

# Racionalizace přejezdů při zpracování půdy v podmínkách rizika vodní eroze půdy

AGRICULTURAL FIELD TRAFFIC OPTIMIZATION ON SOILS AT RISK OF WATER EROSION

Josef Hůla, Pavel Kovaříček, Marcela Vlášková  
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha

Intenzivní pěstitelské technologie jsou pro cukrovou řepu jako vysokoproduktivní plodinu charakteristické. Kvalitní zpracování půdy je jejich významnou součástí. Cukrovka je přednostně zařazována na pozemky s kvalitní hlubokou půdou, typickým půdním typem je hnědozem (1). Právě hnědozem však často podléhá vedlejším nepříznivým vlivům soudobého intenzivního obhospodařování – vytváření ztuhlé vrstvy v půdním profilu, především v podorničí.

Jedním z důsledků ztuhnutí půdy je snížená infiltrační schopnost půdy pro vodu, což spolu s vysokým zastoupením prachových částic v povrchové vrstvě ornice může vést ke zvýšenému riziku vodní eroze půdy i na pozemcích s malou svažitostí (obr. 1.). Například podle zjištění YUXIA ET AL. (2) vykazala neztuhlá půda schopnost přijmout až 77 % vody z celkových srážek, zatímco ztuhlá půda na stejném pozemku přijala pouze 25 % vody. Na příjem vody půdou může mít ztuhnutí větší vliv než zpracování půdy. Příčiny, průběh a důsledky vodní eroze půdy byly intenzivně studovány, v praxi však existují stále rezervy ve využívání dostatečně účinných protierozních opatření, mezi nimiž mají významné místo opatření agrotechnická, směřovaná k uplatnění půdoochranných technologií. Omezení odtoku vody z pozemků při větších dešťových srážkách a při tání sněhu přispívá k žádoucímu zadržování vody v půdě.

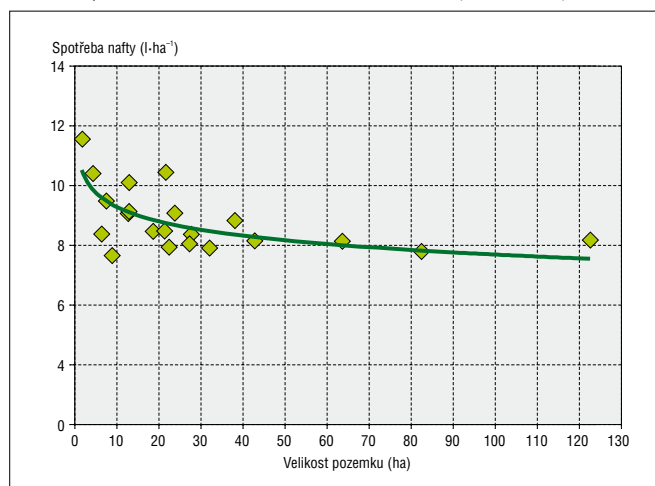
Hloubka a způsob základního (primárního) zpracování půdy pro cukrovku se může lišit podle zkušeností v jednotlivých zemědělských podnicích. Orba oboustranným otočným radličným pluhem je stále základem zpracování půdy pro cukrovou řepu na podzim, i když klasický sled operací – podmítka, orba na střední hloubku se zapravením chlévského hnoje a hluboká orba – výrazně ustoupil. Místo radličných pluhů lze využít dlátové kypřiče různé konstrukce, z nichž některé lze použít i pro nápravné kypření při rozrušování ztuhlého podorničí. U postupů zpracování půdy bez orby je podle CHOCHOLY (3) důležitě rovnoměrně zapravit posklizňové zbytky předplodiny například dvojnásobným mělkým kypřením a následně uskutečnit kypření do hloubky až 30 cm. Částečné urovnění povrchu půdy na podzim může vytvořit podmínky pro vykonání předseťové přípravy půdy na jaře jedním vstupem, s využitím dobře zvoleného kombinátoru. To může přispět ke snížení ztrát vody z půdy a k omezení tvorby kolejových stop v období velmi nízké odolnosti půdy vůči ztuhování.

