

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Obor: zemědělství

TÉMA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

**Srovnání erozního ohrožení půdy u různých typů pícních porostů a
technologií jejich pěstování**

Autor bakalářské práce:
Monika Lengerová, DiS.

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

České Budějovice, duben 2012

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Akademický rok: 2011/2012**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Monika LENGEROVÁ**
Osobní číslo: **Z09301**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Srovnání erozního ohrožení půdy u různých typů pícních porostů a technologií jejich pěstování**
Zadávací 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, jeho hospodářský a ekonomický význam. Cíl a zaměření práce. Stručný popis hlavních poznatků vyplývajících ze studované problematiky.

Úvod a cíl práce: Bakalářská práce bude zpracována formou literární rešerše, doplněné o tabulkové a grafické zpracování získaných literárních údajů. Cílem práce je posouzení intenzity erozního ohrožení u různých pícních plodin a porostů při různých technologiích jejich pěstování. Stručný nástin hospodářského, ekonomického a ekologického významu tématu.

Literární přehled: Erozní ohrožení půdy v podmínkách ČR v kontextu možných klimatických změn. Srovnání erozního ohrožení u různých zemědělských plodin. Produkční a mimoprodukční význam pícních porostů. Význam pícních porostů v ochraně půdy a hydrosféry. Vliv různých způsobů pěstování a intenzity využívání pícních porostů na erozní ohrožení půdy. Utuženost a infiltrační schopnost půdy. Množství a kvalita půdní organické hmoty. Tabulkové a grafické zpracování zjištěných literárních údajů a jejich vyhodnocení vhodnými grafickými metodami. Porovnání různých literárních údajů.

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

Seznam použité literatury: V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 Bibliografická citace.

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 35 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Fuksa, P. a kol.: Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2010. Sborník z odborného semináře. FAPPZ ČZU Praha, 2010, 112 s.
Hůla, J.: Opatření k minimalizaci negativních vlivů zemědělské techniky na půdní prostředí. ÚVTIZ, Praha, 29 s.
Klimeš, F.: Lukařství a pastvinářství. Biodiagnostika a speciální prátotechnika. ZF JU České Budějovice, 1999.
Kubát, J.: Udržování vyrovnané bilance organické hmoty v půdě. ÚZPI, Praha, 1999, 30 s.
Mrkvička, J.: Pastvinářství. AF ČZU Praha, 1998, 81 s.
Pozdíšek, J. a kol.: Využití trvalých travních porostů chovem skotu bez tržní produkce mléka. ÚZPI, Praha, 2004, 103 s.
Rychnovská, M. a kol.: Ekologie lučních porostů. Academia, Praha, 1985.
Šantrůček, J. a kol.: Základy pícninářství. AF ČZU Praha, 2001.
Časopisy: Plant, Soil and Environment, Journal of Agrobiology, Úroda, Agromagazín
Internetové databáze: ISI Web of Knowledge, Scopus, Agris, Agricola, Agroweb.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kobes, Ph.D.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Konzultant bakalářské práce: Ing. Romana Novotná, Ph.D.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: 18. února 2011
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2012


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice ①


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

V Českých Budějovicích dne 18. února 2011

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Srovnání erozního ohrožení půdy u různých typů pícních porostů a technologií jejich pěstování.“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské 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.

Monika Lengerová, DiS.

V Českých Budějovicích, 10. dubna 2012

Děkuji Ing. Milanovi Kobesovi, Ph.D., vedoucímu práce za odborné vedení, rady a připomínky a Ing. Romaně Novotné, Ph.D., za konzultace při vypracování této bakalářské práce.

Anotace

Bakalářská práce se věnuje rozdělení, pěstování a významu různých druhů píce ve vztahu k eroznímu ohrožení půd v podmínkách České republiky.

V první části je zaměřena na zhodnocení příčin a průběhu degradace půd v současnosti a následný vývoj půdy v podmínkách očekávaných změn klimatu. Mezi nejzávažnější degradační faktory patří pedokompakce, dehumifikace, zábory půd, špatná infiltrace, vodní a větrná eroze. Jen vodní erozi je v České republice ohroženo 42 % zemědělské půdy. V další části bakalářské práce je uveden význam různých druhů luskovin, trvalých travních porostů, širokořádkových plodin a jejich vliv na erozní ohrožení půdy.

V neposlední řadě jsou v práci shrnuta organizační, technická a agrotechnická protierozní opatření. Jsou charakterizovány možnosti jejich využití, účinnost a náročnost.

Klíčová slova: erozní ohrožení půd, pícniny, trvalé travní porosty, protierozní opatření

Abstract

This thesis deals with division, growing and importance of various types of forage crops in relation to the erosion threat of soils in the Czech Republic.

The first part focuses on the evaluation of the causes and course of degradation of soils in the present and the subsequent development of land in terms of expected climate change. The most serious degradation factors include pedocompaction, dehumification, occupation of land, poor infiltration, water and wind erosion. Only on account of water erosion, 42% of agricultural land in the Czech Republic is at risk. In another part of the thesis the importance of various species of legumes, permanent grassland, wide rowed crops and their impact on soil erosion hazard is given.

Last but not least, the work summarizes the organizational, technical and agro-technical erosion control measures. They are characterized by the possibility of their use, effectiveness and ambitiousness.

Keywords: soil erosion risk, forage crops, permanent grassland, erosion control measure

Obsah:

1.	Úvod.....	8
2.	Literární přehled.....	9
2.1.	Rozdělení pícních porostů.....	9
2.2.	Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu	10
2.2.1.	Hodnocení degradace půd.....	11
2.2.2.	Půdoochranná funkce vegetace.....	12
2.2.3.	Degradace půd v současnosti	13
2.2.4.	Vliv očekávaných změn na půdu a zemědělství ČR	16
2.3.	Ekonomické aspekty využívání půdy po vstupu ČR do EU	18
2.4.	Produkční a mimoprodukční význam pícních porostů.....	20
2.5.	Vliv utužení půdy na infiltraci vody a půdní vlastnosti	20
2.6.	Dehumifikace – úbytek organické hmoty v půdě	25
2.7.	Větší uplatnění luskovin ve struktuře plodin	26
2.7.1.	Hrách setý.....	28
2.7.2.	Sója luštinatá	29
2.7.3.	Lupina bílá	30
2.7.4.	Lupina úzkolistá	30
2.7.5.	Jednoleté pícní směsky.....	31
2.7.6.	Svazanka vratičolistá.....	31
2.8.	Opatření před vodní erozí.....	32
2.8.1.	Organizační protierozní opatření.....	32
2.8.1.1.	Trvalé travní porosty	33
2.8.1.2.	Pásové střídání plodin	35
2.8.2.	Agrotechnická opatření	36
2.8.2.1.	Pěstování kukuřice	37
2.8.2.2.	Vrstevnicové obdělávání	39
2.8.2.3.	Ochranné obdělávání půdy.....	40
2.8.3.	Opatření technického charakteru.....	40
2.8.3.1.	Terasy.....	41
2.8.3.2.	Příkopy	42
2.8.3.3.	Průlehy	42
2.8.3.4.	Zatravněné údolnice	43
2.8.3.5.	Protierozní nádrže	43
3.	Závěr	45
4.	Seznam použité literatury.....	47
5.	Seznam elektronických citací.....	49
6.	Přílohy	50

1. Úvod

Půda patří mezi neobnovitelné přírodní zdroje a je tedy nezbytné na ní z tohoto pohledu nahlížet. Plní celou řadu důležitých funkcí – je multifunkční. Je stanovištěm a prostředím pro rostliny, filtračním a kumulačním prostředím pro vodu; zprostředkovává výměnu energie a plynů. Půda hraje zcela zásadní roli ve stabilitě ekosystémů a v ovlivňování bilancí látek a energií.

Vzhledem k této nezastupitelné funkci se stále častěji řeší pojem eroze půdy. Problémem je klesající chov hospodářských zvířat, z kterého plyne i menší potřeba pěstování pícních plodin jako zdrojů potravy pro tyto 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.

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. Ze studované literatury vyplývá, že zatímco u širokořádkových plodin je smyv částic půdy 60% oproti úhoru, tak u trvalých travních porostů je tento smyv 0,5%. V rámci republiky se hlavně díky dotačním podporám na travní porosty začíná tato situace zlepšovat.

Neméně důležité, kromě druhu pěstované plodiny jsou 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.

2. Literární přehled

2.1. Rozdělení pícních porostů

Podle doby využívání se pícní porosty nejčastěji třídí na jednoleté, víceleté a trvalé (většinou travní porosty).

Jednoleté plodiny – poskytují hospodářský výnos v roce zásevu. Patří mezi ně například: kukuřice setá (silážní i na zrna), luskoviny – hrách setý, hrách rolní (peluška), bob obecný (silážní), vikev huňatá, vikev panonská, lupina (vlčí bob mnohokvětý pravý), sója luštinatá. Jednoleté trávy - jílek mnohokvětý jednoletý. Obiloviny – oves setý, žito seté, triticales, proso seté, sudánská tráva. Krmné brukvovité plodiny – krmná kapusta, omezeně řepice, hořčice a řepka olejka. Krmné okopaniny – krmná řepa, mrkev obecná (krmná), řepka tuřín, ředkev vodnice, slunečnice roční, svazanka vratičolistá, pohanka setá, sléz přehlížený, sléz lesní.

