

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Eroze půdy a pěstování kukuřice v ČR

(The soil erosion and maize growing in Czech Republic)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.

Autor: Jiří Komín

České Budějovice, 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří KOMÍN**
Osobní číslo: **Z14166**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Eroze půdy a pěstování kukuřice v ČR**
Zadávací katedra: **Katedra speciální produkce rostlinné**

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Hlavním cílem bakalářské práce je shrnutí poznatků o pěstování kukuřice v erozně ohrožených oblastech ČR. Práce bude vypracována formou literárního přehledu vytvořeného na základě doporučené i další získané literatury.

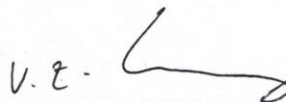
- 1) Úvod - stručný nástin významu tématu.
- 2) Vypracování osnovy bakalářské práce dle kapitol a podkapitol.
(charakteristika eroze, význam eroze ve světě, Evropě a ČR, druhy eroze, oblasti ohrožené erozí, rizika pěstování kukuřice ve vztahu k erozi, silně erozně ohrožené oblasti, mírně erozně ohrožené oblasti, legislativa, vazba na evropskou legislativu, hlavní problémy a východiska, protierozní opatření při pěstování kukuřice).
- 3) Vyhledání odpovídajících publikací v literatuře včetně informačních databází.
- 4) Zpracování získaných informací a vytvoření přehledné literární rešerše na dané téma.
- 5) Závěr - shrnutí nejdůležitějších poznatků vyplývajících ze studované problematiky.
- 6) Seznam literatury - v abecedním pořadí dle ČSN "

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 25 - 35 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


Martin, J. H., Waldren, R. P., Stamp D. L.: Principles of field crop production. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, p. 954, New Jersey, 2006.
Prokeš, K., Zeman, L.: Kukuřice v praxi 2015. Sborník z mezinárodní konference, Mendelu Brno a KWS Osiva, 2015, 2016.
Šarapatka, B.: Pedologie a ochrana půdy, UP Olomouc, 2014.
Šarapatka, B., Hejátková, K.: Opatření proti erozi - degradace půdy a desatero zásad pro ochranu její kvality, Zera, 2015.
Zimolka, J. a kol: Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press, 2008.
Průvodce zemědělce kontrolou podmíněnosti, standardy DZES, Mze ČR, 2015, 2016.
Sborníky z konferencí a seminářů.
Vědecké a odborné časopisy: Úroda, Farmář, Agromagazín, Zemědělec.
Internetové databáze AGRIS, CAB, Current content, aj.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Štěrba, Ph.D.
Katedra speciální produkce rostlinné

Datum zadání bakalářské práce: 14. března 2016
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2017


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Břudčanská 186A, 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 14. března 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Veškeré použité podklady, ze kterých jsem čerpal informace, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a citovány v textu podle normy ČSN ISO 690.

V Českých Budějovicích dne 28.3.2017

Jiří Komín

Poděkování

Děkuji Ing. Zdeňkovi Štěrbovi, Ph.D. za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce

Abstrakt

V bakalářské práci byla provedena bilance možností pěstování kukuřice při současném boji s vodní a větrnou erozí půdy. Z výsledků studia teoretických možností i praktických dopadů pro výrobce, zvláště ekonomických lze doporučit hlavně výsev protierozních pásů a výsev kukuřice do mulče. Obě tyto metody jsou účinné, ale je nutno je doplnit správným postupem při zakládání porostu kukuřice. Pravidlem pro založení porostu kukuřice na svazích jsou tyto tři zásady: porosty kukuřice vysévat po vrstevnici, po zasetí zásadně neválet a vysévat kukuřici raději hlouběji, alespoň 5cm. Při dostatečně hluboké přípravě půdy (cca 10 cm) vzniknou po zasetí kukuřice na pozemku různě vysoké brázdy, které zpomalují povrchový odtok srážkové vody a podporují její lepší vsakování. Zároveň také díky svému většímu povrchu zajišťují rychlejší prohřátí půdy a tím i rychlejší vzházení porostů kukuřice. Jako půdoochrannou technologii s výraznými protierozními účinky lze doporučit v závislosti na konkrétních půdách mělké zpracování půdy se současným zapravením organické hmoty do půdy s následným setím, setí bezorebným secím strojem s kotoučovými botkami přímo do nezpracované půdy po předplodině, či setí/sázení do mulče meziplodiny či předplodiny. Další možností je setí hlavní plodiny s podplodinou do meziřadí (kukuřice s podplodinou ozimého žita), nebo páskové setí do nezpracované půdy. Jako protierozní technologie se rovněž osvědčuje zmenšování meziřádkové vzdálenosti u kukuřice.

Klíčová slova daného tématu:

Kukuřice – Půdní eroze – Protierozní opatření - Výzkum

Abstract

The thesis was conducted balance the possibility of growing corn while fighting water and wind erosion. The results of the study of theoretical possibilities and practical impact for producers, particularly economic drilling can be recommended mainly erosion belts and mulch sowing maize. Both of these methods are effective, but it is necessary to supplement the correct procedure when setting up the stand of corn. The rule for stand establishment corn on the slopes of these three principles: corn crops sown along the contour, after sowing fundamentally don't roll and sown corn prefer deeper, at least 5cm. At sufficiently deep soil preparation (about 10 cm) gave, after sowing of maize plot different heights furrow which slow surface runoff of water and promote a better infiltration. At the same time, thanks to its larger surface ensures faster warming of the soil and thus faster germination of corn crops. As soil protection technology with significant erosion control effects can be recommended depending on specific soils shallow tillage with simultaneous defray organic matter to the soil followed by planting, sowing no- drill with disc coulters directly into the raw soil after the previous crop, or sowing / planting mulch crops or forecrop. Another option is sowing the main crop with undercrop in between rows (maize undercrop winter rye), or tape sowing untreated soil. Such as erosion control technology is also certified by the reduction of row spacing in corn.

Key words:

Maize - Soil erosion - Erosion control measures - Research

Obsah

1 Úvod	8
2 Eroze půdy	8
2.1 Vodní eroze	10
2.1.1 Opatření proti vodní erozi	10
2.1.2 Osevní postupy	11
2.1.3 Agrotechnická a vegetační opatření	12
2.1.4 Příčiny a důsledky vodní eroze	13
2.1.5 Legislativa k vodní erozi	15
2.2 Větrná eroze	19
2.3 Sněhová eroze	20
2.4 Sklizňová eroze a eroze orbou	21
3 Pěstování kukuřice ve vztahu k erozi půdy	21
3.1 Biologie a morfologie kukuřice	21
3.2 Ochrana půdy před erozí protierozní agrotechnikou	24
3.3 Půdoochranné technologie a protierozní technologie při pěstování kukuřice	24
3.3.1 Zpracování půdy řádkovým kypřičem	27
3.3.2 Pásové zpracování půdy (strip – tillage) a (zone – tillage) pro silážní kukuřici	28
3.3.3 Indikátory vodní eroze při pěstování kukuřice	28
4 Závěr	30
5 Seznam literatury	31

1. Úvod

Příčiny eroze půdy v ČR jsou specifické a souvisí s intenzifikací zemědělské výroby a velkovýroby, která byla počata kolektivizací, a jejím následkem bylo zvýšení produkčních ploch na úkor dalších stabilizačních prvků krajiny, jakými jsou meze, aleje, louky, břehy přirozeně se vinoucích toků či dříve nevyužívaná produkčně nevhodná půda, které plní funkce nejen ekologické, ale i protierozní. Došlo tím mimo jiné ke změně způsobu obdělávání půdy související se scelováním polí do větších celků, které mohly být obhospodařovány mechanizací, ovšem za cenu snížené ochrany, kterou právě do té doby běžné krajinné prvky plnily.

Vlivem hospodaření po transformaci, které do roku 2015 nebylo vázáno vhodnými povinnými postupy, dochází k dalším negativním jevům, které erozi nahrávají, jakými je například utužení půdy, úbytek organické hmoty, špatné orební postupy, orba po svahu a nikoli po vrstevnici, pěstování erozně nebezpečných plodin (kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok), špatné osevní postupy na nevhodných stanovištích.

2. Eroze půdy

Eroze půdy je proces degradace půdy způsobující omezení či úplnou ztrátu jejich produkčních schopností. Tento pojem tak je vztahován hlavně na půdu zemědělskou, i když může docházet k erozi i na půdách lesních v důsledku těžby. Samotný proces eroze půdy je procesem přírodním, který nelze zcela zastavit. Rozlišuje se tak eroze normální (geologická) a eroze zrychlená.

Eroze půdy má několik příčin, podle toho se dělí na: Vodní erozi, Větrnou erozi, Sněhovou erozi, Erozi orbou a sklizňovou erozi. Nejvýznamnější je vodní eroze (ANONYM 1, 2016).

Vodní eroze je definována jako komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic působením vody. Vodní eroze ohrožuje více než 50 % výměry orné půdy v rámci ČR. Na převážné ploše erozí ohrožených půd však není prováděna žádná systematická ochrana zabráňující dalším ztrátám.

Na vznik vodní eroze má největší vliv sklonitost pozemku v kombinaci s délkou pozemku po spádnici, dále vegetační pokryv, vlastnosti půdy a její náchylnost k erozi, uplatněná protierozní opatření a v neposlední řadě častý výskyt přivalových srážek, které střídá období sucha. Tyto faktory ovlivňují míru eroze vždy ve vzájemné kombinaci. K eroznímu smyvu tak dochází i na půdních blocích, které sice nejsou výrazně sklonité, ale v kombinaci s nepřerušovanou délkou svahu jsou nevhodné pro pěstování erozně nebezpečných plodin (PASÁK, 1984).

Transformace zemědělství probíhající od 90. Let situaci nezlepšilo. Důvodem je to, že stav, kdy se jednotliví zemědělci starali o vlastní zemědělské pozemky, se nikdy neobnovil; nedošlo k rozdělení velkých půdních celků (a obnově původních remízů). Česká republika má největší půdní bloky v Evropě (NOVOTNÝ, 2014). Přes probíhající restituce byl v roce 2000 podíl vlastní půdy oproti najaté 7,6 %, v roce 2013 pak 25,7 % (ČS. STATISTICKÝ ÚŘAD, 2015). To je zapříčiněno mj. tím, že restituce navrátily potomkům původních hospodářů pozemky v menších rozlohách, než je možno rentabilně obdělávat a dále na takových parcelách, které jsou právě součástí velkých celků, neumožňující jejich samostatné obdělávání. Tuto situaci částečně zlepšují komplexní pozemkové úpravy (JANEČEK, 2012).

Charakteristika eroze

Eroze půdy je soubor procesů rozrušování, transportu a ukládání půdních částic působením vnějších činitelů.

Podle hlavních exogenních činitelů (na fázi rozrušování se často podílí více činitelů) lze erozi půdy rozdělit do skupin eroze vodní (z dešťových srážek, proudění v tocích, abraze), větrné, ledovcové, sněhové, gravitační, biologické a antropogenní (KUBÁTOVÁ 2001).

V podmínkách ČR se na erozi půdy nejvíce podílí eroze vodní (ze srážek) a větrná.

Tab.1 Ohrožení zemědělské půdy v ČR vodní a větrnou erozí

ohrožení vodní erozí – celkem	1,390 mil. ha	31,3 % zemědělské půdy
z toho středně až silně	0,447	10,1
ohrožení větrnou erozí – celkem	0,463	10,4
z toho středně až silně	0,032	0,7
celkem je erozí ohroženo	1,853	41,7
z toho středně až silně	0,475	10,8

(SANETRŇÍK, 1990).

