

# **SYSTÉM HOSPODAŘENÍ S CÍLEM OMEZIT NEŽÁDOUCÍ ZHUTNĚNÍ PŮDY A ZVÝŠIT PROPUSTNOST PŮDY PRO VODU**



**Kolektiv autorů**

**Uplatněná certifikovaná metodika**

**Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.  
Praha – Ruzyně**

**Uplatněná certifikovaná metodika je výstupem výzkumného záměru MZE0002703102 „Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využívání přírodních zdrojů ve specifických podmínkách českého zemědělství“**

### **Etapy**

**„Výzkum systému racionálního pohybu výkonné zemědělské techniky po pozemcích s cílem omezit technogenní zhutňování půdy a zvýšit akumulaci vody v půdě“**

- © Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Drnovská 507, 161 01 Praha 6-Ruzyně  
2014  
ISBN 978-80-86884-78-3  
Vydáno bez jazykové úpravy

# **SYSTÉM HOSPODAŘENÍ S CÍLEM OMEZIT NEŽÁDOUCÍ ZHUTNĚNÍ PŮDY A ZVÝŠIT PROPUSTNOST PŮDY PRO VODU**

*Autoři:* **Ing. Pavel Kovaříček, CSc.**  
**Prof. Ing. Josef Hůla, CSc.**  
**Ing. Zdeněk Abrham, CSc.**  
**Marcela Vlášková**

**Uplatněná certifikovaná metodika**

**Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.**  
**Praha 6 – Ruzyně**

Vydáno bez jazykové úpravy

**Leden 2014**

## **SYSTEM HOSPODAŘENÍ S CÍLEM OMEZIT NEŽÁDOUCÍ ZHUTNĚNÍ PŮDY A ZVÝŠIT PROPUSTNOST PŮDY PRO VODU**

V metodice jsou shrnuty poznatky o vlivu zapravovaných organických látek do půdy a způsobu zpracování půdy na fyzikální vlastnosti půdy a pohyb vody v půdě. Na zhoršování hydrofyzikálních vlastností člověkem obhospodařované půdy se kromě těchto parametrů podílí nežádoucí zhutnění mechanizačními prostředky. Na zhutněné orné půdě klesá infiltrace vody, souběžně s tím se při intenzivních deštích zvyšuje povrchový odtok a mohou nastat problémy s vodní erozí. Kromě doporučených půdoochranných technologií pěstování plodin je účinnou prevencí proti povrchovému odtoku vody v důsledku zhutnění půdy organizace pohybu strojů po pozemku ve směru vrstevnice nebo pohybu strojů se shodným pracovním záběrem po pozemku stejnou stopou - systém řízeného pohybu strojů po pozemcích (Controlled Traffic Farming - CTF). V závěru metodiky jsou pro projektování strojního vybavení vypracována doporučení s normativními údaji včetně celkových nákladů.

*Klíčová slova:* fyzikální vlastnosti půdy, zhutnění půdy, povrchový odtok vody, vodní eroze půdy, systém řízeného pohybu strojů po pozemcích

## **SYSTEM OF LAND MANAGEMENT IN ORDER TO REDUCE UNDESIRABLE SOIL COMPACTION AND INCREASE SOIL PERMEABILITY FOR WATER**

The methodology summarizes findings on the impact of plowing down organic matter into the soil and method of tillage on soil physical properties and water movement in the soil. Undesirable soil compaction caused by means of mechanization contributes to the degradation of soil hydrophysical properties as well as the above mentioned parameters. The water infiltration decreases on the compacted arable land. Also the surface water runoff increases during intense rainfall in parallel with it and problems with water erosion can occur. Organization of machinery movement on the land is an effective prevention against surface water runoff due to soil compaction besides soil conservation technologies for growing crops. Machinery should move in the direction of contours and the machinery with same working width should move in the same tracks in order to reach the above mentioned prevention. Such a strategy of machinery movement is called Controlled Traffic Farming - CTF. Recommendations for designing of farm machinery fleet which contain normative data including the total cost are in the conclusion of the methodology.

*Keywords:* soil physical properties, soil compaction, surface water runoff, water erosion, system of controlled traffic farming