Víceleté plodiny (pícniny) – poskytují hospodářský výnos částečně v roce výsevu a dále v dalších tzv. užitkových letech. Zpravidla 2-3 užitkové roky, nejdéle 7 užitkových let.

Pěstuje se vojtěška setá, jetel luční (červený), jetel plazivý (bílý), ostatní jeteloviny (včetně tzv. barevných jetelovin). Pícní trávy – monokultury, např. jílek mnohokvětý, srha říznačka, bojínek luční, kostřava rákosovitá aj. Jetelotravní a jetelovinotravní směsi.

Trvalé kultury, nejčastěji trvalé travní porosty (louky a pastviny) s dobou využívání 8 a více let (Kobes, 2012).

Podle úživného poměru dělíme pícniny na bílkovinné, glycidové a pícniny s vyrovnaným úživným poměrem.

Bílkovinné - úživný poměr 1 : 3,5 – 4,5 - např. vojtěška, jetel luční

Glycidové - úživný poměr 1 : 9-12 - např. kukuřice

Pícniny s vyrovnaným úživným poměrem úživný poměr 1 : 5,5 – 6 – např. travní porosty, jílky (Šantrůček, 2001).

2.2. Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu

Půdy v České republice jsou v současnosti vysoce ohroženy různými formami degradace. Mezi hlavní degradační faktory působící na půdy patří její nezemědělské využití (soil sea-ling), eroze půdy (vodní a větrná), debazifikace a acidifikace, fyzikální degradace (utužení), úbytky organické hmoty (dehumifikace), znečištění a kontaminace půdy (Vopravil, 2010).

Všechny tyto typy degradace spolu vzájemně souvisí; převažující typ degradace podmiňuje vznik dalších. Je nutné počítat s tím, že v budoucnosti bude docházet ještě k dalším degradačním vlivem očekávaných klimatických změn.

Očekávané klimatické změny, pokud se prognóza vyplní, budou mít vliv na zemědělství, které bude čelit nejen výskytu extrémních klimatologických jevů, ale i např. většího rozšíření současných i zcela nových škůdců a chorob (Vopravil, 2010).

Tab. č. 1.: Bilance půdy v České republice k 31.12.2010

Bilance půdy v ČR v roce 2010	
Pozemky dle druhů:	tis. ha
Zemědělská půda	4 244
orná půda	2 495
Pícniny	406
TTP	980
Nezemědělská půda	3 642
lesní půda	2 653
vodní plochy	163
Zástavba	131
Ostatní	696

(Zdroj: ČSÚ)

Tab. č. 2.: Vývoj ploch půdy a sklizní píce na orné půdě od roku 1920 do roku 2011

Rok	Osevní plocha v ČR v tisících ha	Pícniny na orné půdě v tisících ha	Sklizeň píce z pícnin na OP v tis. t.ha ⁻¹
1920	3 813	875	2 723
1950	3 427	769	2 338
1960	3 383	960	3 926
1970	3 342	1 062	5 954
1980	3 317	1 019	7 060
1990	3 270	1 099	7 443
2000	3 020	725	4 059
2010	2 495	406	2 605
2011	2 488	423	-

(Zdroj: ČSÚ)

2.2.1. Hodnocení degradace půd

Hodnocení degradace půd se provádí na základě retrospektivního průzkumu, tj. srovnáváním stavu půdy v minulosti se stavem půdy v současnosti (Vopravil, 2010).

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 (Knot a kol., 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. VÚMOP 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).

2.2.2. 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 podmítky 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)

2.2.3. Degradace půd v současnosti

Vlivem stále narůstající lidské populace je na půdu vyvíjen značný tlak a slovní spojení degradace půd se pomalu stává zažitým termínem. Zásahy člověka jsou jednoznačně jedním z nejvýznamnějších faktorů, ovlivňujících kvalitu a zdraví půd. Změny půdních vlastností mohou být jak kontinuální, tak náhlé a vzhledem k současnému stupni vývoje oboru pedologie můžeme tyto změny poměrně snadno interpretovat a tak vyhodnocovat vlivy působení člověka na půdu v čase (Křenovská, 2011).

V současnosti jsou největším problémem zemědělských půd jejich zábory. Záborem půdy rozumíme destrukci půdního pokryvu v místech těžby nerostných surovin, výstavby průmyslových, obytných a rekreačních zařízení a dále zábor půdy v místě výstavby železnic a silnic. Termín soil sealing je definován jako zakrytí půdy nepropustnými materiály, čímž dochází ke ztrátě všech přirozených vlastností a funkcí půdy. Celkový úbytek zemědělské půdy od roku 1927 činí 846 tis.ha, tj. 20 % zemědělské půdy. Rozloha se nyní blíží výměře trvalých travních porostů v České republice (Vopravil, Khel, 2010).

Úbytky se v posledních 15 letech výrazně zrychlily, v současnosti je denně odnímáno 15 ha!, převážně vysoce kvalitních půd. Tyto ztráty zejména pro nejrůznější stavební účely (skladové haly, obchodní a zábavní střediska, parkoviště, komunikace, občanské a průmyslové výstavby apod.) jsou hrozivé a nevratné. Dochází tak k nevratnému záboru půdy a k poškození většiny jejich produkčních i mimoprodukčních funkcí; tedy i k ovlivnění okolní krajiny a celého životního prostředí.

Další závažnou degradací je ztráta půdy erozí ze zemědělsky i nezemědělsky využívaných ploch. Problém eroze, jak vodní tak větrné, může zesilovat vlivem očekávaných klimatických změn (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).

Eroze zemědělsky využívaných ploch je celosvětovým problémem. V důsledku působení tohoto fenoménu jsou každoročně ztraceny tisíce km² zemědělské půdy, což v globálním měřítku odpovídá eroznímu poškození asi 24 miliard tun ornice (Vach, Javůrek, 2007).

Rozsah aktuální vodní eroze v ČR je 1780 tis. ha, tj. 42% zemědělské půdy, výrazně poškozeno je 450 tis. ha, tj. 10,7% zem. p. fondu. 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 nejúrodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozuje 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 akumulací 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 poškozuji 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. Neméně závažným degradačním procesem je utužování (kompakce) půd. V České republice je potenciálně ohroženo až 45% zemědělského půdního fondu, aktuálně je poškozeno přes 10% zem. půdního fondu. 30% zem.p. fondu je zranitelných tzv. genetickou kompakcí (danou půdními vlastnostmi), 70% zem.p. fondu je ohroženo technogenní kompakcí (zejména používáním těžké mechanizace za nevhodných vlhkostních podmínek). Důsledkem utužení je omezená infiltrace srážkové vody do půdy, čímž dochází ke zvýšenému odtoku vody při deštích, a to zvyšuje ohrožení půdy erozí (Vopravil, 2010).

Rychlost infiltrace vody kolísá podle druhu půdy od 1 mm za hodinu na jílovité půdě až po 60 mm/hod. na písčité půdě. Vsakovací schopnost půdy vlivem předchozího nasycení vodou se může řádově snížit na jednu pětinu oproti suché půdě. Také různá intenzita deště (viz tab. č. 3) dopadajícími kapkami poškozuje půdní strukturu. Rozplavenou zeminou se zaplňují půdní póry, čímž dochází ke snížení infiltrace vody do půdy. Vlivem snížené retenční kapacity povrchu půdy i na

méně svažitých pozemcích dochází k soustředění povrchového odtoku a vzniku erozních rýh (viz foto č. 1, 2, 5, 6), (Vach, Javůrek, 2007).

Tab. č. 3.: Intenzita, střední průměr a rychlost dopadu kapek různých dešťů

Charakter deště	Intenzita deště (mm/hod.)	Střední průměr kapek (mm)	Rychlost dopadu kapek (m/s)
Mrholení	0,5	1,0	4,2
Mírný déšť	1,0	1,2	4,9
Střední déšť	4,0	1,6	5,8
Silný déšť	15,0	2,1	6,9
Přívalový déšť	100,0	3,0	8,4

(Vach, Javůrek, 2007)

Zmenšuje se účinná hloubka půdního profilu pro plodiny, klesá transformační a asanační schopnost půdy a snižuje se tak její sanitární účinnost. Utužení působí nepříznivě i na edafon; dále také omezuje růst a pronikání kořínků do půdy. Postupně tedy může dojít ke ztrátě produkčního potenciálu půdy a jejich ekologických funkcí. S utužováním půdy je spojen i proces okyselování (acidifikace) půd. Jedná se o velmi pomalý degradační proces, kdy jsou přírodní procesy acidifikace velmi (a často neúmyslně) zvyšovány lidskou činností.

