

## VLIV KULTIVACE PŘED ZAPOJENÍM POROSTU NA EROZNÍ OHROŽENOST KUKUŘICE V SYSTÉMU ŠIROKOŘÁDKOVÉHO PĚSTOVÁNÍ

THE INFLUENCE OF CULTIVATION BEFORE CANOPY FORMATION ON EROSION RISK IN WIDE-ROW CULTIVATION SYSTEM OF MAIZE

Jan Velebil, Daniel Vejchar, Marcela Vlášková  
 Výzkumný ústav zemědělské techniky v. v. i., Praha

### Abstract

The article introduces strategies of soil erosion protection in maize cultivation. In field trials, the effect of one-off soil cultivation on erosion effects in the rest of the growing season of silage maize was studied. A plot was selected that is classified as a slightly erosion endangered soil. Infiltration tests were performed which showed low hydraulic conductivity of the soil, but the positive effect of cultivation was confirmed. On the plot, two test variants, with and without cultivation, were monitored for soil loss on micro-plots with an area of 0.2 m<sup>2</sup>. During the period there was one extreme rainfall, which caused significant erosion on the plot. However, the soil loss results from the micro-plots were not comparable because most of them were damaged by erosion or the collecting vessels were flooded. In the rest of the period, the soil loss from the micro-plots did not differ significantly between the variants.

**Keywords:** soil protection measures, microplots, infiltration, soil erosion

### ÚVOD

Vodní eroze je problémem dlouhodobě ohrožujícím rostlinnou výrobu nejen v České republice. Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu zemědělcům zakazuje překračovat přípustnou míru erozního ohrožení. Nicméně díky dosavadní neexistenci platné vyhlášky o přípustné míře erozní ohroženosti je tato povinnost vymahatelná pouze v rovině podmíněnosti příjmu dotací v zemědělství skrze povinnost dodržování standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES). Tyto standardy doporučují, resp. zakazují některé postupy při pěstování plodin na plochách kategorizovaných jako mírně a silně erozně ohrožené vodní erozí. Kukuřice jakožto erozně nebezpečná plodina v zásadě nesmí být pěstována na plochách silně erozně ohrožených (SEO), a na plochách mírně erozně ohrožených (MEO) jen při použití doporučené půdoochranné technologie.

Rozdělení kategorií ploch erozní ohroženosti je odvislé od přípustné míry erozního ohrožení, tedy hypotetické ztráty půdy vodní erozí za rok. Tato ztráta se počítá pomocí metody univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé ztráty půdy upravené pro podmínky České republiky (Janeček et al., 2012). Tento model počítá teoretickou ztrátu půdy jako součin několika faktorů:

- faktor erozní účinnosti přívalového deště  $R$ ,
- faktor erodovatelnosti půdy  $K$ ,
- faktor délky a sklonu svahu  $LS$ ,
- faktor ochranného vlivu vegetace  $C$
- faktor účinnosti protierozních opatření  $P$

Kromě posledních dvou jsou hodnoty ostatních faktorů na konkrétním pozemku a v konkrétním období dané a vyčíslené na základě dlouhodobých sledování. Na daném pozemku je tedy možno erozní ohroženost ovlivnit volbou plodiny, technologií jejího pěstování a eventuálně i agrotechnickými protierozními opatřeními. Je třeba brát do úvahy, že zejména faktor erozní účinnosti přívalového deště a faktor ochranného vlivu vegetace se mění v průběhu roku, tedy to, že erozně účinné srážky se vyskytují nejvíce od května do srpna. Zároveň, jelikož porost kukuřice se zapojuje oproti jiným plodinám později, je u ní faktor  $C$  vysoký v období s výskytem přívalových dešťů.

Stále zřejmě obecně nejrozšířenějším systémem pěstování kukuřice je konvenční technologie, při které není v meziřádku zajištěn pokryv půdy rostlinnými zbytky nebo živým drnem. Na rozdíl od minimalizačních technologií zde není problém s redukcí plevelů, která je možná chemicky i mechanicky. Navíc omezuje tento systém podmínky pro množení a přežívání polních škůdců. Nicméně, kukuřice pěstovaná v širokých řádcích, typicky 70-75 cm, bez půdoochranných opatření má vysoké hodnoty faktoru  $C$ . V případě nejméně příznivé varianty, tedy setí do zorané půdy bez ponechané slámy předplodiny se dle metodiky Janečka et al. (2012) uvažuje až 0,9 v období od předset'ové přípravy až 1 měsíc po zasetí. V hlavní části vegetačního období se pak počítá s hodnotou 0,7.

Z důvodů velmi nízké ochrany půdy je nutno velmi často použít půdoochranné technologie uznané v rámci DZES 5. Základním agrotechnickým opatřením je setí po vrstevnici, které ale u kukuřice nemůže být jedinou uplatněnou technologií na pozemcích nad 35 ha.

Dalším opatřením v MEO nezávislým na systému zpracování půdy jsou přerušovací a zasakovací pásy, resp. osetí souvratí, jinými než erozně nebezpečnými plodinami o šíři alespoň 12 m. Cílem je zredukování délky spádnice v porostu erozně nebezpečné plodiny na maximální délku danou sklonem svahu, v případě sklonu nad 5° je to maximálně 200 m. Další opatření již obecně vyžadují úpravu pěstební technologie a obvykle i speciální technické vybavení.