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>CÍL METODICKÝCH DOPORUČENÍ .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>METODICKÁ DOPORUČENÍ K SNÍŽENÍ ZHUTŇOVÁNÍ PŮDY A ZVÝŠENÍ AKUMULACE VODY V PŮDĚ .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Opatření ke snížení nežádoucího zhutnění půdy přejezdy strojů po pozemcích při pěstování plodin .....</b>	<b>6</b>
3.1.1	<i>Výzkum pohybu technických prostředků po pozemcích z hlediska velikosti a tvaru pozemků .....</i>	<i>6</i>
3.1.2	<i>Metody optimalizace pohybu strojních souprav po pozemcích z hlediska jejich využití a zajištění požadované kvality a včasnosti provedení pracovních operací.....</i>	<i>8</i>
3.1.3	<i>Vyhodnocení vlivu řízených přejezdů po pozemcích na fyzikální vlastnosti půdy.....</i>	<i>10</i>
<b>3.2</b>	<b>Zlepšení propustnosti půdy pro vodu v podmínkách používání výkonné techniky. ....</b>	<b>12</b>
3.2.1	<i>Propustnost vybraných druhů půdy pro vodu v závislosti na stupni zhutnění půdy.....</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>Vyhodnocení povrchového odtoku vody při intenzivních dešťových srážkách v závislosti na zastoupení rostlinných zbytků v povrchové vrstvě ornice .....</i>	<i>14</i>
3.2.3	<i>Analýza schopnosti ornice zadržet srážkovou vodu v závislosti na hloubce a intenzitě zpracování půdy.....</i>	<i>16</i>
3.2.4	<i>Vyhodnocení vlivu řízených přejezdů po pozemcích na infiltraci vody do půdy.....</i>	<i>18</i>
<b>3.3</b>	<b>Uplatnění půdoochranné technologie v bezorebných systémech pěstování plodin.. ....</b>	<b>19</b>
3.3.1	<i>Sklizeň předplodiny .....</i>	<i>20</i>
3.3.2	<i>Podmítka a mělké zpracování půdy.....</i>	<i>20</i>
3.3.3	<i>Setí.....</i>	<i>20</i>
3.3.4	<i>Hlubší zpracování půdy v systémech bez orby .....</i>	<i>21</i>
3.3.5	<i>Hnojení organickými hnojivy .....</i>	<i>21</i>
3.3.6	<i>Hnojení tuhými minerálními hnojivy.....</i>	<i>22</i>
3.3.7	<i>Regulace plevelů a ochrana proti chorobám a škůdcům .....</i>	<i>22</i>
3.3.8	<i>Sklizeň plodin a odvoz produkce .....</i>	<i>22</i>
3.3.9	<i>Zemědělství s provozem na pozemcích v soustředěných jízdních stopách .....</i>	<i>23</i>
<b>4</b>	<b>NORMATIVNÍ ÚDAJE STROJNÍCH SOUPRAV DOPORUČENÝCH PRO PŮDOOCHRANNÉ TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ PLODIN .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Technologie a ekonomika plodin.....</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>DOPORUČENÍ PRO UŽIVATELE.....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ.....</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY .....</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY .....</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM PUBLIKACÍ PŘEDCHÁZEJÍCÍCH METODICE .....</b>	<b>37</b>

# 1 ÚVOD

Podle Tullberga (2000) přejezdy pojezdových ústrojí strojů po pozemcích zvyšují energetickou náročnost následného zpracování půdy o 25 až 40 %. Důsledkem technogenního zhutnění půdy je snížená infiltrace srážkové vody do půdy. To je spojeno se sníženou akumulací vody v půdě a se zvýšeným povrchovým odtokem vody při srážkách, kdy zejména přívalové deště způsobují nevratné poškození půdy vodní erozí. Vodní eroze orné půdy způsobuje závažné škody i mimo zemědělskou půdu: poškození a zanášení vodotečí, vodních nádrží, případně i škody v intravilánech obcí. Li et al. (2004) zjistili, že při uplatnění systému stálých kolejových stop, oddělených od produkční plochy pro pěstování plodin, byl odtok vody z pozemku o 36 % nižší než na pozemku se standardním způsobem přejíždění techniky. Kombinace uplatnění stálých kolejových stop a půdoochranného zpracování půdy může být dalším příspěvkem k zadržení vody na pozemcích. Význam pro zlepšení propustnosti půdy pro vodu a pro snížení rizika tvorby půdní krusty na povrchu půdy má ponechání rostlinných zbytků na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice (Ginting et al., 2003).

Racionalizace přejezdů strojů po pozemcích může být přínosem zejména v obdobích, kdy má půda sníženou odolnost vůči stlačování (jarní období, sklizňové práce při vyšší vlhkosti půdy). Poznatky výzkumu ukazují na to, že za perspektivní systém hospodaření na půdě lze považovat systém s trvalým oddělením jízdnic stop strojů od plochy, na kterou pojezdová ústrojí nepůsobí (Lamour et Lotz 2007, Radford et al. 2006).

## 2 CÍL METODICKÝCH DOPORUČENÍ

Racionalizace pohybu techniky po pozemcích z hlediska omezení nežádoucího zhutňování půdy a zlepšení kvality pracovních operací. Zlepšení propustnosti půdy pro vodu a zvýšení akumulace vody v půdě jako důsledek uplatňování půdoochranných postupů pěstování plodin.

## 3 METODICKÁ DOPORUČENÍ K SNÍŽENÍ ZHUTŇOVÁNÍ PŮDY A ZVÝŠENÍ AKUMULACE VODY V PŮDĚ

### 3.1 Opatření ke snížení nežádoucího zhutnění půdy přejezdy strojů po pozemcích při pěstování plodin

Automatický monitoring provozu strojů pomocí GPS umožnil zaznamenat do digitální mapy trajektorie jejich pohybu po pozemcích a analyzovat je. Analýza dat se stala nástrojem pro optimalizaci organizace práce strojních souprav nejen z exploatačního hlediska, ale i z hlediska rozmístění a plochy kolejových stop.