Příčiny vzniku má zejména v nadměrném přidavku dusíku do půd a v kyselých srážkách, v omezení pěstování leguminóz, omezení aplikace vápenatých hnojiv apod. Dochází tak k destrukci půdní struktury a snížení její odolnosti vůči erozi vlivem změny pH. Vzniká toxická forma hliníku, která působí negativně jak na rostliny, tak na mikroorganismy v půdách, dochází k aktivizaci patogenních aj. hub s následným rozvojem chorob rostlin; ke snížení nitrifikační schopnosti půd a snížení počtu a aktivity hlízkových bakterií. Proces ubývání půdní organické hmoty je zatím plíživý proces na všech půdách v ČR bez jasných dopadů. K úbytkům půdní organické hmoty dochází, jestliže ztráty mineralizací převyšují vnosi; zejména působením eroze, vyšší aerací a mineralizací po odvodnění, nevhodnou kultivací a používáním nevhodných průmyslových i statkových hnojiv. Půdní organická hmota je velmi významná pro půdní úrodnost a obecně pro kvalitu půdy; příznivě ovlivňuje půdní fyzikální a chemické vlastnosti; je tedy nutné půdu zásobovat dostatečným

množstvím organických hnojiv (zejména chlévský hnůj, komposty apod.) Dalším typem degradace je ztráta biologické diverzity půd. Půda je komplexní systém s rozmanitým společenstvím organismů. Půdní organismy jsou zásadní pro cyklus života na zemi, je tedy nutno biologickou diverzitu v půdách zachovávat. Na zemědělských půdách ovlivňuje život v půdě a rozvoj edafonu především systém hospodaření. Na organismy působí faktory, které mají mnohdy negativní efekt; jedná se např. o chemické vstupy, volbu plodin v osevním postupu a agrotechnické zásahy v ekosystému.

Kontaminace půd v České republice je problémem spíše lokálním, často má historický původ (báňská činnost, průmyslová výroba, havárie apod.). Mezi nejvýznamnější zdroje antropogenní kontaminace půd potenciálně toxickými chemickými prvky patří: hlušina, popílky, hnojiva, emise a polutanty; kaly a jiné odpady a v neposlední řadě sedimenty vodních nádrží (Vopravil, 2010).

2.2.4. Vliv očekávaných změn na půdu a zemědělství ČR

Zemědělství

Pokud se prognóza vyplní, očekávané klimatické změny budou mít mj. negativní vliv na půdu a obecně na zemědělství. Mezi hlavní očekávané klimatické změny bude patřit mimo stále se zvyšujících průměrných ročních teplot také častější výskyt méně předvídatelného extrémního průběhu počasí (sucho, záplavy, vichřice, extrémní teplotní výkyvy apod.).

Dlouhodobě mohou klimatické změny ovlivnit zemědělství v několika směrech:

v produktivitě, v agrotechnice, v rozvoji chorob a škůdců, v adaptaci plodin na abiotické abiotické stresy a ve změnách v přírodním prostředí venkova. Rostliny budou vystaveny teplotám, na které nejsou adaptovány. Dojde ke zkrácení růstové periody, snížení dostupnosti vody a slabé jarovizaci, což povede ke snížení potenciálních výnosů. Zvýšení teplot zrychlí vývoj rostlin, takže dojde ke zkrácení cyklu mezi setím a sklizní i k dřívějšímu stárnutí rostlin. Výrazně se zvýší nutné výdaje na zavlažování, herbicidy, insekticidy; dojde k rozvoji nových chorob a škůdců. Dále lze očekávat změny i ve struktuře jednotlivých plodin pěstovaných na orné půdě, což bude ovlivňovat erozi půd (Vopravil, 2010).

Bude se měnit rajonizace pěstování zemědělských plodin. Výnosy píce z trvalých travních porostů budou klesat a v sušších letech budou klesat i výnosy víceletých píceň (Kobes, 2012).

Eroze půd

Pro vznik a intenzitu vodní eroze jsou ve většině případů rozhodující přívalové srážky. Projeví-li se očekávaná klimatická změna možným zvýšením extrémních projevů počasí, tedy i srážkových úhrnů, lze očekávat změny nejen v erozně nebezpečných deštích, ale též změny v sezonalitě jejich výskytu v jednotlivých měsících, vydatnosti, intenzitě a době trvání. Pokud se zároveň mírně oteplí, může dojít ke změnám v charakteristikách sněhových srážek, které mají na erozi velký vliv (zejména v předjarním období). 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. 4.

Tab. č. 4.: Potencionální ohrožení vodní erozí zemědělských půd podle svažitosti pozemků a možný smyv půdy

Stupeň ohrožení	Sklon ve stupních	Smyv půdy (t/ha)	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)

Nejvíce bude očekávanou klimatickou změnou ovlivněna pravděpodobně vlhkost půdy, která má vliv na odtok a současně působí výrazně na soudržnost půdy. Prognózu vlivu očekávaných klimatických změn (zejména zvýšení přívalových

srážek) můžeme dokumentovat v přílohách (mapy č. 1 - 3). Tyto mapy zobrazují maximální přípustnou hodnotu faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p), který je jedním ze vstupních parametrů USLE rovnice. Vyjadřuje, jak by měl vypadat způsob hospodaření na půdních blocích nebo jejich částech, při kterém ještě nedochází k projevům nadlimitní ztráty půdy vodní erozí.

Vlivem očekávaných klimatických změn bylo uvažováno dvojnásobné a trojnásobné zvýšení faktoru erozní účinnosti deště, tj. $R=40\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ (mapa č. 2) a $R=60\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ (mapa č. 3). Ty byly porovnávány s C_p vyjádřeným pro $R=20\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ (mapa č. 1), tedy průměrné roční hodnoty pro ČR. Z map je zřejmé, že ve větší míře bude doporučeno převedení půd na trvalé travní porosty, které představují dokonalou protierozní ochranu. Zvýší se podíl víceletých plodin (jetele a vojtěšky) a omezí se pěstování širokořádkových plodin.

Pravděpodobně tedy dojde k zásadní změně způsobu hospodaření na orné půdě.

Větrná eroze může také zesílit při případné změně klimatu s kolísáním suchých a větrných období. Týkat se bude zejména J, JV Moravy, Polabí, ale i na jiných místech ČR. Existuje obava, že s nastupujícími dopady klimatické změny nastanou problémy s nedostatkem povrchové i podzemní vody mnohem častěji a po delší dobu. Negativní dopady změny klimatu (především rostoucí teplota vzduchu) urychlují proces evapotranspirace (výparu z půdy a rostlin) a zvyšují nároky vegetace na vodu. Suchem ohrožené oblasti se rozšíří. Největší úbytek srážek se předpokládá ve středních zeměpisných šířkách (včetně ČR) a suchých tropech. Naopak ve vyšších šířkách a některých tropech srážek přibude.

Je proto nutné krajinu vhodně stabilizovat provedením nezbytných (zejména protierozních) opatření; jedině tak má šanci očekávaným klimatickým výkyvům odolat (Vopravil, 2010).

2.3. Ekonomické aspekty využívání půdy po vstupu ČR do EU

Přechodem na tržní ekonomiku v České republice od roku 1989 sice začala znovu fungovat půda jako kapitál, jako součást jmění a byla definována v tržních souvislostech a také se stala do jisté míry reálnou součástí ekonomických vztahů a procesů, avšak do plného uplatnění jejich uvedených funkcí ještě zbývají mnohé roky.

Od roku 1991 probíhá v ČR proces pozemkových úprav, v rámci nichž se uspořádávají majetková práva k pozemkům, dochází k prostorovým a funkčním změnám parcel, jež se slučují nebo rozdělují, je zajišťován přístup k nim a jsou stanovovány jejich hranice. Proces pozemkových úprav vytváří podmínky pro jejich racionální spravování, ochranu půdy, zvyšování její úrodnosti a pro zvyšování ekologické stability krajiny. Jako důležitý výsledek pozemkových úprav vzniká nová digitalizovaná katastrální mapa. Provedení pozemkových úprav a vytvoření nové digitalizované katastrální mapy má velký význam jak pro vlastníky půdy, tak i pro uživatele. Spočívá především v identifikaci parcel v terénu a je proto podkladem pro upřesnění vlastnictví pozemků co do výměry i polohy a následně také pro uzavření nových nájemních smluv na již zcela přesnou výměru jednotlivých parcel u pronajímané půdy (Juřica, 2007).

V současné době jsou však vytvořeny nové digitalizované katastrální mapy pro pouhou třetinu území republiky a přitom cílem vlády i termínem, se kterým počítá také EU pro dokončení digitalizace, je rok 2015 (Juřica, 2007).

Stav rozpracovaných a ukončených komplexních pozemkových úprav v České republice viz tab. č. 5. (Portál MZE, 2011).

Podle výsledků strukturálního šetření 2005 hospodařily podniky fyzických osob k 30. 9. 2005 ze 63,6 % na najaté půdě a z 36,4 % na půdě vlastní. Ke stejnému datu přitom obhospodařovaly podniky právnických osob téměř veškerou půdu najatou – 94,9 % a pouze nepatrnou část půdy vlastní. V úzké souvislosti s užíváním půdy podnikatelskými subjekty v zemědělství došlo v období po vstupu ČR do EU k významnému růstu podpor z titulu obhospodařování zemědělské půdy, především přímých plateb (SAPS) z finančních zdrojů EU i doplňkových přímých plateb z finančních zdrojů státního rozpočtu ČR, počínaje rokem 2004. Uvedené platby podstatnou měrou ovlivnily výsledky hospodaření zemědělských podniků. Zvyšování podpor bude pokračovat až do dosažení úrovně podpor v zemích EU (Juřica, 2007).

