního ohrožení u vybraných půdních bloků s různými plodinami ve vybraném zemědělském podniku a návrh vhodných protierozních opatření.

**Literární přehled:** Erozní ohrožení půdy v podmínkách ČR. Srovnání erozního ohrožení u různých zemědělských plodin. Působení různých plodin při ochraně půdy a hydrosféry. Vliv různých způsobů pěstování a intenzity využívání plodin na erozní ohrožení půdy. Vliv půdního druhu, typu, svažitosti a velikosti pozemku na erozní ohrožení půdy. Množství a kvalita půdní organické hmoty. Porovnání různých literárních údajů.

**Materiál a metody:** Ve zvoleném zemědělském podniku bude vybráno 6 půdních bloků s různou velikostí, svažitostí, pěstovanou plodinou a erozním ohrožením. Bude vyhodnocen způsob přípravy půdy, hnojení a pěstitelská technologie pěstovaných plodin. Bude sledováno množství a průběh srážek ve sledovaném území a případná eroze půdy v průběhu roku u sledovaných půdních bloků. Bude sledována hustota porostů a zaplevelení. Bude porovnáno erozní ohrožení a budou navržena vhodná protierozní opatření a pěstitelské technologie.

**Výsledky a diskuse:** Tabulkové a grafické zpracování zjištěných hodnot a jejich vyhodnocení vhodnými statistickými metodami. Porovnání dosažených výsledků s literárními údaji. Návrh vhodných protierozních opatření.

**Závěr:** Přehledné shrnutí nejdůležitějších poznatků a doporučení vyplývajících ze studované problematiky.

**Seznam použité literatury:** V abecedním řazení podle ČSN ISO 690 Bibliografická citace.

**Obsah:** Uvedení stran jednotlivých kapitol práce.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Burian, Z. a kol. (2011): Pozemkové úpravy v České republice. MZE ČR, Consult Praha, 208 s.

Hraško, J. a kol.: Morfogenetický klasifikačný systém pôd ČSFR. VÚPÚ Bratislava, 1991, 96 s. ISBN 80-85361-05-1

Hůla, J.: Opatření k minimalizaci negativních vlivů zemědělské techniky na půdní prostředí. ÚVTIZ, Praha, 29 s.

Kubát, J.: Udržování vyrovnané bilance organické hmoty v půdě. ÚZPI, Praha, 1999, 30 s.

Rohošková, M.: Pedodiverzita. Sborník z konference Pedologické dny 2004. Rostoky u Křivokláta, ČZU - ČPS Praha, 2004, 192 s. ISBN 80-213-1248-3

Vach, M., Javůrek, M.: Ekologická optimalizace hlavních pěstitelských opatření pro polní plodiny. VÚRV Praha Ruzyně, 2009, 30 s. ISBN 978-80-7427-007-9

Časopisy: Plant, Soil and Environment, Journal of Agrobiology, Úroda, Agromagazín

Internetové databáze: ISI Web of Knowledge, Scopus, Agris, Agricola, Agroweb.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Milan Kobes, Ph.D.**  
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Konzultant diplomové práce: **Ing. Romana Novotná, Ph.D.**  
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání diplomové práce: **12. března 2013**  
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2014**

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.  
děkan

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

  
prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 12. března 2013

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

---

Bc. Monika Jirsová

V Českých Budějovicích, 20. dubna 2014

Děkuji Ing. Milanu Kobesovi, Ph.D., vedoucímu práce za odborné vedení, rady a připomínky a Ing. Zdeňku Vláškovu, za konzultace při vypracování této diplomové práce.

## **Anotace**

Diplomová práce se věnuje různým typům půdní degradace v podmínkách České republiky.

V první části je zaměřena na zhodnocení příčin a průběhu degradace půd v současnosti. Mezi nejzávažnější degradační faktory patří pedokompakce, dehumifikace, zábory půd, špatná infiltrace, vodní a větrná eroze. Jen vodní erozí je v České republice ohroženo 42 % zemědělské půdy. V práci jsou shrnuta organizační, technická a agrotechnická protierozní opatření. Jsou charakterizovány možnosti jejich využití, účinnost a náročnost.

V další části diplomové práce je uvedeno šest konkrétních půdních bloků ve stejném zemědělském podniku v Jihočeském kraji. Každý tento blok má odlišnou výměru, průměrnou sklonitost, pěstovanou plodinu a rozdílné zastoupení silně erozně ohrožených a mírně erozně ohrožených ploch. V práci je vyhodnocen počet rostlin na 1 m<sup>2</sup>, stav a hustota porostu vzhledem k eroznímu ohrožení u všech těchto lokalit.

Klíčová slova: erozní ohrožení půd v České republice, protierozní opatření, pěstované plodiny, srážky.

## **Abstract**

This thesis deals with different types of soil degradation under the conditions in the Czech Republic.

The first part is focused on the evaluation of the causes and course of degradation of soils in the present time. Among the most serious degradation factors may be included the following: pedocompaction, dehumification, land appropriation, bad infiltration, water and wind erosion. In the Czech Republic, only water erosion alone threatens 42% of all agricultural land. In the thesis organisational, technical and agrotechnical anti-erosion control measures are summarised. Their utilisation, efficiency and sophistication are also described.

In the next part of the thesis there are six specific land blocks in the same farm in South Bohemia presented. Each of these blocks has a different acreage, the average slope, the crops cultivated and different representation of strongly threatened and moderately erosion-threatened vulnerable areas. The thesis evaluates the number

of plants per 1 sq. m, the condition and density of the growth due to the erosive threat to all of these localities.

Keywords: soil erosion hazard in the Czech Republic, erosion control measures, crops, rainfall.

## Obsah:

1.	Úvod .....	10
2.	Literární přehled .....	11
2.1.	Erozní ohrožení půdy v podmínkách České republiky .....	11
2.2.	Hodnocení degradace půd .....	12
2.3.	Půdoochranná funkce vegetace .....	13
2.4.	Eroze půd .....	14
2.4.1.	Vliv utužení půdy na infiltraci vody a půdní vlastnosti .....	14
2.4.2.	Dehumifikace – úbytek organické hmoty v půdě .....	19
2.5.	Ochranný účinek pěstovaných plodin .....	21
2.5.1.	Ochranný vliv vegetace .....	21
2.5.2.	Produkční a mimoprodukční význam pícních porostů .....	22
2.5.3.	Větší uplatnění luskovin ve struktuře plodin .....	23
2.6.	Obilniny .....	25
2.6.1.	Ječmen .....	26
2.6.2.	Pšenice .....	26
2.7.	Kukuřice .....	26
2.8.	Olejniny .....	27
2.8.1.	Ozimá řepka .....	27
2.9.	Opatření před vodní erozí .....	27
2.9.1.	Organizační protierozní opatření .....	28
2.9.2.	Agrotechnická opatření .....	31
2.9.3.	Opatření technického charakteru .....	36
3.	Materiál a metody .....	40
3.1.	Lokality .....	40
3.2.	Srážkové podmínky hodnoceného ročníku .....	45
4.	Výsledky a diskuze .....	47



5.	Závěr.....	63
6.	Seznam použité literatury: .....	65
7.	Seznam elektronických citací .....	68
8.	Přílohy .....	69

## 1. Úvod

Půdy v České republice jsou v současné době vysoce ohroženy různými formami degradace. Mezi hlavní degradační faktory patří její nezemědělské využití (soil sealing), debazifikace a acidifikace, fyzikální degradace (utužení), dehumifikace, znečištění a zejména vodní eroze, kterou je v České republice ohroženo 450 tis. ha.

Z hlediska erozního ohrožení půdy je potřeba preferovat trvalé travní porosty, luskoviny, jeteloviny a různé jetelovinotravní směsky před širokořádkovými plodinami, v horším případě ponecháním půdy bez jakéhokoliv pokryvu. Nicméně významným problémem je klesající chov hospodářských zvířat, z kterého plyne i menší potřeba pěstování pícních plodin jako zdrojů potravy pro tato zvířata a jako zdrojů půdní organické hmoty (víceleté pícniny). Dále pak pěstování plodin vhodných jako alternativní zdroje energie pěstovaných v nadbytečném rozsahu, neuváženě často i na místech nevhodných z hlediska eroze (zejména plodiny okopaninového charakteru).

Neméně důležité jsou kromě druhu pěstované plodiny také nejrozličnější agrotechnická, technická a organizační protierozní opatření. Mezi ně patří například terénní úpravy, vrstevnicové meze, průlehy, terasy, příkopy, ochranné hrázky, zatravněné údolnice, vrstevnicové obdělávání, vhodná velikost a tvar pozemku atd.

V této práci je vybráno 6 lokalit s různou výměrou, průměrnou sklonitostí, pěstovanou plodinou a rozdílným zastoupením silně erozně ohrožených a mírně erozně ohrožených ploch. Všechny se nachází ve stejném zemědělském podniku v Jihočeském kraji.

## 2. Literární přehled

### 2.1. Erozní ohrožení půdy v podmínkách České republiky

Zemědělství v České republice hraje důležitou roli v jednotlivých složkách životního prostředí (Marada, Křikava, 2012).

Vzhledem k tomu, že v posledních letech mnohdy neuvážená antropogenní činnost vedla k rychlému znehodnocování půdy a tím snižování půdní úrodnosti, která se vyrovnávala vysokými dávkami minerálních hnojiv, docházelo k degradaci půdy jak fyzikální, tak i chemické a biologické. Díky špatnému obhospodařování půdy a nedodržování zásad osevních postupů a výběru pěstovaných plodin docházelo, a v mnoha případech stále dochází, i k ohrožení pozemků vodní erozí (Badalíková, 1997).

Eroze půdy je přírodní proces, jehož intenzitu lze výrazně omezit a tak umožnit trvalé využívání půd k pěstování zemědělských plodin. Vznik, průběh a intenzita erozního procesu je ovlivněna kombinovaným působením řady přírodních a člověkem ovlivněných podmínek. Tyto tzv. faktory eroze lze rozdělit na klimatické a hydrologické (zeměpisná poloha, nadmořská výška, množství, rozdělení a intenzita srážek, teplota, oslunění, výpar, odtok, výskyt, směr a síla větrů), morfologické (sklon území, délka a tvar svahu, expozice a návětrnost), geologické a půdní (povaha horninového substrátu, půdní druh a typ, textura a struktura půdy, její vlhkost a vrstvení, obsah humusu), vegetační (hustota a délka trvání pokravy) a způsob využívání a obhospodařování půdy (poloha a tvar pozemků, směr obdělávání, střídání plodin), (Vopravil, 2010). V našich podmínkách je protierozní ochrana zvláště nutná na svazích s mělce uloženým podložím a s vysokým obsahem šterku (Burian a kol., 2011).

Rozsah aktuální vodní eroze v ČR je na ploše 1780 tis. ha, tj. 42% zemědělské půdy, výrazně poškozeno je 450 tis. ha, tj. 10,7 % zemědělského půdního fondu (Vopravil, 2010). Zemědělský půdní fond našeho státu je vzhledem k velké terénní členitosti území ohrožen především vodní erozí. V oblastech na rovinách s lehčími půdami, bez přírodních zábran se vyskytuje i větrná eroze. Erozní rizika ještě více narostla dřívější technicko-hospodářskými úpravami pozemků (scelování pozemků, rozorávání mezí, likvidace stromořadí apod.), které ve většině

případů nerespektovaly zásady ochrany půdy. Důsledkem byla erozní činnost i na půdách, kde se dříve eroze nevyskytovala (Vach, Javůrek, 2007).

Větrnou erozí je ohroženo 430 tis. ha, poškozeno je kolem 6 tis. ha. Eroze zemědělských půd vážně ohrožuje produkční i mimoprodukční funkce půd. Ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulární prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin; velké povodňové průtoky poškozují budovy, komunikace, koryta vodních toků atd. V případě větrné eroze jde především o poškozování klíčících rostlin, odnos jemných částic půdy a humusu, zanášení závětrných poloh, sídel a rychlé vysušování půdy (Vopravil, 2010).

## **2.2. Hodnocení degradace půd**

Hodnocení degradace půd se provádí na základě retrospektivního průzkumu, tj. srovnáváním stavu půdy v minulosti se stavem půdy v současnosti. Lze používat staré vojenské mapování a orthofotomapy a na základě toho analyzovat dlouhodobé změny pokryvu krajiny. Tímto způsobem můžeme přispět k lepšímu pochopení dlouhodobé krajinné dynamiky po dobu více než 250 let. Znalosti, které jsou získané mohou být použity v plánování krajiny s cílem zajistit odpovídající krajinný management (Vopravil, 2010).

Pro popis degradačních faktorů je nutné využít numerické databáze a k nim připojené mapové části, které obsahují „historická“ data. Tuto jedinečnou databázi spravuje VUMOP v.v.i. Databáze obsahuje mimo jiné souřadnice, popis půdního profilu a rozborů po horizontech odebraných vzorků tzv. S a V sond z doby Komplexního průzkumu půd (KPP). V rámci KPP byly v 60. - 70. letech minulého století na území celého Československa odebrány speciální S sondy - typické pro daný půdní okrsek (cca 1500 sond) a několik tisíc V sond. S sondy obsahují kompletní rozborů porušených a neporušených půdních vzorků, V sondy pak obsahují pouze chemické rozborů. VUMOP v. v. i. fyzicky disponuje původními

vzorky S sond, které jsou deponovány v budově ústavu. Data jsou plynule doplňována novými údaji z aktuálně odebíraných půdních vzorků, takže lze objektivně sledovat časový trend zkoumaných půdních vlastností (Vopravil, 2010).

### 2.3. Půdoochranná funkce vegetace

Výpočet maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (C) vychází z tzv. Univerzální rovnice ztráty půdy USLE (Wishmeier, Smith 1978). Výsledkem použití metody USLE je hodnota dlouhodobého průměrného smyvu půdy určená na základě součinu šesti faktorů, podílejících se na rozvoji erozních procesů:  $G = R \times K \times L \times S \times C \times P$  (Vopravil, 2010).

Výše uvedený vztah byl převeden na rovnici, ve které je neznámou faktor ochranného vlivu vegetace (C):  $C = G / (R \times K \times L \times S \times P)$ , kde:

- G - maximální přípustná ztráta půd v t/ ha za rok
- 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 účinnosti protierozních opatření

Faktor C představuje poměr smyvu na pozemku s danou plodinou ke ztrátě půdy na kypřeném úhoru. Pro vyjádření vývoje ochranného účinku plodin, se rozděluje rok na pět období. Celoroční průměrná hodnota faktoru C pro danou plodinu je váženým průměrem hodnot jednotlivých pěstebních období, kde váha je úměrná ročnímu rozložení faktoru R:

- 1) Období podmínky a hrubé brázdy
- 2) Období od přípravy k setí do prvního měsíce po zasetí
- 3) Období druhého měsíce po setí, u ozimů do 30.4.
- 4) Období od konce třetího období do sklizně
- 5) Období strniště (Čermák, 2004)

## 2.4. Eroze půd

Pro vznik a intenzitu vodní eroze jsou ve většině případů rozhodující přívalové srážky. Pro odolnost půdy proti vodní a větrné erozi je rozhodující zejména struktura půdy, obsah humusu, zrnitost a její vlhkost (Vopravil, 2010).

Vodním smyvem jsou odnášeny nejjemnější částice, čímž se znehodnocuje zrnitostní složení půdy. Potencionální ohrožení půdy vodní erozí podle svažitosti pozemků uvádí tab. č. 1.

**Tab. č. 1.: Potencionální ohrožení vodní erozí zemědělských půd podle svažitosti pozemků a možný smyv půdy**

Stupeň ohrožení	Sklon ve stupních	Smyv půdy ( t/ha/rok)	Působení smyvu
velmi slabé ohrožení	do 2°	1,5	příležitostné
slabé ohrožení	do 4°	1,6 – 3,0	patrné
střední ohrožení	do 5°	3,1 – 4,5	znatelné
silné ohrožení	do 8°	4,6 – 6,0	Nebezpečné
velmi značné až extrémní ohrožení	nad 8°	6,1 – 7,6 a více	značně škodlivé

(Vach, Javůrek, 2007)

### 2.4.1. Vliv utužení půdy na infiltraci vody a půdní vlastnosti

Utužení půdy, někdy používaný termín zhutnění nebo pedokompakce, jako jedna z forem degradace půd, je problémem především zemědělských půd, ale není výjimečná ani v půdách lesních. Více jak 40 % tj. přes 1,75 milionu hektarů české zemědělské půdy je ohroženo utužením podorničí a spodiny. Z této plochy je přes 30 % (více jak 0,5 milionu hektarů) zranitelných tzv. genetickým utužením, daným přirozenými vlastnostmi půd. Přes 1 250 000 ha je vystaveno tzv. technogennímu utužení, jež vzniká řadou příčin antropického charakteru. Genetické utužení je typické pro půdy těžšího zrnitostního složení, zatímco technogenní, antropické utužení může postihnout půdy jakéhokoliv zrnitostního složení, tedy i půdy lehké. Na

těžších půdách se potom obě formy utužení obvykle kombinují. Pro své vlastnosti a využívání jsou nejvíce ohroženy půdy v řepařské výrobní oblasti, kde se určitý stupeň utužení půdy vyskytuje na více než 60 % ploch (Novák, Vopravil, 2009).

Biologicky plně funkční půda by měla být v celé kořenové hloubce, tedy do minimálně 35 cm a maximálně 50 cm kyprá, měla by sestávat z drobtů nebo drobtovitých útvarů, které jsou spolu spojeny a jsou stabilní, tj. jsou chráněny proti rozpadu ve vodě (Preuschen, 1990).

Utužení podorničí a spodiny je proto důležitým degradačním faktorem, protože zmenšuje účinnou hloubku půdního profilu pro plodiny, kořeny rostlin nemohou prorazit utuženou vrstvu (např. cukrovka „mrcasatí“). Omezuje infiltraci srážkové vody a tím podmiňuje buď její zrychlený povrchový odtok s následnými jevy vodní eroze (na svazích), nebo v rovině podmiňuje její krátkodobou i dlouhodobou stagnaci na povrchu. Při zrychlení povrchového odtoku dochází na svazích k plošné i rýhové vodní erozi, při stagnaci vody na povrchu v rovinatých částech terénu dochází k anaerobním procesům v půdě a k zahnívání plodin. Výrazně snižuje retenční vodní kapacitu půdy (její vododržnost) tím, že snižuje pórovitost a že omezuje postup vody do nižších částí profilů. Zrychlený povrchový odtok podmiňuje smyv a odnos hnojiv. Narušením vzdušného režimu půdy dochází k deficitu kyslíku pro kořeny rostlin a omezení biologického života půdy. Klesá transformační a asanační schopnost půdy, snižuje se tak její sanitární účinnost. Zvyšuje se mobilita rizikových látek v důsledku okyselování, které je s utužováním půdy spojeno. Ukazatelem okamžitého fyzikálního stavu půdy je struktura půdy. Právě ta je utužením postihována bezprostředně a od jejího zhoršování se odvíjí zhoršení dalších půdních vlastností. Naopak – ve vzájemné spojitosti – zhoršování jiných půdních vlastností (i chemických) vyvolává rozpad struktury (Vopravil, 2010).