Při zpracování půdy pro cukrovou řepu je důležité zajistit především kvalitu pracovních operací, což souvisí i s jejich uskutečněním v optimální době a při vhodné vlhkosti půdy. Z hlediska uchování úrodnosti půdy v podmínkách výše zmíněného zvýšeného rizika vodní eroze půdy může být aktuální

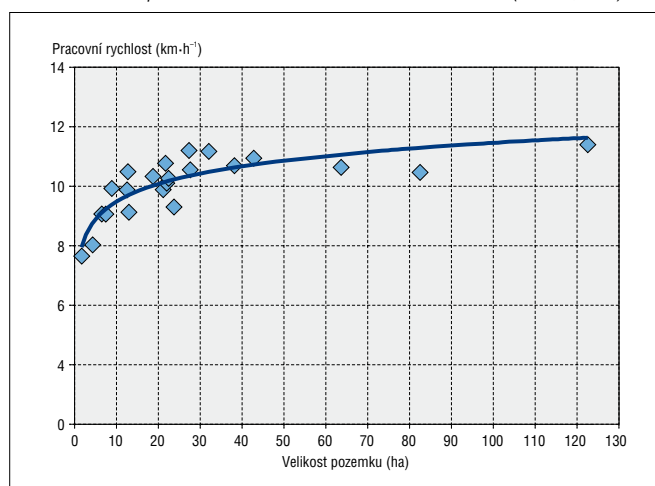
Obr. 1. Ztuhnutí vede ke snížení infiltrační schopnosti půdy a k její vodní erozi i v porostech cukrové řepy na málo svažitých polích



Obr. 2. Závislost spotřeby motorové nafty na výměře pozemků – podmínka talířovým kypřičem DOWLANDS 4500 v soupravě s traktorem John Deere 8200 ( $R^2 = 0,447$ )



Obr. 3. Závislost pracovní rychlosti soupravy na výměře pozemků – podmínka talířovým kypřičem DOWLANDS 4500 v soupravě s traktorem John Deere 8200 ( $R^2 = 0,727$ )



zaměřit se i na revizi navykých stereotypů při volbě směru jízdy při zpracování půdy na sklonitých pozemcích. Pravidlo o volbě směru jízdy ve směru vrstevnic je sice všeobecně známé, ale především z důvodu dosahování co nejdelší dráhy bez otáčení na souvratích není zdaleka vždy dodržováno. Podle našich zkušeností s uplatňováním protierozních postupů není někdy snadné přesvědčit řidiče traktorů o potřebě změnit směřování jízdy oproti zaběhlým stereotypům. Soudobé technické prostředky však umožňují novou kvalitu i v tomto směru – využívání přesné navigace strojních souprav, tvorba trajektorií pohybu strojů s jejich využitím v navigaci traktoru, využívání autopilotů.