Obhospodařování zemědělské půdy podnikatelskými subjekty mnohdy neodpovídá požadavkům udržení půdní úrodnosti, množství a bilanci půdní organické hmoty (Kobes, 2012).

2.4. Produkční a mimoprodukční význam pícejších 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 a Asie. V rozvojových zemích dosahuje podíl pastvin kolem 60 - 70 % ze zemědělské půdy (Mrkvička, 1998).

Význam víceletých pícnin jako zdroje kvalitního krmiva i jako zúrodnující 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. 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 podorníci 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). Utužení se projevuje jako rozpad přirozené půdní struktury, tj. jako změna fyzikálních vlastností půdy, konkrétně jako změny pórovitosti, objemové hmotnosti, snížení infiltrace vody, omezení propustnosti a snížení retenční vodní kapacity (vododržnosti půdy). V ztužených půdách se zhoršuje kvalita fyzikálního prostředí (zejména provzdušněnosti), od čehož se druhotně odvíjí zhoršení půdních biologických a biochemických procesů. Utužení je totiž také vždy spjato s dalšími formami degradace půdy – s erozí, úbytkem organické hmoty (humusu), s okyselováním půdy (debazifikací a acidifikací), se ztrátou biodiverzity. Všechny tyto formy degradace půdy se navzájem podmiňují a probíhají společně, jedna forma degradace je dominantní. Proto i utužení je do značné míry důsledkem dalších degradačních procesů a zároveň je vyvolává (Novák, Vopravil, 2009).

Utužení podorníci 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 (viz. foto č. 1 - 6), 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 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 půdy. 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). 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.

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. 6.

Tab. č. 6.: Zranitelnost podorníčí a spodiny vyhodnocením zrnitosti, objemové hmotnosti a pórovitosti

Potencionální zranitelnost	Fyzikál. vlastnost	Zrnitost					
		j	jh	h	ph	hp	p
Vysoká	obj.hmotnost g/cm ³)	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
	pórovitost %	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Střední	obj.hmotnost g/cm ³)	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 ³)	< 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. 7.

Tab. č. 7.: Zranitelnost půd utužením

Zranitelnost utužením	Hlavní půdní jednotka (HPJ) bonitační soustavy
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, škraloupky 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 podorníčí) 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 podorníčí 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 řádků, dvojité 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. 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 orníci i podorníčím 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), (Novák, Vopravil, 2009).

V současné době se agromeliorační zásahy téměř neužívají. Utužení podorníčních 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).

2.6. 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 (Khel, 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_2 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. 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. 8.: 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 osevniho 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 jíllem, případně i řepici.

2.7. 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. 9) a tím příznivě ovlivňují

fyzikální vlastnosti půdy. Jsou schopny si osvojovat 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. 9.: 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)

Mají fytosanitární 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 meziplochinách 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^3 , které váží ve své biomase a zabraňují jeho transportu do hlubších půdních horizontů. Omezují zaplevelení pozemků v meziporostním 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).

2.7.1. Hrách setý

Výměra této naší hlavní luskoviny představuje v současné době (r. 2010) kolem 24 tis. ha.

Tab. č. 10.: Osevní plocha hrachu setého za období let 1996 – 2010.

Rok	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Výměra (ha)	47 202	50 979	33 826	27 971	21 486	27 146	17 385	24 391

(zdroj: ČSÚ)

Pro dosažení lepších výsledků při pěstování hrachu je třeba věnovat pozornost výběru vhodných výnosových odrůd, podmínkám stanoviště ve vztahu k počasí a výnosům semene – rozhodujícím faktorům agrotechniky (Vach, Šimon, 2009).

V poslední době se rozšiřuje pěstování hrachů pro výrobu vysoce výživné hrachové siláže (Kobes, 2011).

Hrách nemá vyhraněné nároky na půdu. Nejlépe se mu daří na půdách hlinitých a písčitohlinitých s neutrální půdní reakcí (optimální rozpětí pH 6,2 – 7). Za nevhodné se považují těžké jílovité půdy a také i lehké půdy písčité či hlinitopísčité s reakcí půdy pH pod 6, kdy jsou nepříznivé podmínky pro tvorbu hlízek (Vach, Šimon, 2009).

Jakožto plodina zlepšující půdní prostředí se seje zpravidla hrách po obilninách. Při setí hrachu po obilnině je možno použít buď variantu s využitím slámy a posklizňových zbytků předplodiny, nebo se strniskovou mezipločinou. V prvním případě se provede mělké zapravení drcené slámy talířovými nebo radličkovými kypřiči a po vzejití výdrolu jeho chemická likvidace. Na jaře je třeba vzít v úvahu, že hrách vyžaduje ranný výsev. Pro kvalitní a rovnoměrné vzejití je třeba použít secí stroje, které zajistí optimální hloubku uložení osiva. V druhém případě se po úklidu slámy provede podmítka s urovnáním povrchu a výsev secí kombinací, kdy se zbytky vymrzlé mezipločiny zapraví mělce do půdy (Vach, Javůrek, 2009).

2.7.2. Sója luštinatá

Sója postupně zaujímá v České republice významnější postavení mezi pěstovanými luskovinami. V posledních letech narůstají její osevní plochy (viz tab. č. 11).

Tab. č. 11.: Osevní plochy sóji luštinaté za období let 1996 – 2008.

Rok	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Výměra (ha)	513	266	1916	3002	9006	9641	6800

(Javůrek, Vach, 2009)

Je to plodina relativně náročná na pěstební podmínky. Jakožto plodina zlepšující půdní prostředí se seje zpravidla sója po obilninách. Pěstební technologie je zaměřena na regulaci ztrát půdní vláhy a na zajištění dostatečného počtu jedinců na ploše pro vyšší konkurenceschopnosti porostu proti plevelům. Technologický postup na podzim po sklizni obilniny je prakticky stejný jako pro jiné jarní plodiny, tzn. standardní podmínka po úklidu slámy, nebo zaklopení drcené slámy talířovými podmiťáči, což může být doplněno hlubším zpracováním radličkovými kypřiči později na podzim pro likvidaci vyrostlých plevelů. Podle stanovištních podmínek je možno volit i variantu se strniskovou meziplojinou. Jarní příprava a setí se neliší od konvenční technologie a spočívá v mělkém nakypření a urovnání ornice kombinátorem s následným setím, nebo využití secí kombinace. Pro rozšíření osevní plochy této luskoviny ve struktuře plodin je třeba zvýšit realizaci jejího výnosového potenciálu (Javůrek, Vach, 2009).

2.7.3. Lupina bílá

Lupina bílá je velmi stará kulturní rostlina pocházející z oblasti středomořského moře (Honsová, 2009).

Ještě před několika lety bylo u nás pěstování lupiny bílé sporadické, neboť osevní plochy se pohybovaly na úrovni 80 – 150 ha. V roce 2005 již byla osevní plocha lupiny bílé asi 4800 ha, v roce 2006 vzrostla na 7500 ha a v r. 2007 zaujímala 5 500ha (Javůrek, Vach, 2009).

2.7.4. Lupina úzkolistá

Lupina úzkolistá se pěstuje na lehčích a středních, odplevelených a živinami dobře zásobených půdách. Nejlépe se jí daří v nadmořských výškách od 350 do 650 m.n.m. Lupiny jsou z hlediska symbiotické fixace dusíku nejvýkonnější ze všech luskovin. Osivo se seje brzy na jaře do dobře připravené půdy do hloubky 3 až 4 cm. Zaválení je prospěšné, pouze je-li půda suchá a seťové lůžko horší kvality. Při nebezpečí zhutnění půdy a tvorby škraloupu je lepší pole pole neválet, aby nebylo omezeno provzdušnění důležité pro fixaci dusíku. Sklizeň probíhá ve stejném termínu jako u ozimé pšenice (Kolektiv autorů SEED service s.r.o., 2010).

Mezi výnosy této plodiny je nutné započíst i její předplodinovou hodnotu a obohacení půdy zhruba o 40 až 60 kg dusíku na hektar (Kolektiv autorů SEED service s.r.o., 2010).

2.7.5. Jednoleté pícní směsky

Výhodou při pěstování pícních jednoletých směsí je, že poměr a složení živin utvářejí přímo na poli. Při vhodném sestavení a pěstování poskytují chutnou a stravitelnou píci s dobrou přijímatelností. Další výhodou je možnost vynechání nebo aplikace minimálních dávek dusíkatého hnojení (do 50 kg N/ha) vzhledem k poutání vzdušného dusíku jetelovinami. Sklizeň směsí se provádí podle fenofáze převládajícího nebo výživářsky nejvlivnějšího druhu. Jednoleté pícní směsky jsou výnosově jisté a poskytují časnou píci. Příklady jednoletých pícních směsí: **Ozimé směsky:** pšenice ozimá + ozimá vikev, jílek mnohokvětý italský + ozimá vikev, tzv. Lantsberská směska: vikev panonská (35 - 40 kg/ha osiva) + jetel nachový (20 kg/ha) + jílek mnohokvětý (12 - 15 kg/ha). **Jarní směsky:** jílek mnohokvětý jednoletý + jarní vikev, pšenice jarní + vikev jarní, oves setý + hrách setý rolní (peluška), bob obecný + jílek mnohokvětý (Kobes, 2012).