Možností částečného zvýšení protierozní ochrany je úzkořádková technologie pěstování, při níž je spon řádků do 45 cm. Její variantou je technologie dvouřádková. Díky zmenšenému sponu řádků by obecně mělo docházet k dřívějšímu zapojení porostu, což může pomoci v období vysoké pravděpodobnosti přívalových srážek. Hlavní motivací je však možnost částečného zvýšení výnosu, řádově do 10%, oproti širokořádkové organizaci porostu (Jirmanová et al., 2016). V rámci DZES 5 byla tato technologie samostatně uznána jako půdoochranná technologie, nicméně v tomto pojetí byla od roku 2019 vyňata.

Odpovědí na nevýhody tradičního postupu zpracování půdy jsou potom půdoochranné technologie. Ty obvykle zahrnují snížený počet přejezdů pozemku a sníženou energetickou náročnost zpracování půdy. Zároveň obvykle zajišťují mnohem lepší protierozní ochranu a často také dlouhodobě lepší schopnost infiltrace dešťových srážek (Hůla et al., 2019). V rámci DZES 5 jsou tyto opatření uznány pod názvem zakládání porostu do ochranné plodiny nebo mulče z rostlinných zbytků, přičemž platí podmínka minimální pokryvnosti půdy 30%. Tyto metody zahrnují také např. setí do mulče vymrzající, nebo desikované meziplodiny. U těchto postupů je obecně uváděn řádově lepší faktor ochranného vlivu  $C$ , i menší než 0,05 (Janeček et al., 2012).

Samostatně vyčleněnou technologií v rámci DZES 5 je pásové zpracování půdy (strip-till), při kterém je půda zpracována pouze v úzkých pásech a 75% plochy je ponecháno bez zpracování.

V poslední době je populární polní testování kukuřice pěstované společně s podsevem erozně ochranných rostlin, nebo jejich směsí. Při tomto způsobu pěstování je do meziřádku kukuřice oseta travina, obilnina, luskovina, nebo jiná pícnina, nebo jejich směs. Setí podsevu může následovat ihned po kukuřici, nebo s odstupem, aby neohrožilo negativní ovlivnění růstu hlavní plodiny. Tato problematika je řešena i v ČR např. ve Výzkumném ústavu pícninařském, spol. s r.o. Troubsko, kde je řešena aplikace v kukuřici na siláž i na zrno.

Metodou protierozní ochrany, kterou lze kombinovat s tradičním postupem zpracování půdy, je důlkování. Tradičně byly technologie důlkování

a hrázkování zaměřeny na brázdy mezi hrůbky zejména v produkci brambor. Nicméně, je možné se setkat i důlkovači, které se používají i při pěstování kukuřice, avšak dle dostupných informací pouze v zahraničí, zejména v USA. Pracovní principy tvorby důlků zahrnují vtlačování pracovního tělesa, vyhrabávání důlků lopatkou taženou půdou, anebo jejich kombinace u klasických důlkovačů s lopatkovými koly. Důlkování vytváří v půdě retenční prostory, které jsou schopny zadržovat odtok a smyv do určitého úhrnu deště, nicméně při přívalových srážkách je nebezpečí protržení důlků, které může potenciálně způsobit kaskádovou reakci a skokové navýšení eroze. Na dně důlků může docházet k vytvoření jílovitého škraloupu a k růstu řas, což může způsobovat postupně zhoršování infiltrační schopnosti důlků.

Pro řadu zemědělců bude i v budoucnu nejefektivnější variantou systému pěstování kukuřice právě konvenční technologie. Proto byl uspořádán polní test, který měl ověřit vliv kultivačního zásahu do mladého porostu na vývoj erozního vlivu po zbytek vegetačního období v kukuřici na siláž.

## MATERIÁL A METODY

### Popis testované lokality

Testovaná lokalita se nachází v Jihočeském kraji, v katastru obce Čimelice. Měření byla realizována na části pozemku orné půdy s východním svahem o průměrném sklonu 5,24° v nadmořské výšce 470 m.n.m. Půdní typ je kambizem modální, BPEJ 7.29.14. U půdy byl proveden rozbor zrnitostního složení, na jehož základě ji lze označit jako hlinitou, téměř jílovitohlinitou, s podílem částic pod 0,01 mm 44,4% hm. do hloubky 100 mm a 44,8% hm. v hloubce 100 - 200 mm.

Dle databázi Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd (VÚMOP) nebyla v blízkosti tohoto pozemku evidována erozní událost. Ve veřejném registru půdy je půdní blok, na kterém byl umístěn experiment, hodnocen jako mírně erozně ohrožený, přičemž podíl plochy MEO je 22% výměry. Pro část, na které probíhaly pokusy, platí nejvyšší přípustná hodnota koeficientu ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření  $C_p \cdot P_p$  v rozmezí 0,24-0,40 při současné přípustné míře erozního ohrožení odpovídající ztrátě půdy erozí 17 t.rok<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>. Po uvažovaném maximálním zprísnění po roce 2030 na 5 t.rok<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup> by daná plocha vyžadovala  $C_p \cdot P_p$  mezi 0,1-0,2.

Předplodinou na pozemku v roce 2018 byla pšenice jarní s následným sběrem slámy. Dále pak byla provedena podzimní podmítka a aplikace hnoje. V roce 2019 bylo provedeno smykování a předseťová

příprava kombinátorem. Dne 18.4.2019 byla zasetá kukuřice s přihnojením do širokých řádků (80 000 zrn/ha, spon řádků 0,75 m). Porost byl 26.4.2019 preemergentně ošetřen herbicidem a přihnojen DAM 390 a poté do porostu nebylo nijak zasahováno až do sklizně 23.9.2019. Protierozním opatřením na pozemku bylo setí po vrstevnicích a přerušovací pás.