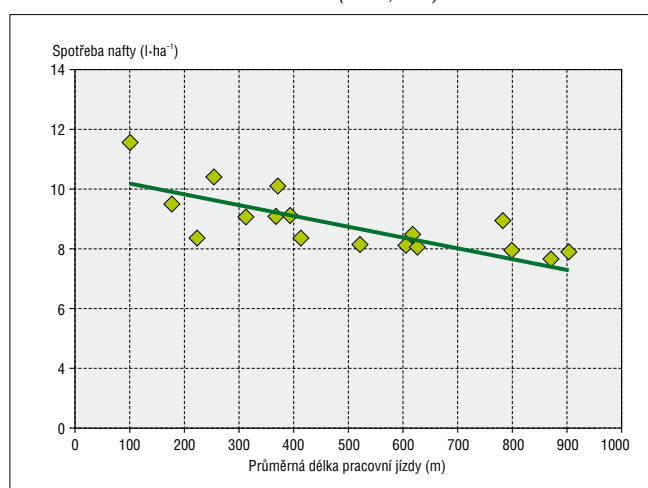
### Materiál a metody

Monitoring provozu strojních souprav při zpracování půdy se uskutečnil ve dvou zemědělských podnicích hospodařících v řepářské výrobní oblasti. Traktor v provozním nasazení byl vždy osazen spotřeboměrem nafty EDM 1404 Kienzle, přijímačem GPS GARMIN 35, záznamníkem dat s GSM modulem pro přenos dat do počítače. Řidič zaznamenával do zápisníku název každé pracovní operace a základní údaje o použité soupravě, hloubce zpracování půdy i stavu pozemku před zpracováním půdy. Do databáze sledovaných strojních souprav byly v časovém intervalu 10 s zaznamenány body s okamžitým časem, souřadnicemi polohy, okamžitou pracovní rychlostí a spotřebou nafty strojní soupravy. K bodům záznamu bylo dodatečně nad pozemkovou mapou doplněno označení pozemku (katastrální číslo). Tato data byla analyzována nad pozemkovou mapou v LPIS.

Z času pobytu strojních souprav na pozemcích, podílu času pohybu a prostoje (nulová rychlost stroje) a délky trajektorií jízdy bylo možné určit, jak je výkonnost strojů ovlivněna velikostí, délkou nebo tvarem polí. Provozní monitoring strojních souprav byl organizován tak, aby bylo možné statisticky vyhodnotit příslušnou pracovní operaci na dostatečně velkou počtu pozemků s rozdílnými parametry.

Záznamník jízdy tedy umožňoval analyzovat základní charakteristiky provozu strojních souprav při zpracování půdy v provozních podmínkách a získat tím dříve podklady pro návrhy vedoucí

Obr. 4. Závislost spotřeby motorové nafty na průměrné délce pracovních jízd dosažených na pozemcích – podmínka talířovým kypřičem DOWLANDS 4500 v soupravě s traktorem John Deere 8200 ( $R=0,751$ )



k racionalizaci přejezdů po pozemcích. Naměřené hodnoty byly zpracovány s využitím korelační a regresní analýzy (4).

## Výsledky a diskuse

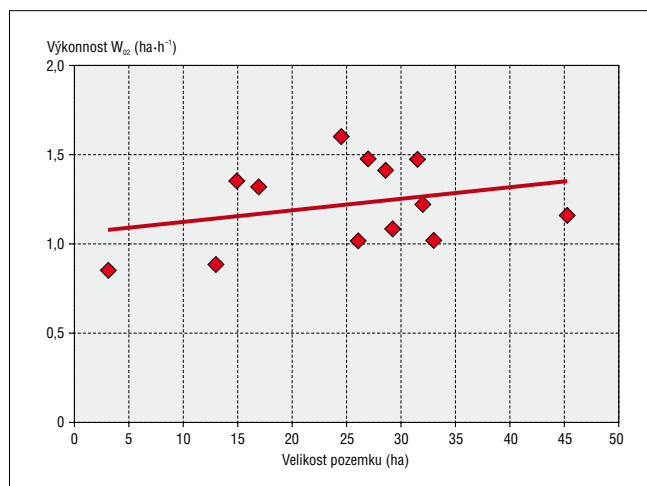
Vliv velikosti pozemků a průměrné délky pracovních jízd na exploatační ukazatele a spotřebu nafty u strojních souprav pro zpracování půdy je vyjádřen v grafech na obr. 2 až 5.

Na obr. 2. je vyjádřena závislost spotřeby motorové nafty na výměře pozemků při podmítce talířovým kypřičem Dowlands 4500 v soupravě s traktorem John Deere 8200. Z grafu je patrný trend poklesu jednotkové spotřeby motorové nafty s narůstající výměrou pozemků. Nejtěsnější závislost jednotkové spotřeby motorové nafty na výměře byla nalezena pomocí logaritmické funkce s indexem determinace  $I^2 = 0,447$ . Výrazný pokles však byl zjištěn pouze do výměry cca 30 ha, u pozemků větších než 30 ha neplatil předpoklad o přínosu velké výměry k úspoře motorové nafty při mělkém zpracování půdy.