Struktura zemědělských půd je ovlivňována matečným substrátem půdy, klimatem, půdní reakcí a především ovšem také agrotechnikou a využitím půd. Vliv na rozpad půdní struktury s následným utužením má zejména acidifikace půdy (úbytek Ca, Mg, pokles půdní reakce) - je způsobená i vysokým hnojením a draselnými hnojivy, úbytek půdní organické hmoty (na úbytek humusu se kromě nedodávání organické hmoty do půdy zcela zásadním způsobem podílí eroze), (Novák, Vopravil, 2009).

Omezení intenzity zpracování půdy a vyloučení obracení skrývy při orbě je přisuzováno zlepšení strukturního stavu půdy, ovšem za předpokladu, že půda nebude vystavována nadměrným tlakům pojezdových ústrojí zejména při vyšší půdní vlhkosti (Hůla, 2000). Utužování půdy těžkými mechanizmy (zvláště za nevhodných vlhkostních podmínek), nevhodná kultivace, vysoká závlaha půdy (způsobující zvýšené proplavování jílu (částic pod 0,002 mm) z ornice do spodních vrstev půdy), pěstování monokultur s nízkým nebo žádným zastoupením pícnin v osevním postupu (Novák, Vopravil, 2009). Ke zhutňování přispívá i neúměrné zvětšení půdních bloků se zvětšenými nároky na přejezdy a dopravu na poli (Lhotský, 1994).

Přesné hodnoty fyzikálních charakteristik, určujících hranice ohroženosti půd utužením, nebo hodnoty, při kterých je profil již utužen, se udávají na základě vyhodnocení zrnitosti, objemové hmotnosti a pórovitosti – viz tabulka č. 2.

**Tab. č. 2.: Zranitelnost podorničí a spodiny vyhodnocením zrnitosti, objemové hmotnosti a pórovitosti**

Potencionální zranitelnost	Fyzikál. vlastnost	Zrnitost					
		j	Jh	h	ph	hp	p
Vysoká	obj.hmotnost (g/cm <sup>3</sup> )	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
	pórovitost %	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Střední	obj.hmotnost (g/cm <sup>3</sup> )	1,24 - 1,35	1,29 - 1,40	1,33 - 1,45	1,43 - 1,55	1,47 - 1,60	1,56 - 1,70
	pórovitost %	48 - 52	47 - 51	45 - 49	42 - 45	40 - 43	36 - 41
Nízká	obj.hmotnost (g/cm <sup>3</sup> )	< 1,24	< 1,29	< 1,33	< 1,43	< 1,47	< 1,56
	pórovitost %	> 52	> 51	> 49	> 45	> 43	> 41



Označení zrnitosti:

j – jílovitá, > 60 % částic pod 0,01 mm

jh – jílovitohlinitá, 45 – 60 % částic < 0,01 mm

h – hlinitá, 30 – 45 % částic pod 0,01 mm

ph – písčitohlinitá, 20 – 30 % částic pod 0,01 mm

hp – hlinitopísčitá, 10 – 20 % < 0,01 mm

p – písčitá, pod 10% částic menších než 0,01 mm

Kromě těchto uvedených hodnot fyzikálních vlastností je možno utužení půdy stanovit také řadou různých výpočtů. Utužení půdy i podorničí a spodin není nevratné. Do značné míry se tento degradační jev ruší přirozeným přírodním procesem, totiž hlubokým promrznutím půdy až do hloubek 0,6 – 0,8 m, kdy led svým vyšším objemem než voda utužení uvolní. Trvanlivost takového uvolnění je ovšem krátkodobá, nejvýše 2 – 3 roky. Příčiny utužení tím ovšem nemizí, ruší se jen následky (Novák, Vopravil, 2009).

Navíc podobné promrznutí půdy je u nás jevem řídkým. Vyjádření stupně ohroženosti různých půd utužením byla již předmětem řešení některých výzkumných projektů. Pro praxi nejlepším plošným vyjádřením zranitelnosti půd utužením je možno provést s využitím českého bonitačního systému půd. Vzhledem k tomu, že každá pozemková parcela zemědělské půdy v ČR má přiřazené číslo pětimístného kódu BPEJ a druhé a třetí číslo tohoto kódu je tzv. hlavní půdní jednotka, je možno tyto HPJ kategorizovat do pěti skupin podle stupně ohroženosti půdy utužením – viz tabulka č. 3.

**Tab. č. 3.: Zranitelnost půd utužením**

<b>Zranitelnost utužením</b>	<b>Hlavní půdní jednotka ( HPJ) bonitační soustavy</b>
nízká	04, 17, 21, 29, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 55, 77, 78
nižší střední	01, 05, 08, 09, 13, 16, 22, 27, 28, 30, 35
střední	02, 15, 18, 26, 48, 50, 51, 56, 60, 65, 72, 75, 76
vyšší střední	03, 06, 11, 12, 19, 24, 25, 33, 42, 43, 44, 45, 46, 52, 53, 58, 62, 64, 67, 73, 74
vysoká	07, 10, 20, 23, 47, 49, 54, 57, 59, 61, 63, 66, 68, 70, 71

Při zjišťování výskytu a intenzity utužení půd je možno využít několika postupů:

- Nejjednodušší, avšak průkazné, je empirické porovnání vnějších projevů: výskyt míst se stagnující vodou po deštích nebo po jarním tání, špatné vzcházení porostu, žloutnutí a deficitní vzhled porostů, škraloupy a trhliny v půdě. Tyto jevy lze pozorovat zejména u kukuřice, ozimého ječmene a vojtěšky.
- Spolehlivou, ale pracnou a drahou metodou je odběr neporušených půdních vzorků do Kopeckého válečků z hloubek 30 – 35 cm (utužení podorničí) a 40 – 45 cm (utužení spodin). Po laboratorním stanovení hodnot zrnitosti, objemové hmotnosti a pórovitosti se určí kritické meze a stav půdy.
- Penetrometrické stanovení, tj. měření odporu půdy proti vnikání kužele jehly penetrometrické sondy. Stanovení nelze užít v kamenitých půdách, je závislé na vlhkosti půdy a výsledky nejsou jednoznačné.

Opatření proti utužení podorničí a spodin půd se dělí na preventivní a vlastní agromeliorační zásahy. K prevenci se počítají zásady správné agrotechniky: Minimalizace zpracování, omezení pojezdů zvláště ve vlhkém stavu, volba lehčích strojů, užívání kolejových rádků, dvojitá montáž kol a užívání širokých a nízkotlakých pneumatik, vápnění, organické hnojení, orba na různou hloubku

a především také střídání plodin s vyšším podílem hlubokokořenících rostlin (Novák, Vopravil, 2009).

V nezpracovávané půdě se činností žížal a mikroorganismů vytváří průchodný systém pórů, které zajistí dostatečné vedení vody a vzduchu. Mohou zde ovšem nastat problémy v případě mechanické regulace plevelů. Vnitřní tlak v pneumatice do značné míry odpovídá tlaku na povrch půdy až do hloubky asi 10 cm. Z toho je zřejmé, že tlak v pneumatice by měl být udržován na nízké úrovni (Widová, 2013).

Agromeliorační zásahy jsou založeny na kypření utužených vrstev. Je možno provádět orbu s podrýváky (do hloubky kolem 40 cm, opakovat 2 – 4 roky), podrývání (pro půdy se zhutnělou ornici i podorničím při minimalizovaném zpracování půdy), dlátování (tj. nakypření utužené půdy do 45 cm s účinností 2 - 3 roky) a hloubkové meliorační kypření (do 50 cm, energeticky náročné a drahé). V současné době se agromeliorační zásahy téměř neužívají. Utužení podorničních a spodinových horizontů půd je tedy vážným a málo diskutovaným problémem. Stav se dosti výrazně zhoršuje v souvislosti s těžší mechanizací, všeobecným zanedbáváním péče o půdu a snahou o dosažení rychlých zisků. Je to však – podobně jako se všeobecným zanedbáváním eroze – velmi krátkozraké hospodaření. Je dokázán znatelný pokles produkční schopnosti utužených půd a jsou dokázány zvýšené náklady na jejich obdělávání. Bezorebné technologie řeší jen omezenou část problémů a nejdou použít vždy a všude (Novák, Vopravil, 2009).

#### **2.4.2. Dehumifikace – úbytek organické hmoty v půdě**

Dalším z degradačních faktorů působících na půdy České republiky je úbytek organické hmoty z půdy, konkrétně její humifikované nejcennější části – humusu. Organická hmota v půdě plní řadu nezastupitelných funkcí a ovlivňuje mnoho procesů, které v ní probíhají. Obsah humusu a jeho kvalita má mimo jiné přímý vliv na zemědělskou produkci, na diverzitu půdních organismů, humus tvoří součást kationové sorpční kapacity, ovlivňuje koloběh živin a vody v půdě, stabilitu půdy a její struktury a v neposlední řadě také zlepšuje její fyzikální vlastnosti a odolnost vůči vnějším degradačním procesům. Každý půdní typ se liší obsahem a kvalitou humusu v závislosti na vnitřních a vnějších faktorech, které působily při jejím vzniku (Kheř, Vopravil, 2010).

Z organické hmoty, jež se dostává do půdy, je během jejího rozkladu v půdě akumulováno jen 10 – 30 % uhlíku ve formě humusu. Zbytek uhlíku je mineralizován a uvolňován ve formě CO<sub>2</sub> do ovzduší. Intenzivním zemědělským obhospodařováním obsah humusu výrazně klesá oproti „panenským“ půdám, protože zvýšené nakypření a provzdušnění půdy během kultivace tlumí humifikaci organických zbytků a zvyšují mineralizaci. Mezi další faktory negativně ovlivňující obsah humusu v půdách patří změna hypotermického režimu půd (odvodnění, ale i závlaha), změna půdního klimatu a využití půdy. Největším nebezpečím je nedostatečné doplňování kvalitní organické hmoty do půdy, což je způsobeno především poklesem chovu hospodářských zvířat po roce 1989 a také poklesem ploch jetelovin. Druhým výrazným nebezpečím pro půdy z pohledu dehumifikace je proces vodní a větrné eroze, kdy je jemná organická část z půdy odnášena spolu s půdními částicemi (smyv půdy). Zvýšení obsahu humusu bylo naopak zaznamenáno na půdách zatravněných, a to díky bohaté dotaci organických látek z kořenového systému trav (Khel, Vopravil, 2010).

Do intenzivně obdělávaných půd je nutné pravidelně dodávat kvalitní organické látky. V mnohých oblastech je problémem nedostatek kvalitních statkových hnojiv, neboť v České republice stále klesá stav skotu.

**Tab. č. 4.: Stav skotu v České republice dle ČSÚ:**

Rok	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Stav hospodářských zvířat - skot (tis. kusů)	3481	3506	2030	1574	1397	1349

(zdroj: ČSÚ)

Alternativami je využití kompostů, zaorání meziplodin pěstovaných na zelené hnojení (protierozní ochrana půdy), zaorání slámy (většinou nutné přihnojení dusíkem pro její lepší rozklad), nebo zařazování hlubokokořenících plodin do osevního postupu. Dalším důležitým opatřením směřujícím proti dehumifikaci je důsledná protierozní ochrana pozemků. Měla by být dodržována zásada minimální doby, kdy bude půda ponechána bez vegetačního krytu. Podobně by mělo dojít k zatravnění pozemků s nevhodnými podmínkami pro intenzivní hospodaření (svahy, mělké a skeletovité půdy), stejně jako by měla být udržována příznivá půdní reakce

obhospodařovaných pozemků, neboť jeden degradační faktor může vyvolat další (Khel, Vopravil, 2010).

Jako meziplodiny na zelené hnojení se nejčastěji používá hořčice, je možné využít též jetel zvrhlý nebo směs jetele zvrhlého s jílkem, případně i řepici.

## **2.5. Ochranný účinek pěstovaných plodin**

Vliv porostů na průběh erozních procesů se projevuje jednak přímo, kdy se vegetační kryt staví jako překážka do cesty padajícím dešťovým kapkám a po půdním povrchu stékající vodě, a jednak nepřímo, působením vegetace na vlastnosti půdy, především na její pórovitost (Pasák, 1984).

Správná struktura půdy, tj. stav agregace neboli shlukování zemitéch částic je základní podmínkou odolnosti půdy před poškozováním. Nevýhodná je struktura zrnitá, ať již je slitá nebo prašná, neboť špatně infiltruje dešťovou vodu, nezajišťuje rostlinám vláhu a snadno podléhá vodní nebo větrné erozi. Tyto nepříznivé vlastnosti nemá půda se strukturou drobtovitou, která se vyznačuje malými hrudkami neboli drobty průměru 2-10 mm, složenými z navzájem stmelovaných zemitéch částic pískových, prachových a jílových. Strukturální půda se značným objemem nekapilárních průlin mezi drobty nejenže dychtivě přijímá za deště vodu, ale také ji po dešti kapilárně upoutává a zachovává v jednotlivých drobtech a tím zabezpečuje odolnost půdní hmoty (Jůva, 1977).

### **2.5.1. Ochranný vliv vegetace**

Ochranný vliv vegetace je tím větší, čím je vegetační kryt hustší a čím déle během roku existuje. Proto dokonalou protierozní ochranu znamenají porosty trav a jetelovin, zatímco kultury širokořádké (kukuřice, okopaniny, ovocné výsadby a vinice) chrání půdu zcela nedostatečně (Pasák, 1984).

Největší vliv na půdu vykazují rostliny s dobře vyvinutými kořenovými systémy a nadzemními orgány, hlavně listy, které zakrývají půdu od jara do sklizně, popř. do zimy. Hloubka zakořenění je kromě množství kořenů velmi důležitým kritériem pro stanovení zlepšujících vlastností jednotlivých plodin na půdu. Orientační údaje o hloubce zakořenění některých plodin uvádí tabulka č. 6 a č. 7. Zakořenění rostlin kromě druhu plodiny závisí ještě na mnoha dalších faktorech, jako je např. utužení

půdy, obsah vody v půdě, hladina podzemní vody aj. Během vegetace teoreticky všechny polní plodiny kladně působí na strukturu půdy (Šimon, 1989).

Listová plocha kromě prvořadé asimilační funkce sehrává významnou úlohu při zastínění půdy, tím ji ochraňuje před výparem a mechanickým rozrušováním deštěm (viz tab. č. 5).

**Tab. č. 5.: Index listové plochy u některých plodin**

Plodina	Index listové plochy (LAI), (v m <sup>2</sup> )
Obilniny	6,0 – 8,0
Bob	3,5 – 4,5
Hrách	7,0 – 8,0
Kukuřice	2,5 – 5,0
Cukrovka	4,0 – 6,0
Krmná řepa	4,0 – 10,0
Brambory	2,5 – 3,5
Vojtěška	6,0 – 10,0
Jetel	5,5 – 8,0
Travní porosty	3,5 – 6,0

(Šimon, 1989)

### 2.5.2. Produkční a mimoprodukční význam pícních porostů

Na Zemi je v současné době využíváno více než 2,9 mld. ha přírodních luk a pastvin a to převážně extenzivně. Největší výměru trvalých travních porostů má americký kontinent, Asie a Afrika. V rozvojových zemích dosahuje podíl pastvin kolem 60 - 70 % ze zemědělské půdy (Mrkvička, 1998).

Význam víceletých pícnin jako zdroje kvalitního krmiva i jako zúrodňující složky osevních postupů se zvyšuje. Především hlavní složka víceletých pícnin – jeteloviny mají dominantní postavení v produkci levné a přitom vysoce hodnotné píce pro

výživu skotu. Velmi cennou vlastností jetelovin je vysoká výnosová stabilita i při méně příznivých povětrnostních podmínkách. Víceleté pícniny mají nezastupitelný význam nejen pro zvyšování úrodnosti (obohacení živinami, struktura půdy, meliorační působení) a produktivnosti osevních postupů (zvyšují a stabilizují výnos následných plodin), ale i z hlediska celkové bilance dusíku v zemědělské výrobě (Šantrůček, 2001).

Přestože se travní porosty v současné době vyznačují nižší produkční funkcí, sehrávají v zemědělské soustavě pozitivní úlohu. Prostřednictvím polygastrických zvířat je organická hmota ze zkrmené píce transformována, z části se v procesu trávení rozkládá. Zbývající 35 – 40 % přijaté organické hmoty je vylučováno výkaly. Organická hmota ve formě statkových hnojiv se uplatňuje především na orné půdě a je významným faktorem její úrodnosti. Pícní porosty mají vedle zemědělského významu i velmi důležité a nenahraditelné mimoprodukční funkce (Mrkvička, 1998).

### **2.5.3. Větší uplatnění luskovin ve struktuře plodin**

Za současné výrobně-ekonomické situace se v hospodaření na půdě prosazuje tendence zjednodušování struktury pěstovaných plodin. To se hlavně týká zemědělských podniků hospodařících bez chovu skotu a dokonce i bez jakékoliv živočišné produkce, kde se výrazně mění skladba plodin. Tento trend si obecně vyžaduje zvyšování vstupů při pěstování plodin, zejména používání minerálních hnojiv a pesticidů. To také vede k uplatňování jednostranných osevních postupů, které zvyšují nepříznivé působení tohoto stavu, tj. rentabilitu, kvalitu a zdravotní stav pěstovaných plodin. Jednou z možností jak eliminovat tyto nepříznivé důsledky v soustavě hospodaření na půdě je pěstování luskovin. Co nejširší uplatnění luskovin představuje výrazně příznivý vliv na následně pěstované plodiny, úrodnost půdy a vykazuje následné příznivé efekty (Vach, Šimon, 2009).

Zlepšují půdní úrodnost tím, že bohatým kořenovým systémem a posklizňovými zbytky nadzemních částí poskytují přísun organické hmoty do půdy. Kořeny luskovin pronikají do hloubky 0,3 až do 1,7 m (viz tab. č. 6, 7) a tím příznivě ovlivňují fyzikální vlastnosti půdy. Jsou schopny si osvojit živiny (P, K, Ca) jak z hlubších vrstev půdy, tak i z méně přístupných forem, čímž rozšiřují koloběh živin v agroekosystému. Mají schopnost poutat vzdušný dusík hlízkovými bakteriemi na kořenech rostlin. Tímto způsobem prakticky kryjí nejen svou spotřebu dusíku, ale

obohacují jím i půdu. Při dobré aktivitě rhizobií a optimální hustotě porostu činí asimilace dusíku na 1 ha u hrachu 80 – 120 kg, sóji 90 – 140 kg, lupiny 120 – 150 kg, vikve 120 – 150 kg (Vach, Šimon, 2009).