Na pokusné ploše 100 m<sup>2</sup> bylo 27.5.2019 provedeno kypření do hloubky 80 mm pomocí ručního kypřiče. Po dobu vegetace kukuřice byl sledován povrchový odtok při dešťových událostech, tedy dvě varianty pokusu: variantu s jednorázovou kultivací po vzejití kukuřice a kontrolní variantu bez kultivace, která byla umístěna ve stejných řádcích zaseté plodiny. Týden po založení pokusu se uskutečnila vstupní měření hydraulické vodivosti půdy a vlhkosti půdy v ornici a instalovány minisběrače pro zachycení povrchového odtoku vody při dešťových událostech, na každé variantě pokusu ve 3 opakováních. Minisběrače byly orientovány podélnou osou ve směru po spádnicí, jejich sklon byl změřen na počátku digitálním sklonoměrem a v těsné blízkosti byla změřena aktuální vlhkost půdy v povrchové vrstvě 0-100 mm.

### Hydraulická vodivost a vlhkost půdy

Měření hydraulické vodivosti se uskutečnilo 5.6.2019. Byla použita metoda měření času infiltrace 2 l vody v jednoválcovém infiltrometru metodou popsanou v (Bagarello et al., 2004). Infiltrační válce o průměru 150 mm byly v meziřádcích kukuřice beze stop strojů spodní hranou zatlačeny do hloubky 100 mm. Před měřením byl na variantě bez kultivace půdní škraloup tlustý cca 10 mm. Po naplnění infiltrometrů odměřenými 2 l vody byl měřen čas vsáknutí celého objemu do půdy. Před měřením a 30 min po infiltraci vody byla vlhkoměrem ML3 ThetaProbe změřena objemová vlhkost půdy ve vrstvě 0-100 mm. Na obou variantách bylo provedeno sedm opakování: varianta po kultivaci – válce 1-7, kontrola – válce 8-14. Výsledky jsou vyjádřeny jako hodnoty nasycené hydraulické vodivosti výpočtem dle výše uvedeného zdroje.

Před měřením hydraulické vodivosti byly v okolí experimentů žlábkovou sondou v blízkosti po 50 mm do hloubky 300 mm odebrány průměrné vzorky půdy pro stanovení vlhkosti půdy gravimetrickou metodou. Z meziřádků, ve kterých byly konány experimenty byly odebrány neporušené půdní vzorky do Kopeckého 100 cm<sup>3</sup> válečků z hloubek od 50 od 200 mm pro určení průměrné pórovitosti půdy. Rozbory Kopeckého válečků byly vykonány standardním laboratorním postupem podle Nováka.

### Průběžné sledování povrchového odtoku při dešťových srážkách

Na obou variantách pokusu byly 6.6.2019 nainstalovány plechové minisběrače, viz obrázek 1, o rozměrech 400x500 mm pro sledování smyvu půdy v povrchovém odtoku vody při dešťových událostech. Povrchový odtok vody z plochy minisběrače se pomocí zakrytého kolektoru usměrňuje do sběrné nádoby (objem 2 l). Po významných dešťových událostech byly nádoby se zachycenou vodou vyměněny za nové a odvezeny do laboratoře. Zde se zvažila hmotnost odtokové vody, odfiltrovala splavená půda a ta byla po vysušení zvážena. Z těchto údajů byl stanoven smyv půdy.

Výskyt dešťových srážek byl na lokalitě sledován válcovým dešťoměrem s překlápěcím člunkem s citlivostí na srážku 0,2 mm. Záznam počtu a času překlopení člunku byl pořízen univerzálním čítačem (Comet S7021).



Obr. 1: Minisběrač

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Půdní vlhkost

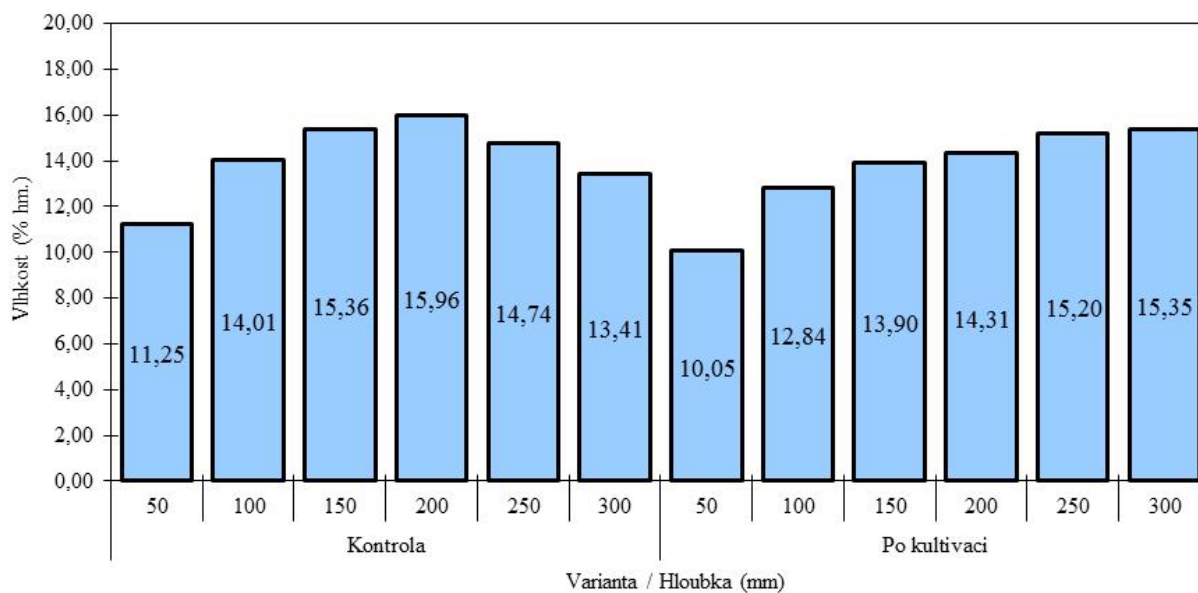
Dne 5.6.2019 bylo provedeno měření vlhkosti povrchové vrstvy půdy, které ukazuje, že prokypřená povrchová vrstva půdy si udržovala nižší objemovou i hmotnostní vlhkost, viz tabulku 1 a obrázek 2. To bylo v první řadě díky vyšší pórovitosti. To naznačuje