Středně silná závislost u této soupravy, vyjádřená logaritmickým průběhem, byla nalezena při podmítce u závislosti pracovní rychlosti na výměře pozemků (obr. 3., index determinace  $I^2 = 0,727$ ).

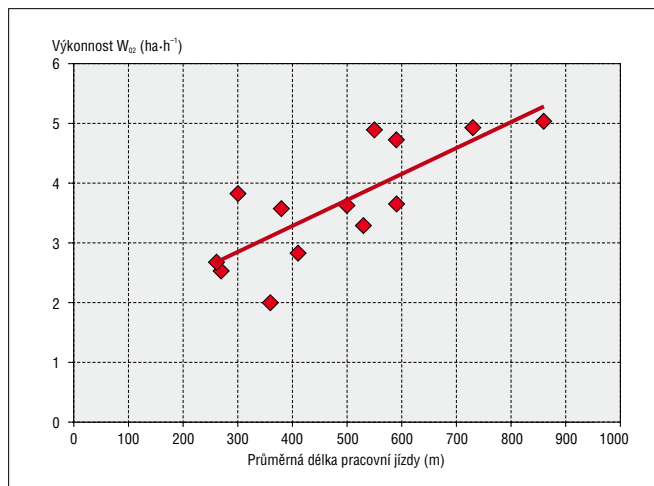
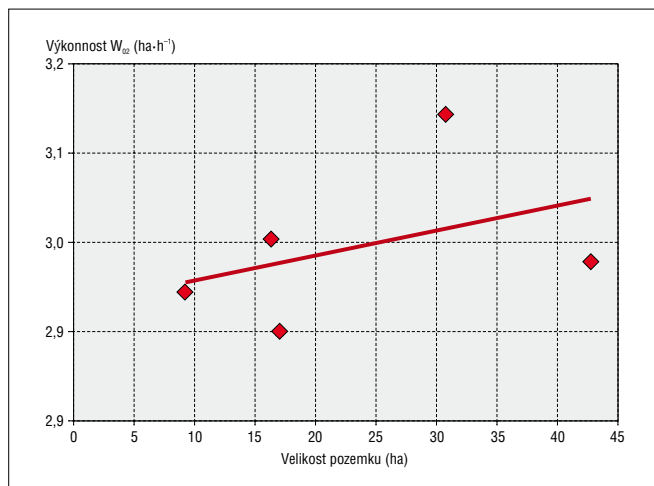
Další analýze byla podrobena závislost jednotkové spotřeby motorové nafty na průměrné délce pracovních jízd soupravy – na členitých pozemcích s pravidelnými tvary (obr. 4.). Při otáčení soupravy v klínech a při objíždění remízků a stožárů elektrických rozvodů se zvětšila neproduktivní dráha soupravy. Na těchto

Obr. 5. Vliv výměry pozemků na výkonnost – sedmiradličný oboustranný otočný pluh Kverneland PB 100 ( $R=0,291$ )



pozemcích byla nalezena vysoká závislost jednotkové spotřeby motorové nafty na průměrné délce pracovních jízd. Zde se potvrdila výhodnost pozemků s větší průměrnou délkou pracovních jízd z hlediska spotřeby motorové nafty při podmítce (lineární průběh, koeficient korelace  $R = 0,751$ ).

Závislost výkonnosti soupravy při orbě oboustranným otočným pluhem na výměře pozemků je na obr. 5. Zde je patrná mírná výhoda velkých pozemků z hlediska dosahování příznivých

Obr. 6. Vliv průměrné délky pracovních jízd na výkonnost – kombinátor OSTROJ ( $R = 0,788$ )Obr. 7. Závislost výkonnosti soupravy na výměře pozemků při přesném setí cukrovky, lineární trend, koeficient korelace  $R = 0,407$  vyjadřuje slabou závislost

provozních ukazatelů strojů. Otáčení na souvrati při člunkovém navazování jízd má delší dráhu, pokud strana pozemku je kosá. Proto delší čas na otáčení snižoval výkonnost vlivem tvaru pozemku, ale závislost na jeho velikosti byla v lineárním vyjádření jen slabá.