**Tab.č. 6.: Hloubka zakořenění a produkce kořenové hmoty v půdním profilu do 0,25 m u některých plodin**

Plodina	Hloubka zakořenění (m)	Produkce kořenové a strništní hmoty (t/ha)
Hrách setý	0,8 – 1,0	0,8 – 1,6
Pelushka rolní	0,3 – 0,8	1,2 – 2,2
Vikev setá	0,3 – 0,9	1,0 – 2,0
Sója luštinatá	1,0 – 1,7	1,2 – 2,0
Lupina bílá	1,5 – 1,7	1,2 – 2,2
Hořčice bílá	0,6 – 1,2	1,0 – 1,5
Svazenka vratičolistá	0,7 – 1,3	1,0 – 1,6
Pšenice ozimá	0,2 – 0,4	0,7 – 1,0
Ječmen jarní	0,2 – 0,3	0,7 – 0,9

(Vach, Šimon, 2009)

**Tab.č. 7.: Hloubka zakořenění některých plodin**

Plodina	Hloubka zakořenění (m)
Řepka ozimá	1,1 – 3,2
Kukuřice	1,2 – 1,8
Cukrovka	2,0 – 2,5
Oves	0,5 – 0,6

(Šimon, 1989)



Mají fyto-sanitární účinek v rámci osevního postupu tím, že sehrávají roli přerušovačů obilných sledů a také snižují intenzitu napadení obilnin chorobami, neboť mají minimum chorob společných s těmito plodinami. Odstraňují únavu půdy (mají silně vyvinutou mykorhizu) a posilují antifytopatogenní potenciál půdy. Je to dáno tím, že organická hmota strniště a kořenů luskovin se snadněji rozkládá (příznivý poměr C : N) a meziprodukty jejího rozkladu zesilují biologickou činnost půdy tím, že mění poměry mikroorganismů v neprospěch škodlivých. Např. se podporuje rozvoj aktinomycet, které jsou antagonisté proti původcům chorob pat stébel. Při hodnocení vlivu luskovin jako předplodin platí zásada, že vysoké výnosy luskovin jsou zárukou i vysokého výnosu následné plodiny. Spočívá to v aktivním ovlivnění půdy porostem během vegetace a v účincích vyvolaných rostlinnými zbytky, jež po nich v půdě zůstávají. Předplodinová hodnota luskovin se většinou odvozuje z porovnání výnosu pěstovaných obilnin po sobě a po luskovinách. V našich podmínkách se uvádí zvýšení výnosu obilnin po luskovinách v rozpětí 0,6 – 1,0 t/ha. Luskoviny ve strniskových mezipločinách s dalšími plodinami při jejich dostatečném výnosu nadzemní biomasy poskytují ještě další pozitivní účinky. Při jejich použití na zelené hnojení obohacují půdu kvalitní organickou hmotou. Redukují vyplavování živin, zejména NO<sub>3</sub>, které váží ve své biomase a zabraňují jeho transportu do hlubších půdních horizontů. Omezují zaplevelení pozemků v meziorostním období. Vykazují protierozní působení při ponechání nadzemní biomasy jako mulč až do zasetí následné plodiny. Luskoviny mají také své záporné vlastnosti, které ovlivňují rozsah jejich pěstování. Především jde o značnou kolísavost výnosů semene i cenových relací za dosaženou produkci (Vach, Šimon, 2009).

Pěstební nároky luskovin nejsou úzce vyhraněné a nemají ani specifické požadavky na předplodiny s tou výjimkou, že některé se nedoporučuje pěstovat po sobě. Prakticky nejrozšířenější předplodinou jsou obilniny (Vach, Javůrek, 2009).

## **2.6. Obilniny**

Obilniny jako hospodářská skupina plodin mají zcela mimořádné postavení v celém vývoji zemědělství od samého počátku (8-10 tis. let př. n. l.), (Diviš, 2010).

Jednoděložné plodiny jako jsou obilniny a kukuřice poskytují základní potraviny pro lidskou populaci a hospodářská zvířata. V mírném pásmu jsou pěstovány na 50 %

orné půdy. Jejich rozšíření je podmíněno výbornou adaptační schopností k půdně-klimatickým podmínkám (Konvalina, 2007). Obilniny zpravidla nereagují snížením výnosu na zasetí do půdy, která nebyla po sklizni předplodiny hlouběji zorána, popřípadě hlouběji kypřena (Hůla, 1999).

Obilniny poskytují více než polovinu energetické potřeby lidské populace. Nevyužívají se pouze pro lidskou výživu, ale také pro krmení hospodářských zvířat a v průmyslu (např. škrobárenství). Zrno některých obilnin je zpracováváno na výrobu etanolu, nebo dokonce pro výrobu bioethanolu jako energetického zdroje. V České republice je v současné době pěstováno přibližně 10 000 ha obilnin na certifikovaných ekologických plochách (Konvalina, 2007).

### **2.6.1. Ječmen**

Pro ekologické zemědělství není ozimý ječmen (pěstovaný u nás většinou jako víceřadý pro krmné účely) vhodný z řady důvodů. Jeho časný výsev je příčinou většího zaplevelení. Zvláště brzo na jaře je velmi náročný na pohotově dostupné živiny, které je obtížné v ekologickém systému zajistit. Je napadán řadou chorob, vyžadujících zásah pesticidy. Také jarní ječmen (pěstovaný u nás obvykle jako dvouřadý pro sladovnické a potravinářské účely) je poměrně málo vhodný pro ekologický systém hospodaření. Potřeba rychlé dodávky lehce rozpustných živin v krátké době je ještě větší než u ozimého ječmene. Má také slabě vyvinutý kořenový systém a množství posklizňových zbytků je nízké (Konvalina, 2007).

### **2.6.2. Pšenice**

Hlavní plodinou teplejších a sušších oblastí je pšenice. Nejvhodnějšími půdami pro její pěstování jsou černozemě na spraši, hlinité, vododržné strukturní půdy s neutrální reakcí. Pšenice má velmi slabě rozvinutý kořenový systém a pomalý jarní vývoj. Díky tomu špatně konkuruje plevelům, je náročnější na výživu a další agrotechnická opatření (Konvalina, 2007).

## **2.7. Kukuřice**

Je typickou plodinou konvenčního zemědělství, v některých zemích jako je USA je také významnou plodinou ekologických osevních postupů. V našich podmínkách není z mnoha příčin pro systém hospodaření se sníženými vstupy vhodná. Kukuřice se v Evropě pěstuje na zrno až k 52° zeměpisné šířky a na siláž až k 60°. Česká

republika je na okraji zóny vhodnosti k pěstování. Má poměrně velké nároky na teplo a vyžaduje souhrn vegetačních teplot cca 1700°C až 3200°C a klíčí při teplotě 8 - 10°C. Je také náročná na vodu. V suchých podmínkách vyžaduje půdy hluboké, humózní a hlinité. V chladnějších oblastech i vlhčích oblastech snáší půdy lehké. Optimální pH je 6,5 – 7,0 (Konvalina, 2007).

## **2.8. Olejníny**

Světová produkce olejnin meziročně stoupla o téměř pět procent a dosáhla rekordní úrovně zhruba 495 miliónů tun. U řepky bylo zaznamenáno navýšení ještě vyšší, konkrétně o 5,6 %, což představuje 3,5 miliónu tun. Řepky se celosvětově podle odhadů sklídilo rekordních 67,5 miliónů tun. Sklizeň řepky v zemích EU dosáhla v roce 2013 zhruba 21 miliónů tun. V České republice se v uplynulé pěstitelské sezóně sklídilo 1 445 tisíc tun řepkového semene, což představuje historický rekord. Rekordní byla i výměra 418 808 hektarů. Průměrný výnos v ČR dosáhl 3,45 t/ha, což je druhý nejlepší výsledek v historii pěstování řepky na našem území (Honsová, 2014).

Olejníny jsou jednoleté plodiny z čeledi brukvovitých. Získává se z nich kvalitní potravinářský olej a jsou vhodné jako surovina pro využití v oleochemickém průmyslu (Konvalina, 2007).

### **2.8.1. Ozimá řepka**

Pro ozimou řepku je zvlášť důležité vytvořit kvalitní seťové lůžko. Náročnost zpracování půdy pro tuto plodinu je zvýšena agrotechnickým termínem pro její zasetí – podle výrobní oblasti od 10. srpna do konce srpna. Často mohou nastat problémy s krátkým mezíporostním obdobím mezi sklizní předplodiny a setím řepky. To je jeden z důvodů zvýšeného zájmu pěstitelů o technologie s omezeným zpracováním půdy pro ozimou řepku. Minimalizaci zpracování půdy k ozimé řepce však nelze úspěšně uplatnit na pozemcích zaplevelených vytrvalými plevelely (HŮLA, 1999).

## **2.9. Opatření před vodní erozí**

Zemědělskou půdu na svazích je třeba chránit před vodní erozí vhodnými protierozními opatřeními. O použití jednotlivých způsobů ochrany rozhoduje jejich účinnost, požadované snížení smyvu půdy a nutná ochrana objektů (vodních zdrojů,

toků a nádrží, intravilánů měst a obcí atd.) při respektování zájmů vlastníků a uživatelů půdy, ochrany přírody, životního prostředí a tvorby krajiny. Ve většině případů jde o komplex organizačních, agrotechnických a technických opatření, vzájemně se doplňujících a respektujících současné základní požadavky a možnosti zemědělské výroby (Janeček, 2008).

### **2.9.1. Organizační protierozní opatření**

Základem je situování pozemků delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku a vymezení parcel vhodných ke změně druhů pozemků. Organizační opatření jsou na orné půdě navrhována v součinnosti s ostatními protierozními opatřeními a předpokládají dobrou spolupráci a zainteresovanost hospodařících subjektů. Mezi obecné organizační protierozní zásady patří – včasný termín výsevu plodin, výsev víceletých pícnin do krycí plodiny, posun podmínky do období s nižším výskytem přívalových dešťů, zařazování bezorebně setých mezplodin, rozmístění plodin podle ohroženosti pozemku. Důležitou roli v protierozní ochraně půdy sehrává vegetační pokryv, který chrání půdu před přímým dopadem kapek, podporuje vsak dešťové vody do půdy, kořenovým systémem zvyšuje soudržnost půdy (Janeček, 2008).

Vhodná velikost pozemku je závislá na několika faktorech a v konkrétních případech je kompromisním výsledkem dvou navzájem protichůdně působících faktorů – tzv. faktorů přírodních, působících k vytváření menších půdních celků a ekonomického faktoru, který naopak upřednostňuje tvorbu pozemků dostatečně velkých. Z hlediska protierozní ochrany je žádoucí, aby rozměr pozemku orné půdy ve směru sklonu nepřevyšoval přípustnou délku stanovenou na základě vypočtené přípustné ztráty půdy erozí. Obecně je možné doporučit vytváření půdních bloků o velikosti do 50 ha v rovinných územích a 20 ha ve členitějších územích s převažujícími délkami ve směru vrstevnic (Janeček, 2008).

Delimitace druhu pozemků představuje členění v rámci organizace zemědělského půdního fondu na ornou půdu, zahrady, louky, pastviny, vinice, sady a chmelnice. Ochranné zatravnění se používá na pozemcích, které z hlediska ztrát půdy erozí nelze využívat jako ornou půdu. Optimálně zapojený travní porost je nejlepší protierozní ochranou. Pro kvalitní vegetační kryt jsou preferovány trávy výběžkaté tvořící pevný drn (Janeček, 2008).

Na velkých pozemcích je účelné zařazení zatravněných vsakovacích pásů a průlehů.

### **Trvalé travní porosty**

Travní porosty jsou u nás po obilninách druhou nejrozšířenější kulturou zemědělské půdy. Zaujímají téměř 25 % výměry zemědělské půdy. Plocha trvalých travních porostů roste od roku 1989 o 12 % (Fiala, Kohoutek, 1999).

V rámci republiky dochází k lehkému poklesu zornění a nárůstu zastoupení trvalých travních porostů hlavně díky dotačním podporám (Vráblíková, Seják, 2007).

Trvalý travní porost - tedy louky a pastviny - představují v ČR i ve středoevropských podmínkách významný stabilizační a konzervativní prvek v krajině i v celé soustavě hospodaření na půdě. Vznik a vývoj travních porostů je podmíněn jejich pravidelným obhospodařováním, bez něhož by se naprostá většina travních porostů postupnou sukcesí proměnila v lesní společenstva (Honsová, 2006). Botanické složení travních porostů není v průběhu let stabilní a mění se v závislosti na prostředí. Přitom botanická skladba luk a pastvin zásadně ovlivňuje jak produkční, tak i mimoprodukční funkce travních porostů (Čermák, 1999). Travní porosty je možno udržovat třemi základními způsoby pastvou, sečením a mulčováním (Mládek, 2006).

Travní porosty mají v krajině velký význam z hlediska omezení vodní a větrné eroze půdy a také z hlediska ochrany kvality povrchových a podzemních vod. Jejich další hydrologický význam spočívá v omezení povrchového odtoku a zvýšené dotaci podzemních vod, zejména na svazích. Zvyšují infiltrační schopnosti půdy, snižují rychlost a unášecí schopnosti povrchově stékající vody. Travní porosty se vyznačují velmi hustým prokořeněním povrchové vrstvy půdy (95 % kořenů se nachází v hloubce půdy do 20 cm), například na 1 m<sup>2</sup> pastviny byla zjištěna celková délka kořenů 170 km a plocha kořenů dosahovala více než 200 m<sup>2</sup>. Na pastvinách dochází k mělkému zakořenění a menší produkci kořenů než na loukách. Při každoročním odumírání části kořenů zůstává v půdě velké množství organické hmoty, která přispívá ke zvýšení obsahu humusu. V současné době přibyla travním porostům další, spíše strategická funkce, a to funkce „konzervační“ při ochraně a zachování úrodnosti orné půdy. Zde se uplatňuje zejména schopnost travních porostů udržovat dobré chemické a fyzikální vlastnosti půdy, zejména její strukturu

a obsah humusových látek. Při dobrém ošetřování také zabraňují rozšiřování plevelných rostlin (Fiala, 2007).

Zejména intenzivní pastva však může mít i negativní vliv na fyzikální vlastnosti půdy – při přejíždění mechanizace či intenzivním sešlapávání drnu paznehty a kopyty hospodářských zvířat dochází zejména ve svrchní části půdního profilu ke snížení pórovitosti půdy (viz tab. č. 8) a tím i poklesu retenční schopnosti (Mládek, 2006).

**Tab. č. 8.: Porovnání fyzikálních vlastností půdy po čtyřech letech různé intenzity přejezdů mechanizace (rozbory neporušených půdních vzorků z hloubky 5 – 10 cm).**

<b>Varianta</b>	<b>Objem. hmotnost (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>pórovitost</b>	<b>Obsah vzduchu v pórech (obj. %)</b>
<b>Neobhospodařovaný porost</b>	1,27	54,7	36,3
<b>Porost 1x ročně mulčovaný</b>	1,24	54,4	38,1
<b>Porost 2x ročně sklizený</b>	1,39	49,0	31,0

(Mládek, 2006)

Vliv způsobu hospodaření na obsah živin v půdě přijatelných pro rostliny. Při sečném využití porostu, pokud nejsou porosty hnojeny, dochází k postupnému ochuzování půdy o živiny (zejména N, P, K, Ca, Mg). S poklesem zásoby živin v půdě se snižuje výnos píče, ale i koncentrace živin v rostlinné biomase. V pasených porostech se většina živin vrací zpět na povrch půdy v moči a tuhých výkalech zvířat. Na pastvinách však také vznikají místa, kde při dlouhodobé koncentraci zvířat dochází k nadměrnému hromadění exkrementů a tedy i uvolňování živin do půdy. U neobhospodařovaných porostů nedochází k významnému ochuzování půdy o živiny, ale mineralizace odumřelé hmoty je pomalá, tedy i dostupnost živin přijatelných pro rostliny je nižší než při mulčování nebo při pastvě (Mládek, 2006).

**Tab. č. 9.: Porovnání chemických vlastností půdy po čtyřech letech různého obhospodařování.**

<b>Varianta</b>	<b>P (mg/kg)</b>	<b>K (mg/kg)</b>	<b>Mg (mg/kg)</b>	<b>Ca (mg/kg)</b>	<b>Humus (%)</b>
<b>Neobhospodařovaný porost</b>	31,3	151,0	276	2315	4,8
<b>Porost 1x ročně mulčovaný</b>	28,5	281,0	304	2808	4,9
<b>Porost 2x ročně sklizený</b>	17,2	55,0	243	2425	4,4

(Mládek, 2006)

Ladem ležící půda bývá hluboko prokořeněna vytrvalými druhy trav a bylin a má většinou dobrou infiltrační schopnost.

### **Pásové střídání plodin**

Pásovým střídáním plodin je možné omezit ztráty půdy erozí tak, že se střídají pásy plodin chránících půdu (travní porost, jetel, vojtěška, řepka ozimá atd.) s pásy plodin s nízkým protierozním účinkem (okopaniny, kukuřice). Šířka pásů je závislá na sklonu a délce svahu, propustnosti půdy, její náchylnosti k erozi a na šířce záběru strojů. Obecně se doporučuje šířka pásů od 20 do 40 m (podle sklonu pozemku). Počet pásů závisí na délce svahu, kterou je možné přerušit průlehy nebo příkopy (Janeček, 2008).

#### **2.9.2. Agrotechnická opatření**

Do skupiny protierozních opatření agrotechnického charakteru se řadí opatření navazující na opatření organizačního charakteru. Zahrnují půdoochranné technologie pěstování plodin, jako je vrstevnicové či konturové obdělávání, výsev do ochranné plodiny nebo strniště, hrázkování a mulčování. Tyto technologie zpravidla vyžadují speciální stroje (otočné pluhy, secí stroje pro výsev do nezpracované půdy, radličkové a rotační kypřiče, hrázkovače aj.) a použití přípravků na ochranu rostlin. Tyto tzv. ochranné technologie obdělávání, zahrnují celou řadu postupů ponechávajících velké části posklizňových zbytků plodin na povrchu půdy při uplatnění výsevu do ochranné plodiny, strniště nebo hrubé brázdy (Janeček, 2005).