Důsledky eroze zemědělské půdy jsou zhoršování fyzikálních a chemických a biologických vlastností půdy, zanášení níže ležících ploch a objektů (intravilánů, objektů, vodních nádrží, toků, pozemků...) zeminou a agrochemikáliemi.

Intenzita eroze se rozděluje na erozi normální (přirozená) a erozi zrychlenou (abnormální).

Stanovení hranice mezi oběma skupinami závisí na rychlosti tvorby půdy, předpokládá se, že při normální erozi je rozrušená a odnesená půda nahrazena nově vytvořenou půdou. Intenzita tvorby půdy je v jednotlivých přírodních podmínkách velmi rozdílná – celosvětově kolísá hodnota nově vytvořené půdy od 0,01 do 7,7 mm za rok, v průměru se uvádí 0,1 mm za rok (HOLÝ, 1994), H.H. Bennet (ZACHAR, 1960) uvádí hodnotu ročního přírůstku půdy v rozmezí 0,025 až 0,125 mm, Kukul (HOLÝ, 1994) – 1 mm za rok.

Přípustný odnos půdy z hlediska trvalé ochrany půdy (kvantitativní i kvalitativní stránka) je dán vyrovnanou erozí. V podmínkách ČR jsou hodnoty přípustné ztráty půdy erozí dány hloubkou půdního profilu.

Tab.2 Průměrná dlouhodobá ztráta půdy by neměla překročit následující hodnoty

u půd mělkých (do 30 cm)	1 t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹
středně hlubokých (30 – 60 cm)	4 t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹
hlubokých (nad 60 cm)	10 t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹

Tyto hodnoty byly stanoveny především s ohledem na zachování úrodnosti zemědělských půd.

Ve speciálních případech se uvedené hledisko zpřísňuje např. při ochraně intravilánů, objektů, vodních zdrojů apod. je nutné individuální posouzení, při němž se vychází z tolerovatelného množství akumulovaného materiálu (KUBÁTOVÁ, 2001).

2.1. Vodní eroze

Vodní eroze je definována jako komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic, působením vody (NOVOTNÝ A KOL., 2014). Je-li intenzita a úhrn deště větší, než vsakovací schopnost půdy, dochází po zaplnění mikroakumulačních prostorů na povrchu půdy k povrchovému odtoku (DUFKOVÁ A KOL., 2005), přičemž může dojít ke smyvu zeminy, případně agrochemikálií do povrchových vod (SOCHOREC a HEJDUK, 2012).

2.1.1. Opatření proti vodní erozi

Významnou roli v ochraně před povrchovým odtokem hraje infiltrace vody do půdy (LHOTSKÝ, 2000), což je proces, který umožňuje vstup vody pod povrch země (POEHLS, 2009). Nezávisí pouze na propustnosti půdního pokryvu a vrchních vrstev hornin (KŘÍŽ, 1983), ale především na intenzitě srážek (KREŠL, 2001). Lze ji ovlivnit agrotechnickými opatřeními, využívanými v pěstitelských technologiích polních plodin. Například je doložen pozitivní vliv mulče na snížení povrchového odtoku vody (RUY A KOL., 2006). Na ztuhnuté půdě klesá rychlost infiltrace, dochází k omezení biologické aktivity a snížení výnosů rostlin (ŠARAPATKA A KOL., 2008).

Odnos půdních částic nastává, pokud rychlost vodního proudu nabývá unášecího účinku a jeho energie je větší, než je odpor zpevněné částic v půdní vrstvě (KUDRNA, 1985). V depresích a na místech menšího sklonu dochází zpravidla na níže ležících plochách k ukládání půdních částic (ZACHAR, 1960). Částice transportované za hranice pozemků se dostávají do hydrografické sítě, kde vytvářejí splaveniny. Ty sedimentují v nádržích a úsecích toků se sníženou transportní schopností (JANEČEK A KOL., 2012).

Rozlišuje se eroze normální (geologická) a zrychlená (KADLEC A KOL., 2012). Geologická eroze je přirozený proces (BLANCO A LAL, 2008) a nelze ho zcela zastavit (NOVOTNÝ A KOL., 2014). Z historického hlediska se významně podílel na formování krajiny (HŮLA A KOL., 2003). Z pohledu lidské generace je geologická eroze prakticky nepozorovatelná.

Naopak eroze zrychlená smývá půdní částice v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem. Je ovlivněna lidskou činností, způsobem hospodaření a půdní bloky je nutné před ní účinně chránit (NOVOTNÝ A KOL., 2014).

Ochranu před vodní erozí je nutno řešit v rámci hydrologických celků, v rámci povodí. Nejčastěji se jedná o celý komplex řešení typu organizačního, agrotechnického a technického, které se vzájemně doplňují. Jejich kombinace umožňuje jak respektování požadavků zemědělské výroby, tak i potřebnou ochranu objektů (JANEČEK, 2008).

Projekt protierozní ochrany půdy by měl obsahovat postupy, jako jsou například posouzení současného stavu ztráty půdy při současné agrotechnice pro stávající pozemky včetně posouzení odtokových poměrů lokality (upozorní na pozemky, kde je překročena přípustná hodnota ztráty půdy, dále na případné ohrožení „cizí“ vodou a na ohrožení objektů), návrh protierozních opatření a posouzení navržených opatření (navržená opatření musí snížit intenzitu eroze pod přípustné hodnoty a dále musí být zabezpečena ochrana případných vodních zdrojů, intravilánu či dalších objektů (JANEČEK, 1995).

Opatření proti vodní erozi se obvykle dělí do skupin organizačních, agrotechnických a vegetačních a technických

Organizační opatření můžeme rozdělit na delimitace kultur (ochranné zatravnění, zalesnění), velikost a tvar pozemku a protierozní rozmístování plodin

Agrotechnická a vegetační opatření můžeme rozdělit na tři skupiny. Opatření na orné půdě kam patří obdělávání po vrstevnicích, výsev do ochranné plodiny nebo strniště a důlkování povrchu půdy. Opatření na TTP kam patří obnova drnu a protierozní organizace pastvy. A opatření ve speciálních kulturách (sady, vinice) kam patří důlkování, mulčování, herbicidní úhor, zatravnění meziřadí a krátkodobé porosty v meziřadí.

Technická opatření můžeme rozdělit na terénní urovnávky, terasy, příkopy, průlehy a protierozní nádrže (DUMBROVSKÝ, 1995).

2.1.2. Osevní postupy

Ochrana půdního profilu spočívá v ochraně povrchu půdy před účinky dopadajících dešťových kapek (útlum kinetické energie, ochrana půdních agregátů) a ve snížení rychlosti povrchově stékající vody.

Ochranný vliv vegetace je tím větší, čím je během vegetačního období porost hustší a čím déle během roku existuje. Pro ochranu půdy před vodní erozí je důležité, aby pokrytí půdy porostem bylo co největší v období jarního tání sněhu a především v období častého výskytu přívalových srážek – tj. cca od poloviny května do počátku září.

V našich podmínkách nedostatečně kryjí půdu v první třetině tohoto období okopaniny a zvláště kukuřice (květen, červen), v třetí třetině jsou nejvíce ohrožené plochy po sklizených obilovinách, které jsou podmítnuté nebo připravené k setí a po zasetí letních meziplodin.

Na ohrožených plochách spočívá řešení mimo jiné i v posklizňových úpravách povrchu půdy, ve vyloučení málo kryjících plodin z osevního postupu, ve volbě speciálních protierozních postupů a ve změně agrotechniky.

Posklizňová úprava povrchu půdy

Jedná se o období mezi sklizní jedné plodiny a setím plodiny následující. Nejvýrazněji se změny délek jednotlivých pěstebních období projeví v měsíci srpnu (DUMBROVSKÝ, 1995).

Pásové střídání plodin

Při pásovém střídání plodin se na pozemku střídají plodiny s různým stupněm ochrany půdního povrchu. Nejvíce jsou to okopaniny nebo kukuřice s víceletými pícninami nebo ozimými obilovinami, eventuálně polní plodiny s travními porosty ve smíšených honech.

Uspořádání pásů může být například vrstevnicové pásové obdělávání (plodiny jsou uspořádány v pásech podél vrstevnic), polní pásové hospodaření (pásky mají jednotnou šířku, jsou orientovány napříč sklonu pozemku, ale nezakřivují se podél vrstevnic), maximální odklon od směru vrstevnic - 30°, nebo kombinace obou předchozích (pásky jednotné šířky chráněných plodin doplněné pásky travních porostů nebo jetelovin, které svou proměnlivou šířkou reagují na proměnlivý sklon terénu).

2.1.3. Agrotechnická a vegetační opatření

Opatření na orné půdě

Vrstevnicové obdělávání

Je účinné při nižších sklonech terénu. Nedoporučuje se při sklonech větších než 12%.

Při větších sklonech území je bezpečnější volit směr obdělávání v mírném odklonu od vrstevnic – umožní se tím bezpečnější odvedení přebytečné vody.

Orat je třeba otočnými pluhy, které při práci podél vrstevnic překlápí půdu proti svahu – omezí se tím sesouvání ornice ze svahu. „Nové technologie v ochraně půdy“ (ANONYM 2, 1995) uvádí, že jedna orba otočným pluhem s ukládáním ornice proti svahu znamená v průměru zadržení 10t ornice, která se může smýt se svahu v důsledku eroze a mechanického zpracování půdy na každém hektaru. Kromě otočných pluhů je možno orat i tzv. výkyvnými pluhy – stejné výhody jako otočné, nelze s nimi pracovat pouze na půdách kamenitých a extrémně těžkých. Nevytváří rozory a sklady, na svažitých pozemcích otáčí skývu proti svahu.

Ochranné obdělávání půdy, výsev do ochranné plodiny nebo strniště

Je to způsob obdělávání půdy a pěstování plodin, který ponechává alespoň 30% rostlinných zbytků na povrchu půdy. Jedná se o redukované obdělávání půdy, obohacování půdy o organickou hmotu a o ochranu povrchu půdy – “konzervační způsob obdělávání”. Při tomto způsobu obdělávání se především chrání povrch půdy před erozním působením vody i větru zapojeným porostem pěstovaných plodin, případně plodin a rostlinných zbytků.

Místo orby se erozně ohrožené pozemky kypří – posklizňové zbytky se zapravují pouze částečně. Místo pluhů se používají kypřiče, které půdu neřežou, ale drobí.

Tento typ PEO se používá ve speciálních osevních postupech zvláště na mělkých půdách mírně teplého a chladného klimatického regionu.

Hrázkování

Vytváření malých depresí, ve kterých se může zadržovat srážková voda – prodlužuje se tak její doba infiltrace a snižuje velikost povrchového odtoku.

Tato úprava povrchu půdy se především používá u brambor (hrázkování) a kukuřice (důlkování). Provádí se speciálními hrázkovači, důlkovači, které je možno připojit za zahrnovací radlice sazeče a tělesa oborávače brambor nebo za výsevné botky stroje pro setí kukuřice (ANONYM 2, 1995).

Technická opatření

K technickým protierozním opatřením se zpravidla přistupuje tehdy, když už byly vyčerpány možnosti snížení eroze pomocí organizačních, vegetačních a agrotechnických opatření. V některých případech je však přednostní návrh technických opatření výhodnější. Týká se to zejména případů ochrany objektů (sídlišť, vodních zdrojů) před povrchovým odtokem a splaveninami a dále i ochrany zemědělských pozemků před přítokem cizí vody.