Výsledky hodnocení vlivu délky pracovních jízd na výkonnost soupravy při předsetové přípravě půdy kombinátorem Ostroj (pracovní záběr 6 m) jsou uvedeny na obr. 6. Zjištěná závislost výkonnosti na průměrné délce pracovní jízdy byla těsně pod hranici střední až silné závislosti (lineární funkce, koeficient korelace 0,778). Pracovní záběry jednotlivých jízd se mírně překrývaly, což je při této pracovní operaci běžné.

Při setí cukrové řepy na pozemcích od 10 do 43 ha byla výkonnost mírně závislá na velikosti pozemku (obr. 7.).

Výsledky rozboru pohybu strojních souprav jsou v zásadě v souladu s výsledky, které publikovali BRUNOTTE A FRÖBA (5), s nárůstem délky pozemků při nezměněné výměře klesá potřeba času na zpracování půdy, což potvrzuje známou skutečnost.

Uvedené příklady výsledků monitoringu provozu strojů při zpracování půdy mohou být podnětem k úvaze o schůdnosti

zavedení změn ve vedení pracovních jízd při obhospodařování pozemků ohrožených vodní erozí, což se týká i části pozemků, na kterých se pěstuje cukrová řepa. Soudobé technické prostředky umožňují vytvořit aplikační mapy s vedením trajektorií jízd ve směru vrstevnic i při proměnlivé sklonitosti pozemků. V našich podmínkách je často výsledkem při snaze uplatnit pracovní jízdy ve směru vrstevnic, že na velkých pozemcích s proměnlivým sklonem je pouze část pracovních jízd vedena ve směru vrstevnic, část je odchýlena od vrstevnic a část je směřována dokonce ve směru blízkém spádnici. Je to důsledkem zažité preference co největší délky pracovních jízd, většinou v přímém směru. Je možné si položit otázku, zda i v našich podmínkách nenastal čas na sice komplikovanější vedení pracovních jízd na svažitých pozemcích, ale ve výsledku účinné z hlediska protierozní ochrany půdy – vrstevnicové obhospodařování pozemků (contour cultivation, contour farming). Literární prameny uvádějí snížení poškození půdy vodní erozí při technologii „contour farming“ až o 50 % v porovnání s přejezdy ve směru blízkém spádnici (6).

Při zvažování důsledného vrstevnicového obhospodařování pozemků má zásadní roli jejich velikost a tvar, přičemž je třeba preferovat délku pracovních jízd ve směru vrstevnic. V tomto směru lze navázat na výsledky rozsáhlého monitoringu jízd strojů po pozemcích, následně analýzy trajektorií a vyplývající závěry, které uskutečnil KROULÍK ET AL. (7). Oprávněnou námitku, že uvažovaná změna organizace jízd snižuje výkonnost strojních souprav s negativním důsledkem pro zajištění včasnosti pracovních operací, může alespoň zčásti zmírnit zkušenost s účelným využíváním navigačních prostředků. WATSON A LOWENBERG-DE-BOER (8) uvádějí zvýšení pracovní rychlosti souprav o 13 % při nasazení navigace, podle jiných zkušeností to může být až o 20 %. Důležitým argumentem je zvýšení operativnosti strojních souprav při použití soudobých navigačních prostředků (7, 9). Bude-li tedy zajištěna dostatečná délka pracovních jízd, nemusí nutně docházet ke snižování výkonnosti souprav strojů při kopírování vrstevnic ve srovnání s jízdami v přímém směru. V tomto příspěvku se nezabýváme otázkou bezpečnosti při jízdách ve směru vrstevnic – uvažujeme mírné svahy, ale podmínky se zvýšeným rizikem vodní eroze půdy (dlouhá spádnice, přirozeně nižší odolnost půdy vůči smyvu, pěstování plodin s velkou roztečí řádků). Nelze pominout i vliv na prokluz pojezdových ústrojí traktorů a na tahový výkon traktorů.