Pokrytí dvaceti až třiceti procenty povrchu půdy rostlinnými zbytky v době setí snižuje vodní erozi o padesát až devadesát procent ve srovnání s holým povrchem půdy (Abrham, Hůla, Bauer, 1997).

Z posklizňových zbytků jde hlavně o rozdrčenou či rozřezanou slámu předplodin, při používání mulče z rostlinné biomasy se jedná hlavně o strniskové i ozimé meziplodiny. Ze strniskových meziplodin se nejvíce používá hořčice bílá, svazenka vratičolistá a ředkev olejná, případně i jejich směsi (Vach, Javůrek, 2007).

Vliv různého způsobu obdělávání půdy na intenzitu odtoku vody a odnosu půdy je patrný z tab. č. 10.

**Tab. č. 10.: Vliv různých způsobů zpracování půdy na odtok vody a odnos půdy na svahu 12° při dešti 31 mm.**

Způsob zpracování půdy	Odtok vody (mm)	Odnos půdy (t/ha)
Konvenční obdělávání	6	2,3
Radličkový kypřič	2,7	0,2
Bez zpracování	do 1,0	-

(Vach, Javůrek, 2007)

Pokryv půdy vegetací či posklizňovými zbytky snižuje povrchový odtok a zachycuje kinetickou energii dopadajících kapek deště a tím omezuje destrukci půdních agregátů a zaplňování nekapilárních pórů rozrušenými půdními částicemi, způsobující snížení vsaku vody do půdy. Nejvíce podléhá erozi půda bez vegetačního pokryvu. Porosty okopanin a kukuřice smyv půdy oproti úhoru snižují na polovinu, obiloviny na čtvrtinu až desetinu, jeteloviny na padesátinu a víceleté travní porosty až na dvousetinu (viz tab. č. 11).



**Tab. č. 11.: Snížení smyvu oproti úhoru (100 %)**

<b>Plodina</b>	<b>Snížení smyvu (%)</b>
Cukrovka	60
Kukuřice	
Brambory	
jarní obilovina	24
ozimá obilovina	18
vojtěška, jetel	2
Louka	0,5

(Janeček, 2005)

### **Pěstování kukuřice**

Kukuřice je nejvýznamnější jednoletá píce. Poskytuje vysokou produkci sušiny a energetických živin z jednotky plochy. Z 1 ha dává 6 – 8 tisíc škrobových jednotek. K úspěšnému rozšíření ploch kukuřice přispěla vedle chemizace a mechanizace i tvorba vysoce výkonného biologického materiálu. To umožnilo její rozšíření i do oblastí, kde se dříve nepěstovala. V současné době dává kukuřice vysoké výnosy živin i ve velmi odlišných agroekologických podmínkách. Cennou vlastností kukuřice je snadná silážovatelnost hmoty. Zvýšené požadavky skotu na silážní kukuřici byly a jsou kryty vesměs extenzivní cestou, tj. zvyšováním ploch, což je spjato s řadou negativních jevů (Vrzal, Novák, 1995).

Kukuřici jako vysoce výkonnou píci je nutno pěstovat na menších plochách, ale intenzivně. Vedle vysokých výnosů je třeba dosahovat i výborné kvality, jejímž hlavním ukazatelem je podíl palic na celkové hmotě a stupeň zralosti.

### **Protierozní technologie pěstování kukuřice**

Při tradičním pěstování širokořádkových plodin, které nejméně chrání půdu před erozí a mezi ně patří kukuřice, lze na erozně ohrožených pozemcích zajistit nejjednodušší protierozní ochranu zasetím obilných pásů po vrstevnicích. Jde o nouzové opatření, které chrání jen v případě slabšího erozního ohrožení. Pruhy ozimé obilniny se zasejí běžným obilným secím strojem rovnoběžně s vrstevnicemi.

Pro toto opatření je vhodný ozimý ječmen, protože po zasetí na jaře nemetá a tím nekonkuruje kukuřici, neboť ta velice špatně odolává v raném stádiu vývoje ostatním plodinám. Pruhy by měly být zasety s odstupem 20 až 40 m od sebe podle stupně ohrožení pozemku erozí. S rostoucím odstupem nad 20 metrů se snižuje účinnost tohoto opatření. Ztráta plochy kukuřice vysetím pruhů obiloviny a s tím související snížený výnos z pozemku představuje při odstupu pruhů 20 m nejvýše 5 %. Setí obilných pásů je pro zemědělskou praxi nenáročnou záležitostí, znamená sice určité vícenáklady, ale po technické stránce je to opatření jednoduché (Janeček, 2007).

Další protierozní technologií je současné setí kukuřice do půdy tradičně zpracované s ochranou podplodinou např. ozimým žitem v meziřadí. Ozimé žito vyseté zjara jen do každého druhého meziřadí kukuřice neprojde stádiem jarovizace a také nemetá. Tento postup vyžaduje úpravu secího stroje pro přesný výsev kukuřice, doplněním jednou nebo dvěma obilnými výsevními skříněmi a secími obilnými botkami pro výsev ozimého žita. Nevýhodou je nízká protierozní ochrana v době jednoho měsíce od zasetí (Janeček, 2005).

Technologie setí kukuřice do ponechaného strniště s rostlinnými zbytky po sklizni přezimující meziplodiny (např. ozimé směsky sklizené nazeleno) se vyznačuje dobrou protierozní účinností, ale vyžaduje likvidaci plevelů použitím herbicidů. Způsob práce stroje spočívá v rotačním zpracování půdy v pásech o šířce 150 až 200 mm s tím, že meziřádek s nastýlkou rostlinných zbytků zůstává nezpracován. Nezpracované pásy ponechaného strniště s rostlinnými zbytky v meziřadí chrání půdu před erozí.

Technologie pěstování kukuřice ve vymrznuté meziplodině se vyznačují vysokou protierozní účinností a chrání půdu před vodní erozí po převážnou část roku. Jsou vhodné při obvyklém kukuřičně-obilním osevním postupu. Pěstování meziplodiny je vhodné po včasné sklizni obilovin a po ozimém nebo jarním ječmeni. Pěstování meziplodiny hořčice bílé se daří i po pšenici při její nezpožděné sklizni. Postup se nehodí při pěstování kukuřice po kukuřici a v oblastech s extrémně opožděnou sklizní. Meziplodina musí splňovat předpoklad chránit půdu před smyvem zapojením porostu a dostatečně potlačit výdrol a vzešlé plevele (Janeček, 2005).

Narůst rostlinné nadzemní hmoty meziplodiny nejen chrání půdu před erozí, ale poutá i živiny a zabraňuje jejich vyplavování. Během zimy vymrzající meziplodina (hořčice bílá, svazenka vratičolistá) odumře a kukuřice se na jaře vysévá do půdy pokryté mulčem vzniklého z porostu vymrznuté meziplodiny. Výsev vymrzajících meziplodin do půdy tradičně zpracované umožňuje sice jejich dobrý nárůst, ale přináší s sebou riziko erozního ohrožení od zasetí meziplodiny do vzejití a zapojení porostu. Prokypřené strniště kypříčem s ponechanými rostlinnými zbytky částečně chrání půdu před erozí, ale při přísušku může zabránit vzejití meziplodiny. Vzešlý výdrol lze likvidovat dvojným kypřením. Jinou možností je výsev meziplodiny do ponechaného strniště po předplodině řepce či obilovině secím strojem pro přímý výsev drobnosemenných plodin. Kromě pěstování kukuřice na zrno nebo na siláž je další možností využití kukuřice zakládání podsevů jetelovin do kukuřice na siláž. Tento způsob zakládání jetelovin je pouze doplňkovým způsobem pěstování, a to na plochách erozně ohrožených nebo při využití k semenářským účelům. Takto založené porosty jetelovin, především vojtěšek, jsou značně prořídle a z hlediska počtu rostlin odpovídá semenářským porostům. Lepší úspěšnosti zakládání podsevů do kukuřice dosahujeme u jetele lučního. Při tomto způsobu zakládání je výkonnější ten porost, pro který jsou příznivější podmínky (kukuřice nebo podsev). Jako problémový faktor se u takto zakládaných porostů jeví vlastní sklizeň. Nejvhodnější sklízecí řezačka je SPC 220. Při sklizni kukuřice s podsevem klasickými sklízecími řezačkami se ucpávají žací lišty a tím se zhoršuje sklizeň (Janeček, 2005).

### **Vrstevnicové obdělávání**

Orbou po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic oboustrannými otočnými pluh, které překlápějí půdu proti svahu je možné významným způsobem přispět k ochraně půdy před erozí. Odhaduje se, že se jednou orbou otočným pluhem s ukládáním ornice proti svahu zadrží až 10 tun ornice na každém ha, která by se orbou záhonovými pluh sunula po svahu (Janeček, 2005).

### **Ochranné obdělávání půdy**

Ochranným obděláváním půdy je nazýván systém obdělávání a pěstování plodin, který udržuje nejméně 30 % rostlinných zbytků na povrchu půdy a vede ke snížení vodní nebo větrné eroze. Jde o redukované obdělávání zmenšováním počtu operací jejich slučováním při současné ochraně povrchu půdy rostlinnými zbytky. Místo orby se půda pouze kypří kypříči. Při bezorebném zpracování strništních ploch

se posklizňové zbytky zapravují do půdy jen částečně. Na povrchu se tvoří nastýlka – mulč. Stroje půdu nepřeklápí, ale drobí. Ponechání rostlinných zbytků mulče na povrchu půdy při uplatnění bezorebné technologie má své výhody i nevýhody. Výhody spočívají ve zvýšení vlhkosti, zlepšení infiltrace, snížení výparu, omezení vzniku krusty, omezení eroze a snížení počtu pojezdů a úspore energie. Nevýhody představuje snížení teploty, zvýšení možnosti zaplevelení a potřeby herbicidů, zvýšení množství škůdců a rozšíření chorob rostlin, potřeby výkonnějších traktorů a dražších bezorebných secích strojů, předplodiny a podplodiny odčerpávají živiny a vláhu (Janeček, 2005).

### **2.9.3. Opatření technického charakteru**

Pokud nelze dosáhnout dostatečné protierozní ochrany organizačními a agrotechnickými opatřeními, je nutné použít technická protierozní opatření, jako jsou terénní urovnávky, vrstevnicové meze, terasy, příkopy, průlehy, zatravněné údolnice, ochranné hrázky a protierozní nádrže. Tato opatření vytvářejí základní kostru protierozní ochrany v území, u níž, po její realizaci a zajištění následné péče a údržby, existuje jistota trvalé účinnosti na rozdíl od předcházejících organizačních a protierozních opatření.

Technické liniové prvky protierozní ochrany vytvářejí trvalou překážku přerušující zpravidla příliš velké délky svahů a omezující škodlivé působení povrchového odtoku. Jsou navrhovány i tak, aby svou lokalizací usměrňovaly směr obdělávání pozemků – (vrstevnicové meze) a způsob hospodaření zemědělských subjektů. Vedle základní funkce – protierozní – mají spolu s doprovodnou zelení význam i z hlediska krajinně estetického a ekologického (Janeček, 2007).

### **Terasy**

Terasováním se chrání extrémně svažité pozemky (nad 20 %), na hlubokých až velmi hlubokých půdách (Dostál, 2012).

Terasováním se zároveň vytvoří podmínky pro zemědělské využití velmi svažitých pozemků, především pro pěstování speciálních trvalých kultur (sadů a vinic). Terasy musí být navrhovány tak, aby vytvářely tvary, které optimálně vyhovují využití pozemků, zajišťují komunikační přístupnost a umožňují optimální regulaci vodohospodářských poměrů. Budují se jako terasy úzké, o šířce terasové plošiny umožňující výstavbu 1 nebo 2 řad ovocných stromů nebo vinné révy, nebo jak

široké, o šířce terasové plošiny umožňující výsadbu 3 a více řad, případně pěstování běžných zemědělských plodin. Umožňují i vybudování protierozních hydrotechnických objektů (příkopů, průleहů, kanálů) a komunikačních zařízení. Zvláštní modifikací terasování jsou tzv. terasové dílce u nichž délka není výrazně převládajícím rozměrem a pozemek vytvořený terasou je zpravidla od dalších oddělen terénním stupněm (Janeček, 2007).

Terasy se budují jako zemní, kde sklon terasového svahu je dán přirozenou soudržností zeminy a je zpevněn vegetačně (osetí travou a keřovitými dřevinami) a nebo jako terasy s opěrnými zdmi. Tyto se navrhují zvláště ve velkých sklonech (nad 30 %), ale vzhledem k značným nákladům zcela výjimečně. Hlavními parametry teras jsou:

- šířka terasové plošiny, její délka, podélný a příčný sklon,
- sklon svahu terasy, jeho délka a výška,
- způsob zpevnění terasového svahu,
- způsob odvodnění terasové plošiny,
- dopravní a agrotechnická přístupnost terasové plošiny (Obr. č. 7.)

Stabilitu terasového svahu se doporučuje posuzovat u svahu teras vyšších než 6 m pokud geologický průzkum neurčí jinak. Terasování se nedoporučuje ve svážných územích a na půdách jílovitých. K terasám je nutné poznamenat, že tento způsob se dnes u nás prakticky nenavrhuje a neprovádí z důvodů technické a ekonomické náročnosti. Jsou zde však problémy spojené s vlastnictvím pozemků ve zterasovaném území a se špatným technickým stavem teras – zborcené svahy, zaplevelení apod (Janeček, 2007).

## **Příkopy**

Příkopy se budují jako otevřené, nezpevněné nebo zpevněné, s příčným profilem ve tvaru lichoběžníku (Janeček, 2007).

Z funkčního hlediska se navrhují jako:

- záchytné - k ochraně pozemků před přítokem vnějších vod, zejména z lesů,
- sběrné - pro zachycení vnitřních vod, zpravidla k omezení příliš velké délky, povrchového odtoku na pozemku,

- svodné - pro zajištění neškodného odtoku do recipientů (Janeček, 2005).

Sběrné a svodné příkopy se budují v návaznosti na přirozenou a umělou hydrologickou síť (Obr. č. 8.). Odvodňovací kanály by měly být řešeny tak, aby současně vyhovovaly zásadám protierozní ochrany. Sběrné příkopy se zpravidla navrhuje k přerušení příliš velké délky povrchového odtoku po spádnicí. Svodné příkopy zpravidla v údolních polohách k odvádění vody ze sběrných příkopů.

Záchytné příkopy (Obr. č. 9.) se budují nad chráněným územím v místech, kde je nebezpečí přítoku cizích vod z výše ležících ploch (nezemědělských, především lesních). Při navrhování profilu a sklonu příkopů je zejména nutno dbát na schopnost odvedení návrhového kulminačního průtoku s dobou opakování alespoň jedenkrát za 10 let včetně zajištění transportu splavenin. Při navrhování příčného profilu příkopů se vychází ze základních hydraulických vztahů pro dimenzování otevřených koryt (Janeček, 2007).

## **Průlehy**

Průlehy jsou mělké široké příkopy s mírným sklonem zatravněných svahů, jsou založeny s nulovým nebo malým podélným sklonem. Stékající voda se v nich zachycuje a vsakuje do půdy (průlehy vsakovací, sběrné) nebo se sklonem umožňujícím neškodný odtok zachycené vody z pozemku (průlehy odváděcí). Záchytný prostor je možno zvětšit nízkou hrázkou pod průlehem. Průlehy rozdělují dlouhý svah na řadu kratších (Jarošek, 2010).

Podle sklonu pozemku se doporučuje volit vzdálenost sběrných průleहů od 20 do 35 m. Sběrné průlehy (Obr. č. 10.) jsou použitelné na svazích s hlubšími půdami do sklonu nejvýše 15 %, výjimečně 18 % (Janeček, 2007).

Je-li nutno na pozemku navrhnout více průleहů, je vhodné je vést z mechanizačních důvodů rovnoběžně s vrstevnicemi. Mohou být obdělávatelné nebo zatravněné. Průlehy jsou zpravidla zaúst'ovány do zatravněných údolnic nebo zpevněných příkopů. Průleह má co nejméně překážet mechanizovanému obdělávání pozemku a co nejméně zabírat produkční plochu (Jarošek, 2010).

## **Zatravněné údolnice**

V důsledku morfologické rozmanitosti zemědělské krajiny dochází během přívalových dešťů a jarního tání k přirozenému soustřed'ování po povrchu odtékající

vody v úžlabinách a údolnicích. V těchto drahách soustředěného odtoku, pokud nejsou chráněny trvalým travním porostem, způsobuje proudící voda zpravidla hluboké erozní rýhy. Je proto nezbytné chránit tyto potenciální rýhy soustředěného povrchového odtoku co nejdokonaleji vegetačním pokryvem, nejlépe zatravněním (Janeček, 2007).

Zatravněná údolnice musí být dobře odvodněna drenáží, aby nebyla poškozována při příčném přejíždění mechanizačních prostředků nebo při přecházení dobytka. Orba okolních pozemků by měla být vždy vedena kolmo na okraje údolnice, aby se zabránilo vytváření rýh podél travního porostu údolnice (Janeček, 2005).

### **Protierozní nádrže**

Nádrže jsou účinným opatřením regulujícím odtok vody a zachycujícím transportované splaveniny. Nádrže by měly být navrhovány všude tam, kde i přes opatření provedená v povodí dochází k ohrožení intravilánu obcí a důležitých staveb a ke zvýšenému transportu látek, zejména do povrchových zdrojů pitné vody.

V zájmu jejich maximální účinnosti při zachycování splavenin je nutné, aby jejich záchytný prostor byl tak velký, aby zachytil objem vody odtékající z přívalového deště, popř. z jarního tání, s průměrnou dobou opakování alespoň 50 let. Po usazení splavenin odtéká z nádrže relativně čistá voda zbavená nerozpuštěných látek. Z tohoto požadavku vyplývá i možnost stavby těchto nádrží pouze v malých povodích. Z hlediska vlivu na kvalitu vody jsou výhodnější tzv. suché nádrže, jejichž dno je možné obhospodařovat jako louku, tyto nádrže se plní jen v době zvýšených odtoků a po pozvolném odtoku vody dochází k vysoušení nánosů a jejich prorůstání trvalými travními porosty. Z tohoto typu nádrží není zpravidla ani nutné tak často odstraňovat nánosy. Ani negativní vliv nánosů vyplývající z uvolňování látek, v nich obsažených do vodního prostředí se neprojevuje tak nepříznivě jako u nádrží zatopených, u kterých je nutno již při návrhu pamatovat na to, jakým způsobem bude sediment odstraňován a kde bude využit. Vzhledem k tomu, že výstavba těchto nádrží je nákladnou záležitostí, je výhodné spojit jejich protierozní funkci s dalším účelovým využitím (Janeček, 2007).