souvislost kypření se snížením ztrát půdní vlhkosti, díky zpomalení vztlínání vody až k povrchu, na kterém po proschnutí povrchové prokypřené vrstvy dochází k menším ztrátám vody evaporací. Co se týče hodnot hmotnostní vlhkosti, vzorky odebrané půdní sondou do 300 mm ukazovaly rozdílné průběhy půdní hmotnostní vlhkosti s hloubkou, viz obrázek 2. Zatímco nekypřená varianta dosáhla maxima v hloubce 200 mm a poté se vlhkost snižovala, u kypřené varianty se vlhkost monotónně zvyšovala až do maximální hloubky odběru 300 mm. Nakypřená vrstva půdy po kultivaci zasahovala do dvou svrchních vrstev, tedy do 50 a 100 mm v grafu na obrázku 2, což je zřejmý důvod pro nižší vlhkost v porovnání s kontrolou. V hlubších vrstvách dále vykazovala nižší hodnoty až do hloubky 200 mm a pod ní již byla naopak vyšší. Pozitivní vliv kultivace na zadržení půdní vlhkosti tedy nebylo možné v daném případě jednoznačně posoudit.

Rozborem neporušených půdních vzorků byla zjištěna průměrná objemová hmotnost redukovaná, tedy objemová hmotnost půdy v suchém stavu,  $1,54 \pm 0,11 \text{ g.cm}^{-3}$  a pórovitost  $39,8 \pm 4,2\%$ . Vzhledem k vyrovnáním hodnotám, i mezi variantami, objemové hmotnosti redukované, ji lze v hloubkách mezi 50-200 mm použít pro odhad objemové vlhkosti půdy. Ta potom v tomto rozmezí vychází na  $27,4 \pm 2,1\%$  obj. u kontroly a  $24,4 \pm 1,6\%$  obj. u varianty po kultivaci.

Tab. 1: Vlhkost povrchové vrstvy půdy (do 50 mm) před zátopou a 30 min po infiltraci vody.

Varianta	Číslo válce	Vlhkost před výtopnou	Vlhkost 30min po úplné infiltraci
Po kultivaci	-	(% obj.)	(% obj.)
	1	8,5	37,4
	2	9,4	37,6
	3	8,3	38,4
	4	6,4	35,3
	5	9,6	39,8
	6	8,9	36,9
	7	7,8	38,1
	Průměr	8,4	37,6
Kontrola	8	16,8	33,9
	9	13,9	34,0
	10	9,3	37,4
	11	9,5	34,2
	12	12,3	35,9
	13	19,3	33,9
	14	16,0	36,7
	Průměr	13,9	35,1



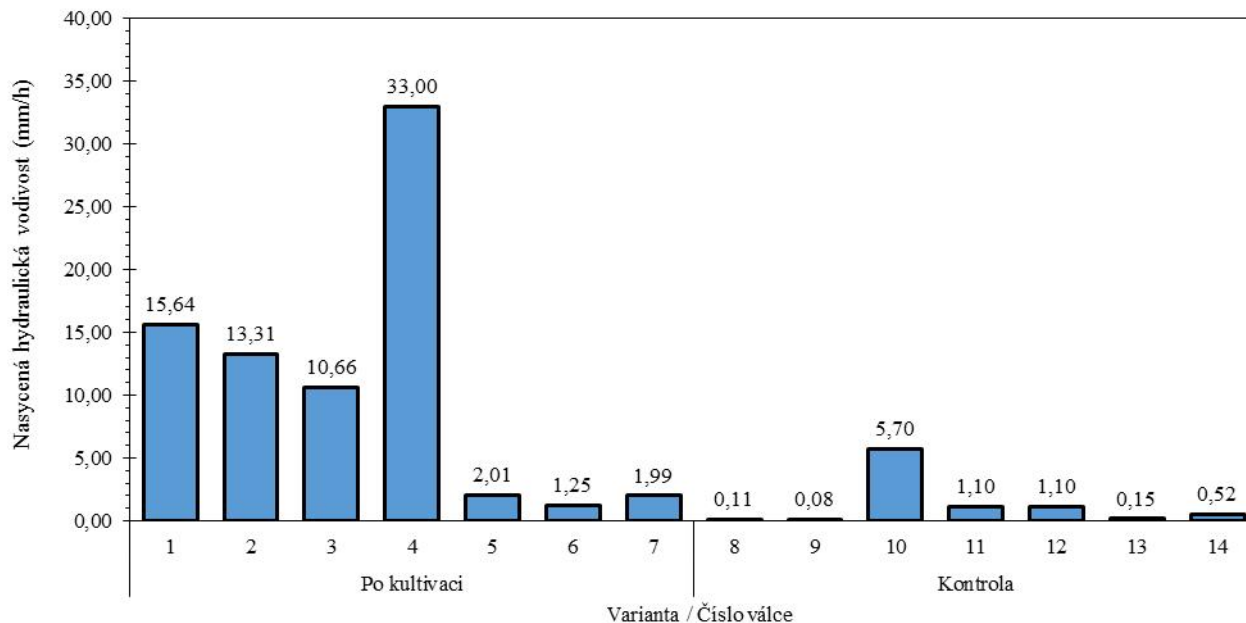
Obr. 2: Hmotnostní vlhkost do hloubky 300 mm