Velmi účinnou metodou protierozní ochrany půdy je pásové střídání plodin (strip cropping, obr. 8.). Dvě plodiny s odlišnou ochrannou funkcí vůči vodní erozi se střídají v pásích orientovaných ve směru vrstevnic. Organizačně náročný pěstitelský postup je využíván farmáři zejména na středozápadě USA. V podmínkách ČR se zdálo nereálné, aby se alespoň něco z principu pásového střídání plodin ve větší míře uplatnilo. Nejjednodušší je zařazení dvou plodin s rozdílným rizikem z hlediska vodní eroze na pozemek s dlouhou spádnicí tak, aby rozhraní bylo vedeno ve směru vrstevnice. Ano, je to komplikace, ale nenastal čas pro posun v ochraně půdy před nevrátným poškozením její úrodnosti vodní erozí? Posun ve vývoji zemědělské techniky může být jedním z faktorů pro motivaci v tomto směru (dobrá manévrovatelnost i velkých a výkonných strojních souprav, satelitní navigace, automatické řízení, snadnější otáčení na souvratích díky možnosti střídavě vynechávat jeden pracovní záběr).

Uvedená organizace přejezdů na svažitých pozemcích může přispět i k účinnějšímu zadržování vody na orné půdě při intenzivních srážkách, což je při narůstajících problémech se suchem velmi aktuální.

Obr. 8. Pásově střídání plodin při vrstevnicovém obhospodařování pozemků – Minnesota, USA



## Závěr

Z hlediska dosažení vysoké výkonnosti strojů při zpracování půdy i dalších operacích v pěstitelských technologiích je výhodná dostatečně velká délka pozemků. V zájmu ochrany půdy před vodní erozí, jejíž riziko je aktuální při pěstování plodin s velkou roztečí řádků na pozemcích i s malým sklonem při nižší odolnosti půdy vůči smyvu, nabývá na významu úprava vedení pracovních jízd strojních souprav. V současnosti je možné vytvořit modelové trajektorie pohybu strojů ve směru vrstevnic i pro pozemky s proměnlivým sklonem a trajektorie přenést do navigace traktorů, případně samojízdných strojů. Předpokladem účinné racionalizace přejezdů na svažitéch pozemcích je motivace ke změně stereotypů.

*Výsledky uvedené v článku vznikly v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj VÚZT, v.v.i., RO0620.*

## Souhrn

Ve dvou zemědělských podnicích hospodařících v řepářské výrobní oblasti se uskutečnil monitoring provozu strojů při zpracování půdy. Potvrdila se skutečnost, že při zvětšování pracovní délky pozemků narůstá výkonnost strojních souprav při zpracování půdy a setí. V podmínkách Česka je časté, že na velkých pozemcích s proměnlivým sklonem je pouze část pracovních jízd vedena ve směru vrstevnic, část bývá od vrstevnic i výrazně odchýlena. Soudobá technika umožňuje vytvořit aplikační mapy s vedením trajektorií jízd ve směru vrstevnic i při proměnlivé sklonitosti pozemků. Ukazuje se potřeba přehodnotit způsob vedení pracovních jízd na svažitéch pozemcích tak, aby se zvýšila protierozní ochrana půdy – uplatnění důsledného vrstevnicového obhospodařování pozemků.

**Klíčová slova:** vodní eroze půdy, přejezdy po pozemcích, výkonnost strojů, contour farming.

OSOBNÍ



### Zemřel Ing. Stanislav Štěpánek

Po krátké těžké nemoci zemřel 23. prosince 2020 ve věku 74 let náš kolega a dlouholetý pracovník Svazu pěstitelů cukrovky Moravy a Slezska Ing. Stanislav Štěpánek.