Typy technických opatření jsou terénní urovnávky, terasy, příkopy, průlehy, retenční hrázky, protierozní nádrže, asanace strží a doprovodné objekty.

Nutnou podmínkou realizace technických opatření je zpracování projektové dokumentace podle platných vyhlášek o dokumentaci staveb (ANONYM 2, 1995).

2.1.4. Příčiny a důsledky vodní eroze

Podmínky pro výskyt vodní eroze jsou v ČR specifické – půdní bloky máme největší v Evropě díky intenzifikaci zemědělské výroby v minulosti, ve velkém byly také rušeny hydrografické a krajinné prvky (rozorání mezí, zatravněných údolnic, polních cest, likvidace rozptýlené zeleně apod.), které zrychlené erozi účinně bránily. Současně máme ale nejmenší vlastnické pozemky na osobu, což je dáno zastavením trhu se zemědělskou půdou kolem roku 1950. Většina zemědělských subjektů hospodaří na pronajatých pozemcích a to dále snižuje zájem o investice do náročnějších půdoochranných opatření zejména technického charakteru.

Na vznik vodní eroze má největší vliv sklonitost pozemku v kombinaci s délkou pozemku po spádnici, dále vegetační pokryv, vlastnosti půdy a její náchylnost k erozi, uplatněná protierozní opatření a v neposlední řadě častý výskyt přívalových srážek, které střídá období sucha. Tyto faktory ovlivňují míru eroze vždy ve vzájemné kombinaci. K eroznímu smyvu tak dochází i na půdních blocích, které nejsou sice výrazně sklonité, ale v kombinaci s nepřerušenu délkou svahu jsou nevhodné pro pěstování erozně nebezpečných plodin.

Srážky lze považovat za erozně nebezpečné, když jejich úhrn překračuje 12,5 mm a intenzita $24 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$. (Toto kritérium vychází z původního odvození rovnice USLE, ve skutečnosti může být erozně účinná srážka i odlišných parametrů v závislosti na místních podmínkách). Přes 80% všech erozně nebezpečných dešťů se vyskytuje v období červen – srpen a proto je ochrana půdy, zejména vegetačním pokryvem, v těchto měsících nejdůležitější. Nebezpečným obdobím ale může být i zima, respektive časné jaro ve spojení s táním sněhu. Z tohoto pohledu je rizikové zejména rychlé tání nově napadlého sněhu na zmrzlé půdě na konci zimy (PASÁK, 1984).

Dalším zásadním faktorem zvyšujícím rozsah eroze půdy je nedostatek organické hmoty v půdě. Z hlediska prevence vzniku eroze půdy je nejdůležitější příznivý vliv organické hmoty na stabilitu půdní struktury, díky níž má půda vyšší schopnost vyrovnávat výkyvy počasí a odolávat i jiným biotickým a abiotickým faktorům. Prostřednictvím organických látek jsou stmelovány jednotlivé půdní částice do formy půdních agregátů, mezi kterými tak vznikají póry. Pórovitost půdy má rozhodující význam pro infiltraci vody do půdy a omezení povrchového odtoku. Dobré zásobení půdy organickou hmotou má vliv na akumulaci schopnost půdy, tedy na zadržení vody v krajině, což snižuje riziko povodní a sucha. Nezanedbatelný je rovněž pozitivní vliv organické hmoty na odolnost půdy vůči utužení. Půda bohatá na organickou hmotu lépe odolává zatížení při pojezdech těžké mechanizace po pozemcích.

Zároveň organická hmota vytváří s neživou složkou půdy organominerální komplexy a ovlivňuje mnohé procesy probíhající v půdě. Má mimo jiné vliv na diversitu půdních organismů, tvorbu humusu, ovlivňuje koloběh živin a vody v půdě a zlepšuje její fyzikální a chemické vlastnosti. Vzhledem k nezastupitelným funkcím, které organická hmota v půdě plní, a které ovlivňují nejen produkční, ale i mimoprodukční funkce půdy, je udržení vhodného obsahu půdní organické hmoty jedním ze závažných problémů ochrany přírodních zdrojů ve světě.

K udržení optimálního množství organické hmoty v půdě, je nutné její pravidelné a dostatečné dodávání a to nejčastěji v podobě chlévského hnoje, kejdy, digestátu či zaoraných rostlinných zbytků (WISCHMEIER, SMITH, 1978).

Chlévská mrva je z pohledu protierozní ochrany a udržení optimálního množství organické hmoty vůbec nejúčinnějším způsobem hnojení. Doporučená dávka chlévské mrvy pro zdravé půdy je 20 – 50 t/ha v intervalu minimálně 1x za 3 – 4 roky. V případě degradovaných půd (erozí, utužením, nedostatkem organické hmoty...) je vhodné doporučenou dávku navýšit. Obdobně jako chlévskou mrvu lze využít kvalitní kompost. Dodávání organických hnojiv je nezbytné zejména pro plodiny, jako jsou okopaniny, kukuřice, případně řepka. Další běžně používaná organická hnojiva jsou kejda a digestát z bioplynových stanic a to v dávkách cca 20 t/ha. Obě hnojiva jsou v tekuté formě a obsahují nižší objem sušiny.

Zaoráním rostlinných zbytků z předplodin a meziplodin je v současné době nejběžnější využívaná technologie zapravení organické hmoty do půdy. Při zaorání organických zbytků do půdy však nedochází k transformaci organických látek na humus v takové míře jako při využití organických hnojiv. Pro optimální podmínky činnosti mikrobiálních organismů je nutné upravit poměr C:N. Při dodání dusíku minerálními hnojivy hrozí zvýšené riziko vyplavení dusíku do vodních zdrojů, čímž rovněž narůstá i riziko eutrofizace vod.

Za ideálních podmínek je vhodné všechny výše zmíněné způsoby dodávání organické hmoty do půdy kombinovat. Ne všichni zemědělci však mají možnost využít celou škálu aplikací, proto je žádoucí využít alespoň některou z výše uvedených možností. Dlouhodobým nedodáváním organické hmoty do půdy se zhoršují půdní vlastnosti. Jejich obnova je časově, organizačně i ekonomicky výrazně náročnější než včasné předcházení snížení množství organické hmoty v půdě. V přírodních podmínkách patří hromadění organické hmoty v půdě a její přeměna na humus k přirozeným půdotvorným pochodům, které tak pomáhají odolávat stresovým situacím. Organická hmota má schopnost obnovovat poškozené či zcela znehodnocené půdy erozí či ostatními degračními činiteli (jedná se však o velmi zdlouhavý proces) (NOVOTNÝ, 2014).

Zrychlená vodní eroze půdy ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně – chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, snižuje propustnost půdy, poškozuje plodiny, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin a tím samozřejmě snižuje i hektarové výnosy.

Navíc transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje a 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.

Hlavní důsledky vodní eroze můžeme rozdělit na hrozbu pro trvalou udržitelnost úrodnosti půdy, ovlivnění kvantitativních parametrů vodních zdrojů (kapacita koryt vodních toků a disponibilní objem vodních nádrží), ovlivnění kvalitativních charakteristik vodních zdrojů a ohrožení intravilánu měst a obcí, komunikací a další infrastruktury v krajině procesy povrchového odtoku a vodní eroze (PASÁK, 1984).

2.1.5. Legislativa k vodní erozi

Nástroj ochrany je standard dobrého zemědělského a environmentálního stavu GAEC (NOVOTNÝ, 2014).

Implementace GAEC

Nastavená kritéria pro splnění podmínek GAEC 1 a GAEC 2 jsou v současnosti vzhledem k celkové ploše ohrožené zemědělské půdy nastaveny mírně, a tím protierozní ochranu půdy řeší nedostatečně. Je také třeba zdůraznit, že standardy GAEC jsou ekonomickým nástrojem k podpoře agrárního sektoru a nenahrazují povinnost zemědělských podnikatelů hospodařit tak, aby nedocházelo k poškozování půdy erozí. Zároveň se netýkají všech zemědělských podnikatelů, ale pouze těch, kteří čerpají dotační prostředky. Plnění podmínek GAEC tak znamená, že zemědělský podnikatel získá finanční podporu, ale nezajistí, že v případě erozních škod, nebude postihován.

MZe definuje standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu GAEC jako standardy, které zajišťují zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí (ŽP). Hospodaření v souladu se standardy GAEC je jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých plateb, některých podpor z osy II Programu rozvoje venkova a některých podpor společné organizace trhu s vínem.

Plnění standardů GAEC se tak týká všech žadatelů o přímé platby a uvedené podpory. Kontrolu dodržování standardů vykonává Státní zemědělský intervenční fond (SZIF), který buďto nepřímou, s využitím metod dálkového průzkumu Země (DPZ), nebo přímo v terénu ověřuje aktuální stav na veškeré zemědělské půdě obhospodařované žadatelem, který byl ke kontrole vybrán.

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

Opatření podle GAEC 1 a GAEC 2 se týkají obhospodařovaných pozemků, které buďto splňují zadané kritérium (GAEC 1), nebo jsou označeny jako silně nebo mírně erozně ohrožené (GAEC 2).

GAEC 1

Standard řeší problematiku protierozní ochrany půdy na svažitéch pozemcích, jejichž průměrná sklonitost přesahuje 7°.

Žadatel na půdním bloku, popřípadě jeho dílu s druhem zemědělské kultury orná půda, jehož průměrná sklonitost přesahuje 7°, zajistí po sklizni plodiny založení porostu následné plodiny, nebo uplatní alespoň jedno z uvedených opatření: strniště sklizené plodiny je ponecháno na půdním bloku, popřípadě jeho dílu minimálně do 30. listopadu, jestliže to není v rozporu s GAEC 2, půda zůstane zorána, popřípadě podmíněna za účelem zasakování vody minimálně do 30. listopadu, jestliže operace není v rozporu s GAEC 2.

Uvedená opatření jsou minimální opatření vedoucí k omezení smyvu půdy, zpomalení povrchového odtoku a zvýšení retence vody v krajině. Opatření jsou rovněž důležitá pro snižování rizika povodní a jimi způsobených škod.

GAEC 2

Standard vstoupil v platnost 1. ledna 2010 a jeho cílem je především ochrana půdy před vodní erozí a snaha omezit negativní působení důsledků eroze, jako jsou např. škody na obecním a soukromém majetku způsobené zaplavením nebo zanesením splavenou půdou. Tento standard řeší problematiku protierozní ochrany půdy stanovením požadavků na způsob pěstování vybraných hlavních plodin na silně erozně ohrožených půdách. Od 1.7. 2011 se standard rozšířil i na mírně erozně ohrožené půdy (NOVOTNÝ, 2014).