#### 3.1.1 Výzkum pohybu technických prostředků po pozemcích z hlediska velikosti a tvaru pozemků

Ze zaznamenaných dat polohy z GPS lze získat časovou strukturu směny – celkovou dobu nasazení soupravy, dobu produktivní práce soupravy, dobu prostoje na pozemcích, zpracovanou plochu, průměrný pracovní záběr, směnovou a operativní výkonnost soupravy, průměrnou pracovní rychlost na jednotlivých pozemcích, ujetou dráhu na jednotlivých pozemcích (Kovaříček, Hůla 2004), jednotkovou spotřebu nafty a další ukazatele (Kovaříček,

Hůla 2005). Parametry - zpracovaná plocha pozemku, průměrný pracovní záběr a ujetá dráha po pozemku mohou být využity i pro stanovení ukazatele podílu plochy a míry zhutnění půdy strojní soupravou při pracovní operaci.

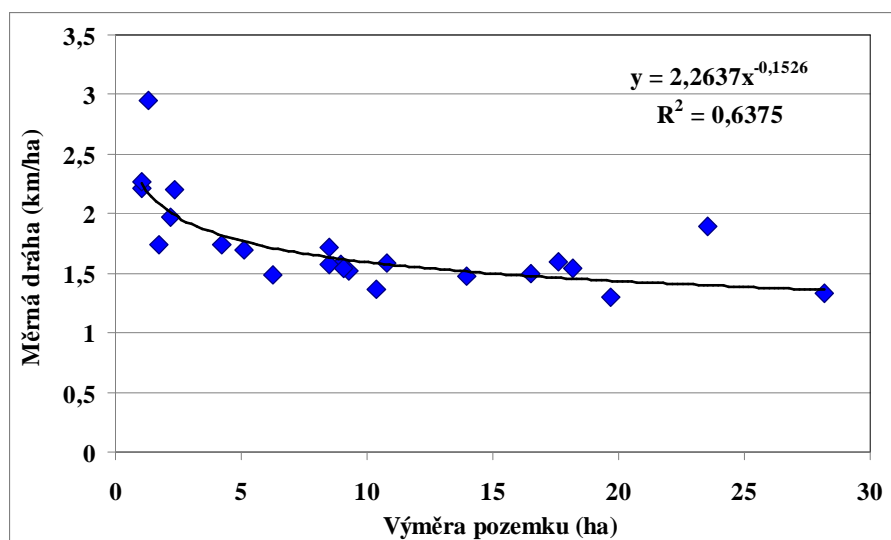
Určení polohy se subcentimetrovou přesností umožnilo navigaci pracovních jízd po předem stanovených drahách na každém pozemku. Podle digitální mapy plánu jízd v palubním počítači strojní soupravy a okamžité přesné polohy přijímané z DGPS je možné jízdu soupravy i automaticky řídit. Jak digitální mapa, tak i přijímač DGPS ve spojení s korekcí RTK určují přesnost polohy s nižší odchylkou než 2,5 cm. Výsledná odchylka od správné polohy je menší než 5 cm. Systém umožňuje po otočení na souvrati pokračovat v práci přes jeden nebo více pracovních záběrů, aniž vzniká nebezpečí vzniku klínů. Je možné zvolit otáčku na souvrati s optimální dráhou. Překrývající se zpracovaná plocha je minimální, to snižuje materiálové náklady na osivo, postřiky, na naftu a zvyšuje plošnou výkonnost.

Stěžejním obdobím nežádoucího zhutnění půdy je jaro v průběhu zakládání a ošetřování porostů, kdy je půda vlhká. Výsledky ze sledování pohybu vybraných strojních souprav po pozemku jsou v tabulce 1. Porovnávala se přesnost dodržení pracovního záběru s navigací GPS a bez ní. U kypřičů je malé překrytí záměrem obsluhy, pohybuje se však v širokém rozmezí od 2 do 10 % pracovního záběru. U postřikovačů a rozmetadel s pneumatickým rozmetacím ústrojím vybavených pěnovými znamenáky na koncích pracovních rámů a při ošetřování porostu bylo dosaženo průměrné chyby v dodržení pracovního záběru 0,5 m, při preemergentním ošetřování a předosevním hnojení u nich byla chyba větší než 10 % (2 až 3 m). Chyba v navazování záběru při použití manuální navigace GPS podle světelné lišty se pohybovala od 0,3 do 0,5 m, při automatické navigaci pomocí „autopilotu“ byla dosažena subcentimetrová přesnost. Je potřeba si uvědomit, že absolutní chyba při navigaci není závislá na pracovním záběru, např. bude shodná jak pro záběr 5 m, tak i 50 m.

Při dalším zpracování dat jsou získávány i údaje o závislosti provozních ukazatelů na parametrech pozemků. Při práci na pozemku strojní souprava ujede dráhu, která je vyšší o otáčení, objíždění překážek (např. remízků, stožárů apod.), překrýváním záběrů v klínech. Měrná dráha potřebná na zpracování 1 hektaru pozemku je závislá na jeho výměře (obr. 1) nebo tvaru.