2.7.6. Svazenka vratičolistá

Svazenka vratičolistá je dvouděložná rostlina s rychlým vývojem, nenáročná na půdní a klimatické podmínky. Je nenáročná na předplodinu a pěstuje se nejlépe mezi dvěma obilovinami. Vyhovují jí lehké hlinitopísčité půdy a sušší pozemky, nesnáší však kyselé půdy (optimální pH je 6,5 – 7,2) a vyžaduje vyvápňenou půdu (vyšší obsah Ca). V půdě zanechává velké množství kořenové hmoty a opadanky a zlepšuje tak půdní úrodnost.

Růst svazenky je po vysetí je velmi rychlý a svazenka i brzy zakvétá. Celá rostlina svazenky je hustě porostlá trichomy, listy jsou podlouhlé, hluboce vykrajované až dělené (podobné vratiči obecnému). Květenství je modré až modrofialové barvy, vyniká dobrou nektarodárností a svazenka je včelaři ceněna pro nektarodárnost v letním období. Po vysetí zakvétá svazenka za 45 - 50 dní. Produkce píce činí 20-30 tun zelené hmoty (6-7 t sušiny) na 1 ha. Svazenku vyséváme na jaře nebo i jako strniskovou mezplodinu. Svazenku využíváme na zelené krmení, na

výrobu senáže o vyšší sušině nebo na zelené hnojení. Porosty se zakládají přímým výsevem bez krycí plodiny. Porosty zakládáné jako podsevy do krycích plodin (strnisková podsevová meziplodina) bývají řidší. Svazanka vyžaduje čisté, nezaplevelené pozemky, je citlivá na zaplevelení laskavcem a merlíky. Svazanka se častěji pěstuje jako meziplodina na zelené hnojení (Kobes, 2012).

2.8. 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).

2.8.1. 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 podmítky do období s nižším výskytem přivalových dešťů, zařazování bezorebně setých mezipločin, 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.

2.8.1.1. 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 m² pastviny byla zjištěna celková délka kořenů 170 km a plocha kořenů dosahovala více než 200 m². 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. 12) a tím i poklesu retenční schopnosti (Mládek, 2006).

Tab. č. 12.: Porovnání fyzikálních vlastností půdy po čtyřech letech různé intenzity přejezdů mechanizace (rozbory neporušených půdních vzorků z hloubky 5 – 10 cm).

Varianta	Objem. hmotnost (g/cm³)	pórovitost	Obsah vzduchu v pórech (obj. %)
Neobhospodařovaný porost	1,27	54,7	36,3
Porost 1x ročně mulčovaný	1,24	54,4	38,1
Porost 2x ročně sklizený	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. 13.: Porovnání chemických vlastností půdy po čtyřech letech různého obhospodařování.

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

2.8.1.2. 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).

2.8.2. 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).

Vliv různého způsobu obdělávání půdy na intenzitu odtoku vody a odnosů půdy je patrný z tab. č. 14.

Tab. č. 14.: 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 dvouseťtinu (viz tab. č. 15).

Tab. č. 15.: Snížení smyvu oproti úhoru (100 %)

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

(Janeček, 2005)

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

2.8.2.1. Pěstování kukuřice

Kukuřice je nejvýznamnější jednoletá pícnina. 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 pícninu 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 obilních pásů po vrstevnicích. Jde o nouzové opatření, které chrání jen v případě slabšího erozního ohrožení. Pruhový ozimý obilniny se zasejí běžným obilním 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 %. Sítí obilních 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 obilními výsevními skříněmi a secími obilními 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 meziploidy (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 meziploidy se vyznačují vysokou protierozní účinností a chrání půdu před vodní erozí po převážnou část roku. Jsou vhodné při obvyklém kukuřičně-obilním osevním postupu. Pěstování meziploidy 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 plevely (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 mezipločin 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 kypřičem s ponechanými rostlinnými zbytky částečně chrání půdu před erozí, ale při přísušku může zabránit vzejití meziplodiny. Vzešlý výdrol lze likvidovat dvojím kypřením. Jinou možností je výsev meziplodiny do ponechaného strniště po předplodině řepce či obilovině secím strojem pro přímý výsev drobnosemenných plodin (Janeček, 2005).

Kromě pěstování kukuřice na zrna 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.

2.8.2.2. Vrstevnicové obdělávání

Orbou po vrstevnicích nebo s malým odklonem od vrstevnic oboustrannými otočnými pluhy, které překlápějí půdu proti svahu je možné významným způsobem přispět k ochraně půdy před erozí. 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 pluhy sunula po svahu (Janeček, 2005).

2.8.2.3. 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 kypřiči. 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).

2.8.3. 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).

2.8.3.1. 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, průlehů, 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. 1.)

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).

2.8.3.2. 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. 2.). Odvodňovací kanály by měly být řešeny tak, aby současně vyhovovaly zásadám protierozní ochrany. Sběrné příkopy se zpravidla navrhují k přerušení příliš velké délky povrchového odtoku po spádnicí. Svodné příkopy zpravidla v údolních polohách k odvádění vody ze sběrných příkopů.

Záchytné příkopy (Obr. 3.) 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).

2.8.3.3. 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 průlehů od 20 do 35 m. Sběrné průlehy (Obr. 4.) jsou použitelné na svazích s hlubšími půdami do sklonu nejvýše 15 %, výjimečně 18 % (Janeček, 2007).

Je-li nutno na pozemku navrhnout více průlehů, je vhodné je vést z mechanizačních důvodů rovnoběžně s vrstevnicemi.

Mohou být obdělávatelné nebo zatravněné. Průlehy jsou zpravidla zaústovány do zatravněných údolnic nebo zpevněných příkopů. Průleh má co nejméně překážet mechanizovanému obdělávání pozemku a co nejméně zabírat produkční plochu (Jarošek, 2010).

2.8.3.4. Zatravněné údolnice

V důsledku morfologické rozmanitosti zemědělské krajiny dochází během přívalových dešťů a jarního tání k přirozenému soustředění 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 potencionální 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).

2.8.3.5. 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. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo posouzení intenzity erozního ohrožení u různých pícních plodin a porostů při různých technologiích jejich pěstování, formou literární rešerše.

Mezi nejzávažnější degradační faktory patří pedokompakce, dehumifikace, zábory půd, špatná infiltrace, větrná a vodní eroze. V České republice patří mezi nejvýznamnější půdní degradace vodní eroze, kterou je ohroženo kolem 42 % zemědělské půdy. Nejvíce podléhá erozi půda bez vegetačního pokryvu. Porosty okopanin a kukuřice smyv půdy oproti černému úhoru snižují na polovinu, obiloviny na čtvrtinu až desetinu, jeteloviny na padesátinu a víceleté travní porosty až na dvousetinu. Je tedy patrné, že na pozemcích erozně ohrožených je nezbytné pěstovat plodiny, které jsou schopny vytvořit rychle zapojený, prokořeněný porost. Zatímco hloubka zakořenění je u obilovin kolem 30 cm, u luskovin (zejména sóji, lupiny, svazenky) se prokořenění pohybuje až kolem 1,7 m. Právě pícniny, trvalé travní porosty mají spoustu významných a nezastupitelných funkcí. Od roku 1920 bylo zastoupení pícnin na orné půdě v 70. až 90. letech největší. Jednalo se o rozlohu kolem 1 000 000 ha, v minulém roce to bylo pouze 423 000 ha. Silné ohrožení je u pozemků se sklonem do 8°, zde dochází k odnosu částic v množství 4,6 až 6,0 t/ha. Velmi silné až extrémní ohrožení pak u pozemků nad 8°, kde může být odneseno 7,6 a více t/ha.

Kromě druhu pěstované plodiny je potřeba půdu chránit i vhodnými agrotechnickými, technickými a organizačními protierozními opatřeními. Mezi základní organizační protierozní zásady patří – včasný termín výsevu plodin, výsev víceletých pícnin do krycí plodiny, posun podmytky do období s nižším výskytem přívalových dešťů, zařazení bezorebně setých meziplodin, zatravnění pozemků, popřípadě pásové střídání plodin. Situovat pozemky delší stranou ve směru vrstevnic, zvolení vhodné velikosti a tvaru pozemku – lze obecně doporučit velikost půdního bloku do 20 ha v členitějších a svažitéjších územích. Agrotechnická protierozní opatření zahrnují vrstevnicové či konturové obdělávání, výsev do ochranné plodiny, hrázkování, mulčování. Vyžadují zpravidla speciální stroje (otočné pluhy, secí stroje pro výsev do nezpracované půdy, radličkové a rotační kypřiče). Tyto technologie obdělávání zahrnují celou řadu postupů ponechávajících velké části posklizňových zbytků plodin na

povrchu půdy. Pokrytí 20 až 30 % povrchu půdy rostlinnými zbytky v době setí snižuje vodní erozi o 50 až 90 % ve srovnání s holým povrchem půdy. Technická protierozní opatření se používají v případě, že organizační a agrotechnická opatření jsou nedostatečná. Mezi technická opatření patří zejména terénní urovnávky, vrstevnicové meze, terasy, příkopy, průlehy, zatravněné údolnice, ochranné hrázky a protierozní nádrže.