Žadatel na ploše půdního bloku, popřípadě jeho dílu, označené v evidenci půdy od 1. července příslušného kalendářního roku do 30. června následujícího kalendářního roku jako půda:

- a) Silně erozně ohrožená zajistí, že se nebudou pěstovat erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok; porosty ostatních obilnin a řepky olejné na takto označené ploše budou zakládány s využitím půdoochranných technologií; v případě ostatních obilnin nemusí být dodržena podmínka půdoochranných technologií při zakládání porostů pouze v případě, že budou pěstovány s podsevem jetelovin nebo jetelotravních směsí.
- b) Mírně erozně ohrožená zajistí, že erozně nebezpečné plodiny kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Tyto podmínky nemusí být dodrženy na ploše, jejíž celková výměra nepřesáhne 0,40 ha zemědělské půdy z celkové obhospodařované plochy žadatelem za předpokladu, že směr řádků erozně nebezpečné plodiny je orientován ve směru vrstevnic s maximální odchylkou od vrstevnice do 30° a pod plochou erozně nebezpečné plodiny se nachází pás zemědělské půdy o minimální šíři 24 m, který na erozně nebezpečnou plodinu navazuje a přerušuje všechny odtokové linie procházející erozně nebezpečnou plochou na erozně ohrožené ploše, a na kterém bude žadatelem pěstován travní porost, víceletá pícnina nebo jiná než erozně nebezpečná plodina

Jak žadatel v LPIS identifikuje půdní bloky, nebo jejich díly, které splňují podmínky podle GAEC 2, bude podrobně rozepsáno v dalším textu.

Změna GAEC na DZES

Ochrana zemědělské půdy před erozí je součástí standardu DZES (před rokem 2015 GAEC), který zajišťuje zemědělské hospodaření ve shodě s ochranou životního prostředí. Hospodaření v jeho souladu je jednou z podmínek poskytnutí plné výše finančních podpor. DZES 4 řeší problematiku protierozní ochrany na svažitých pozemcích, DZES 5 má za cíl ochranu půdy před vodní erozí a negativními následky na dalším majetku.

Do legislativních opatření patří také celá legislativa ochrany půdy, platná v ČR a v EU:

Zákon č. 334/1992 sb., o ochraně zemědělského půdního fondu

Zákon č. 183/2006 sb., o územním plánování

Zákon č. 17/1992 sb., o životním prostředí

Zákon č. 289/1995 sb., o lesích a změně lesního zákona

Zákon č. 139/2002 sb., o pozemkových úpravách
Zákon č. 252/1997 sb., o zemědělství
Zákon č. 254/2001 sb., o vodách a změně vodního zákona
Vyhláška č. 13/1994 sb., o ochraně zemědělského půdního fondu
Připravovaná vyhláška k zákonu č. 334/1992 sb.
Vyhláška č. 545/2002 sb., o pozemkových úpravách
Vyhláška č. 327/1998 sb., o BPEJ
Vyhláška č. 275/1998 sb., o agrochemickém zkoušení půd
Vyhláška č. 167/2003 sb., o evidenci využití půdy
Nařízení vlády č. 103/2003 sb., o zranitelných oblastech
Nařízení vlády č. 497/2009 sb., příloha 3 o GAEC

Legislativa EU k ochraně půdy a její erozi:

1. Tematická strategie pro ochranu půdy 2006 (Evropská komise na základě 6. Akčního programu pro životní prostředí)
2. Strategie evropského parlamentu a rady o zřízení rámce pro ochranu půdy a o změně směrnice 2004/35/ES
3. Strategie Europa 2020 a tisková zpráva Evropské komise z 13.2.2012 – výzva k důraznému řešení problému degradace půd

V ČR nejnovější zákon o ochraně zemědělského půdního fondu je zákon č. 41/2015 sb.

Kterým se mění zákon č. 334/1992 sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 388/1991 sb., o státním fondu životního prostředí ČR, ve znění pozdějších předpisů poprvé uvedl povinnost zemědělců nakládat se zemědělskou půdou tak, aby nedocházelo k jejímu poškozování nadměrnou erozí a stanovil sankce za porušení těchto povinností (ANONYM 3).

Oblasti ohrožené vodní erozí

Pro potřeby plnění standardu GAEC 2 byla v roce 2009 vytvořena vrstva erozní ohroženosti půd ČR vodní erozí, ze které je možné identifikovat plochy silně erozně ohrožené, mírně erozně ohrožené a plochy neohrožené.

V praxi se často setkáváme se situací, kdy opakovaně dochází k erozi, i když zemědělec standard GAEC 2 plní a na tuto situaci MZe reagovalo schválením metodiky umožňující zařazování opakovaně monitorovaných půdních bloků v rámci Monitoringu eroze zemědělské půdy s projevem eroze do MEO a SEO oblastí. Toto rozhodnutí přináší efektivní implementaci přístupu sledování projevů eroze s možností operativní reakce na konkrétní, dosud těžko postižitelné případy a plné využití potenciálu monitoringu eroze zemědělské půdy, který se tak posunul do jiné roviny – účinného nástroje v boji proti erozi (WISCHMEIER, SMITH, 1978).

Erozní ohroženost v LPIS

Pro zemědělce a farmáře jsou všechny důležité informace k implementaci standardů GAEC 1 a GAEC 2 vedené v registru zemědělské půdy podle užívání (LPIS).

LPIS je geografický informační systém dostupná pro uživatele v prostředí internetu. Zjednodušeně lze říci, že se jedná o interaktivní internetovou aplikaci, která poskytuje uživatelům široké spektrum informací o zemědělské půdě a hospodaření na ní. Aplikace má

více uživatelských úrovní pro různé skupiny uživatelů. Na některých úrovních aplikace kromě prezentace geografických objektů a jejich atributů poskytuje nástroje na jejich správu.

Pro veřejnost jsou v současnosti dostupné tři moduly. Tyto moduly jsou. Registr půdy pro farmáře (iLPIS) – který je určen pouze registrovaným farmářům a kromě prezentace informací z registru obsahuje i sadu nástrojů pro správu a úpravu těchto informací (např. vedení osevních postupů na obhospodařovaných pozemcích), veřejný registr půdy (pLPIS) – který zpřístupňuje data z registru široké veřejnosti na základě novely Zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství a webové služby prostřednictvím kterých mohou data z registru využívat uživatelé ve svých vlastních komerčních GIS aplikacích nebo prohlížečkám prostorových dat.

Aplikace obsahují rozsáhlou množinu podkladových mapových vrstev, z kterých se na základě přesného překryvu s hranicemi půdních bloků (PB) nebo dílů půdních bloků (DPB) LPIS vypočítávají nebo odvozují hodnoty atributů pro konkrétní PB/DPB LPIS. Jednou z těchto podkladových vrstev je i podkladová vrstva erozní ohroženosti půd ČR vodní erozí pro potřeby GAEC 2.

Protierozní opatření v LPIS podle závazné příručky Ochrany proti vodní erozi MZe ČR z ledna 2014 (NOVOTNÝ, 2014)

Závaznou příručku zpravoval pod vedením Ing. Novotného kolektiv 16 odborníků z VÚMOP Praha – Zbraslav, 2 odborníků z ČVUT Praha a 4 pracovníků MZe ČR.

Protierozní opatření v LPIS

Protierozní opatření se pro jednotlivé PB/DPB v LPIS odvozují z podkladové vrstvy erozní ohroženosti na základě přesných polohových překryvů podkladové vrstvy s jednotlivými půdními bloky. Primárním produktem překryvu je zjištění podílu ploch jednotlivých kategorií erozní ohroženosti na ploše bloku. Opatření platí pro půdní bloky s kulturou orná půda.

Za erozně nebezpečné plodiny se pro účely omezení hospodaření v některých GAEC a SMR (povinné požadavky na hospodaření) považují kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, čirok a slunečnice.

Obecné půdoochranné technologie na erozně ohrožených plochách

Na silně i mírně erozně ohrožených plochách lze tedy použít následující obecné půdoochranné technologie, které vyhovují standardu GAEC 2. Těmito technologiemi jsou bezorebné setí/sázení, setí/sázení do mulče, setí/sázení do mělké podmítky, setí/sázení do ochranné plodiny (např. do vymrzající plodiny – svazanka vratičolistá, hořčice bílá), do podsevu (setý nejpozději s hlavní plodinou) a důlkování

Specifické půdoochranné technologie na MEO plochách

Pro zakládání porostů širokořádkových plodin na mírně erozně ohrožených plochách vedených v LPIS na orné půdě byly definovány specifické půdoochranné technologie. Tyto půdoochranné technologie jsou přerušovací pásy, zasakovací pásy, osetí souvratí, setí/sázení po vrstevnici, odkameňování, podrývání u cukrové řepy a pěstování luscoobilných směsí (ANONYM 4).

2.2. Větrná eroze

Druhý nejvýznamnější typ eroze v ČR je větrná eroze. Větrnou erozi ovlivňují zejména meteorologické a půdní poměry, které jsou dále zesilovány či zeslabovány dalšími faktory a přímými zásahy člověka. Jsou to zejména drsnost půdního povrchu, půdní krusta, vegetační kryt půdy, způsob a termín obdělávání půdy a délka nechráněného pozemku.

Z meteorologických faktorů jsou to především rychlost a směr větru, doba jeho působení a četnost výskytu. Dále je vznik větrné eroze ovlivněn množstvím a formou atmosférických srážek a výparem ovlivněným teplotou. Čím větší je rozměr půdních částic, tím je potřebná větší rychlost větru při zemi, aby nastal odnos. Počáteční vlečná rychlost pro odnos půdních částic je s ohledem na půdní podmínky udávána od 3,3 m/s pro suchou písčitou půdu a hlinitopísčitou půdu do 22 m/s pro suchou i vlhkou půdu hlinitou.

Větrná eroze se týká těch oblastí ČR, které jsou v klimatických regionech 0 – 4 (KUBÁTOVÁ, 2001).

Vodní erozí je v ČR ohroženo nejvíce půdy v krajích Jihomoravském, Východočeském a Severočeském.

Rozšíření větrné eroze

Četnost výskytu větrné eroze je proti výskytu vodní eroze menší. Přesto však jsou větrnou erozí působeny značné škody. Vítr na jedné straně odnáší jemné půdní částice, hnojiva a semena, na straně druhé nárazy letících půdních částic ničí mladé rostliny pěstovaných plodin a v místech sedimentace je zanáší vrstvou zeminy.

K vymezení oblastí, ohrožených větrnou erozí, použili (PASÁK, JANEČEK, 1971) erozně klimatického faktoru, vyjádřeného rovnicí

$$C = 100 \cdot (6 + 0,52 \cdot \check{c})^3 \cdot (I_z + 60)^{-2}$$

Kde: \check{c} = četnost výskytu větru $\geq 5^\circ$ Beauforta v % za rok

$$I_z = \text{index zavlažení, } I_z = R/2 + r - 10t - (30 + v^2)$$

Kde: R = úhrn srážek v mm za vegetační období (duben až září)

r = kladná odchylka množství srážek zimních měsíců (prosinec až únor) od 105 mm

t = průměrná teplota vzduchu celého vegetačního období ve $^\circ\text{C}$

v = průměrná rychlost větru ve 14 hodin v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ve vegetačním období

Kombinací faktorů klimatických a půdních stanovili 5 stupňů ohroženosti větrnou erozí.

Nejohroženější větrnou erozí jsou oblasti, které podle výše uvedeného výpočtu erozně klimatického faktoru mají jeho hodnotu vyšší, než 40 a současně obsah jílnatých částic v půdě je ($<0,01$ mm) je nízký, 0-20%. V podstatě jde o nejlehčí písčité půdy. Čím je erozně klimatický faktor menší než 4 a čím je půda těžší, tím je stupeň ohroženosti oblastí větrnou erozí menší (SPIRHZANZL, 1952).

Pohyb půdních částic větrem závisí na dvou základních faktorech: síle větru a odporu půdních částic k odnosu větrem. Odpor půdních částic závisí především na velikosti částic a na kohezních silách mezi částicemi. Vegetace i její zbytky tlumí velmi účinně rychlost větru při povrchu půdy a váží půdu svým kořenovým systémem.