### Nasyčená hydraulická vodivost

Hodnoty nasyčené hydraulické vodivosti jsou vyznačeny pro jednotlivé infiltrační válce na obrázku 3. U obou variant je přítomna hodnota výrazně odlehla směrem nahoru (válce č. 4 a 10). Ty mohly být způsobeny např. existencí preferenční cesty pro vsakování vody, díky které umožnili vodě infiltrovat gravitačně do větší hloubky. Tyto hodnoty nelze vy-

loučit jako chybu měření, neboť zmíněné podmínky na poli nutně s určitou četností nastávají. U varianty kontrolní bez kultivace může mít významnou roli i různá míra porušení povrchového škraloupu, který hraje významnou roli jako překážka infiltraci. Celkově lze zhodnotit, že hydraulická vodivost byla u kontroly horší přibližně o jeden řád ve srovnání s variantou po kultivaci.



Obr. 3 Nasyčená hydraulická vodivost změřená metodou jednoválcového infiltrometru

V porovnání např. s Kovářem et al., (2017), kde byla použita stejná metodika měření na hlinitopísčité půdě, se jedná o hodnoty poměrně nízké. Daná půda již obsahuje poměrně velké zastoupení jílovitých částic, takže má předpoklad pro nižší hodnoty hydraulické vodivosti. Bagarello et al. (2013) využili této metody s vysokým počtem měření na jílovité půdě v rámci jednoho zkušebního pozemku, přičemž dosáhli hodnot v řádech  $10^0$ - $10^3$  mm.h<sup>-1</sup> a zhruba 20% hodnot leželo v intervalu  $10^0$ - $10^1$  mm.h<sup>-1</sup>.

Hlavní důvod mohl ležet ve ztuhnutí půdy. Zejména v některých meziřádcích byly během kultivace pokusné plochy již v malých hloubkách patrně utužené koleje stopy. Negativní vliv přejezdů na průměrné hodnoty hydraulické vodivosti na hlinité půdě ukázali např. Sandin et al. (2017), kteří měřili hydraulickou vodivost na půdních vzorcích ex situ. Ta byla v koleje stopách zhoršená přibližně o jeden řád, přičemž hodnoty nasyčené hydraulické vodivosti se pohybovaly řádově mezi  $10^1$ - $10^3$  mm.h<sup>-1</sup>.

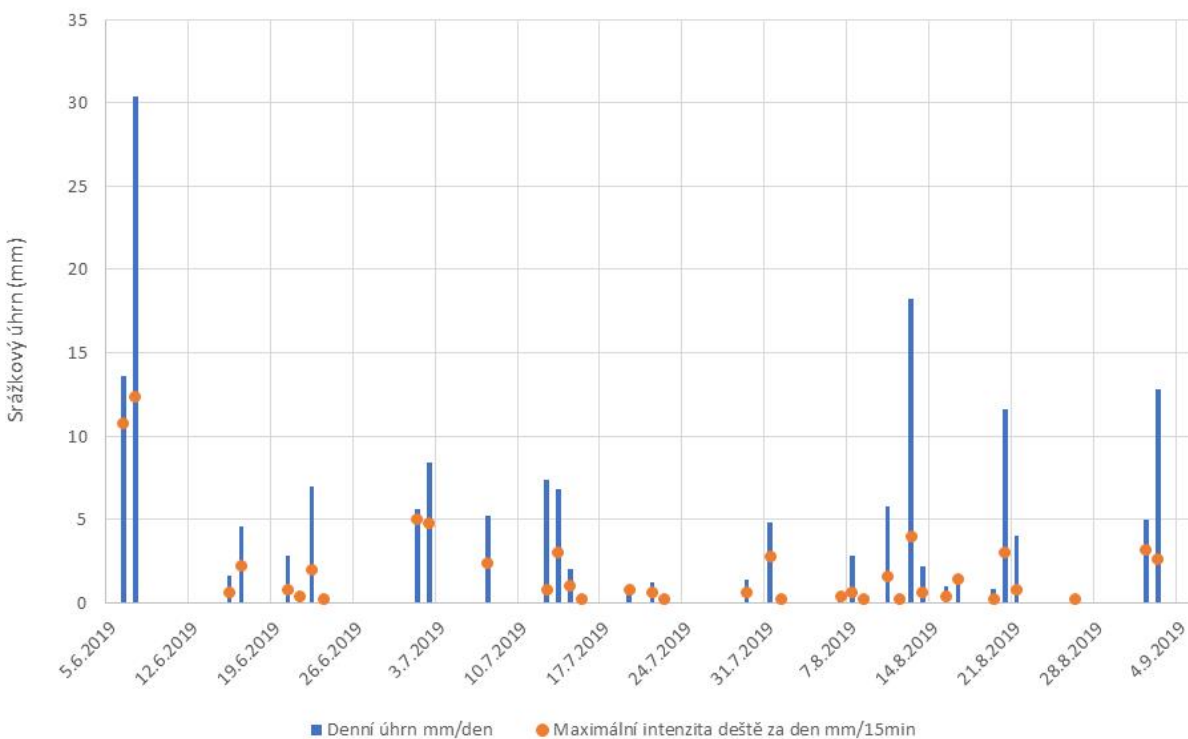
### Hodnocení úhrnu srážek za sledované období

Úhrny srážek dosažené na sledovaném pozemku byly nízké i v porovnání s úhrnem za Jihočeský kraj v daném roce, a obzvláště v porovnání s dlouhodobým průměrem, viz tabulku 2.