4. Seznam použité literatury

- ČERMÁK, B. a kol.: Pěstování a využití objemných krmiv pro zvířata a ochranu životního prostředí, UZPI 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
- 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
- HONSOVÁ, H.: Lupina v pokusech na Slovensku. In: Zemědělský týdeník, XII, (05), 2009, s. 9
- HŮLA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F.: Zpracování půdy, Nakladatelství Brázda, s.r.o., 1997, 144 s., ISBN: 80-209-0265-1
- JANEČEK, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, VÚMOP, 2008, 76 s., ISBN: 978-80-254-0973-2
- JANEČEK, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, ISV nakladatelství, 2005, 195 s., ISBN: 80-86642-38-0
- JUŘICA, A.: Ekonomické aspekty využívání půdy v období po vstupu ČR do EU. In: Agromagazín, 8, (9), 2007, s. 16 – 17
- KHEL, T., VOPRAVIL, J.: Úbytek organické hmoty v půdě – dehumifikace. In: Úroda, LVIII, (11), 2010, s. 58
- KOBES, M.: ústní sdělení, 2012
- KOLEKTIV AUTORŮ SEED servise s.r.o.: Lupina úzkolistá, In: Úroda, LV III, (10), 2010, s. 39
- MLÁDEK, J. a kol.: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích, VÚRV Praha, 2006, s. 106, ISBN: 80-86555-76-3
- 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
- ŠANTRŮČEK, J. a kol.: Základy pícninářství, ČZU Praha, 2001, 146 s., ISBN: 80-213-0764-1

- VACH, M., JAVŮREK, M.: Eroze půdy – stále závažný problém v rostlinné výrobě. In: Agromagazín, 8, (2), 2007, s.14, 15, 17 a 19
- VACH, M., JAVŮREK, M.: Větší uplatnění luskovin ve struktuře plodin, zejména bez živočišné produkce. In: Agromagazín, 10, (4), 2009, s. 28
- VACH, M., JAVŮREK, M.: Větší uplatnění luskovin ve struktuře plodin, zejména bez živočišné produkce. In: Agromagazín, 10, (5), 2009, s. 22
- VACH, M., JAVŮREK, M.: Ekologická optimalizace hlavních pěstitelských opatření pro polní plodiny, VÚRV Praha, 2009, 30 s., ISBN: 978-80-7427-007-9
- VOPRAVIL, J., KHEL, T.: Degradace půdy – zábor půdy. In: Agromagazín, 11, (9), 2010, s. 58
- 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: 978-80-7044-935-6
- VRZAL, J., NOVÁK, D. a kol.: Základy pěstování kukuřice a jednoletých píceň, IVV MZe ČR Praha, 1995, 32 s., ISBN: 80-7105-097-0

5. Seznam elektronických citací

HONSOVÁ, D.: [online]. 2006 [cit. 2012-01-14]. Pícninářsky nevyužívané travní porosty: aktuální problémy v České republice. Dostupné z WWW: http://www.agris.cz/zemedelstvi?id_a=151554

VOPRAVIL, J. a kol.: [online]. 2010 [cit. 2011-12-20]. Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu. Dostupné z WWW: <http://www.cbks.cz/Sbornik10a/Vopravil.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>.

KŘENOVSKÁ, I.: [online]. 2011 [cit. 2011-12-4]. Evaluation of rendzinas soil characteristics abberation in Blansko district. Dostupné z WWW: http://mnet.mendelu.cz/mendelnet2011/articles/25_krenovska_458.pdf

PORTÁL MZE [online]. 2011 [cit. 2011-12-10]. Portál eagri. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/>

DOSTÁL, T.: [online]. 2012 [cit. 2012-02-15]. Protierozní opatření. Dostupné z WWW: http://storm.fsv.cvut.cz/on_line/vhk2/eroze%2009_technicka%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

6. Přílohy

Stav rozpracovaných a ukončených komplexních pozemkových úprav v ČR viz tab. č. 5.:

Komplexní pozemkové úpravy k 31.12.2010

KRAJ	rozpracované				ukončené			
	počet	výměra (ha)			počet	výměra (ha)		
	2010	celkově	2010	celkově	2010	celkově	2010	celkově
Středočeský	9	116	2947,4	52627,65	20	183	7900,65	74120,37
Jihočeský	4	116	1241	47714,54	21	174	9680,83	67909,87
Karlovarský	4	26	1521	8834,5	3	47	615	14022,39
Plzeňský	4	120	2465	48770,98	22	120	7643,24	41334,83
Liberecký	3	33	3131	16934,12	2	18	499,59	5688,44
Ústecký	6	48	2691	26772,7	5	47	2824,72	20014,22
Královehradecký	3	48	1062	24382,36	11	88	5091	35112,74
Pardubický	5	56	1583	29613,85	11	78	7038,66	36089,56
Jihomoravský	2	58	115	44782,99	11	156	7995,55	98986,07
Zlínský	4	44	1393	22647,6	7	33	4566,05	15483,76
Kraj Vysočina	3	43	600	21724,37	12	104	5220,36	47199,15
Olomoucký	6	51	3193	26992,26	8	78	2297,04	36585,14
Moravskoslezský	0	37	0	32695,92	6	18	6435,59	14460,81
ČR CELKEM	53	796	21942	404493,84	139	1144	67808,3	507007,4

(Portál Mze)

Foto č. 1.: Erozní činnost v poli s kukuřicí



(Foto: Monika Lengerová, k.ú. Mašovice, červen 2009)

Foto č. 2.: Erozní činnost v poli s kukuřicí



(Foto: Monika Lengerová, k.ú. Mašovice, červen 2009)

Foto č. 3.: Eroze



(Foto: Monika Lengerová, k.ú. Mašovice, červen 2009)

Foto č. 4.: Členění krajinného rázu v k.ú. Pořín



(Foto: Monika Lengerová, k.ú. Pořín, duben 2010)

Foto č. 5.: Plošná a rýhová eroze v porostech jarních obilovin



(Foto: David Mišík Ing., k.ú. Pořín, červen 2010)

Foto č. 6.: Zanášení silničních příkopů



(Foto: David Mišík Ing., k.ú. Pořín, červen 2010)

Foto č. 7.: Silná rýhová eroze v porostech kukuřice



(Foto: David Mišík Ing., k.ú. Pořín, červen 2010)

Foto č. 8.: Rozsáhlá plošná eroze v porostech kukuřice



(Foto: David Mišík Ing., k.ú. Pořín, červen 2010)

Foto č. 9.: Viditelné náplavové kužele



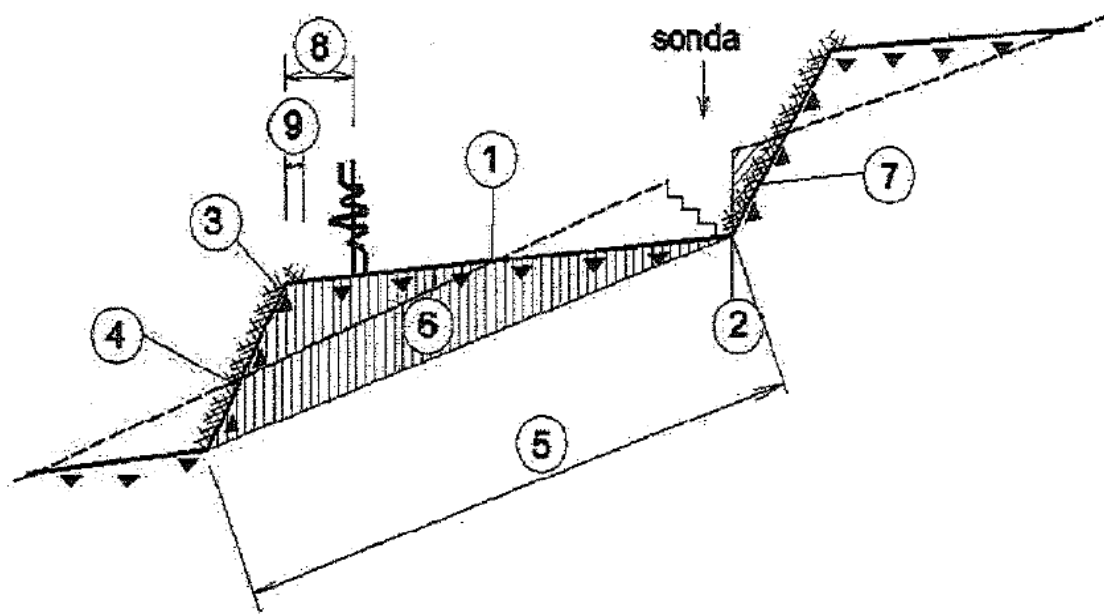
(Foto: David Mišík Ing., k.ú. Pořín, červen 2010)