Základní příčinné vztahy mezi silovými účinky vzdušného proudu a fyzikálním stavem povrchu půdy bez vegetace je výhodnější studovat v aerodynamickém tunelu. Hodnoty odnosu půdních částic získané v aerodynamickém tunelu z půdních vzorků omezených rozměrů (1m^2) je tudíž nutno považovat za hodnoty relativní. Udávají erodovatelnost půdy

větrém. Erozní procesy na půdě se zvětšují velikostí erodovaného území, neboť čím delší území ve směru vzdušného proudu, tím nastává větší abraze poskakujícími půdními částicemi.

Jedním ze základních půdních faktorů ovlivňujících odnos půdních částic větrem je struktura půdy. Rozhodující vliv má především velikost půdních částic, zatímco rozdíly ve tvaru částic mají vliv pouze malý. Největší erodovatelnosti je u písčitých půd. S přibývajícím obsahem jílových částic (částic menších než 0,01 mm) se erodovatelnosti zmenšuje. Závislost erodovatelnosti půd větrem na obsahu jílových částic v půdě je logaritmická, vyjádřená rovnicí (PASÁK, 1965).

$$E = 2,28 \cdot 10^2 \cdot 10^{0,0787 M}$$

$$\text{Log } E = 2,3587 - 0,787 M$$

Kde E = erodovatelnost půdy větrem ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)

M = obsah jílových částic (< 0,01 mm) v půdě v %

Ve větrem přemístěném půdním materiálu převládají částice velikosti od 0,25 do 0,4 mm, přičemž odnos částic větších než 0,8 mm je malý. Částice větší než 0,8 mm je možno označit jako erozně odolné – neerodovatelné. Množství odnosu půdních částic větrem rychle klesá s přibývajícím obsahem částic větších než 0,08 mm. Závislost odnosu půdních částic na obsahu neerodovatelných částic (> 0,8 mm) v půdě je logaritmická.

Zastoupení částic větších než 0,8 mm v suché půdě považujeme za rozhodující kritérium pro posuzování potenciální erodovatelnosti půdy větrem.

Voda v půdě mezi půdními částicemi zvyšuje vlivem svého povrchového napětí vzájemnou soudržnost půdních částic. Ve vodě rozpuštěnými organickými a anorganickými jemnými materiály jsou půdní částice tmely do shluků (agregátů) až hrud nebo se tvoří povrchová kůra. Vlhkost půdy ovlivňuje erodovatelnosti půdy větrem jednak přímo tím, že zvyšuje stabilitu kohezni silou mezi částicemi, a jednak nepřímou, že ovlivňuje hrudovitost a tvorbu povrchové kůry (PASÁK, 1965).

U půd písčitých a hlinitopísčitých je statisticky velmi významná závislost mezi erodovatelností větrem a vlhkostí půdy. Tato závislost se vyšším obsahem jílových částic v půdě zmenšuje. Voda v půdách s větším obsahem jílových částic (hlinitých, jílovitých) neovlivňuje tak výrazně erodovatelnost větrem jako u půd lehkých, zejména písčitých.

U písčitých půd je křivka typicky exponenciální, s prudkým vzrůstem odnosu půdních částic vyschnutím půdy pod 10 % vlhkosti. U půd hlinitopísčitých je křivka závislosti již velmi blízká přímce.

Závislost mezi rychlostí větru a erodovatelností půdy větrem je lineární a statisticky vysoce významná. Počáteční rychlost větru pro odnos půdních částic se pohybuje mezi 2 až 3 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (měřeno při povrchu půdy). To odpovídá slabému až mírnému větru 2. až 3. stupně Beaufortovy stupnice (10 až 14 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) (JAKUBOV, 1955).

Při ochraně před vodní erozí musíme zajistit vhodné umístění pěstovaných plodin, včetně ochranného zatravnění, pásové pěstování plodin, úpravu tvaru a velikost pozemku, úpravu struktury půdy (zvýšení podílu organické hmoty) a větrolamy (KUBÁTOVÁ, 2001).

2.3. Sněhová eroze

Je způsobena z hlediska zemědělské půdy hlavně táním sněhu, kdy dochází k intenzivnímu povrchovému odtoku po půdě, která může být ještě zmrzlá, což omezuje vsakování vody a zároveň mrazem rozrušená půda může být snadněji odnášena (PASÁK, 1984).

2.4. Sklizňová eroze a eroze orbou

Eroze orbou způsobuje pohyb půdy ve směru svahu při orbě, sklizňová souvisí s odnosem půdy při odvozu plodin z pole, typicky u řepy cukrovky, která je od ornice omývána až v cukrovarech. Tyto typy eroze nejsou příliš zmapovány.

Dalším procesem, zapříčiňujícím pohyb půdy ve směru svahu je eroze orbou. Ta se svými průměrnými ročními hodnotami blíží erozi vodní, dosud ji nicméně není věnována příliš velká pozornost (HOLÝ, 1994).

3. Pěstování kukuřice ve vztahu k erozi půdy

3.1. Biologie a morfologie kukuřice

Původní je v tropických a subtropických oblastech Jižní a Střední Ameriky. Sběrem byla využívána již před 12 000 lety. S pěstováním kukuřice začali Aztékové, Mayové a Inkové před 5 600 lety. V roce 1930 se začali využívat první hybridy, které umožňují lepší využití kukuřice pro jednotlivé technologie. V současné době je rozšířená po celé Zemi. Setkat se s ní můžeme od 40 stupňů jižní šířky až po 56 stupňů severní šířky (PROKEŠ, ZEMAN, 2015).

Morfologie

Patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Rostliny mohou být vysoké přes 2,5 m. Kořeny pronikají do hloubky 1,5 – 3,0 m. Jestliže je vysoká hladina spodní vody sahá kořenový systém do hloubky 0,3 – 0,4 m. Převážná část je rozložena v orniční vrstvě. Z nadzemních uzlů stébla se vytvářejí vzdušné kořeny (chrání rostlinu před poléháním a pomáhají zužitkovat vláhu v druhé polovině vegetace). Stébla mají 8 – 10 článků. Počet nadzemních článků je dán hybridem. Články, které nesou palice jsou žlábkovitě stlačené. Z nejnižšího kolénka mohou vyrůstat odnože. Podíl stébel na celkovém výnosu je 30 – 50 %. Listy jsou uspořádány vstřícně. Stéblo obepíná listová pochva, stejně jako u dalších druhů čeledi *Poaceae*. Listová čepel je tenká, mělce zvlněná a má vystouplou hlavní žilku. Počet listů je dán hybridem. Ranné hybridy mají menší počet listů než hybridy pozdní. Podíl listů na celkovém výnosu je 10 – 15 %. Podle postavení listu k povrchu půdy rozeznáváme typ planofilní (horizontálně postavený list) a typ erektofilní (vertikálně postavený list). Květy jednopohlavné. Samčím květenstvím je lata, která vyrůstá z posledního článku stébla. Samičím květenstvím je palice (klas), která vyrůstá ve střední části rostliny. Palice je tvořena větvením. Do podélně uspořádaných jamek větvením přisedají klásky. Klásky jsou dvoukvěté (jeden klásek je plodný a jeden neplodný). Vřetenem palice je obaleno listeny. Obilka je bez rýhy, tvar a charakter endospermu závisí na poddruhu. HTS 300 – 350g (ZIMOLKA, 2008).

Ekologické požadavky

Nároky na půdu jsou závislé na oblasti pěstování. V bramborářské a chladnější řepařské výrobní oblasti preferuje půdy hluboké, hlinité s dostatkem humusu. Nejvhodnější je jižní expozice. Snáší i půdy slabě kyselé, nebo slabě zásadité. Na půdách s pH < 5 se snižuje výnos rostlinné hmoty. Nevyhovují ji půdy kamenité, zamokřené a mrazové kotliny, nebo

pozemky erozně ohrožené. Důležitá pro kukuřici je teplota. Průměrná teplota by měla být kolem 13°C. Suma teplot v průběhu celého životního cyklu by měla být od 1700 do 3100°C. Suma teplot se snižuje u raných hybridů kukuřice (využití ve vyšších polohách). Kukuřice je citlivá na kolísání teplot v průběhu vegetačního období.

Vysoké nároky má kukuřice na vláhu. Transpirační koeficient je 256. Nadbytek vláhy a nedostatek vzduchu v půdě se projeví na barvě listů a na tvorbě zakrnělých palic (MARKO, 1996).

Biologie

Patří mezi rostliny C₄. Rychlost růstu při klíčení je závislá na příjmu vody. Nejnižší obsah vody v půdě, při kterém začíná růst kořínek je 57 %, ale potřebná teplota je 30 °C. Aby začala kukuřice klíčit při teplotě 12°C, musí být obsah vody v půdě 75 %. Doba klíčení je 7 - 10 dnů. Při optimální teplotě a vlhkosti může vzejít už za 4 - 5 dnů. Minimální teplota pro klíčení je 6°C. Po vzejití rostliny kukuřice poměrně dlouho zakořeňují. Vegetativní orgány se vytváří při teplotách okolo 10 °C. Pro tvorbu generativních orgánů jsou potřeba teploty kolem 12 °C. Optimální teploty pro první fáze růstu 20 °C a pro rozvoj kořenového systému 24 °C. Nedosahují-li teploty během vegetace 16 °C středně rané a pozdní hybridy často nezakvétají. Odnožovací schopnost je u kukuřice velmi slabá a u některých hybridů se vůbec nevyskytuje. Za 50 - 60 dnů po výsevu začíná období metání lat a mléčné zralosti. V této době vyžaduje kukuřice největší množství vláhy. Lata začíná kvést od středu a uvolňování pylu trvá 4 - 5 dní (za méně příznivých podmínek až 8 dní). Schopnost opylování blizny je až 25 dnů, ale životnost pylu je pouze několik dní. Doba opylování je závislá na teplotě a vlhkosti. Vyšší teploty a nižší vzdušná vlhkost urychlují odumírání pylových zrn. Počátek kvetení palic bývá opožděn za latou o 1 - 5 dní. Konec kvetení laty a počátek kvetení palic se překrývá. Díky asimilačnímu aparátu je kukuřice schopna růst téměř až do plné zralosti.

Kukuřice má nároky na určitou intenzitu osvětlení, ale také na délku osvětlení v dané vývojové fázi. Kratší světelný den urychluje kvetení, ale zmenšuje počet listů a výšku rostlin. Pro využití dopadajícího světla je důležité rozmístění rostlin v porostu (hustší porost znamená větší rostliny). Pozdní výsev se odráží na špatném nasazení palic (MARTIN A KOL., 2006).

Pícninářský význam

Kukuřici je možné využít na zelené krmení nebo pro výrobu konzervovaných krmiv. Na siláž se sklízí při sušině 28 - 33 %, při dělené sklizni kukuřice (LKS, CCM) je sklizeň při 50 - 60 % sušiny. Na zelené krmení se sklízí za 100 - 110 dní po výsevu při sušině 14 - 15 % (mléčná zralost). Výnosy sušiny se pohybují od 9,8 t.ha⁻¹ do 25 t.ha⁻¹. Podíl palic na celkovém výnosu je 45 - 55 %.