Nicméně z pohledu erozní ohroženosti jsou určující přívalové srážky. Na obrázku 4 je znázorněn výskyt srážek v průběhu sledovaného období v podobě denních úhrnů s vyznačením maximálních intenzit. V průběhu období se vyskytly čtyři srážky s denním úhrnem nad 10 mm, což je limitní úhrn, který lze zachytit do sběrných nádob minisběračů i při nulové infiltraci. Zcela nejvýraznější byl déšť z počátku sledovaného období, při kterém činil úhrn srážek 44,2 mm, tedy více než 2/3 úhrnu za daný měsíc a stejný úhrn jako za celý nadcházející měsíc.

Tab. 2: Měsíční úhrny srážek za sledované období a porovnání s dlouhodobým průměrem; zdroj dat pro údaje za Jihočeský kraj: ČHMÚ

Měsíční úhrny srážek (mm)	červen	červenec	srpen
Zkušební pozemek – rok 2019	60,8	44,2	49,4
Jihočeský kraj – průměr za rok 2019	69	69	70
Jihočeský kraj – průměr za rok 1981-2010	85	92	85



Obr. 4 Vývoj denních srážkových úhrnů a maximálních denních intenzit srážek během sledovaného období.

### Dešťová událost 6.-7.6.2019

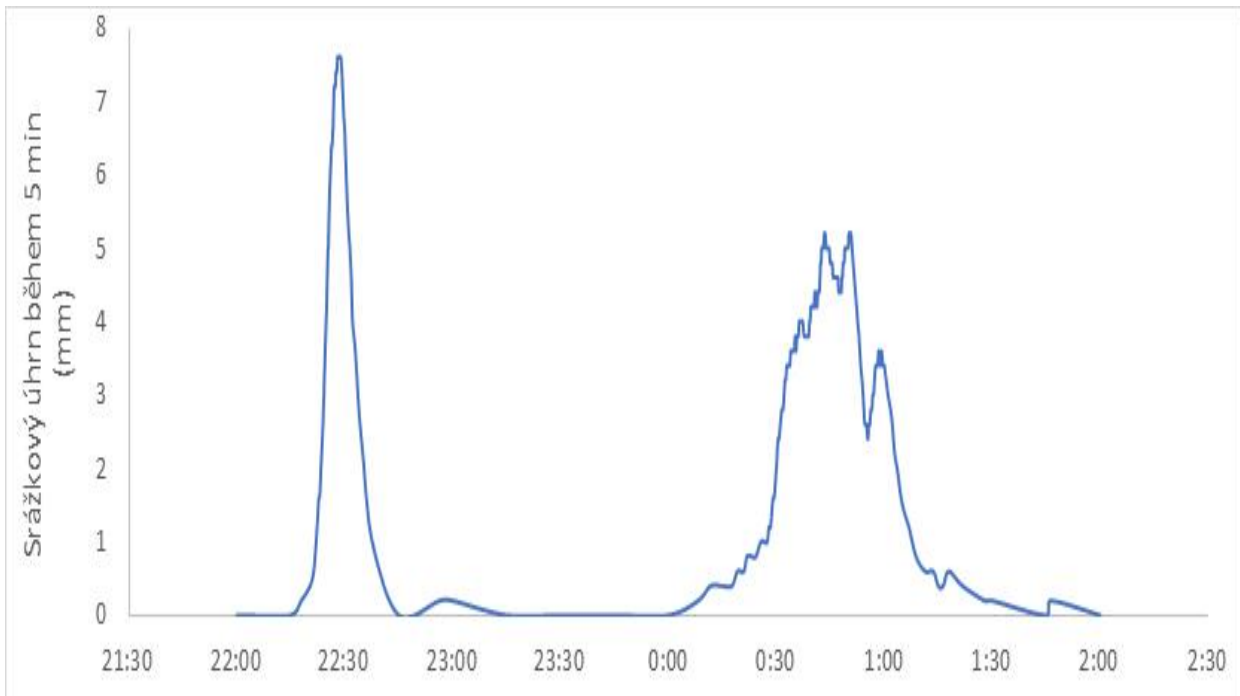
Zcela nejvýraznější erozní vliv se na pozemku projevil po dešťové srážce v noci z 6. na 7.6. Celkový úhrn této srážky činil 44,2 mm během 3,5 hodiny. Nejvyšší intenzita během této srážky byla 12,4 mm/15 min. Průběh intenzit deště v průběhu této události je zachycen na obrázku 5.

Dle nové metodiky pro určení modelových srážek vypracovanou Kavkou et al. (2018) odpovídá tento dešť' typu průběhu C, což je jeden z návrhových typů srážky se dvěma oddělenými intenzitními maximy. V souvislosti s touto metodikou byly vytvářeny revidované mapy úhrnů návrhových srážek, které jsou dostupné např. i přes webové rozhraní přístupné na adrese <http://rain.fsv.cvut.cz/webapp/gisquick/> (navštíveno 27.11.2019). Co se týče úhrnu, tento dešť'

je blízký návrhové šestihodinové srážce o úhrnu 44,8 mm s dobou opakování 20 let pro odpovídající povodí IV. řádu.