### 3. Materiál a metody

Pro hodnocení erozního ohrožení bylo vybráno 6 modelových půdních bloků ve stejném zemědělském podniku. U každého byla zjištěna výměra, erozní ohrožení, pěstovaná plodina, její agrotechnika a skutečný rozsah eroze. Byl vyhodnocen počet rostlin a hustota porostů v místech s hustším a s řídkým porostem. Hodnocení bylo provedeno 3 x za vegetační období.

#### 3.1. Lokality

##### Lokalita č. 1 (Dol)

Pozemek má rozlohu 23,2 ha. Kulturou je orná půda, průměrná nadmořská výška pozemku dosahuje 393,68 m.n.m. s průměrnou sklonitostí kolem 3,3°. Na pozemku se nenachází žádná silně ani mírně erozně ohrožená místa. Plocha byla osetá ozimou řepkou, odrůda DK Excellium. Po ní byla zasetá pšenice ozimá. Ozimá řepka byla hnojena 14.3.2013 přípravkem LAD v množství 300 kg/ha, tj. 81 kg N/ha., dále 15.4.2013 hnojivem DASA 26-13 v množství 250 kg/ha, tj. 65 kg N/ha a 22.4.2013 přípravkem DAM 390 v množství 150 l/ha, tj. 58,5 kg N/ha. Proti plevelům byly použity tyto herbicidy: Fuego v množství 1,2 l/ha, Reactor 360CS v množství 0,15 l/ha, Garland forte v množství 0,5 l/ha.

##### Obr. č. 1.: Lokalita Dol



(LPIS, 2014)



Na obr. č. 1 až č. 6 jsou modrou čarou označené odtokové linie, kritická délka odtokové linie je značena červeně (obr. č. 5) a přerušovaná čára určuje nejdelší odtokovou linii (obr. č. 5). Plocha, ve žlutě ohraničeném území značí místo mírně erozně ohrožené, v červeně ohraničeném území se nachází plocha silně erozně ohrožená.

### **Lokalita č. 2 (Prádlo)**

Pozemek má rozlohu 26,06 ha, kulturou je orná půda. Nadmořská výška se pohybuje kolem 435 m.n.m a sklonitost svahu je 3,6°. Nejkratší vzdálenost od vodoteče je 11,43 m. Největší délka odtokové linie 81,5 m. Silně erozně ohrožená místa se zde nenachází a mírně erozně ohrožené je 1,65 ha z celkové plochy pozemku. Pěstovanou plodinou zde byla kukuřice, odrůda Ingrid. Následující plodinou je pšenice ozimá. Pozemek byl hnojen močovinou v množství 200 kg/ha, tj. 92 kg N/ha před setím. Při setí bylo aplikováno hnojivo DAP 18-46, tj. 18 kg N/ha pod patu. Po zasetí byl použit herbicid Equip v množství 2 l/ha a Buctril v množství 0,7 l/ha. Sklizeň kukuřice probíhala 25.9.2013.

### **Obr. č. 2.: Lokalita Prádlo**



(LPIS, 2014)

### Lokalita č. 3 (Chvojna)

Tato lokalita má výměru 11,48 ha, kulturou je orná půda. Průměrná nadmořská výška dosahuje k 458,55 m.n.m. Sklonitost je 5,1°. Vzdálenost od vodoteče je 17,22 m s největší délkou odtokové linie 267,85 m. Silně erozně ohrožená místa se zde nenachází a mírně erozně ohrožená pokrývá 3,84 ha z celkové plochy pozemku. Pěstovanou plodinou byla ozimá pšenice, odrůda Eurofit. Po ní ozimé žito na směsku. Pšenice byla hnojena 4.4.2013 hnojivem LAD v množství 150 kg/ha, tj. 40,5 kg N/ha, dále 25.4.2013 hnojivem LAV v množství 100 kg/ha, tj. 27 kg N/ha a dne 20.5.2013 hnojivem DAM 390 100 l/ha, tj. 39 kg N/ha. Herbicid byl použit Sumimax 60 g/ha a Glean v dávce 10 g/ha. Sklizeň probíhala 13. a 14. 8.2013.

### Obr. č. 3.: Lokalita Chvojna

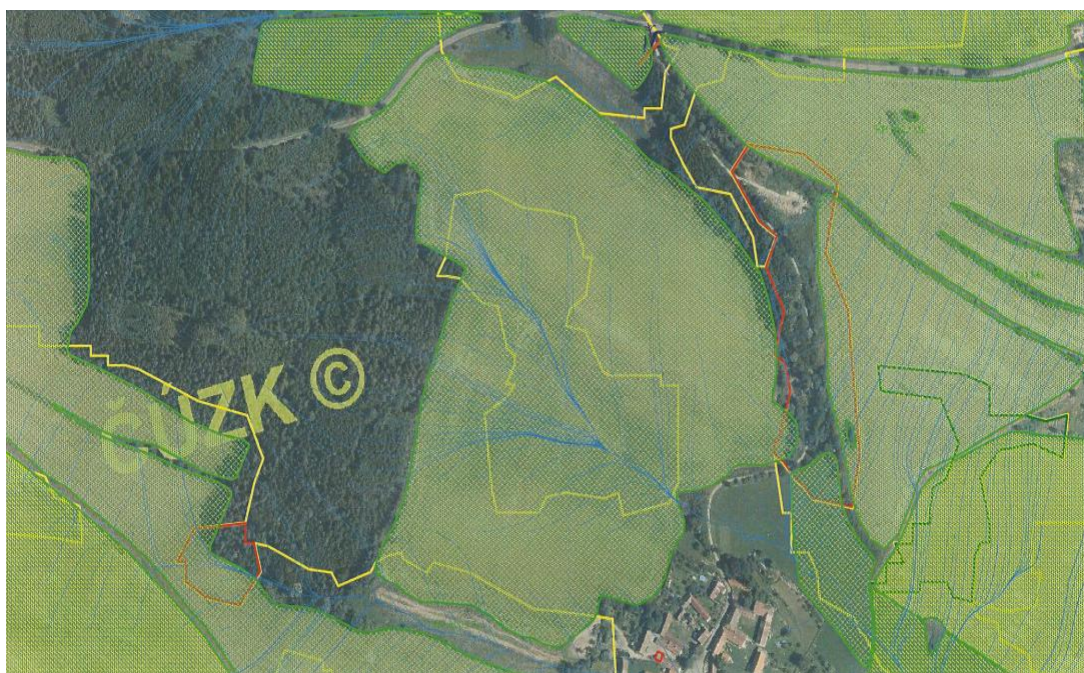


(LPIS, 2014)

#### Lokalita č. 4 (Vandrova)

Pozemek má rozlohu 18,94 ha. Kulturou je orná půda, průměrná nadmořská výška pozemku dosahuje 468,18 m.n.m. s průměrnou sklonitostí kolem 6,4°. Vzdálenost od vodoteče je 3,21 m s největší délkou odtokové linie 411,74 m. Na pozemku se nachází silně erozně ohrožená plocha o rozloze 0,09 ha a mírně erozně ohrožená o ploše 5,95 ha. Pozemek byl osetý ozimou pšenicí, odrůda Tacitus. Následující plodinou je ozimá řepka. Pšenice byla hnojena 4.4.2013 hnojivem LAD v množství 150 kg/ha, tj. 40,5 kg N/ha. Dále 25.4.2013 hnojivem LAV v množství 100 kg/ha, tj. 27 kg N/ha a dne 20.5.2013 hnojivem DAM 390 100 l/ha, tj. 39 kg N/ha. Herbicid byl použit Sumimax 60 g/ha a Glean v dávce 10 g/ha. Sklizeň probíhala 13.8.2013.

#### Obr. č. 4.: Lokalita Vandrova



(LPIS, 2014)

### Lokalita č. 5 (Vostrák)

Tato lokalita má výměru 36,53 ha, kulturou je orná půda. Průměrná nadmořská výška dosahuje k 479,4 m.n.m. Sklonitost je 6°. Vzdálenost od vodoteče je 20,81 m s největší délkou odtokové linie 612,31. Silně erozně ohrožená místa se zde nenachází a mírně erozně ohrožená pokrývá 15,9 ha z celkové plochy pozemku. Pěstovanou plodinou byl ozimý ječmen, odrůda Fridericus. Následující plodinou ozimá řepka. Ječmen byl hnojen 22.3.2013 hnojivem LAD v množství 180 kg/ha, tj. 48,6 kg N/ha a znovu 2.5.2013 opět hnojivem LAD v množství 120 kg/ha, tj. 32,4 kg N/ha. Byl použit herbicid Toluron v množství 3 l/ha a dále Glean 10 g/ha.

**Obr. č. 5.: Lokalita Vostrák**



(LPIS, 2014)

### Lokalita č. 6 (Pod silnicí)

Tato lokalita má výměru 11,50 ha, kulturou je orná půda. Průměrná nadmořská výška dosahuje k 404,66 m.n.m. Sklonitost je 4,4°. Vzdálenost od vodoteče je 1,93 m s největší délkou odtokové linie 76,53 m. Silně erozně ohrožená místa se zde nenachází a mírně erozně ohrožená pokrývá 1,31 ha z celkové plochy pozemku. Pěstovanou plodinou byla ozimý ječmen, odrůda Fridericus. Následuje ozimá řepka. Ječmen byl hnojen 22.3.2013 hnojivem LAD v množství 180 kg/ha, tj. 48,6 kg N/ha a znovu 2.5.2013 opět hnojivem LAD v množství 120 kg/ha, tj. 32,4 kg N/ha. Byl použit herbicid Toluron v množství 3 l/ha a dále Glean 10 g/ha.

**Obr. č. 6.: Lokalita Pod silnicí**



(LPIS, 2014)

### 3.2. Srážkové podmínky hodnoceného ročníku

Nadmořská výška u sledovaných lokalit se pohybuje od 390 m.n.m. do 480 m.n.m. Průměrné roční teploty dosahují 7 – 9 °C. Rozložení srážek v roce 2013 uvádí tabulka č. 12. Úhrn srážek byl měřen na nedaleké hydrometeorologické stanici. V roce 2013 spadlo celkem 650,8 mm (Mourek, 2014). Průměrný roční úhrn srážek

byl 564,9 mm v této oblasti za období 1961 – 2004 (Fiala, 2005). Celkově napadlo v roce 2013 o 85,9 mm více než je dlouhodobý průměr.

**Tab. č. 12: Průměrný úhrn srážek v jednotlivých měsících roku 2013 v mm**

Měsíc	Úhrn srážek v mm
Leden	60,6
Únor	47,7
Březen	23,6
Duben	15,5
Květen	99,3
Červen	131,9
Červenec	58,1
Srpen	93,9
Září	42,6
Říjen	44,9
Listopad	29,0
Prosinec	3,7
<b>Úhrn za vegetaci</b>	<b>441,3</b>
<b>Úhrn za rok</b>	<b>650,8</b>

(Mourek, 2014)

Na přelomu května a června 2013 spadlo velké množství srážek během krátkého časového úseku. Od 29.5. do 3.6. to bylo celkem 116,9 mm (Mourek, 2014).

Roční chod srážkových úhrnů se vyznačuje jednoduchou vlnou s maximem v červnu a minimem v lednu (Fiala, 2005).

## 4. Výsledky a diskuze

Všechny sledované lokality se nachází ve stejném zemědělském podniku v Jihočeském kraji. Celkem je jich 6, s různou výměrou, průměrnou sklonitostí, pěstovanou plodinou a rozdílným zastoupením silně erozně ohrožených a mírně erozně ohrožených ploch. Byl zhodnocen stav porostů, hustota porostů na 3 sledovaných místech ve 3 obdobích.

### Lokalita č. 1 (Dol)

Plocha byla osetá ozimou řepkou, po ní byla zasetá pšenice ozimá.

**Tab. č. 13.: Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> v závislosti na sledovaném místě – lokalita Dol a období**

	1. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	2. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	3. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )
Termín:	(pěkný porost)	(slabý porost)	(pěkný porost)
Květen (řepka ozimá)	71	37	70
Červenec (řepka ozimá)	72	36	65
Říjen (pšenice ozimá)	192	114	202

Optimální počet rostlin řepky ozimé na jednotku plochy je dle studované literatury 40 – 50 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Baranyk, 2007). V 1. a 3. sledovaném místě byl spočítán větší počet rostlin, což může negativně ovlivnit tvorbu kořenového krčku. Přehustěný porost vytváří nitkovité rostliny se slabým prokořeněním. U pšenice ozimé se dle odborné literatury za optimální hustotu porostu považuje 351 – 500 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Diviš, 2010).

### Lokalita č. 2 (Prádlo)

Pěstovanou plodinou zde byla kukuřice, následující plodinou pšenice ozimá.

**Tab. č. 14.: Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> v závislosti na sledovaném místě – lokalitě Prádlo a období**

	1. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	2. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	3. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )
Termín:	(pěkný porost)	(slabý porost)	(pěkný porost)
Květen (kukuřice)	8	7	8
Červenec (kukuřice)	8	7	8
Říjen (ozimá pšenice)	306	220	312

Hustota porostu kukuřice odpovídá odborné literatuře (Kulovaná, 2001). U pšenice ozimé se dle odborné literatury za optimální hustotu porostu považuje 351 – 500 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Diviš, 2010).

### Lokalita č. 3 (Chvojna)

Pěstovanou plodinou byla ozimá pšenice, po ní ozimé žito na směsku.

**Tab. č. 15.: Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> v závislosti na sledovaném místě a období**

	1. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	2. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	3. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )
Termín:	(pěkný porost)	(slabý porost)	(pěkný porost)
Květen (pšenice oz.)	292	196	289
Červenec (pšenice oz.)	320	190	296



Říjen (oz. žito)	280	206	293
------------------	-----	-----	-----

U pšenice ozimé se dle odborné literatury za optimální hustotu porostu považuje 351 – 500 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Diviš, 2010).

#### Lokalita č. 4 (Vandrova)

Pozemek byl osetý ozimou pšenicí, následující plodinou byla ozimá řepka.

**Tab. č. 16.: Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> v závislosti na sledovaném místě a období**

	1. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	2. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	3. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )
Termín:	(pěkný porost)	(slabý porost)	(pěkný porost)
Květen (pšenice oz.)	295	195	315
Červenec (pšenice oz.)	296	191	312
Říjen (řepka oz.)	72	54	73

U pšenice ozimé se dle odborné literatury za optimální hustotu porostu považuje 351 – 500 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Diviš, 2010). Optimální počet rostlin řepky ozimé na jednotku plochy je dle studované literatury 40 – 50 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Baranyk, 2007).

#### Lokalita č. 5 (Vostrák)

Pěstovanou plodinou byl ozimý ječmen, následující plodinou ozimá řepka.

**Tab. č. 17.: Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> v závislosti na sledovaném místě a období**

	1. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	2. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	3. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )
Termín:	(pěkný porost)	(slabý porost)	(pěkný porost)

Květen (oz. ječmen)	275	175	265
červenec (oz. ječmen)	274	170	265
Říjen (oz. řepka)	76	62	61

U ječmene ozimého se dle odborné literatury za optimální hustotu porostu považuje 251 – 350 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Diviš, 2010). Hustota porostu dosahovala dolního rozmezí doporučeného počtu rostlin. Optimální počet rostlin řepky ozimé na jednotku plochy je dle studované literatury 40 – 50 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Baranyk, 2007).

#### Lokalita č. 6 (Pod silnicí)

Pěstovanou plodinou byla ozimý ječmen, následuje ozimá řepka.

**Tab. č. 18.: Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> v závislosti na sledovaném místě a období**

	1. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	2. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )	3. sledované místo (počet rostlin/m <sup>2</sup> )
Termín:	(pěkný porost)	(slabý porost)	(pěkný porost)
Květen (oz. ječmen)	258	168	252
Červenec (oz. ječmen)	272	165	230
Říjen (oz. řepka)	70	55	76

U ječmene ozimého se dle odborné literatury za optimální hustotu porostu považuje 251 – 350 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Diviš, 2010). Hustota porostu dosahovala dolního rozmezí doporučeného počtu rostlin. Optimální počet rostlin řepky ozimé na jednotku plochy je dle studované literatury 40 – 50 rostlin na 1 m<sup>2</sup> (Baranyk, 2007).

Následující tabulka uvádí jednotlivé pozemky, jejich průměrný sklon ve stupních a stupeň ohrožení. Lokality Dol a Prádlo spadají do stupně ohrožení, kde je smyv patrný. U lokalit Chvojna, Vostrák a Vandrova je sklon už poměrně značný a stupeň ohrožení můžeme označit za nebezpečný (tab. č. 19).