Nevýhody a rizika pěstování kukuřice

Kukuřice je náchylná k půdní erozi, potřeba speciálních sklízecích strojů, nutné použití herbicidů a silné poškození divokými prasaty

Agrotechnika

Kukuřice je náročná na přípravu půdy. Vyžaduje půdy hluboko zpracované. Na podzim je dobré provést podryvání na hloubku 45 - 50 cm (podpoření biologické aktivity půdy, zmenšení utužení, zlepšuje se hospodaření vláhou). Podryvání můžeme provádět jednou

za 4 - 5 let. Bez podrývání je vhodné provézt podmítku. Po podmítce by za 14 dní měla následovat střední nebo hluboká orba. Na jaře půdu smykujeme a vláčíme. Seťové lůžko se kypřením připravuje na hloubku 40 - 60 mm.

Setí je velmi důležitá operace. Porost kukuřice nemá na rozdíl od pšenice schopnost eliminovat chyby setí. Hloubka výsevu je 60 - 90 mm (podle použitého hybridu a půdy). Na těžších, vlhčích a chladnějších půdách sejeme mělčeji. V horších klimatických a půdních podmínkách se vysévá menší počet jedinců na ha (nižší hustota porostu), aby rostliny dosáhly požadovaných parametrů kvality. Naopak v teplejších oblastech se vysévá větší počet jedinců na ha. Nesprávným uspořádáním porostu v suchých oblastech dochází vlivem proudění vzduchu k nadměrné transpiraci a tím poruchám rovnováhy mezi příjmem a výdejem vody. Výsevek je přibližně 30 kg.ha⁻¹. Výsev při teplotách 8 - 10 °C. Vzdálenost řádků 50 - 80 cm. Počet jedinců na ha se řídí raností hybridu. Výsev by měl být ukončen do 10. května. Při pěstování kukuřice na zelené krmení se vysévá 200 000 - 220 000 rostlin na ha. Výsev je tím hustší, čím kratší je vegetační doba (MARKO, 1996).

Na výnos 10 t.ha⁻¹ je potřeba 100 - 130 kg N, 30 - 45 kg P, 80 - 160 kg K. Vyšší dávka hnojiv používáme v bramborářské výrobní oblasti. Hnojení P a K na podzim podle zásoby živin v půdě. Fosfor se navíc může aplikovat do půdy při setí blízko osiva, tzv. "hnojení pod patu" (50 mm vedle osiva a 50 mm pod úroveň osiva). Důvodem je lepší příjem fosforu při vzcházení (zkrácení vegetační doby). Dávku dusíku aplikujeme buď jednorázově před setím nebo můžeme část aplikovat za vegetace do meziřadí ve fázi 5 - 6 listů). Jednorázová aplikace hnojiv před setím má za následek až 50 % ztráty na živinách. Kukuřice dobře využívá živiny z organických hnojiv (chlévkový hnůj, kejda). Kejdu (celková dávka dusíku z kejdy 120 - 150 kg.ha⁻¹) můžeme rozdělit do tří dávek (podzim, před setím a při výšce porostu do 30 cm). Hnojení organickými hnojivy je významné zejména na půdách s nižší sorpční schopností (aplikace průmyslových hnojiv by byla spojena s vyšším vyplavováním).

Pro hubení plevelů je možné využít meziřádkovou kultivaci, která je dnes nahrazena aplikací herbicidů. Výhodou mechanického způsobu likvidace plevelů je provzdušnění půdy a vytvoření příznivých podmínek pro růst rostlin.

Pro zakládání porostů kukuřice můžeme použít také minimalizační technologie. V srážkově a půdně příznivých oblastech můžeme provádět pouze diskování. Možné je spojení všech jarních operací dohromady (rotační brány + válec + výsevní ústrojí) (PROKEŠ, ZEMAN, 2015).

Zařazení v osevním postupu

Nejvhodnější předplodinou jsou jeteloviny nebo víceleté píce. Výbornou předplodinou jsou také okopaniny hnojené statkovým hnojem. Jako zlepšující plodinu ji často zařazujeme mezi dvě obiloviny (za nejlepší předplodinu se považuje pšenice). Úspěšně je možné kukuřici pěstovat také několik let po sobě, ale zvyšují se nároky na agrotechniku a hnojení.

Na zeleno ji můžeme pěstovat také jako letní meziplodinu (ZIMOLKA, 2008).

Sklizně na zelené krmení

V posledních letech se používá minimálně. Termín sklizně je ve fázi intenzivního růstu, nejpozději na počátku mléčné voskové zralosti. Průměrná vegetační doba pro kukuřici

na zelené krmení je 80 - 110 dnů. Sušina 14 - 25 %. Jednotlivé části řezanky dlouhé 50 - 150 mm.

Sklizeň na siláž

Rozhodující pro termín sklizně je obsah sušiny. Optimální obsah je 28 - 33 %, což odpovídá mléčně voskové zralosti. U stay green hybridů je to při sušině 33 - 36 %. V této fázi je podíl palic 45 - 55 %. Při sušině 28 % by délka řezanky měla být 20 - 25 mm, při sušině 32 % 5 - 7 mm. Při sklizni je nutné použít řezačky, které jsou schopny dobře rozdrtit zrna. Při nedokonalém narušení prochází zrna zaživacím traktem zvířat bez využití. Sklizeň silážní kukuřice by měla být ukončena do příchodu prvních mrazíků (teploty -1 °C až -2 °C po dobu 3 - 4 hodin). Zmrzlá kukuřice se musí sklídit do 2 - 3 dnů (SMUTNÝ V. A KOL., 2016).

3.2. Ochrana půdy před erozí protierozní agrotechnikou

Realizaci protierozních opatření lze erozi omezovat na přípustnou míru, čímž se minimalizují její škodlivé účinky. Z protierozních opatření, která lze relativně nejsnáze aplikovat na zemědělských a orných půdách a jež vedou ke zlepšení půdní struktury to jsou opatření agrotechnická, zejména pak ochranné obdělávání.

Použití agrotechnických protierozních opatření je výhodné zejména tam, kde už nepostačují nejjednodušší organizační protierozní opatření, např. úprava struktury pěstovaných plodin podle morfologických podmínek, tzn. v členitějším terénu nebo v oblastech požadované zvýšené ochrany jako jsou povodí vodních zdrojů neintravilány obcí. V podhorských oblastech umožňují pěstovat plodiny, které při tradičním způsobu pěstování nedostatečně chrání půdu před erozí. Princip agrotechnických opatření spočívá zejména v zabezpečení pokryvu půdy na erozně ohrožených pozemcích po celý rok. Zde nacházejí uplatnění zejména půdoochranné technologie pěstování plodin, jako je vrstevnicové obdělávání, výsev do ochranné plodiny nebo strniště, hrázkování, mulčování, kypření půdy nebo vynechání orby a setí pouze do podmítnuté půdy. Tyto technologie zpravidla vyžadují speciální stroje (otočné pluhy, secí stroje pro výsev do nezpracované půdy, radličkové a rotační kypřiče, hrázkovače apod.). použití těchto technologií zpravidla vyžaduje i použití přípravků na ochranu rostlin na tlumení plevelů (TIPL, 2010).

Ochranným obděláváním půdy a pěstováním plodin je nazýváno takové hospodaření, při kterém se na povrchu půdy udržuje nejméně 30% rostlinných zbytků. Představuje v podstatě redukované obdělávání spočívající ve zmenšování počtu operací při obdělávání půdy a jejich slučování, vnášení organické hmoty do půdy, zlepšení půdní struktury a ochranu povrchu půdy rostlinnými zbytky. Vynechává se orba a plodiny se sejí buď přímo do podmítnuté půdy, nebo se půda místo orby pouze kypří kypřiči. Při bezorebném zpracování strnišních ploch se rostlinné zbytky zapravují do půdy jen částečně, na povrchu se tvoří nastýlka (mulč).

3.3. Půdoochranné technologie a protierozní technologie při pěstování kukuřice

Kolektiv autorů z VÚRV v Praze – Ruzyni uveřejnil certifikovanou metodiku pro praxi s názvem „Využití minimalizačních a půdoochranných technologií pro snížení účinků vodní eroze na obdělávaných půdách (NERUŠIL A KOL., 2015).

Autoři definují nástroje ochrany: standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu – DZES

Dobý zemědělský a environmentální stav půdy (DZES) je definován nařízením vlády jako standard, který zajišťuje zemědělské hospodaření v shodě s ochranou životního prostředí. Součástí standardu DZES je i ochrana zemědělské půdy před erozí. Hospodaření v souladu se standardy DZES je jednou z podmínek poskytnutí plné výše přímých podpor, některých podpor Programu rozvoje venkova a některých podpor společné organizace trhu s vínem. Do 31.12.2014 byla pro tento termín používána zkratka GAEC. DZES 4 řeší problematiku protierozní ochrany na svažitých pozemcích nad 5 stupňů, DZES 5 má za cíl ochranu půdy před vodní erozí s negativními následky na dalším majetku a zásady pěstování určitých plodin na silně a mírně erozně ohrožených půdách (NERUŠIL A KOL, 2015)

Podstatou těchto technologií je redukce hloubky a intenzity kypření ornice (minimální až nulové zpracování) a současně zachování co největšího množství rostlinné biomasy na povrchu (mulč), nebo ve vrchní vrstvě ornice. Smyslem redukovaného zpracování ornice je minimální narušování půdního profilu pro zajištění přirozeného vývoje půdního prostředí a omezení nadměrného provzdušňování, aby nedocházelo k příliš rychlé mineralizaci organické hmoty a ztrátám živin. Zároveň se vytvářejí vhodné podmínky pro tvorbu humusu, což má ve svých důsledcích příznivý vliv na zlepšování fyzikálních vlastností půd. Ochranou složku vytváří organická hmota, ponechaná na povrchu půdy jako mulč. Nebo mělce zapravená. Významným faktorem je stupeň pokrytí půdy mulčem, výška a rovnoměrnost rozprostření mulče po povrchu půdy.

Mezi půdoochranné technologie řadíme mělké zpracování půdy se současným zapravením organické hmoty do půdy s následným setím, bezorebné setí (hlavní plodinu sejeme bezorebným secím strojem s kotoučovými botkami přímo do nezpracované půdy po předplodině), setí/sázení do mulče meziplodiny či předplodiny. Další možností je setí hlavní plodiny s podplodinou do meziřadí (kukuřice s podplodinou ozimého žita), nebo pásové setí do nezpracované půdy. Jako protierozní technologie se rovněž testuje zmenšování meziřádkové vzdálenosti u kukuřice.

I. Mělké zpracování půdy se zapravením organických zbytků a s následným setím
Jde o mělkou kultivaci diskovými, nebo rotačními nástroji se zapravením nejčastěji drcené slámy předplodin, kdy může předcházet dávka dusíku na vyrovnání poměru C:N, nebo zásobní hnojení P, K k následné plodině. Pak následuje setí vhodným secím strojem, nebo jsou obě operace spojeny do jedné, kdy kombinovaný stroj má sekci kypřící, za níž následuje sekce secí.