**Tab. 1 Dodržení pracovního záběru u monitorovaných strojních souprav při zakládání a ošetřování porostů (VÚZT 2005)**

Strojní souprava	Navigace	Rozsah monitorování (ha)	Pracovní záběr konstrukční Bk (m)	Dosažený průměrný pracovní záběr Bp (m)	Koeficient využití pracovního záběru	Měrná dráha (km/ha)
JD8400 + TIGER	odhad obsluhy	78	5	4,83	0,97	2,158
CASE7140+ PHANTOM FG7,5	odhad obsluhy	636	8,1	7,4	0,91	1,621
CASE7250+ CO9.25	odhad obsluhy	368	9	8,85	0,98	1,37
RP6-020/18	pěna	1330	18	17,54	0,97	0,73
JD8400 + TIGER	autopilot Greenstar	112	5	4,99	1,00	2,121
JD6910 + JD	Omnistar VBS	1694	31,5	31,93	1,01	0,427



**Obr. 1** Měrná dráha ujetá rozmetadlem hnojiv v závislosti na výměře pozemku (provozní sledování strojů pomocí GPS – VÚZT 1999-2005)

### Dílčí závěr

Rozsah nežádoucího zhutnění půdy je závislý na délce dráhy ujeté při práci strojní soupravy i při nepracovních přejezdech, na šířce použitých pneumatik a jejich kontaktním tlaku na půdu.

K omezení zhutnění přispívají opatření:

- užití strojů s nižším nápravovým tlakem – menší hmotnost strojů v soupravě (omezená možnost),
- snížení plochy stroji vytvořených stop – velkým pracovním záběrem strojů, optimalizací vedení pracovních jízd po pozemku (např. využitím navigace GPS),
- soustředění jízd strojů po poli do jízdnic drah – potřeba sjednocení pracovního záběru strojů:
  - sezónní řešení s kolejovými meziřádky založenými při setí,
  - trvalé oddělení jízdnic stop od produkční plochy – stroje při zpracování půdy, setí, hnojení a ochraně rostlin jsou navigovány podle řídicích křivek přiřazených k pozemkům v digitální mapě,
- péče o dostatek zapravených rostlinných zbytků a organické hmoty – snižuje se intenzita a hloubka trvalé deformace půdy, zvyšuje mikrobiální činnost a regenerace půdy po zhutnění,
- snížení kontaktního tlaku na půdu využitím širokých, nízkotlakých pneumatik a pásových podvozků traktorů, případně dalších strojů (sklízecí mlátičky i další stroje pro sklizeň).

### 3.1.2 Metody optimalizace pohybu strojních souprav po pozemcích z hlediska jejich využití a zajištění požadované kvality a včasnosti provedení pracovních operací

Byly hodnoceny možnosti trvalého oddělení jízdnic stop, v kterých jsou soustředěny přejezdy traktorů a sklízecí mlátičky. V provozních podmínkách zemědělského podniku hospodařícího v řepařské výrobní oblasti a s uplatněním technologie zpracování půdy bez orby, se podařilo důsledně soustředit kolejové stopy do pásů, které představovaly přibližně jednu třetinu výměry pozemku. Modul pracovních záběrů všech strojů byl 6 m. V tabulce 2 jsou uvedeny pracovní záběry strojů a šířka kolejových stop. Zvolený systém jízd po pozemku splnil požadavky kladené na systém CTF (Controlled Traffic Farming). Přestože pojezdová



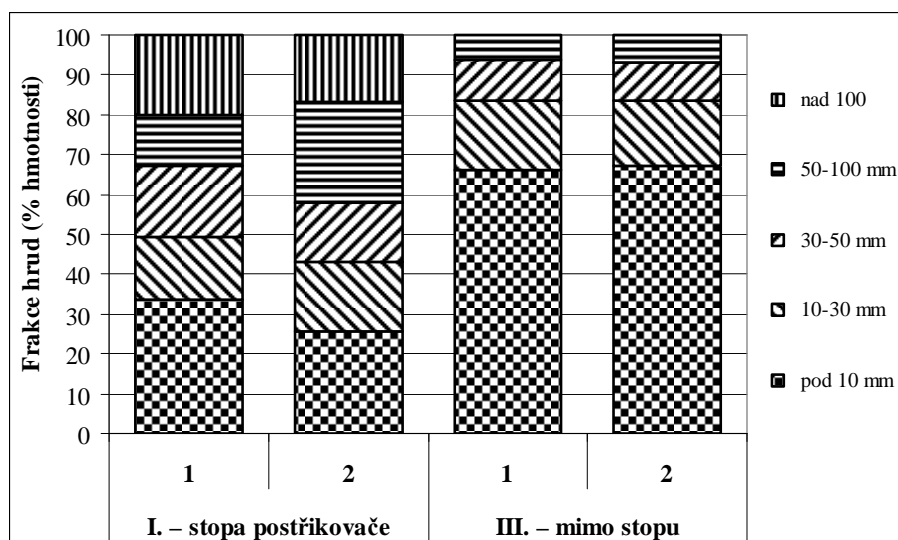
ústrojí traktorů a sklízecích mlátiček nejsou konstruována s ohledem na využití v systému CTF (větší rozchod kol sklízecí mlátičky než rozchod kol traktorů), bylo dosaženo relativně příznivé situace, kdy většina produkční plochy pozemku byla bez vlivu pojezdových ústrojí. Pokud by byl využit modul pracovního záběru strojů 8 m, což je v podmínkách řady zemědělských podniků v ČR reálné, bylo by možné snížit plochu kolejových stop do 25 % plochy pozemku. To představuje významné snížení poježděné plochy pozemku – podle Chamena (2009) je při konvenčním způsobu jízd po pozemcích poježděná plocha stroji v rozmezí 75 až 100 % plochy pozemků. V podmínkách ČR byl monitorováním jízd po pozemcích naměřen podíl kolejových stop při pěstování ozimé pšenice v technologii s konvenčním zpracováním půdy v rozsahu 86 % plochy pozemků (Kroulík et al. 2009).