Foto č. 10.: Zanesený zpevněný příkop smytou zeminou a štěrkem



(Foto: David Mišík Ing., k.ú. Pořín, červen 2010)

Obr. 1. Schéma uspořádání zemních teras



Legenda k obr. 1.:

(1) = terasová plošina (T_p)

(2) = pata terasy (P_t)

(3) = hrana terasy (H_t)

(4) = svah terasy (S_v)

(5) = rozchod teras (R_t)

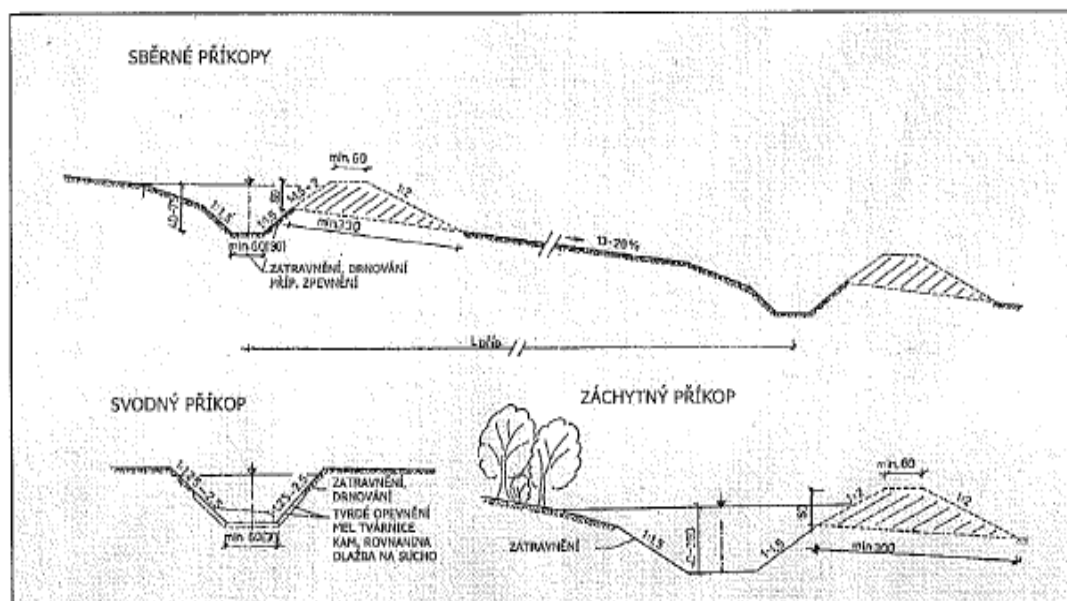
(6) = tělo terasy

(7) = narušený půdní profil (h)

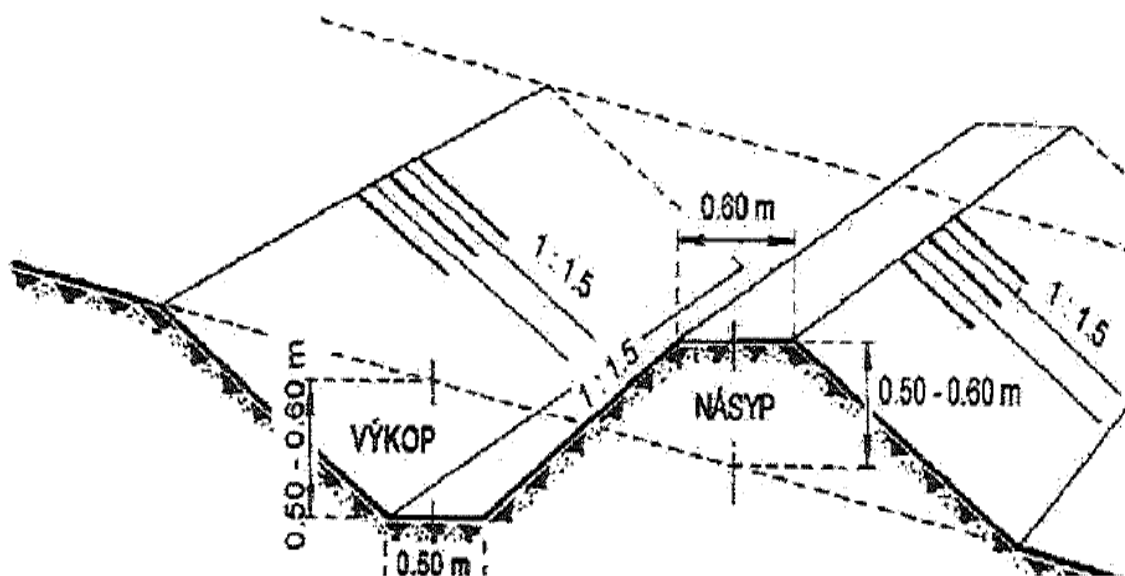
(8) = okraj terasy (O_t)

(9) = okrajový pás (O_p)

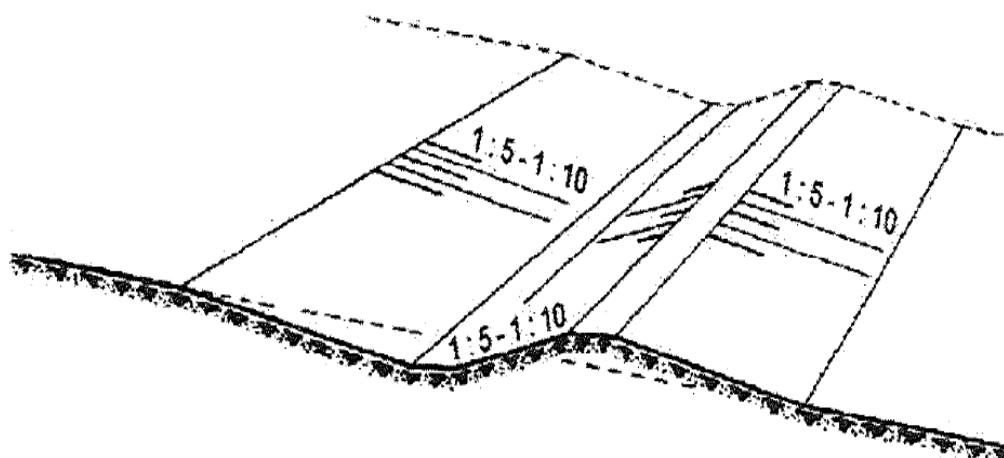
Obr. 2. Sběrné příkopy, svodný příkop a záchytný příkop