V době této události byly rostliny vysoké 15-25 cm a pokrývaly nevýznamnou část povrchu, takže ochranný vliv vegetace byl minimální. Na pokusné ploše došlo k plošné erozi, viz obrázek 6, s erozními rýžkami do 15 cm šířky. Nejvyšší intenzita eroze nastala na souvrati pozemku, který byl oset po spádnici. Zde se vytvořily erozní rýhy až do 10 cm hloubky a šířky až 40 cm a docházelo lokálně i k poškození porostu, viz obrázek 7.

Vzhledem k velikosti srážky došlo u všech minisběračů k přetečení všech zásobních lahví, a tudíž nebylo možné stanovit ani skutečný odtok, ani smyry půdy.



Obr. 5: Průběh intenzity deště při srážce 6.-7.6.2019



Obr. 6: Na většině pokusné plochy nastala plošná eroze





Obr. 7: Erozní rýha na souvrati pozemku po přívalovém dešti, v níž je vidět odhalený kořenový systém postižených rostlin

### Smyv půdy ve vegetačním období

Ve zbytku sledovaného období, tedy až do sklizně se podobná extrémní událost neopakovala ani nedošlo k přetečení sběrných lahví. Hodnoty suché hmotnosti smyvu půdy z minisběračů jsou uvedeny v tabulce 3. V tomto období postupně docházelo k zapojování porostu a zvětšování listové plochy, takže obecně nelze vyloučit, že na některé minisběrače dopadaly vyšší anebo naopak nižší úhrny srážek díky stékání vody po listech. Smyv půdy byl v období 8.6.-15.7. nižší u kontroly, v období 15.7.-5.9. byl naopak nižší u varianty po kultivaci i přes celkově vyšší srážkový úhrn. Celkový smyv půdy byl vyšší u kontroly, nicméně rozdíl není statisticky významný pro velký rozptyl hodnot. V pozdějším období pokusu po zapojení porostu mohly být rozdíly mezi minisběrači způsobeny i nerovnoměrnou výškou porostu a plochou listů, resp. i náhodným umístěním listů nad jednotlivými minisběrači. To mohlo způsobit nestejně depozice dešťových srážek do jednotlivých minisběračů.

Hůla et al. (2010) použili o něco menší minisběrače o ploše  $0,16 \text{ m}^2$  na hlinitopísčité půdě se sklonem  $5,4^\circ$  na variantách konvenčního pěstování kukuřice a kukuřice s půdoochrannými opatřeními. V této studii byla konvenční technologie nejméně příznivá, přičemž smyv půdy dosahoval vždy nad  $0,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  po dlouhodobých deštích s celkovým úhrnem

nad  $40 \text{ mm}$  i po přívalovém dešti s úhrnem cca  $9 \text{ mm}$ . To stále jsou hodnoty nižší, než uvedené v tabulce 3, což ukazuje na vyšší erodovatelnost půdy v tomto pokusu. Při použití půdoochranných technologií pak Hůla et al. (2010) zjistili až cca pětkrát nižší smyv půdy. Další pokusy s minisběrači v ČR na lehké půdě opět se sklonem  $5,4^\circ$  publikoval Novák et al. (2016). Po dešti o úhrnu  $28 \text{ mm}$  opět nejhůře vyšla konvenční varianta s průměrným smyvem cca  $0,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . V kukuřici na hlinitopísčité půdě s minisběrači  $0,2 \text{ m}^2$  dosáhli Hůla et al. (2019) hodnot smyvu půdy řádově obdobných jako zde, v rozmezí  $0,06\text{-}0,37 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  vyjma jedné události s přívalovým deštěm. Smyv byl nejvyšší na variantě s orbou, nicméně nejnižších hodnot se dosáhlo po celoplošném kypření do hloubky  $18\text{-}20 \text{ cm}$  před setím. Pásové zpracování půdy bylo v tomto případě méně efektivní než kypření pro redukcii smyvu, ačkoli zachytilo nejvíce odtokové vody.

Obrázek 8 zachycuje vývoj povrchu půdy v jednom minisběrači, kde byla provedena kultivace, v průběhu sledovaného období. Po prvním dešti nastalo zkonsolidování kultivované vrstvy a také nutně odhalení nejméně stabilních částic. Po tomto dešti je patrné odhalování skeletu půdy, tedy větších půdních částic. Nicméně větší agregáty setrvávají až do konce sledovaného období, viz agregát blízko levého horního rohu.



Tab. 3: Suchá hmotnost smyvu zachyceného ve sběrných lahvích z minisběračů přepočtená na  $t \cdot ha^{-1}$ , data odpovídají odběru sběrných lahví

	Průměrný sklon (°)	Smyv 15.7.2019 ( $t \cdot ha^{-1}$ )	Smyv 5.9.2019 ( $t \cdot ha^{-1}$ )	Součet ( $t \cdot ha^{-1}$ )
Po kultivaci	5,17	1,03	0,24	1,27
	5,23	0,42	0,29	0,71
	5,73	0,13	0,22	0,35
Průměr	5,38	0,53	0,25	0,78
Kontrola	4,97	0,54	1,37	1,91
	4,17	0,73	0,42	1,14
	5,17	0,12	0,61	0,73
Průměr	4,77	0,46	0,80	1,26



Obr. 8: Změny povrchové struktury půdy ve vybraném minisběrači v průběhu sezóny: a) stav při založení pokusu 6.6.2019, b) 8.6. po dešťové události, c) 14.6. po vyschnutí povrchu, d) 4.9. při ukončení pokusu

## ZÁVĚRY

Praktický polní test s cílem ověření vlivu jednorázové kultivace byl uskutečněn v porostu kukuřice při konvenční technologii pěstování. Konkrétní část pozemku, kde byly vytvořeny srovnávací varianty, byla dle podkladových dat erozní ohroženosti mírně erozně ohroženou. Polní měření hydraulické vodivosti ukázalo nízké až velmi nízké hodnoty v intervalu  $1,25-33 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$  na variantě po kultivaci a  $0,08-5,70 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$  Nízké hodnoty mohly být způsobeny relativně vysokým podílem jílovitých částic a potenciálně také ztuhnutím půdy na pokusné ploše.