II. Přímé setí do mulče z rostlinných zbytků předplodin
Jedná se o setí do nezpracované půdy, pokryté posklizňovými zbytky předplodiny, které jsou rozdrčeny na drobné úlomky hned při sklizni. Ozimé plodiny se sejí v agrotechnických termínech přímo do mulče na podzim. Pro jarní plodiny se půda nechává pokrytá mulčem přes zimu a na jaře probíhá výsev plodiny do půdy přesným secím strojem pro přímé setí do nezpracované půdy. Protože u této technologie nelze využít zpracování půdy pro likvidaci plevelů, je nutné použít vhodné herbicidy ve vhodných termínech

III. Přímé setí do přezimující a vymrzající meziplodiny
Na podzim se půda zpracovává mělkým kypřením. Pokud je nutné aplikovat organická hnojiva ve větší dávce, je vhodné je zaorat. Bezprostředně po tom následuje výsev vymrzající meziplodiny. Pokud nastane situace, že porost meziplodiny nevymrzne, pak je nutno před

setím použít glyphosát. Na jaře se provádí výsev následné hlavní plodiny speciálním strojem pro přímé setí.

IV. Výsev ochranné podplodiny v pásech a v meziřádcích (pro širokořádkové plodiny) Při klasickém pěstování kukuřice na erozně ohrožených pozemcích je možné zajistit ochranu proti vodní erozi zasetím obilných pásů po vrstevnicích bezprostředně po zasetí kukuřice. Seje se ozimá obilnina v pruzích běžným strojem pro setí obilnin. Vhodný pro toto opatření je ozimý ječmen, protože po zasetí na jaře nemetá a tím nekonkuruje kukuřici, neboť ta velice špatně odolává v raném stádiu vývoje ostatním plodinám. Jednou z dalších možností je setí kukuřice do půdy tradičně zpracované s ochranou podplodinou, např. ozimým žitem, vysetým na jaře do porostu mezi řádky. Žito, seté v tomto termínu rovněž nemetá a nekonkuruje tak rostlinám kukuřice. Nevýhodou tohoto opatření je nízká protierozní ochrana v době jednoho měsíce od zasetí.

V. Páskové zpracování půdy pro širokořádkové plodiny strip-till Technologie pro přesné setí s vysokým protierozním účinkem. Vysévá se speciálním secím strojem buď do nezpracované půdy, pokryté posklizňovým mulčem, po mělké podmítce, nebo do porostů meziplodin, či trvalých travních porostů. Pro založení porostů se používá kombinovaný stroj, kde přední sekce zajistí kypření půdy v pásku (např. kypřič Strip-till od firmy Duro France). Slupice prořezává půdu do hloubky cca 25 cm, paprsková kola odhrnují posklizňové zbytky. Následuje sekce přesného setí s různě nastavitelnými botkami (pro cukrovku, kukuřici atd.). Secí kombinace může být vybavena čelní nádrží pro přihnojení a nádržkami na mikrogranulát pro aplikaci herbicidu.

VI. Setí kukuřice do úzkých řádků V současné době se na ČZU testuje technologie úzkých řádků 37,5 cm se setím do nezpracované půdy a do půdy zpracované radličkovým podmítačem v porovnání s technologií klasických řádků 75 cm. Řešitelský tým se věnuje zároveň systému hnojení kukuřice (pod patu, listová hnojiva) a řeší ochranu kukuřice před houbovými chorobami, které se v letošním roce objevovali kvůli extrémním výkyvům povětrnostních podmínek. V USA je pěstování kukuřice v úzkých řádcích velmi rozšířené. Výnosy kukuřice na zrno dosahují v průměru o 7 – 9 % více. Podobného trendu je dosaženo i našimi pěstiteli. Z hlediska eliminace vodní eroze je tento systém pěstování kukuřice rovněž výhodný. Je to způsobeno lepším zapojením porostu s o 10 % vyšším počtem jedinců. Rostliny bývají vyšší, je dosaženo lepší pokryvnosti půdy, a tím zajištěna ochrana před přímým dopadem kapek na holou půdu.
Mulč a jeho zdroje

VII. Mulč a jeho zdroje Pokryv půdy mulčem sehrává podobnou úlohu v ochraně půdy, jako zapojený porost plodin (rostlinný pokryv). V obou případech se jedná o vytvoření tzv. stinného garé, které příznivě ovlivňuje řadu půdních vlastností. Mulč chrání půdu před destrukcí půdních agregátů vlivem dešťů a tím přispívá k udržení půdní struktury, snižuje nebezpečí půdní eroze jak vodou, tak i větrem a celkově zachovává a zlepšuje její agrofyzikální a biologické vlastnosti. Především zabraňuje slévání a kornatění půdy, snižuje výpar půdní vody, omezuje kolísání půdní teploty, působí na zvýšení mikrobiální činnosti v horních vrstvách ornice. Z agrotechnického hlediska potlačuje růst jednoletých plevelů, podporuje růst jemného kořání rostlin v povrchové vrstvě půdy.

Aby se účinnost mulče v ochraně půdy výrazněji projevila, je třeba, aby půda byla pokryta rostlinnou biomasou minimálně z 30% jejího povrchu. Původ mulče může být ze dvou základních zdrojů. A to z posklizňových zbytků předplodiny, nebo z nadzemní biomasy meziplodin.

Na některých stanovištích lze s úspěchem využít i ozimé meziplodiny. Použití těchto plodin se upřednostňuje hlavně tam, kde nelze zajistit včasný výsev strniskových meziplodin, a nebo nejsou uspokojivě splněny potřebné předpoklady pro dostatečný nárůst nadzemní biomasy na podzim (nedostatek srážek po zasetí, časně mrazíky apod.). Po přezimování jsou ozimé meziplodiny schopny pokračovat v tvorbě nadzemní biomasy, a proto jsou především vhodné pro později vysévané jarní plodiny (kukuřice, slunečnice apod.). Určitou nevýhodou může být jejich dražší osivo a nutnost umrtvení porostu neselektivními herbicidními přípravky na bázi glyphosátů před setím následné plodiny, což dále zvyšuje náklady na technologii.

Kromě toho, že poskytují biomasu pro účely půdoochranných technologií, je nutné v této souvislosti zmínit i další významnou roli meziplodin a tou je funkce přerušovače osevních sledů při vyšším zastoupení obilnin, kde meziplodiny působí jako fyto-sanitární faktor a kromě toho poutají ve své biomase živiny, zejména dusík, který by v meziorostním období mohl být proplaven do půdních vrstev mimo kořenovou zónu a tím pro rostliny ztracen a mohl by kontaminovat podzemní vody (NERUŠIL, 2015).

Závěrem tedy lze shrnout, že při pěstování kukuřice je nutno volit některou s těchto technologií: výsev ochranné plodiny v pásech a meziřadí při pěstování kukuřice, vysévat kukuřici společně s ochranou podplodinou v meziřadí, sít kukuřice do mulče, sít kukuřici do celoplošně zkeypřeného strniště po přemrznuté meziplodině a aplikovat přímé setí kukuřice do přemrznuté meziplodiny a ponechaných rostlinných zbytků (KUBÁTOVA, 2001).

V poloprovozních pokusech v bramborářské výrobní oblasti byla sledována půdoochranná funkce meziplodin současně s různým zpracováním půdy. V průběhu tříletého sledování 2010 – 2012 bylo zjištěno, že půdoochrannou funkci proti vodní erozi nejlépe splnila nevymrzající plodina žito svatojánské, která dosahovala nejvyšší pokryvnosti povrchu půdy v jarním období, a to z 80 – 90%. U variant s meziplodinou žito nedocházelo k eroznímu smyvu půdy. Ke smyvu půdy došlo pouze u varianty bez meziplodiny. Byl potvrzen význam meziplodin v protierozní ochraně půdy (VACH, 2010).

3.3.1. Zpracování půdy řádkovým kypřičem

Přednosti využití tohoto stroje jsou pásové zpracování půdy (pouze v místě budoucího zasetí osiva), zpracování půdy nejvhodnější pro kukuřici, řepku, cukrovou řepu a slunečnici, nakypření, rozdrobení půdy radličkami, snížení nákladů na chemickou ochranu, na PHM a čas a přihnojení do zpracovávaného profilu (přímo tam, kde bude zrno uloženo)

Pracovní orgány se skládají z řezného disku, za diskem jsou umístěny hvězdicové odstraňovače posklizňových zbytků, dále je na řadě radlička a o správnou šířku řádku se starají dva usměrňovací disky, za nimi je umístěno zadní drobné kolečko. Pro lepší kopírování a snadnější průchod v kamenitých a těžkých podmínkách, jsou všechny jednotky jištěny samostatně pomocí systému non-stop. Pro ještě vyšší bezpečnost je samotná radlička jištěna hydraulickým NSH systémem s možností regulace tlaku.

3.3.2. Pásové zpracování půdy (strip – tillage) a (zone – tillage) pro silážní kukuřici

Na ČZU Praha se pokusně sledují tyto moderní metody pod koordinací Ing. V. Branta Ph.D. (BRANT, 2011).

Za hlavní výhody strip-tillage lze považovat ochranu půdy v důsledku ponechání rostlinných zbytků v meziřádcích, zlepšení půdních podmínek pro vývoj rostlin v řádcích (vyšší teplota a kvalitněji připravené seťové lůžko), uložení hnojiv do blízkosti kořenů, což umožňuje i snížení jejich množství a vhodnější podmínky výsevu spočívající v časnějším termínu setí a v nižších požadavcích na startovací dávky hnojiv ve srovnání s ostatními technologiemi

Základní způsoby strip-tillage jsou odvozeny od typu použitých pracovních nástrojů a intenzity zpracování půdy. V rámci jednotlivých způsobů se jedná o odstranění rostlinných zbytků v řádku vysévané plodiny pomocí prstových kotoučů nebo disků, případně o využití kombinace prstových kotoučů a řezného disku, mělké strip-tillage spočívající v rozřezání a v odstranění reziduí rostlin z řádku s použitím rýhovaných (zvlněných) kotoučů, v přípravě seťového lože a hnojení a hlubší strip-tillage, jehož základem je odstranění zbytků rostlin z řádku, nakypření půdy, hlubší uložení hnojiva do řádku a vytvoření malých hrůbků. Pracovní nástroje pro hlubší kypření a disky.

Rozlišuje se v rámci pásového zpracování půdy systém strip-tillage, který definují jako vytvoření pásů bez reziduí rostlin o šířce +/- 15 cm se současným uložením hnojiva. A dále definují zone-tillage systém, jehož základem je odstranění rostlinných zbytků z pásu širokého +/- 20 cm. Strip-tillage lze provést již na podzim, nebo až na jaře. O jeho termínu provedení rozhodují především půdní podmínky. Jarní zpracování může být výhodné na lehčích půdách. Významnou rolí v rámci technologie strip-tillage hraje výživa rostlin. Základní živiny N, P a K je možné zapravit do půdy souběžně při jejím zpracování. (RANDALL A HILL 2000).

Další zajímavé zkušenosti uvádí práce Herouta, Pulkrábka, Kincla a Srbce z ČZU Praha na lokalitě ZD Krásná Hora nad Vltavou, ve které se uvádí praktické zkušenosti s využitím metody strip-till při zpracování půdy pro kukuřici (HEROUT A KOL., 2017).

Autoři zjistili, že metoda se plně osvědčila nejen z hlediska omezení eroze, ale i z hlediska vyšší retenční vodní kapacity pokusné půdy (HEROUT A KOL., 2017).

3.3.3. Indikátory vodní eroze při pěstování kukuřice

Hůla a kol. (2015) z ČZU Praha a VÚZT Praha srovnávali podmínky pro infiltraci vody do půdy a snížení povrchového odtoku srážkové vody v 7 variantách s využitím odtokovým parcelek.