**Tab.č. 19.: Sklon pozemku ve stupních u konkrétních lokalit**

Lokalita	Sklon ve stupních	Stupeň ohrožení
Dol	3,3°	Patrné
Prádlo	3,6°	Patrné
Chvojna	5,1°	Nebezpečné
Vandrova	6,4°	Nebezpečné
Vostrák	6,0°	Nebezpečné
Pod silnicí	4,4°	Znatelné

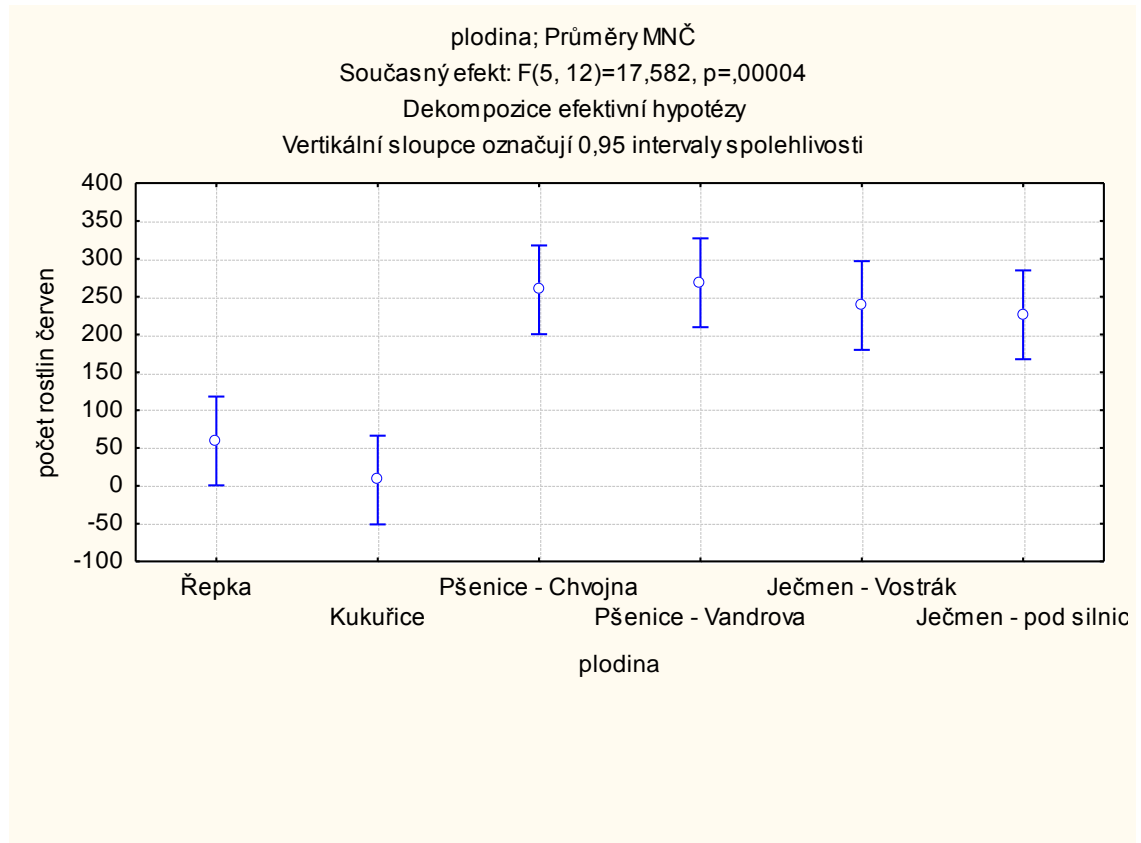
**Tab. č. 20.: Analýza variancí počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách (podle plodin) v polovině června 2013.**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina <sup>1)</sup>
Plodina	191237,8	5	38247,6	17,582**	0,000037
Opakování	19693,4	2	9846,7	0,747	0,490485
Chyba	26104,7	12	2175,4	-	-

1) p-hodnota je hladina pravděpodobnosti, pro kterou platí nulová hypotéza ( $H_0$ ), že varianty sledování (např. porosty – počty rostlin) se od sebe statisticky významně neliší. Je-li p-hodnota  $< 0,05$  popř.  $< 0,01$ , zamítáme  $H_0$  a mezi variantami

sledování (hustotou porostu) je statisticky významný (\*) popř. velmi významný rozdíl (\*\*).

**Graf č. 1.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u jednotlivých plodin v polovině června 2013**



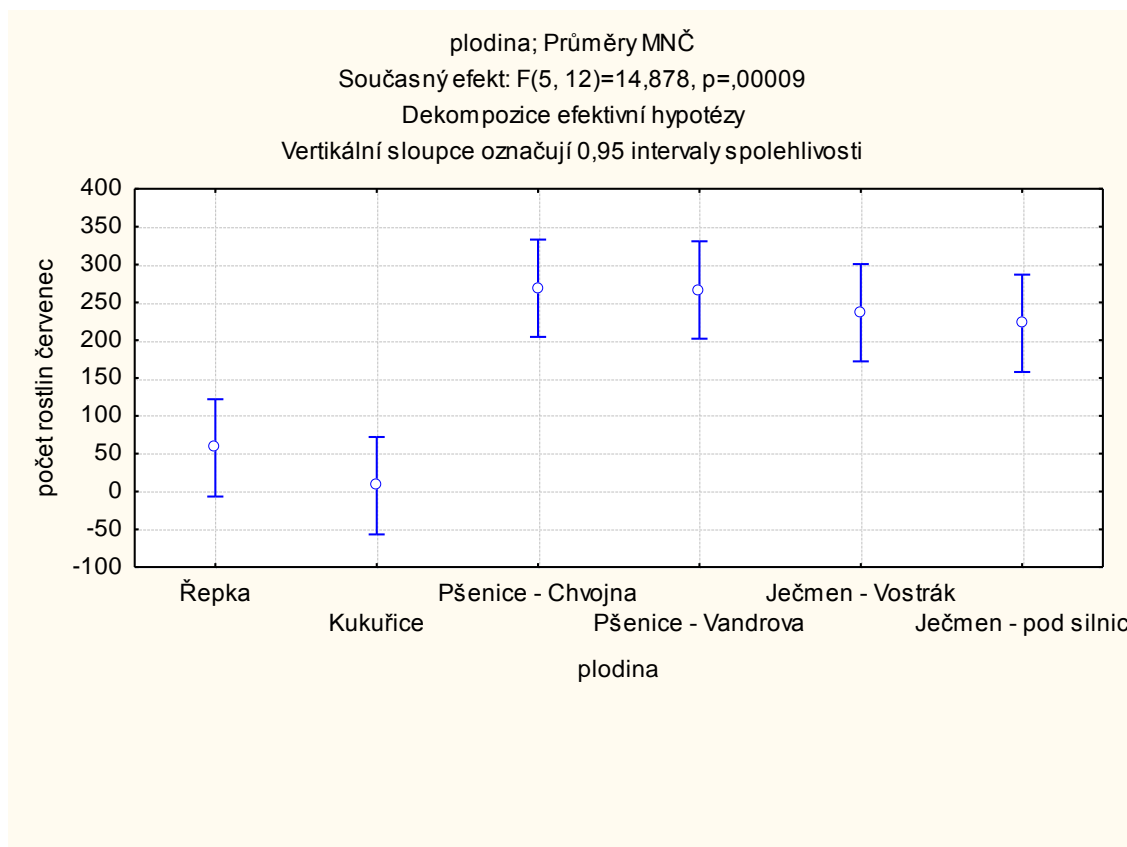
V tabulce č. 20 a grafu č. 1. jsou znázorněny počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> v polovině června 2013. Na základě výsledků se nepatrně liší počet rostlin pšenice ozimé v lokalitě Chvojna a Vandrova. Obdobně je víceméně nepatrný rozdíl v počtu rostlin u ječmene ozimého v lokalitě Vostrák a Pod silnicí. Značný je rozdíl počtu rostlin u řepky ozimé a kukuřice seté, ale vzhledem k rozdílné plodině je to odpovídající.

**Tab. č. 21.: Analýza variací počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách (podle plodin) v polovině července 2013.**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina
Plodina	194614,5	5	38922,9	14,878**	0,000087

Opakování	22863,0	2	11431,5	0,84409	0,449385
Chyba	31394,0	12	2616,2	-	-

**Graf č. 2.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u jednotlivých plodin v polovině července 2013**



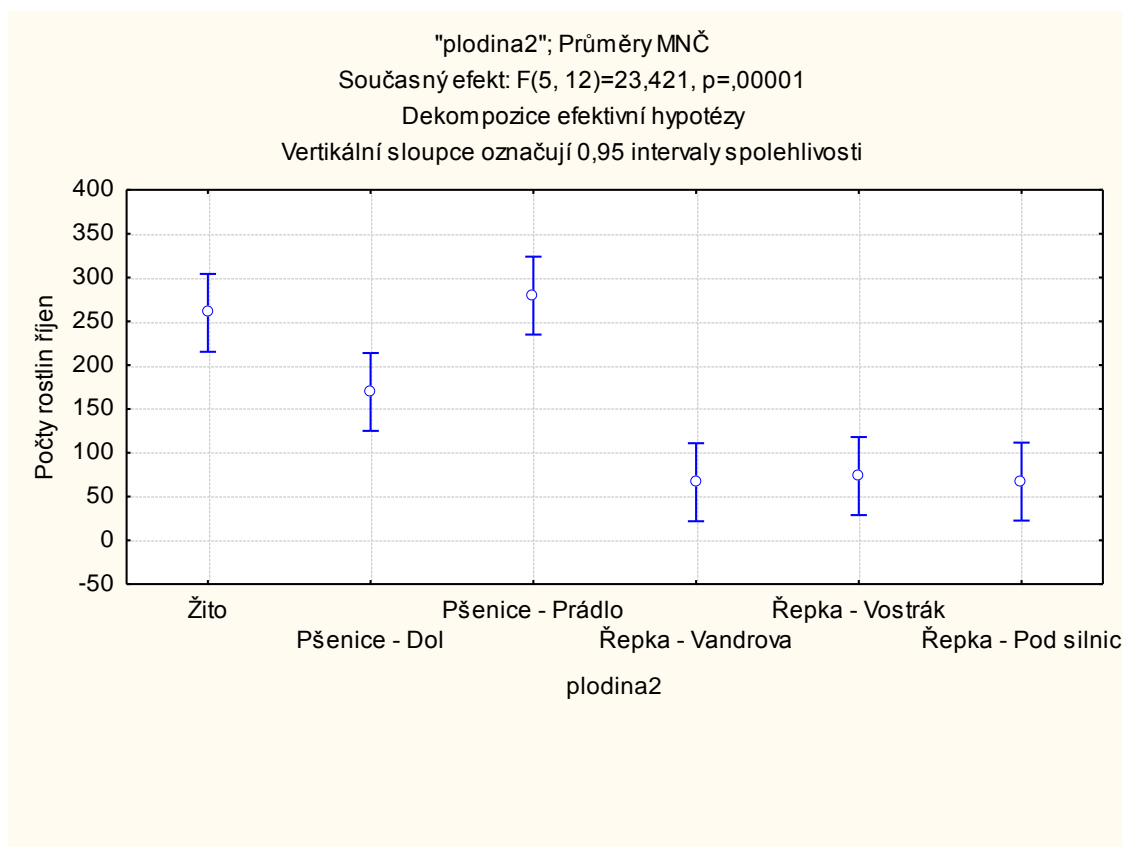
V tabulce č. 21 a grafu č. 2. jsou znázorněny počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> v polovině července 2013. Vzhledem ke stejným plodinám na pozemcích je tabulka a graf obdobný jako předchozí.

**Tab. č. 22.: Analýza variací počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách (podle plodin) v říjnu 2013.**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina
Plodina	146571,2	5	29314,2	23,421**	0,000008
Opakování	10551,0	2	5275,5	0,52392	0,602643

Chyba	15019,3	12	1251,6	-	-
-------	---------	----	--------	---	---

**Graf č. 3.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u jednotlivých plodin v říjnu 2013**



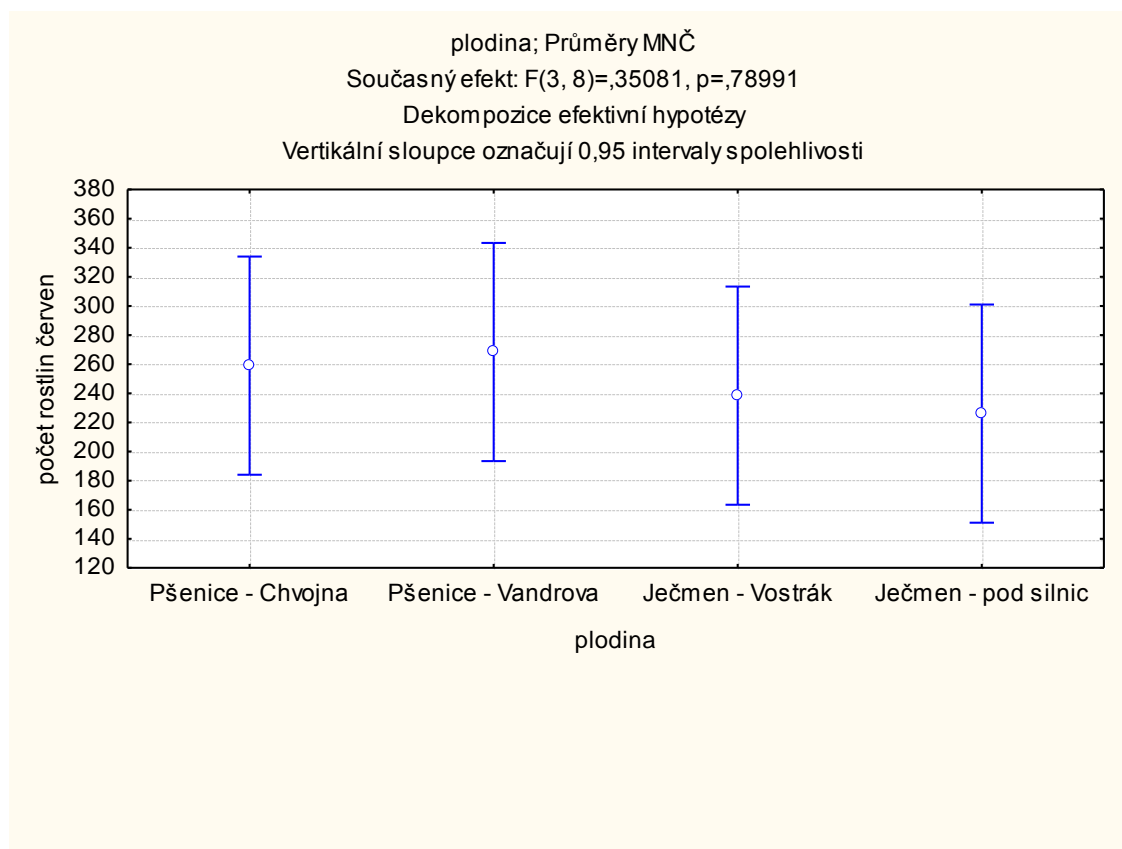
V tabulce č. 22 a grafu č. 3. jsou znázorněny počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> v polovině října 2013. Všechna pole jsou již oseta dalšími plodinami. Řepka ozimá, která je pěstována v lokalitě Vandrova, Vostrák a Pod silnicí se významně neliší. Jen nepatrně je zaznamenán vyšší počet rostlin v lokalitě Vostrák. Významný rozdíl je v ozimé pšenici, pěstované na lokalitě Dol a Prádlo.

**Tab. č. 23.: Analýza variací počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách osetých obilovinami v červnu 2013.**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina
Plodina	3335,6	3	1111,9	0,3508	0,789913
Opakování	6231,2	2	3115,6	1,2485	0,332256

Chyba	25355,3	8	3169,4	-	-
-------	---------	---	--------	---	---

**Graf č. 4.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u pozemků osetých obilovinami v červnu 2013**

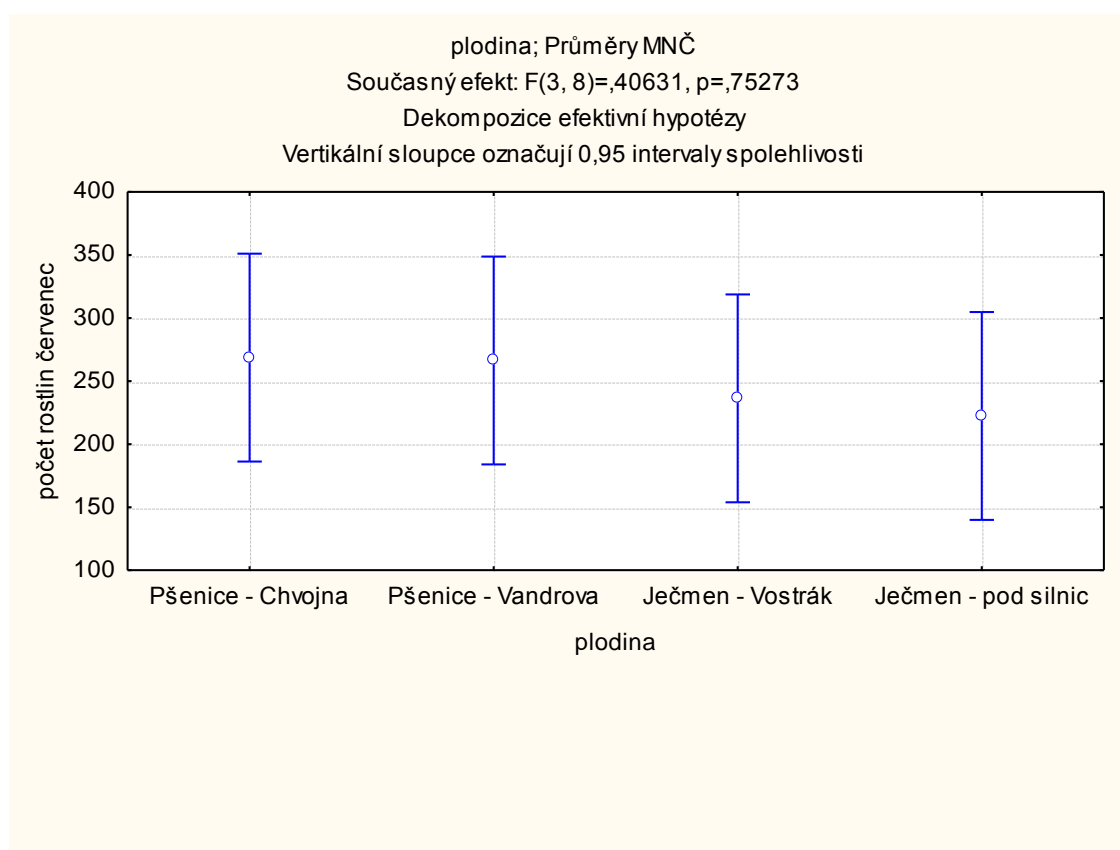


V tabulce č. 23 a grafu č. 4. jsou znázorněny průměrné počty rostlin na 1m<sup>2</sup> u pozemků osetých pouze obilovinami v polovině června 2013. Rozdíly v hustotě porostu (počtech rostlin na 1 m<sup>2</sup>) nejsou statisticky významné (průkazné, tab. č. 23). Ozimá pšenice v lokalitě Chvojna má nepatrně nižší počet rostlin než ozimá pšenice v lokalitě Vandrova. V lokalitě Vostrák a Pod silnicí je pěstovanou plodinou ozimý ječmen. V lokalitě Vostrák je porost bohatší.