**Tab. 2 Základní údaje o přejezdech v systému trvalých stop**

<b>Pracovní operace</b>	<b>Pracovní záběr (m)</b>	<b>Šířka kolejových stop (m)</b>	<b>Rozchod kol (m)</b>
Setí obilniny	6	2,00	2,00
Chemická ochrana rostlin, hnojení minerálními hnojivy (opakované operace)	18	0,64	1,80
Sklizeň sklízecí mlátičkou	6	1,30	2,75
Podmítka	6	1,44	2,22
Další operace zpracování půdy	6	1,44	2,22

Při hodnocení kvality práce strojů na zpracování půdy při uplatnění systému CTF se nepotvrdil původní předpoklad o zhoršeném urovnávání povrchu půdy při jízdách ve směru řádků plodin. Stroje na zpracování půdy v soupravě s traktorem CASE IH 335 dostatečně urovnávaly povrch půdy v podmínkách vyloučení jízd šikmo ke směru řádků plodin. To platí při využití strojů na zpracování půdy s vyšší úrovní kvality práce, především s velmi dobrým urovnáváním povrchu půdy. Poznotek nelze zobecnit pro použití jiných strojů na zpracování půdy v systému CTF.

Graf na obr. 2 znázorňuje zastoupení frakcí hrud v kolejových stopách a na části pozemku mimo stopy (bez vlivu přejezdů) po předset'ové přípravě půdy k ozimé pšenici v roce 2011. Hroudy s nežádoucí velikostí v povrchové vrstvě půdy (nad 100 mm) se vyskytovaly pouze v kolejových stopách. Hroudy, jejichž přítomnost před setím je rovněž nepříznivá (velikost 50-100 mm), byly rovněž ve větší míře zastoupeny v místech kolejových stop, v nepřejížděné části pozemku byla hrudovitost povrchové vrstvy půdy příznivá pro uložení osiva do půdy.



**Obr. 2** Hroudy v hloubce do 80 mm po zpracování půdy radličkovým kypřičem (stav 16.9.2011)

Ověřovaný systém pohybu strojních souprav po pozemcích se ukázal jako realizovatelný v provozních podmínkách s vyšší úrovní agrotechniky a managementu provozu strojů. Byl prokázán přínos ke kvalitě pracovních operací v pěstitelské technologii. Protože minimalizace zpracování půdy je z hlediska plošného uplatnění na orné půdě v ČR na vzestupu, vytvářejí se předpoklady pro uplatnění nového režimu jízd strojů po pozemcích. Technologii CTF nelze doporučit pro technologie s využitím orby.

### 3.1.3 Vyhodnocení vlivu řízených přejezdů po pozemcích na fyzikální vlastnosti půdy

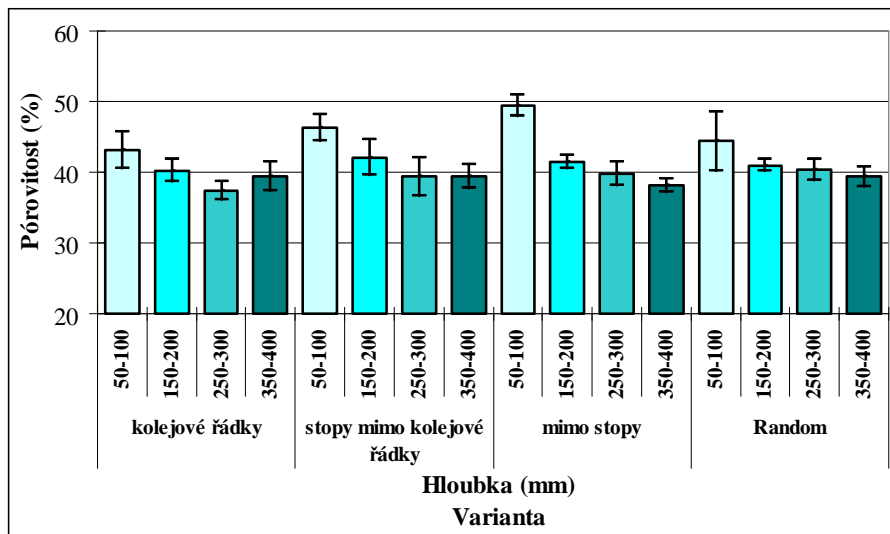
Soustředění jízdních stop do trvalých pásů uchrání vysoký podíl produkční plochy na pozemku před nežádoucím zhutňováním. V tabulce 3 jsou uvedeny základní fyzikální vlastnosti půdy po zasetí hrachu na hlinité půdě. Při průměrné vlhkosti půdy při setí 21,0 % hmotnostních a relativně kypré půdě přejezdy vyvolaly zhutnění půdy, které přesáhlo mezní ukazatele ve většině sledovaných hloubek (Lhotský 2000). Ve stopách kol a půdě mimo stopy kol traktoru byly zjištěny statisticky významné rozdíly objemové hmotnosti redukované, celkové pórovitosti a minimální vzdušné kapacity.