Podmínky zemědělské výroby v ČR jsou charakterizovány vyšším zastoupením půd na svažitých pozemcích. Tippl a kol. (2010) uvádějí, že více než 53 % výměry půdy v ČR je na pozemcích s průměrnou svažitostí větší než 3 stupně. Svažitost pozemků v kombinaci

s lehkou půdou a rozšiřujícím se pěstováním kukuřice jako typické širokořádkové plodiny představuje zvýšené riziko vzniku vodní eroze.

Riziko vzniku erozních událostí sice není možné eliminovat, lze jej však snížit vhodnými agrotechnickými zásahy. Tyto zásahy spočívají především ve vytvoření podmínek pro zvýšení infiltrace vody do půdy a pro snížení povrchového odtoku srážkové vody. Agrotechnické zásahy nejčastěji spočívají v cíleném hospodaření s rostlinnými zbytky a v kvalifikovaném využití redukovaného zpracování půdy. Pro tyto zásahy se ustálil pojem půdoochranné technologie. Pozitivní účinek půdoochranných technologií dokládá Wilson (2004). Reyes a kol. (2009) uvádějí, že díky využití půdoochranných technologií byl po sedmi letech sledování povrchový odtok snížen v průměru 1.2x, ztráta půdy se snížila o polovinu. Orbou se naopak zapravují rostlinné zbytky do půdy, takže se neuplatňuje jejich ochranná funkce.

Sledování průběhu vodní eroze v přírodních podmínkách je obtížné. Poměrně přesně je možné určit povrchový odtok vody při intenzivních srážkách a hmotnost smyté zeminy metodou s využitím odtokových parcel. Na malých parcelkách se zachycuje veškerý povrchový odtok vody se smytou zeminou pomocí vhodně umístěných záchytných nádob pod místem odtoku z parcel (JANEČEK A KOL., 2005).

4. Závěr

V bakalářské práci byly nastíněny možnosti pěstování kukuřice při současném boji s vodní a větrnou erozí půdy. Z výsledků studia teoretických možností i praktických dopadů pro výrobce, zvláště ekonomických lze doporučit hlavně výsev protierozních pásů a výsev kukuřice do mulče. Obě tyto metody jsou účinné, ale je nutno je doplnit správným postupem při zakládání porostu kukuřice. Pravidlem pro založení porostu kukuřice na svazích jsou tyto tři zásady: porosty kukuřice vysévat po vrstevnici, po zasetí zásadně neválet a vysévat kukuřici raději hlouběji, alespoň 5cm.

Při dostatečně hluboké přípravě půdy (cca 10 cm) vzniknou po zasetí kukuřice na pozemku různé vysoké brázdy, které zpomalují povrchový odtok srážkové vody a podporují její lepší vsakování. Zároveň také díky svému většímu povrchu zajišťují rychlejší prohřátí půdy a tím i rychlejší vzcházení porostů kukuřice.

Výše popsáný způsob zakládání porostů kukuřice nemůže ochránit pozemek před mimořádně velkým dešťovým přívalem, ale může výrazně pomoci při menších, ale nárazových srážkových úhrnech.

V každém případě je nutno řídit se legislativou k vodní erozi půdy a Příručkou ochrany proti erozi.

Existují informace, že je až polovina zemědělské půdy v ČR ohrožována vodní erozí a předpovědi, že bleskové povodně, způsobené velmi intenzivními srážkami, které také spouštějí erozní procesy na polích, se v důsledku globálního oteplování budou opakovat stále častěji. Je proto nezbytné, aby bylo vykonáno vše pro eliminaci nebezpečí vodní eroze.

Jako půdoochrannou technologii s výraznými protierozními účinky lze farmářům doporučit v závislosti na konkrétních půdách mělké zpracování půdy se současným zapravením organické hmoty do půdy s následným setím, setí bezorebným secím strojem s kotoučovými botkami přímo do nezpracované půdy po předplodině, či setí do mulče meziplodiny či předplodiny. Další možností je setí hlavní plodiny s podplodinou do meziřadí (kukuřice s podplodinou ozimého žita), nebo páskové setí do nezpracované půdy. Jako protierozní technologie se rovněž osvědčuje zmenšování meziřádkové vzdálenosti u kukuřice.

Nakonec však rozhodnou ekonomické aspekty a možnosti.

5 Seznam literatury

Literární zdroje:

Anonym 2, (1995): Kolektiv VÚMOP Praha, Voda v krajině, protierozní ochrana. MZe ČR, Praha, 117 s.

Badalíková B., Bartlová J. (2013): Funkce meziplodin při ochraně půdy před vodní erozí. in: Rožnovský J., Litschman T., Středová H., Štěpa T.: Voda, půda a rostliny. Křtiny, 29 – 30.5.2013, ISBN 978-80-87577-17-2, 7 s.

Badalíková B., Hrubý J., (2007): Meziplodiny proti erozi při pěstování kukuřice. FARMÁŘ, 1, s. 26 – 27

Badalíková B., Hrubý J., (2009): Využití netradičních meziplodin při protierozní ochraně půdy. Certifikovaná metodika 6/09 realizační výstup výzkumného záměru MŠMT UZ MSM 262 960 8001, zemědělský výzkum, Troubsko, 10 s.

Blanco H., Lal R.: Principles of Soil Conservation And Management, Springer Science + Business Media B.V. Ohio 2008, 617 p.

Brant V., Kroulík M., Pivec J., Fuksa P., Holec J., (2011): Vliv půdoochranného zpracování půdy na produkci biomasy silážní kukuřice. ČZU Praha, 4 s.

Dumbrovský M., (1995): Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav. VÚMOP, Praha – Zbraslav (metodika), 79 s.

Herout M., Pulkrábek J., Kincl D., Srbek J., (2017): Praktické zkušenosti s využitím metody strip – till při zpracování půdy pro kukuřici. Sborník KWS: Sborník z mezinárodní konference, „Kukuřice v praxi 2017“, KWS Osiva s.r.o., Velké Meziříčí, ISBN 978-80-7509-471-1, 56 s.

Holý M., (1978): Protierozní ochrana. SNTL, ALFA Praha. 283 s.

Holý M., (1994): Eroze a životní prostředí. ČVUT Praha, učební text, s. 241 - 274

Hůla J., Janeček M., Kovaříček P., Bohuslávka J., (2003): Agrotechnická protierozní opatření. VÚMOP Praha – Zbraslav, 48 s.

Jakubov T.F., (1955): Vetrovaja erosijsa počvy i borba s nej. Moskva, 95 s.

Janeček M., (1995): Regulace povrchového odtoku protierozními opatřeními. RV DÚ č. 160, Ochrana úrodnosti půd protierozními opatřeními. VUMOP Praha – Zbraslav, 150 s.

Janeček M., (2007): Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika VÚMOP Praha – Zbraslav, 76 s.

Janeček M., (2008): Základy erodologie. ČZU Praha, 172 s.

Krešl J., (2001): Hydrologie. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 8071575135, 125 s.

Kříž H., (1983): Hydrologie podzemních vod. Praha: Academia, 289 s.

Kubátová E., (2001): Protierozní ochrana půdy – cvičení ČZU Praha, učební text, 51 s.

Kudrna K., (1985): Zemědělské soustavy, SZU Praha 719 s.

Lhotský J., (2000): Zhutňování půd a opatření proti němu. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, ISBN 80-7271-067-2, 61 s.

Marko F., (1996): Pestovanie kukurice. UÚRV Piešťany, 104 s.

Martin J.H., Stamp DL, (2006): Principles of field crop production. Pearson Education Inc., Upper Saddle River, New Jersey, p. 954

Nerušíl P., Kohoutek A., Odstrčilová V., Vach M., Javůrek M., Stražil Z., (2015): Využití minimalizačních a půdoochranných technologií pro snížení účinků vodní eroze na obdělávaných půdách. VÚRV Praha – Ruzyně, ISBN 978-80-7427-180-9, 78 s.

Pasák V., (1984): Ochrana půdy před erozí. SZN Praha, 284 s.

Pasák V., Janeček M., (1971): Vymezení náchylnosti oblastí k větrné erozi v ČR. Rostlinná výroba, č 7, s. 763 - 767

Pasák V., (1965): Struktura půdy a větrná eroze. Vědecké práce Výzkumného ústavu meliorací. Praha, 178 s.

Poehls D., (2009): Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology. Amsterdam: Elsevier, ISBN 9780125586900, 528 s.

Prokeš K., Zeman L., (2015): Kukuřice v praxi, Sborník z mezinárodní konference, KWS Osiva a MZLU Brno, 56 s.

Ruy S., Findeling A. a Chadoeuf J., (2006): Effect of mulching techniques on plot scale runoff: FDTF modeling and sensitivity analysis. Journal of Hydrology. Roč. 326, 1 – 4, s. 277 – 294

Sanetrník J., (1990): Meliorace – cvičení. ČZU Praha, učební text

Smutný V., Herout L., Tryšlová T., Lukas V., Houšť M., Handlířová M., (2016): Systém pěstování kukuřice s ohledem na produkci a ochranu půdy. Sborník z mezinárodní konference Kukuřice v praxi 2016, “KWS Osiva s.r.o.” Velké Meziříčí, ISBN 978-80-7509-377-6, 59 s.

Spirhanzl J., (1952): Eroze půdy a ochrana proti ní. Praha, 189 s.

Straka V., (2003): Bioplyn. GAS, Říčany, 517 s.

Strom (2016): Firemní prospekty STROM a.s. Praha

Šarapatka B., (2008): Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému soužití. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 271 s.

Šarapatka B., (2014): Pedologie a ochrana půdy. UP Olomouc, učební text, 232 s.

Tipl M., Janeček M., Bohuslávek J., (2010): Vliv vybraných technologií pěstované kukuřice na erozi půdy a povrchový odtok. Agritech. Science, s. 1 - 10

Vach M., (2010): Pěstování meziplodin v různých půdně – klimatických podmínkách ČR. Zemědělské informace UZPI, Praha, 36s.

Wilson G.V (2004): Tillage and residue effects on runoff and erosion dynamics. Transactions of the ASAE, s. 119 – 128

Zachar F., (1960): Protierozní ochrana půdy. MZLU Brno, 527 s.

Zimolka J., (2008): Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press, Praha, 200 s. ISBN: 978-80-86726-31-1

Internetové zdroje:

Anonym 1, (2016): Wikipedie

https://wikipedia.org/w/index.php?title=Eroze_zemedelske_pudy&oldid=14318584

Anonym3, <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dobry-zemedelsky-a-environmentalni-stav/shrnuti-informaci-k-podminkam-standardu.html>

Anonym 4, <http://eagri.cz/public/web/mze/farmer/LPIS/>

Český statistický úřad (2015): Roste podíl vlastní obhospodařované půdy http://www.czso.cz/csu/tz.nfs/i/roste_podil_vlastni_obhospodarovane_pudy

Brout V., (2011): Pásové zpracování půdy v porostech silážní kukuřice. ČZU Praha: /Dostupné na www.agromanual.cz

Hůla J., Novák P., Staněk L., (2015): Indikátory vodní eroze půdy při pěstování kukuřice. ČZU Praha, VÚZT Praha, publikováno na stránkách www.vuzt.cz, mechanizace zemědělství – zvláštní vydání.

Novotný I., Papaj V., Banýřová J., Pírková I., (2010): Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace – Cp <http://geoportal.vumop.cz>

Sochorec M. a Hejduk S.. Soil infiltration capacity in different managed grasslands. In: MendelNet 2012. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2012, s. 522 – 527. Dostupné z: http://mnet.mendelu.cz/mendelnet2012/articles/34_sochorec_691.pdf.