**Tab. č. 24.: Analýza variací počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách osetých obilovinami v červenci 2013.**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina
Plodina	4672,2	3	1557,4	0,4063	0,752730
Opakování	10654,2	2	5327,1	1,9424	0,198949
Chyba	30664,7	8	3833,1		

**Graf č. 5.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u pozemků osetých obilovinami v červenci 2013**



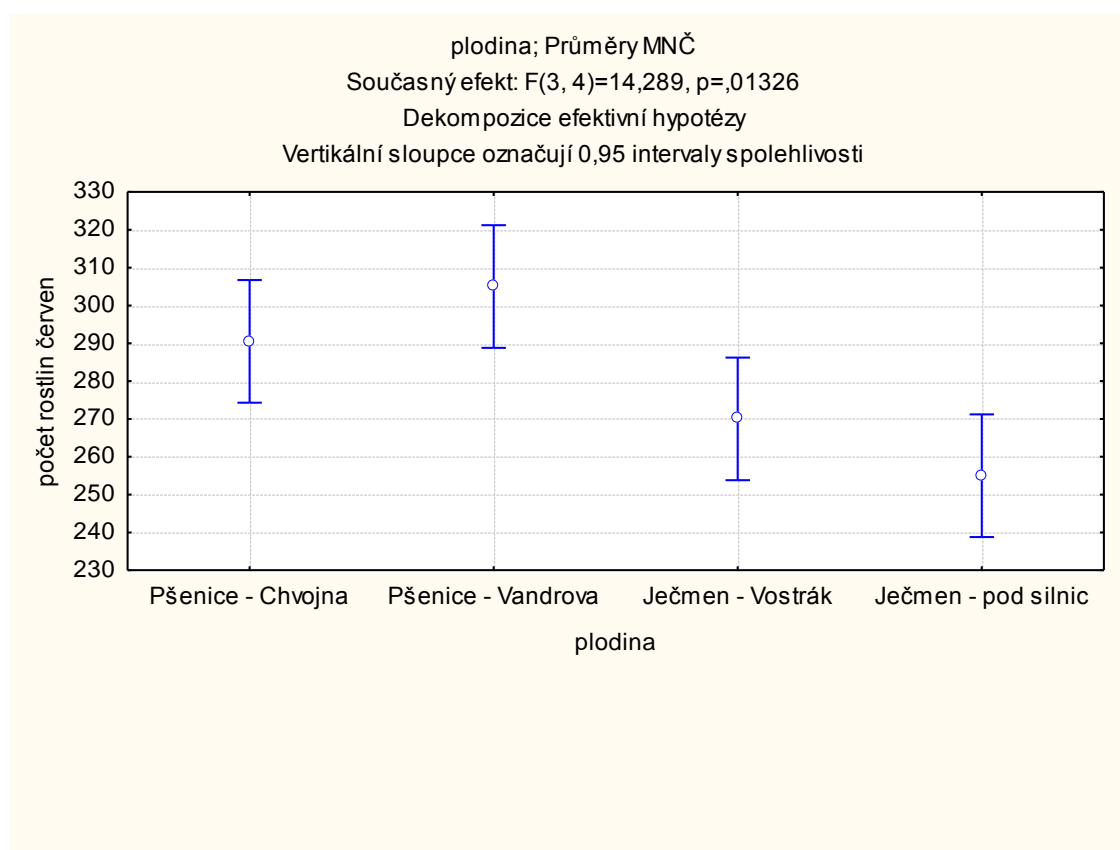
V tabulce č. 24 a grafu č. 5. jsou znázorněny průměrné počty rostlin na 1m<sup>2</sup> u pozemků osetých pouze obilovinami v polovině července 2013. Vzhledem ke stejným plodinám na pozemcích je tabulka a graf obdobný jako předchozí.



**Tab. č. 25.: Analýza variací počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách osetých obilovinami v červnu 2013 (2 místa s hustším porostem).**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina
Plodina	2920,4	3	973,5	14,289*	0,013262
Opakování	0,1	1	0,1	0,000	0,988268
Chyba	272,5	4	68,1	-	-

**Graf č. 6.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u pozemků osetých obilovinami v červnu 2013 (2 místa s hustším porostem).**



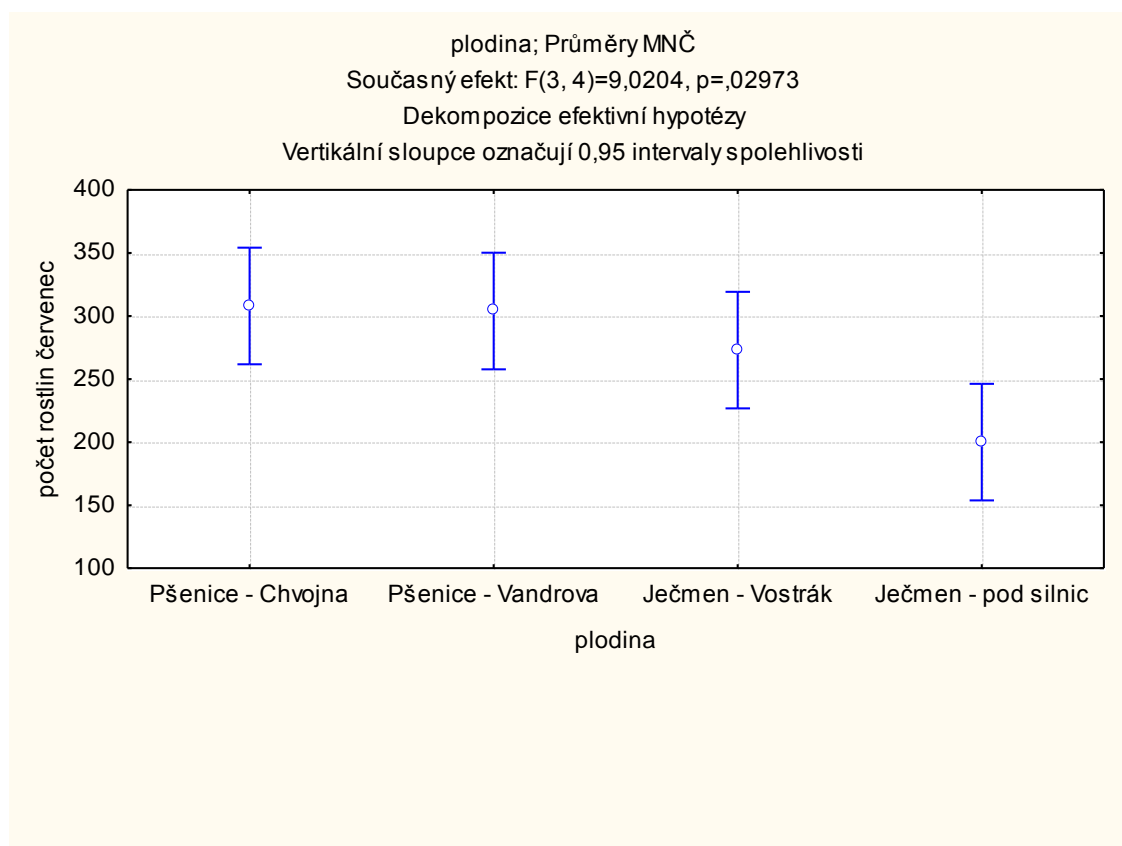
V tabulce č. 25 a grafu č. 6. jsou znázorněny průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u sledovaných míst s hustším porostem. Pozemky oseté pouze obilovinami v polovině června 2013 - rozdíly v hustotě porostu (počtech rostlin na 1 m<sup>2</sup>) jsou statisticky významné (průkazné, tab. č. 25). Ozimá pšenice v lokalitě Chvojna má

nižší počet rostlin než ozimá pšenice v lokalitě Vandrova. V lokalitě Vostrák a Pod silnicí je pěstovanou plodinou ozimý ječmen. V lokalitě Vostrák je porost bohatší.

**Tab. č. 26.: Analýza variací počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách osetých obilovinami v červenci 2013 (2 místa s hustším porostem).**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina
Plodina	15005,5	3	5001,8	9,020	0,029726
Opakování	312,5	1	312,5	0,1109	0,750478
Chyba	2218,0	4	554,5	-	-

**Graf č. 7.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u pozemků osetých obilovinami v červenci 2013 (2 místa s hustším porostem).**

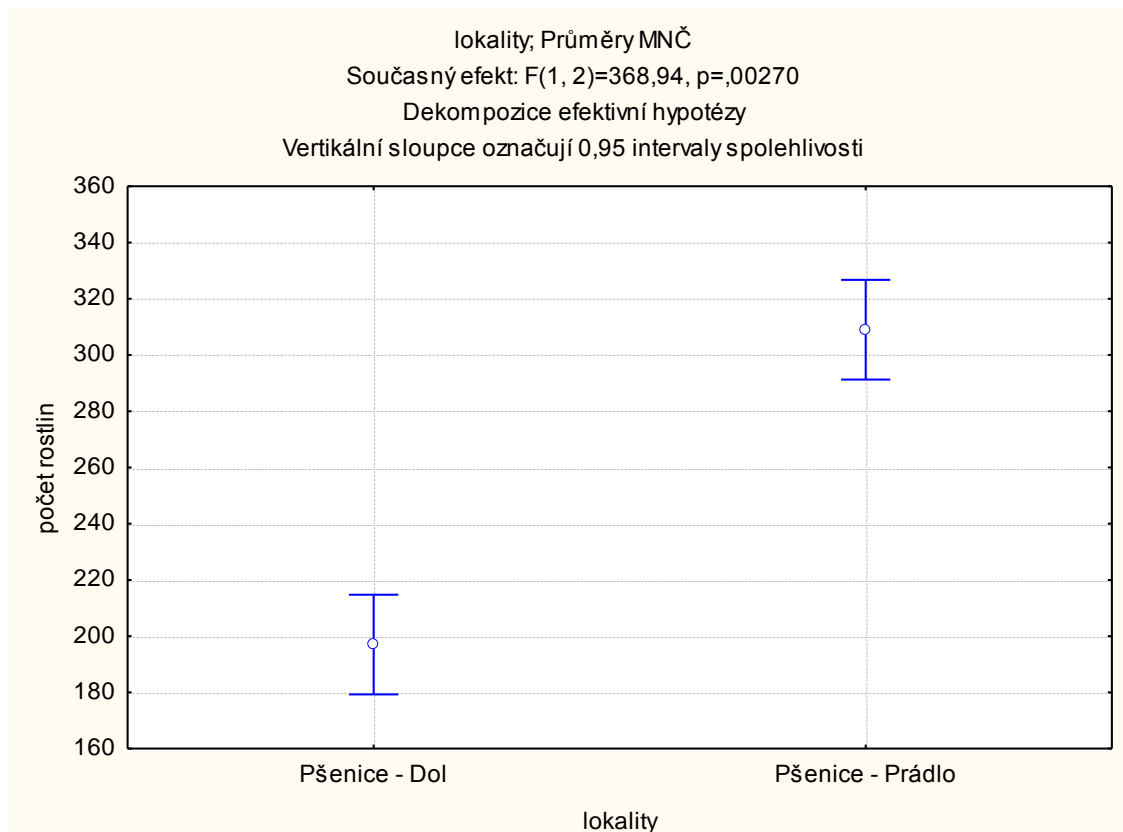


V tabulce č. 26 a grafu č. 7. jsou znázorněny průměrné počty rostlin na 1m<sup>2</sup> na 2 sledovaných místech s hustším porostem. Pozemky oseté pouze obilovinami v červenci 2013. Rozdíly v hustotě porostu (počtech rostlin na 1 m<sup>2</sup>) jsou statisticky významné (průkazné, tab. č. 26). Ozimá pšenice v lokalitě Chvojna má nepatrně vyšší počet rostlin než ozimá pšenice v lokalitě Vandrova. V lokalitě Vostrák a Pod silnicí je pěstovanou plodinou ozimý ječmen. V lokalitě Vostrák je porost výrazněji bohatší.

**Tab. č. 27.: Analýza variací počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách (Dol a Prádlo) osetých pšenicí v říjnu 2013 (2 místa s hustším porostem).**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina
Plodina	12544,0	1	12544,0	368,941	0,002699
Opakování	64,0	1	64,0	0,01020	0,928764
Chyba	68,0	2	34,0	-	-

**Graf č. 8.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u pozemků osetých pšenicí (Dol a Prádlo) v říjnu 2013 (2 místa s hustším porostem).**



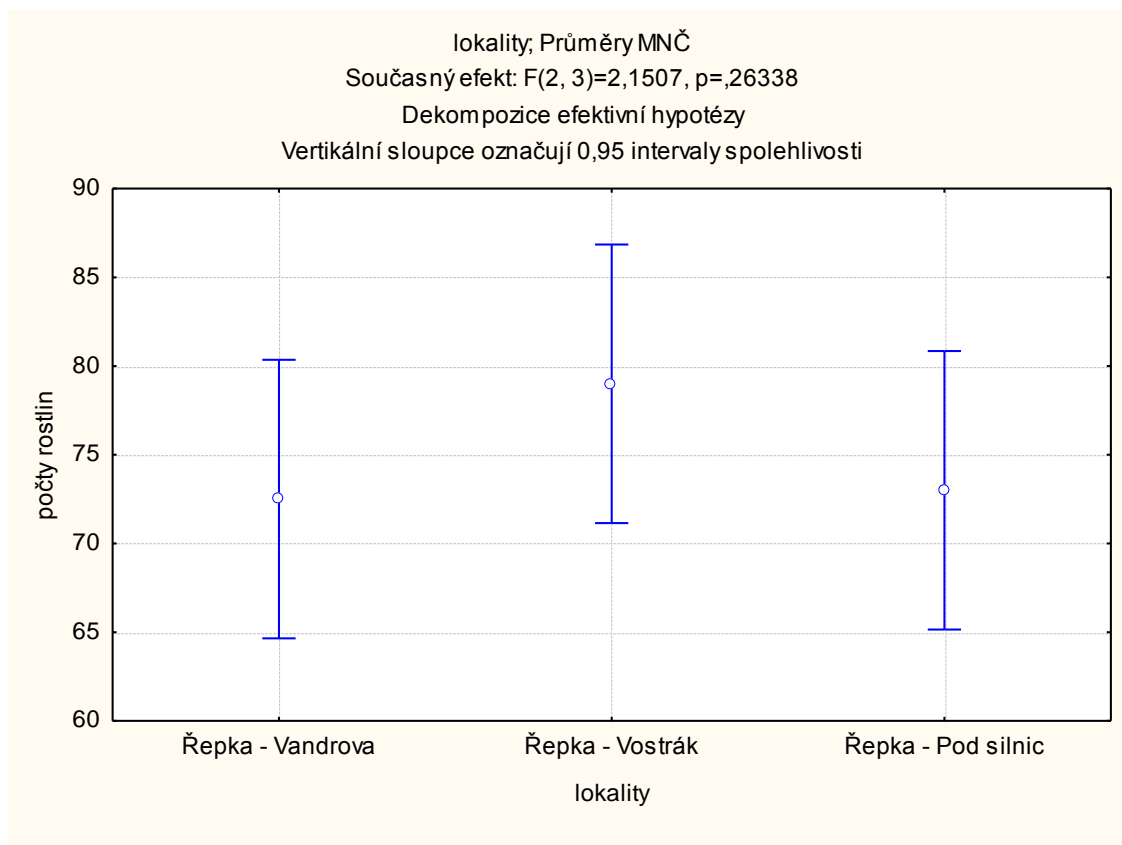
V tabulce č. 27 a grafu č. 8. jsou znázorněny průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> na 2 sledovaných místech s hustším porostem. Pozemky oseté pouze pšenicí v říjnu 2013. Rozdíly v hustotě porostu (počtech rostlin na 1 m<sup>2</sup>) jsou statisticky významné (průkazné, tab. č. 27). Ozimá pšenice v lokalitě Dol má výrazněji nižší počet rostlin než ozimá pšenice v lokalitě Prádlo.

**Tab. č. 28: Analýza variací počtu rostlin na 1 m<sup>2</sup> na sledovaných lokalitách (Vandrova, Vostrák, Pod silnicí) osetých řepkou v říjnu 2013 (2 místa s hustším porostem).**

Hodnocený faktor	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl (MS)	F	p – hladina
Plodina	52,33	2	26,17	2,151	0,263375
Opakování	28,17	1	28,17	1,857	0,244632

Chyba	36,50	3	12,17	-	-
-------	-------	---	-------	---	---

**Graf č. 9.: Průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> u pozemků osetých řepkou (Vandrova, Vostrák a Pod silnicí) v říjnu 2013 (2 místa s hustším porostem).**



V tabulce č. 28 a grafu č. 9. jsou znázorněny průměrné počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> na 2 sledovaných místech s hustším porostem. Pozemky oseté pouze řepkou v říjnu 2013. Rozdíly v hustotě porostu (počtech rostlin na 1 m<sup>2</sup>) jsou statisticky nevýznamné (neprůkazné, tab. č. 28).

Následující tabulka (tab. č. 29) uvádí jednotlivé lokality, na kterých se vyskytují více či méně místa podmáčená a utužená. Na těchto místech byl nižší počet pěstovaných plodin. Porost často více zaplevelený, zejména v lokalitě Dol a Prádlo (viz foto č. 2, 5). V lokalitě Prádlo došlo ke značné erozi a naplavení zeminy zejména vzhledem k pěstované plodině a výrazným dešťovým srážkám na přelomu května a září (viz foto č. 3,4,5). Porost v celé lokalitě Chvojna a Pod silnicí byl pěkně zapojený. V lokalitě Vandrova byla pouze menší plocha utužená, to bylo způsobeno zejména vlivem zemědělské techniky. V lokalitě Vostrák se podmáčená plocha vyskytovala cca na 500 m<sup>2</sup>, toto místo je vlhké a zamokřené více či méně každý rok vlivem malého potůčku, který se zde vyskytuje. Dále je možné na foto č. 14 vidět

poměrně široká utužená místa, které způsobila větší technika energetické společnosti, která zde v tomto období opravovala sloupy vedení el. energie.

**Tab. č. 29.: Utužená, popř. podmáčená místa v jednotlivých lokalitách uvedená v m<sup>2</sup>**

Lokalita	Utužená místa, místa pokrytá koluvizemí v m <sup>2</sup>
Dol	60
Prádlo	2700
Chvojna	-
Vandrova	30
Vostrák	500
Pod silnicí	-

## 5. Závěr

Cílem diplomové práce bylo posouzení intenzity erozního ohrožení u vybraných půdních bloků s různými plodinami ve vybraném zemědělském podniku a návrh vhodných protierozních opatření.

V práci bylo vybráno 6 lokalit s různou výměrou, průměrnou sklonitostí, pěstovanou plodinou a rozdílným zastoupením silně erozně ohrožených a mírně erozně ohrožených ploch. Plochy mírně erozně ohrožené se nacházejí v 5 lokalitách ze 6. Plocha silně erozně ohrožená se vyskytuje pouze na jedné lokalitě. Nebezpečný stupeň ohrožení dle sklonu pozemku mají 3 půdní bloky, jejichž sklon se pohybuje v rozmezí od 5° do 6,4°. Ohrožení patrné má lokalita Dol a Prádlo s průměrnou sklonitostí 3,3° a 3,6°. Znatelný stupeň ohrožení má lokalita Pod silnicí s průměrnou sklonitostí 4,4°. Z pěstovaných plodin převládá obilí, zejména pšenice ozimá a ozimý ječmen. Mezi další pěstované plodiny patří řepka ozimá, kukuřice setá a žito na krmnou směsku.