**Tab. 3** Průměrné hodnoty základních fyzikálních vlastností půdy po zasetí hrachu

Varianta	Hloubka (mm)	Obj.hm.red. (g/cm <sup>3</sup> )	Vlhkost (% obj.)	Vlhkost (% hm.)	Pórovitost (% obj.)	MVK (% obj.)
Stopy traktoru CASE 7140 při setí hrachu	50-100	1,54	33,1	21,6	39,3	5,2
	150-200	1,55	32,1	20,7	38,8	5,4
	250-300	1,58	28,5	18,1	37,6	6,9
	350-400	1,52	30,3	20,0	40,0	7,6
Mimo stopy kol	50-100	1,28	29,4	23,0	49,5	16,0
	150-200	1,37	29,8	21,7	45,7	12,7
	250-300	1,42	26,0	17,8	42,1	12,4
	350-400	1,34	32,0	23,9	46,9	11,3
Ukazatel škodlivosti zhutnění - hlinitá půda (Lhotský 2000)		nad 1,45			pod 45,0	pod 10,0

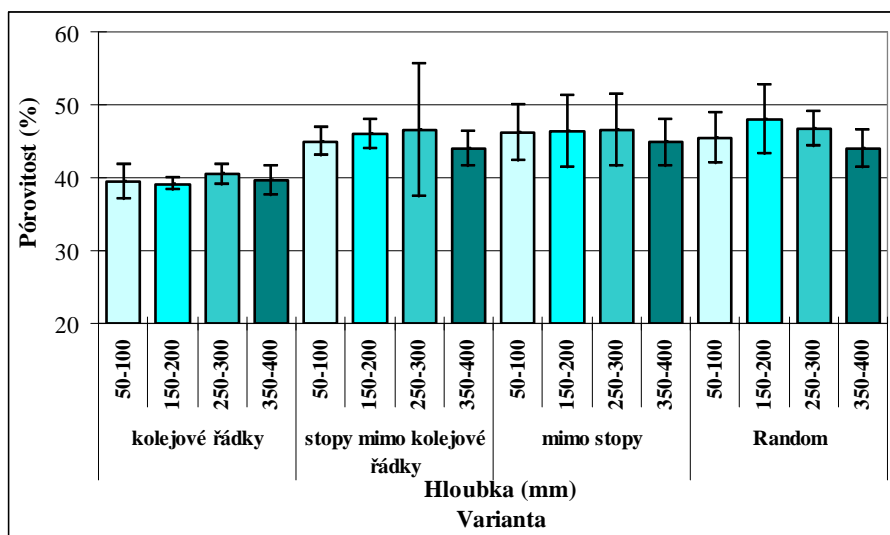
*Poznámka:* MVK – minimální vzdušná kapacita

V grafu na obr. 3 jsou uvedeny průměrné hodnoty pórovitosti půdy ze čtyř hloubek ve variantách polního pokusu, které představují dílčí části pokusného pozemku při uplatnění systému trvalého soustředění kolejových stop (3 varianty) a kontrolní variantu s neorganizovanými přejezdy (Random).



**Obr. 3** Pórovitost půdy v místech s různým vlivem pojezdových ústrojí na půdu (14.4.2011)

Graf na obr. 4 znázorňuje pórovitost půdy u stejných variant polního pokusu v podzimním termínu odběru půdních vzorků (září 2011). Nízká pórovitost půdy byla zjištěna v kolejových meziřádcích, které se využívají pro přejezdy traktorů při hnojení minerálními hnojivy a při chemické ochraně rostlin – kolejové stopy pro tyto pracovní operace představují malou část plochy pozemku (3,6 %).



**Obr. 4** Pórovitost půdy v místech s různým vlivem pojezdových ústrojí na půdu (16.9.2011)

### Metodická doporučení

Poznatky z poloprovozního polního pokusu ukazují, že systém řízených jízd strojů po pozemcích je v podmínkách zemědělského podniku uskutečnitelný. Podmínkou je používání přesného navigačního satelitního systému s korekčním signálem ve spojení s asistovaným

nebo automatickým řízením traktorů a sklízecí mlátičky a zájem tuto netradiční technologii uplatnit.