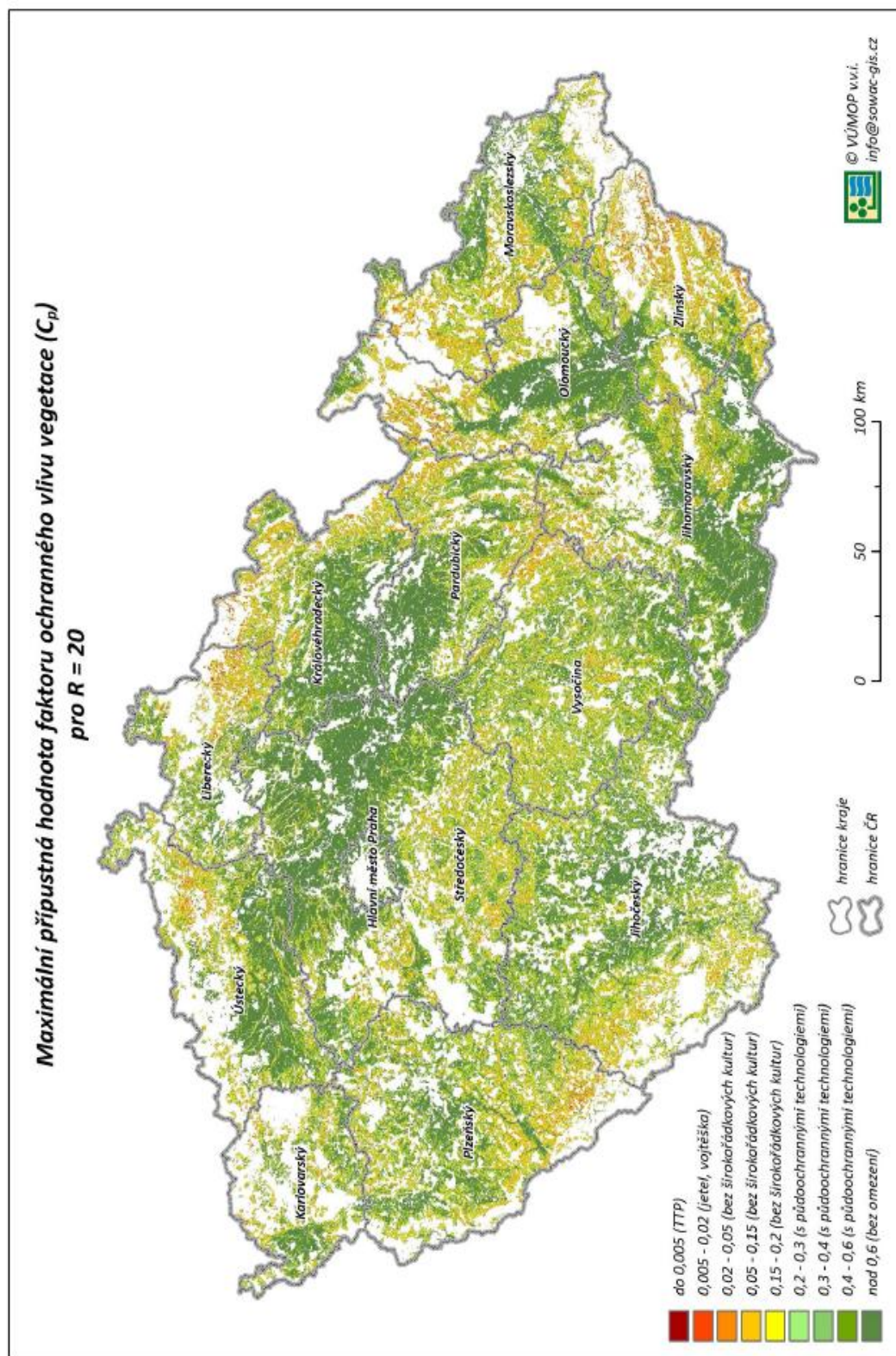


Obr. 3. Příčný řez záchytným příkopem

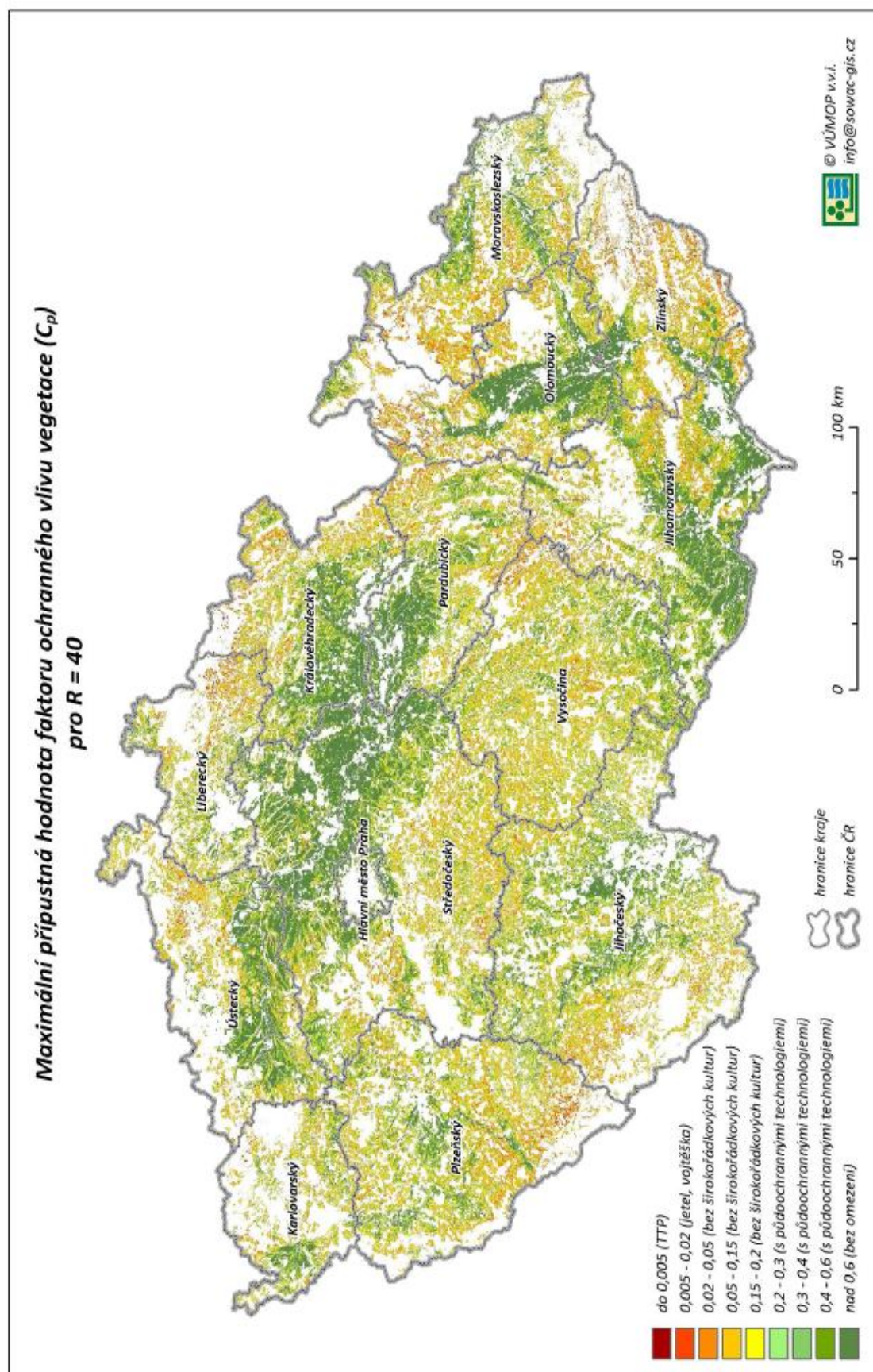


Obr. 4. Příčný řez záchytným průlehem

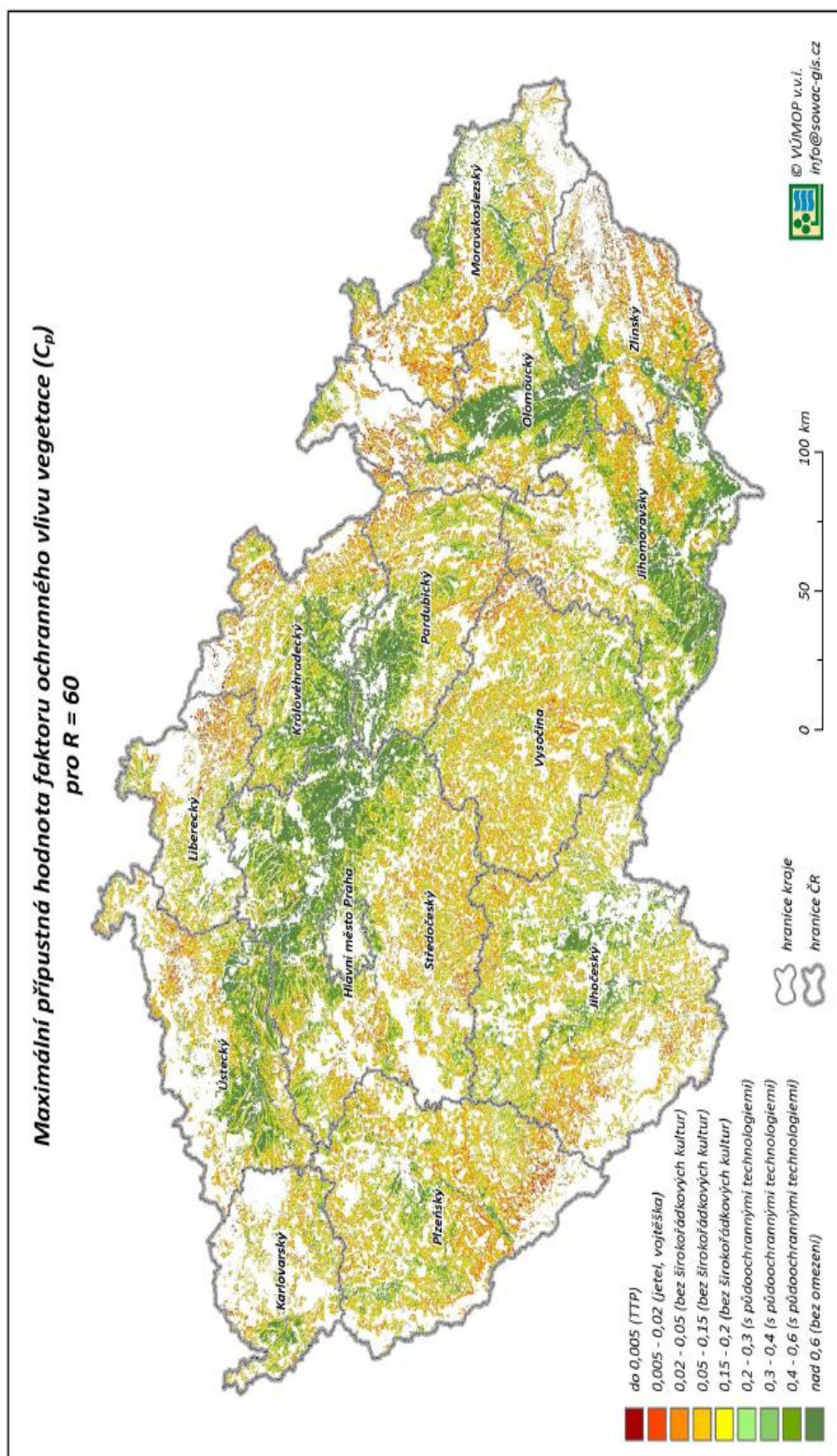




Mapa č. 1: Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) pro $R=20$



Mapa č. 2: Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) pro $R=40$



Mapa č. 3: Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) pro $R=60$