Nejznatelnější byla eroze v porostech kukuřice, v lokalitě Prádlo, přestože tento pozemek má svažítost kolem 3,6°. Významně to ovlivnil velký úhrn srážek od 29.5. do 3.6., kdy spadlo 116,9 mm. Plocha, na které se splavená ornice vyskytovala, byla přibližně 2700 m<sup>2</sup>. Různé možnosti protierozního pěstování kukuřice jsou uvedeny v kapitole č. 2.9.2. Patří mezi ně například zasetí obilních pásů po vrstevnicích, setí kukuřice do ponechaného strniště s rostlinnými zbytky po sklizni přezimující plodiny. Zemědělský podnik vydal v roce 2012 část tohoto pozemku majiteli, který plochu zatravnil a využívá ji k pastvě dobytka. Jedná se o část pozemku zhruba v polovině svahu, což je z pohledu erozního ohrožení také jedna z možností.

Řepka ozimá byla pěstována v lokalitách Dol, Vandrova, Vostrák a Pod silnicí. Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> v lokalitě Dol se pohybuje kolem 70 rostlin v hustém porostu, v místech se slabším porostem kolem 35 rostlin. V lokalitě Vandrova je počet rostlin obdobný v hustém porostu, tj. kolem 70 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. V místě se slabším porostem bylo 54 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. V lokalitě Vostrák není výrazný rozdíl v počtu rostlin v slabším a hustším porostu. V lokalitě Pod silnicí je ve slabším porostu 55 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Optimální počet rostlin na jednotce plochy ovlivňuje tvorbu silného kořenového systému, přehuštěný porost vytváří nitkovité rostliny se slabým zakořeněním.

Ječmen ozimý byl pěstován v lokalitě Vostrák a Pod silnicí. Počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> v lokalitě Vostrák se pohybuje mezi 265 až 275 v hustém porostu, v místech se slabším porostem je kolem 170 rostlin. V lokalitě Pod silnicí je počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> o něco málo nižší. V hustším porostu je 230 až 272 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. V místech se slabším porostem kolem 165 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Hustota porostu dosahovala dolního rozmezí doporučeného počtu rostlin.

V lokalitách Dol, Prádlo, Chvojna, Vandrova byla pěstována pšenice ozimá. V lokalitě Dol byl nejnižší počet rostlin na 1 m<sup>2</sup>. V lokalitách Prádlo, Chvojna a Vandrova se počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> pohyboval v hustších porostech od 289 do 320, v slabších porostech od 190 do 220. Přestože se v lokalitách vyskytovala místa s nižším počtem rostlin, celkově byl porost pěkně zapojený, viz foto č. 8. Foto bylo pořízeno na začátku června 2013, po velkém úhrnu srážek. Jak je patrné, z lokality odtéká průzračná, nezakalená voda.

Vzhledem k chybějícím údajům pro výpočet univerzální rovnice ztráty půdy USLE nebylo možné spočítat max. přípustnou ztrátu půdy v t/ha/rok na jednotlivých pozemcích.



## 6. Seznam použité literatury:

BADALÍKOVÁ, B.: Půdochranné technologie zpracování půdy s využitím netradičních meziplodin. In: Nové trendy ve zpracování půdy, Sborník přednášek JU a Agrární komory v Českých Budějovicích, České Budějovice, 1997, s. 43 – 46, ISBN: 80-85645-25-4

BARANYK, P. a kol.: Řepka - pěstování, využití, ekonomika. Praha, 2007, 208 s., ISBN: 978-80-86726-26-7

BURIAN, Z. a kol.: Pozemkové úpravy v České republice, 2011, Praha, 207 s., ISBN: 80-903482-8-9

ČERMÁK, B. a kol.: Pěstování a využití objemných krmiv pro zvířata a ochranu životního prostředí, ÚZPI MZe ČR, 2004, 160 s., ISBN: 80-7040-745-X

ČERMÁK, B.: Sborník referátů z mezinárodní konference Agroregion 99, JČU České Budějovice, 1999, 300 s., ISBN: 80-7040-353-5

DIVIŠ, J. a kol.: Pěstování rostlin, JU České Budějovice, 2010, s. 260, ISBN: 978-80-7394-216-8

FIALA, J. a kol.: Jetelovinotravní směsi luční, pastevní a na orné půdě, ÚZPI Praha, 41 s., ISBN: 80-86153-88-6

FIALA, J.: Proč je třeba ošetřovat všechny travní porosty?. In: Agromagazín, 8, (4), 2007, s. 26

FIALA, T.: Analýza teplotních a srážkových poměrů Vráže u Písku. In: Diplomová práce, Praha, 2005

HONSOVÁ, H.: Lupina v pokusech na Slovensku. In: Zemědělský týdeník, XII, (05), 2009, s. 9

HONSOVÁ, H.: Řepka s mnoha rekordy. In: Agromagazín, XV, (01), 2014, s. 2

HŮLA, J.: Půdochranné technologie zakládání porostů plodin, Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2000, 46 s., ISBN: 80-7271-060-5

HŮLA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F.: Zpracování půdy, Nakladatelství Brázda, s.r.o., 1997, 144 s., ISBN: 80-209-0265-1

- HŮLA, J., MAYER, V.: Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy, Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, 1999, 35 s., ISBN: 80-7105-187-X
- JANEČEK, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, ISV nakladatelství, 2005, 195 s., ISBN: 80-86642-38-0
- JANEČEK, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, VÚMOP, 2008, 76 s., ISBN: 978-80-254-0973-2
- JŮVA, K., HRABAL, A., TLAPÁK, V.: Ochrana půdy, vegetace, vod a ovzduší, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1977, 177s., ISBN: 07-053-77-04/16
- KHEL, T., VOPRAVIL, J.: Úbytek organické hmoty v půdě – dehumifikace. In: Úroda, LVIII, (11), 2010, s. 58
- KOBES, M.: ústní sdělení, 2013, 2014
- LHOTSKÝ, J. a kol.: Kultivace a rekultivace půd, Praha, 1994, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 198 s.
- MLÁDEK, J. a kol.: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích, VÚRV Praha, 2006, s. 106, ISBN: 80-86555-76-3
- MOUREK, P.: ústní sdělení, 2014
- MRKVIČKA, J.: Pastvinářství, ČZU Praha, 1998, 82 s., ISBN: 80-213-0403-06
- NOVÁK, P., VOPRAVIL, J.: Utužení – skryté nebezpečí pro naše půdy. In: Agromagazín, 10, (2), 2009, s. 28 – 30
- PASÁK, V. a kol.: Ochrana půdy před erozí, 1984, 161 s., ISBN: 3576-07-003-84
- PREUSCHEN, G.: Alternativa pro předvídatvého zemědělce: Přechod na ekologické zemědělství, Ministerstvo zemědělství ČR, 1990, 24 s.
- ŠANTRŮČEK, J. a kol.: Základy pícninářství, ČZU Praha, 2001, 146 s., ISBN: 80-213-0764-1
- ŠIMON, J., LHOTSKÝ, J. a kol.: Zpracování a zúrodnování půd, 1989, 312 s., ISBN: 80-209-0048-9

VACH, M., JAVŮREK, M.: Eroze půdy – stále závažný problém v rostlinné výrobě. In: Agromagazín, 8, (2), 2007, s. 14 - 19, ISSN: 1214-0643

VACH, M., ŠIMON, J.: Větší uplatnění luskovin ve struktuře plodin, zejména při hospodaření bez živočišné produkce. In: Agromagazín, 10, (2), 2009, s. 20 – 26, ISSN: 1214-0643

VLÁŠEK, Z.: ústní sdělení, 2013, 2014

VOPRAVIL, J. a kol.: Půda a její hodnocení v ČR, Díl I, VÚMOP, 2010, 148 s., ISBN: 978-80-87361-05-4

VRÁBLÍKOVÁ, J. a kol.: Možnosti trvale udržitelného hospodaření v antropogenně postižené krajině, FŽP UJEP Ústí nad Labem, 2007, 123 s., ISBN: 978-80-744-935-6

VRZAL, J., NOVÁK, D. a kol.: Základy pěstování kukuřice a jednoletých píceňin, IVV MZe ČR Praha, 1995, 32 s., ISBN: 80-7105-097-0

## 7. Seznam elektronických citací

DOSTÁL, T.: [online]. 2012 [cit. 2012-02-15]. Protierozní opatření. Dostupné z WWW: [http://storm.fsv.cvut.cz/online/vhk2/eroze%2009\\_techicka%20PEO.pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/online/vhk2/eroze%2009_techicka%20PEO.pdf)

JAROŠEK, R.: [online]. 2010 [cit. 2012-01-18]. Protipovodňová a protierozní opatření. Dostupné z WWW: [http://www.bioinstitut.cz/documents/bio1003\\_Zpravodaj.pdf](http://www.bioinstitut.cz/documents/bio1003_Zpravodaj.pdf)

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [online]. 2012 [cit. 2012-2-12]. Statistiky. Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/publ/0001-11-2010>.

KULOVANÁ, E.: [online]. 2001 [cit. 2014-4-17]. Zakládáme porosty kukuřice. Dostupné z WWW: <http://uroda.cz/zakladame-porosty-kukurice/>.

MARADA, P. a kol.: [online]. 2012 [cit. 2014-01-12]. Agricultural economics – Zemědělská ekonomika. Dostupné z WWW: [http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=R1nt8dvyMtG67MVR2Ld&page=3&doc=24](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=R1nt8dvyMtG67MVR2Ld&page=3&doc=24) .

VEŘEJNÝ REGISTR PŮDY [online]. 2014 [cit. 2014-2-20]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>.

WIDOVÁ, M. a kol.: [online]. 2013 [cit. 2014-15-3]. Základy půdní úrodnosti. Dostupné z WWW: [http://www.bioinstitut.cz/publikace/documents/zakladypudniurodnosti\\_web.pdf](http://www.bioinstitut.cz/publikace/documents/zakladypudniurodnosti_web.pdf).

## 8. Přílohy

**Foto č. 1.: Lokalita Dol, podmáčené místo v porostu ozimé řepky**



(Foto: Monika Jirsová, polovina dubna 2013)

**Foto č. 2.: Lokalita Dol, podmáčené místo v porostu ozimé řepky**



(Foto: Monika Jirsová, polovina června 2013)

**Foto č. 3.: Lokalita Prádlo, eroze v porostu kukuřice**



(Foto: Monika Jirsová, polovina června 2013)

**Foto č. 4.: Lokalita Prádlo, eroze v porostu kukuřice**



(Foto: Monika Jirsová, polovina června 2013)

**Foto č. 5.: Lokalita Prádlo, eroze v porostu kukuřice**



(Foto: Monika Jirsová, první polovina července 2013)

**Foto č. 6.: Lokalita Chvojna, porost ozimé pšenice**



(Foto: Monika Jirsová, polovina dubna 2013)

**Foto č. 7.: Lokalita Chvojna, porost ozimé pšenice**



(Foto: Monika Jirsová, polovina června 2013)

**Foto č. 8.: Lokalita Chvojna, porost ozimé pšenice**



(Foto: Monika Jirsová, první polovina června 2013)



**Foto č. 9.: Lokalita Vandrova, porost ozimé pšenice**



(Foto: Monika Jirsová, první polovina dubna 2013)

**Foto č. 10.: Lokalita Vandrova, porost ozimé pšenice**



(Foto: Monika Jirsová, polovina června 2013)

**Foto č. 11.: Lokalita Vandrova, porost ozimé pšenice**



(Foto: Monika Jirsová, polovina července 2013)

**Foto č. 12.: Lokalita Vostrák, porost ozimého ječmene**



(Foto: Monika Jirsová, polovina června 2013)

**Foto č. 13.: Lokalita Vostrák, porost ozimého ječmene**



(Foto: Monika Jirsová, polovina července 2013)

**Foto č. 14.: Lokalita Vostrák, porost ozimého ječmene**



(Foto: Monika Jirsová, polovina června 2013)

**Foto č. 15.: Lokalita Pod silnicí, porost ozimého ječmene**



(Foto: Monika Jirsová, polovina června 2013)

**Foto č. 16.: Lokalita Pod silnicí, porost ozimé řepky**



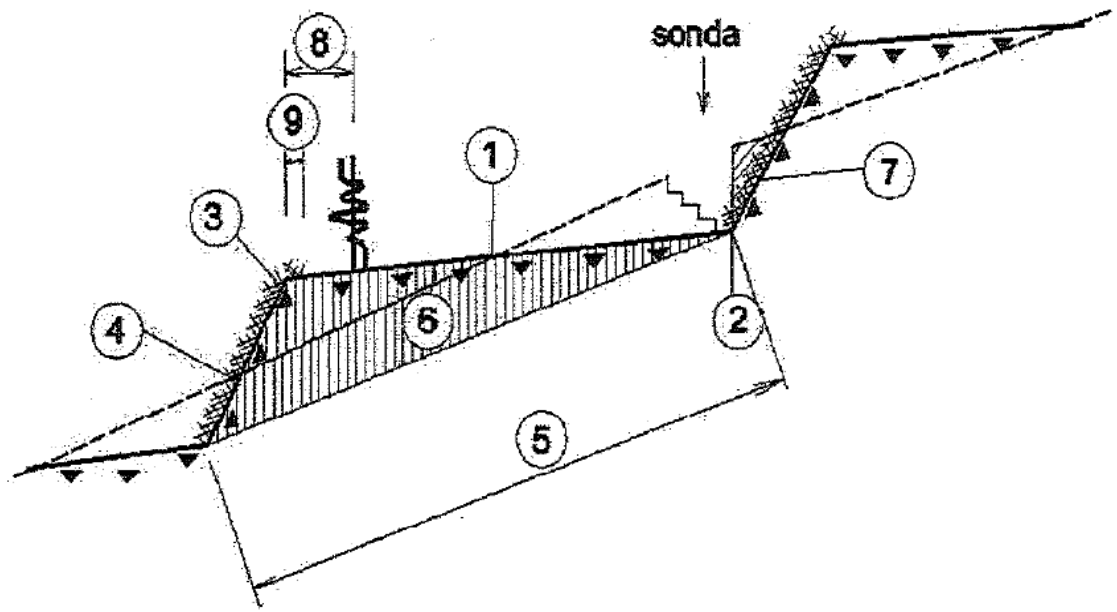
(Foto: Monika Jirsová, 20.9.2013)

**Foto č. 17.: Lokalita Pod silnicí, porost ozimé řepky**



(Foto: Monika Jirsová, 8.10.2013)

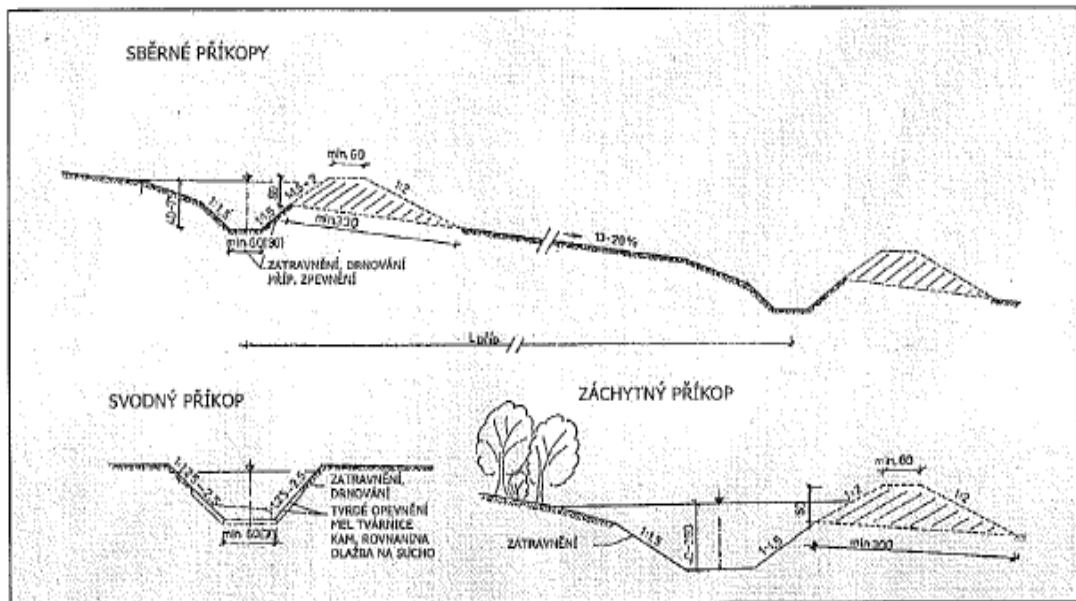
Obr. č. 7.: Schéma uspořádání zemních teras



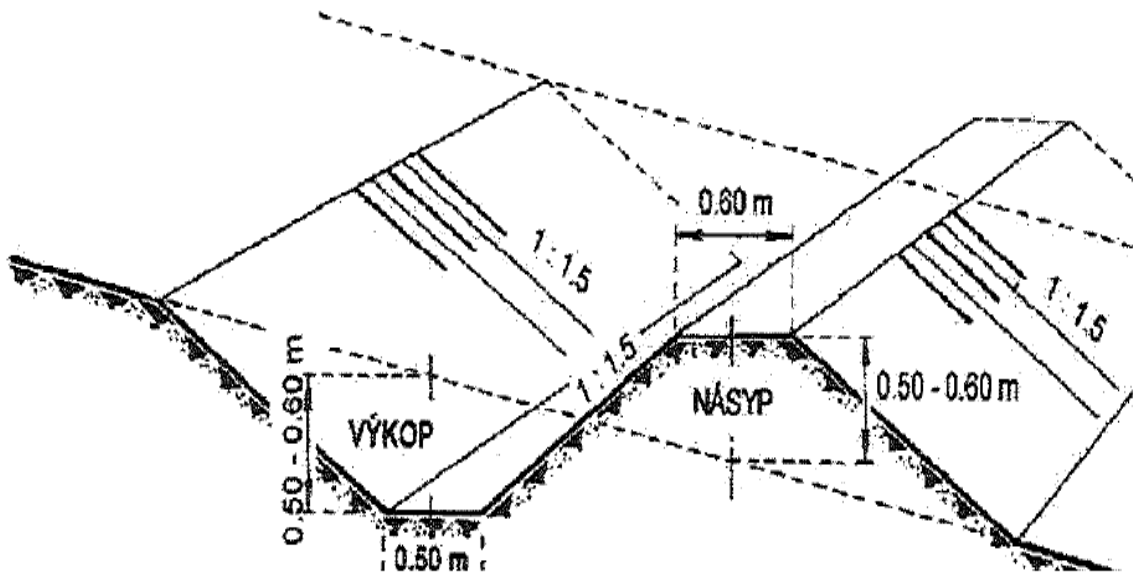
Legenda k obr. 1.:

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

Obr. č. 8.: Sběrné příkopy, svodný příkop a záchytný příkop



Obr. č. 9.: Příčný řez záchytným příkopem



Obr. č. 10.: Příčný řez záchytným průlehem