Poznatky z hodnocení kvality práce strojů při zpracování půdy nepotvrdily zhoršení kvality přípravy půdy pro setí, jestliže se nevyužívaly jízdy souprav šikmo na směr řádků plodiny. Systém řízených přejezdů je realizovatelný při využívání minimalizačních a půdoochranných technologií při pěstování plodin sklízených sklízecí mlátičkou.

Pro zlepšení péče o půdu lze dále doporučit následující opatření:

1. Snížit plošný rozsah zhutňování půdy na pozemcích cestou trvalých jízdních stop lze dobře uskutečnit na pozemcích s pravidelným tvarem - ideální je obdélník.
2. Před zavedením systému řízených přejezdů po trvalých stopách je třeba zvážit význam lidského faktoru: budou všichni řidiči traktorů, samojízdných strojů a dopravních prostředků dodržovat technologickou kázeň ve smyslu bezpodmínečného dodržování pravidla jízd ve vymezených stopách?
3. Rozhodnutí o modulu pracovního záběru pro systém řízených přejezdů vychází z pracovního záběru strojů v zemědělském podniku s uvážením případného doplnění strojového parku o chybějící vhodné stroje. Sjednání rozchodu kol traktorů a sklízecí mlátičky je technicky náročné, vhodným řešením je využít jeden ze dvou známých principů (AdTrac nebo OutTrac).
4. Vyprazdňování zásobníku sklízecích mlátiček je třeba uskutečňovat na souvratích nebo využívat překládacího návěsu – v tomto případě je nutné, aby se traktor s návěsem pohyboval ve vymezených trvalých stopách.
5. Při výběru pozemků pro řízené přejezdy v systému trvalých stop je nutné vyhodnotit využitelnost cestní sítě a vjezdů na pozemky. V případě potřeby uskutečnit vhodné úpravy.

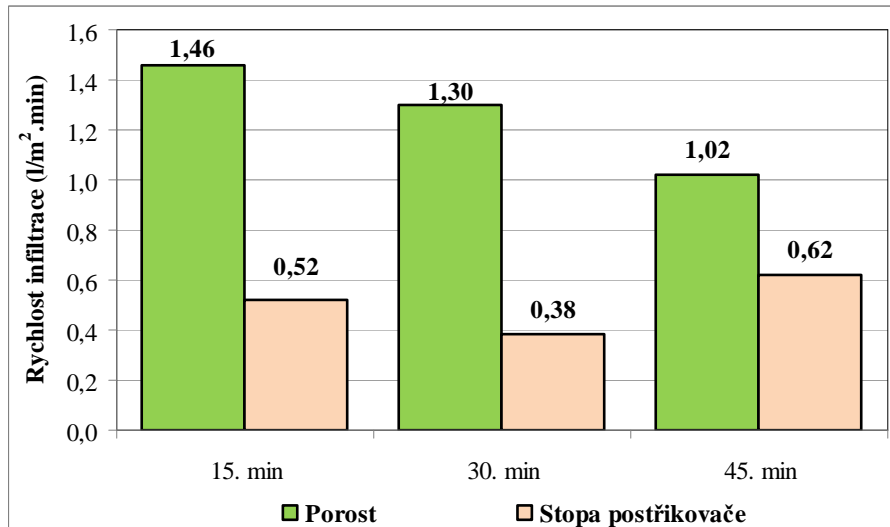
## **3.2 Zlepšení propustnosti půdy pro vodu v podmínkách používání výkonné techniky**

Zhutňování půdy jako důsledek neefektivního zpracování půdy v intenzivním zemědělství je významným celosvětovým problémem. Nepříznivým důsledkem zhutnění půdy při zpracování je nárůst energetické náročnosti a zhoršení kvality zpracování. Nežádoucí zhutnění půdy je zároveň i nejvýznamnějším faktorem, který zvyšuje povrchový odtok při intenzivních dešťových srážkách. Pokud se projeví v ornici příznaky nežádoucího zhutnění půdy, je vhodné uskutečnit jednorázové nápravné opatření charakteru hlubšího kypření dlátovým kypřičem. Důležitou podmínkou úspěšnosti kypření je vhodná vlhkost půdy. Zemina nesmí podléhat plastickým deformacím, musí být v době zásahu drobná.