Smyv půdy zachycený minisběrači ukazoval při porovnání s jinými publikacemi na relativně vyšší erodovatelnost půdy na daném pozemku. To se ukázalo i při jedné erozní události během sledovaného období po dešti s úhrnem 44,2 mm, při které nastala povrchová eroze na většině pozemku a při které se vyvíjely i erozní rýhy až do hloubky 10 cm.

## PODĚKOVÁNÍ

Tento článek byl podpořen grantem Ministerstva zemědělství ČR: NAZV QK1910324 a projektem institucionálního rozvoje VÚZT, v.v.i. č. RO6019.

## SEZNAM LITERATURY

- BAGARELLO, V., DI STEFANO, C., IOVINO, M., SGROI, A., 2013. Using a transient infiltrometric technique for intensively sampling field-saturated hydraulic conductivity of a clay soil in two runoff plots. *Hydrol. Process.* 27, 3415–3423. <https://doi.org/10.1002/hyp.9448>
- BAGARELLO, V., IOVINO, M., ELRICK, D., 2004. A Simplified Falling-Head Technique for Rapid Determination of Field-Saturated Hydraulic Conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68, 66. <https://doi.org/10.2136/sssaj2004.6600>
- HŮLA, J., KOVAŘÍČEK, P., VLÁŠKOVÁ, M., 2019. Water infiltration into soil at strip tillage. *List. Cukrov. a Repar.* 135, 93–98.

- HŮLA, J., NOVÁK, P., PETRÁSEK, S., KOVAŘÍČEK, P., PROCHÁZKA, P., 2010. Povrchový odtok vody a smyv zeminy při pěstování kukuřice a ovsu setého. *Agritech Sci.* 1–5.
- JANEČEK, M., DOSTÁL, T., DUFKOVÁ, J.K., DUMBROVSKÝ, M., HŮLA, J., KADLEC, V., KONEČNÁ, J., KOVÁŘ, P., KRÁSA, J., KUBÁTOVÁ, E., KOBZOVÁ, D., KUDRNÁČOVÁ, M., NOVOTNÝ, I., PODHRÁZSKÁ, J., PRAŽAN, J., PROCHÁZKOVÁ, E., STŘEDOVÁ, H., TOMAN, F., VOPRAVIL, J., VLASÁK, J., 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí, 1. vyd. ed. Powerprint, Praha.
- JIRMANOVÁ, J., FUKSA, P., HAKL, J., BRANT, V., ŠANTRŮČEK, J., 2016. Effect of different plant arrangements on maize morphology and forage quality. *Agriculture* 62, 62–71. <https://doi.org/10.1515/agri-2016-0007>
- KAVKA, P., MÜLLER, M., STROUHAL, L., KAŠPAR, M., BLIŽŇÁK, V., LANDA, M., WEYSKRABOVÁ, L., PAVEL, M., DOSTÁL, T., 2018. Krátkodobé srážky pro hydrologické modelování a navrhování drobných vodohospodářských staveb v krajině. České vysoké učení technické v Praze, Praha.
- KOVÁŘ, S., MAŠEK, J., NOVÁK, P., 2017. Comparison of tillage systems in terms of water infiltration into the soil during the autumn season. *Agron. Res.* 15, 1629–1635. <https://doi.org/10.15159/AR.17.015>
- NOVAK, P., MASEK, J., HULA, J., 2016. Impact of soil tillage technology on erosion parameters in central Bohemia region. *Eng. Rural Dev.* 2016-Janua, 1139–1144.
- SANDIN, M., KOESTEL, J., JARVIS, N., LARSBO, M., 2017. Post-tillage evolution of structural pore space and saturated and near-saturated hydraulic conductivity in a clay loam soil. *Soil Tillage Res.* 165, 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.08.004>

### Abstrakt

Článek představuje ve svém úvodu strategie erozní ochrany půdy při pěstování kukuřice. V rámci polních pokusů byl sledován vliv jednorázové kultivace půdy na erozní projevy ve zbytku vegetačního období u kukuřice na siláž. Byl vybrán pozemek, který je zařazen jako mírně erozně ohrožená půda. Byla provedena infiltrační měření, která ukázala nízkou hydraulickou vodivost půdy, ale prokázala pozitivní vliv kultivace. Na pozemku byl na variantách porostu bez kultivace a s plošnou kultivací při dešťových událostech sledován smyv půdy pomocí minisběračů s plochou 0,2 m<sup>2</sup>. V průběhu období nastala jedna extrémní srážková událost, která způsobila výrazné projevy eroze na daném pozemku. Při ní ale výsledky smyvu půdy z minisběračů nebyly srovnatelné, protože u většiny došlo k poškození rýhovou erozí nebo k zatopení sběrných nádob protékající vodou. Ve zbytku období se smyvy půdy z minisběračů na variantách významně nelišily.

**Klíčová slova:** půdoochranné opatření, minisběrače, infiltrace, smyv půdy

### **Kontaktní adresa:**

**Ing. Jan Velebil**

tel.: 233022399

e-mail: [jan.velebil@vuzt.cz](mailto:jan.velebil@vuzt.cz)

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.

Drnovská 507

161 06 Praha 6 – Ruzyně

Recenzovali: Ing. S. Ust'ak, CSc., Ing. J. Frydrych