Stanislav Štěpánek většinu svého profesního života působil ve výkonné složce Svazu pěstitelů cukrovky Moravy a Slezska, a to již od jeho založení v roce 1990. Nejprve zde pracoval jako agronom specialista, poté byl tajemníkem svazu a v roce 2013 se stal ředitelem jeho výkonné složky. Na tomto postu pak pracoval až do svého odchodu do důchodu v roce 2018. V prvopočátcích, po založení SPC, se spolupodílel na zabezpečování obchodní činnosti na trhu s osivem či organizací sklizně řepy samojízdnými vyorávači Holmer. Později to byl právě Ing. Štěpánek, kdo se za SPC Moravy a Slezska pravidelně účastnil jednání komoditní rady pro cukr a cukrovku, rovněž pokaždé rád přijal pozvání na valné hromady SPC Čech, kde vždy aktivně vystupoval pro udržení rozměru řepářství a cukrovarnictví v České republice. Za Svaz pěstitelů cukrovky Moravy a Slezska se podílel na práci komise pro vyhodnocování odrůdových pokusů cukrovky. Intenzivně spolupracoval při vytváření mezioborové dohody pěstitelů cukrové řepy a producentů cukru.

Velmi si cením jeho snah o udržení pěstování cukrové řepy na Moravě v nelehké době reformy cukerního sektoru v Evropské unii. Za jeho dlouholetou práci pro naše řepářství a obor cukrovka – cukr mu patří náš dík i tichá vzpomínka.

Josef Uchytíl

### Literatura

1. PULKRÁBEK J. ET AL.: *Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy*. Certifikovaná metodika. Praha: ČZU v Praze, 2015, 42 s., ISBN 978-80-213-2614-9.
2. YUXIA, L.; TULLBERG, J. N.; FREIBAIRN, D. M.: Traffic and residue cover effects on infiltration. *Australian Journal of Soil Research*, 2001 (39), s. 239–247.
3. CHOCHOLA, J.: *Průvodce pěstováním cukrové řepy*. KWS Osiva, Řepářský institut Semčice, 2010, 65 s.
4. KÁBA, B.; SVATOŠOVÁ, L.: *Statistika*. Praha: ČZU v Praze, 2001, 150 s., ISBN 80-213-0746-3.
5. BRUNOTTE, J., FRÖBA, N.: *Schlaggestaltung – kostensenkend und bodenschonend*. KTBL Schrift 460, Darmstadt, 2007, 178 s., ISBN 978-3-939371-47-2.
6. *USDA NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE: Contour Farming*. Iowa Conservation Practice, 330, 2014, [online] [https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/IA/Contour\\_Farming\\_330\\_JS\\_2014\\_08.pdf](https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/IA/Contour_Farming_330_JS_2014_08.pdf).
7. KROULÍK, M. ET AL.: Využití provozních dat strojů pro efektivní plánování. In *Sborník z konference SPZO*. Hluk, 2017, s. 158–162.
8. WATSON, M.; LOWENBERG-DEBOER, J.: Who will benefit from GPS auto guidance in the Corn belt. In *Purdue Agricultural Economics Report, Department of Agricultural Economics*. Purdue University, West Lafayette, 2004, [online] <http://www.agroecon.purdue.edu>.
9. BRANT, V. ET AL.: *Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2020, 283 s., ISBN 978-80-87111-81-9.

### Hůla J., Kovaříček P., Vlášková M.: Agricultural Field Traffic Optimization on Soils at Risk of Water Erosion

The operation of machines during soil tillage was monitored on two farms in a sugar beet production area. It was confirmed that increasing the working length of the land significantly increases the efficiency of the machines for soil tillage and sowing. In the conditions of the Czech Republic, it is common that in large agricultural fields with variable slope, only a part of the passes is led in the direction of the contours, while a part usually significantly deviates from them. Contemporary technology makes it possible to create application maps with traffic lanes in the direction of contour lines even with variable field slope. There is a need to reconsider the way of conducting field passes on sloping land in order to increase erosion protection of the soil, i.e. by application of consistent contour land management.

**Key words:** water soil erosion, driving on the fields, machines performance, contour farming.

### Kontaktní adresa – Contact address:

prof. Ing. Josef Hůla, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Drnovská 507, 161 01 Praha 6, Česká republika, e-mail: [josef.hula@vuztz.cz](mailto:josef.hula@vuztz.cz)