### **3.2.1 Propustnost vybraných druhů půdy pro vodu v závislosti na stupni zhutnění půdy**

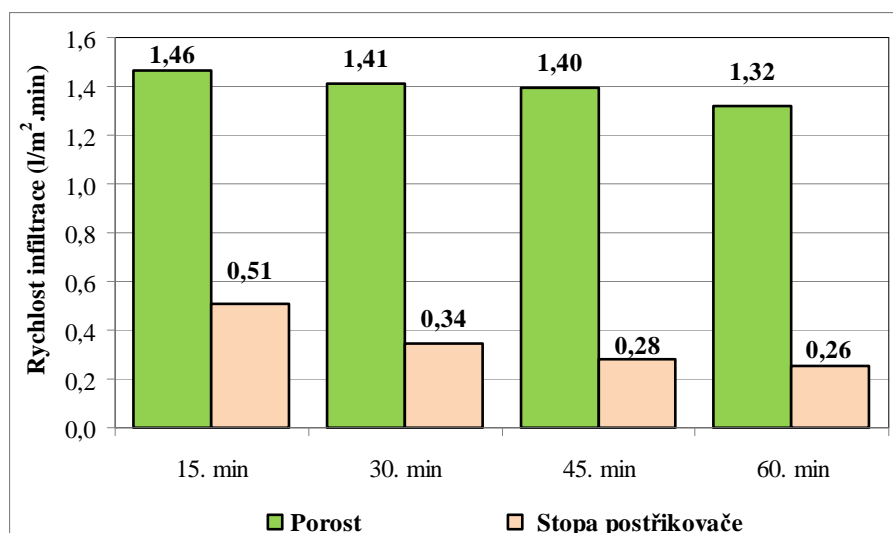
Na pozemcích s registrovanými přejezdy strojů v kolejových meziřádcích byly hodnoceny fyzikální vlastnosti půdy a rychlost vsakování v kolejích strojů a v porostu. Na lehkých půdách se dvojnásobný přejezd postřikovače o hmotnosti 8,4 t na vlhké půdě v jarním období významně projevil na objemové hmotnosti redukované do hloubky 0,15 m. V hlubších vrstvách půdy bylo zhutnění půdy nevýrazné. Na těžké půdě po přejezdu postřikovače ve shodném termínu se zhutnění půdy projevilo významně v celém profilu ornice do hloubky 0,5 m. Porovnáním rychlosti vsakování vody při simulovaném zadešťování konstantní intenzitou srážky 1,46 l/min (87 mm/h) se potvrdil negativní vliv zhutnění půdy ve stopách strojů na infiltraci vody do půdy.

Na lehkých půdách nastal při zvolené intenzitě deště počátek povrchového odtoku vody ve stopách strojů 5 krát dříve než v porostu plodiny. Patnáctiminutový přívalový déšť lehké půdy stačily přijmout, ale půda v jízdních stopách ne. Ty byly i při malé svazitosti zdroji soustředěného odtoku vody – do půdy vsakovalo jen 30 až 40 % srážkové vody. Při pokračování intenzivního deště se podíl vsakujících se srážek snižuje (obr. 5). K vyrovnání poměrů došlo na plochách stop a mimo ně u lehkých půd po více než 1 hodině intenzivního deště.



**Obr. 5** Porovnání rychlosti vsakování vody do půdy v intervalu 15 minut od počátku simulované dešťové srážky 1,46 l/m<sup>2</sup>·min – lehká půda, jaro 2010, po 2 průjezdech samojízdného postřikovače (hmotnost 8,4 t)

Na těžkých jílovitohlinitých a jílovitých půdách se ornice sytí dešťovou vodou pomaleji (obr. 6) než na lehkých půdách. Podíl srážkové vody v povrchovém odtoku ze ztuhnutých stop mechanizačních prostředků se pohybovala na 30 procentech intenzivního deště, ale zvyšovala se rychleji než na lehkých půdách. Nežádoucí ztuhnutí na těžkých půdách je větším nebezpečím i působením tlaku do větších hloubek.



**Obr. 6** Porovnání rychlosti vsakování vody do půdy v intervalu 15 minut od počátku simulované dešťové srážky 1,46 l/m<sup>2</sup>.min – těžká půda, jaro 2010, po průjezdu samojízdného postřikovače (hmotnost 8,8 t)

### Dílčí závěr

Jízdní stopy strojů se zhutnělou půdou jsou při přívalových dešťových srážkách zdrojem soustředěného odtoku vody i na mírných svazích. V jízdních stopách již po 2 až 5 minutách deště začne povrchový odtok vody, po 10 minutách dešťové srážky povrchově odtéká již 60 % až 80 % srážkové vody. Účinnou prevencí je organizace pohybu strojů po pozemku ve směru vrstevnice a pohyb strojů se shodným pracovním záběrem stejnou stopou.

### 3.2.2 Vyhodnocení povrchového odtoku vody při intenzivních dešťových srážkách v závislosti na zastoupení rostlinných zbytků v povrchové vrstvě ornice

Na stanovišti se vzešlou kukuřicí a s rozdílnou distribucí rozdrčené slámy z předplodiny byly naměřeny hodnoty uvedené v tabulce 4. I zde byly vybrány plochy se shodným sklonem a drsností povrchu půdy. Vlhkost v povrchové vrstvě půdy do 50 mm byla u varianty RZb 1 o 1 % hmotnostní vyšší. U hlinitopísčité až písčité půdy lze 10% vlhkost označit jako suchou půdu. Kritické hodnoty škodlivého zhutnění jsou pro redukovanou objemovou hmotnost na úrovni 1,6 g/cm<sup>3</sup> a u pórovitosti 40 % objemových. Oba ukazatele na obou variantách vykazaly zvýšené nežádoucí zhutnění půdy. U plochy RZb 1, která má čtyřikrát vyšší obsah rostlinných zbytků v povrchové vrstvě půdy, byla také čtyřikrát vyšší pokrývnost povrchu půdy rostlinnými zbytky než u plochy RZb 2.

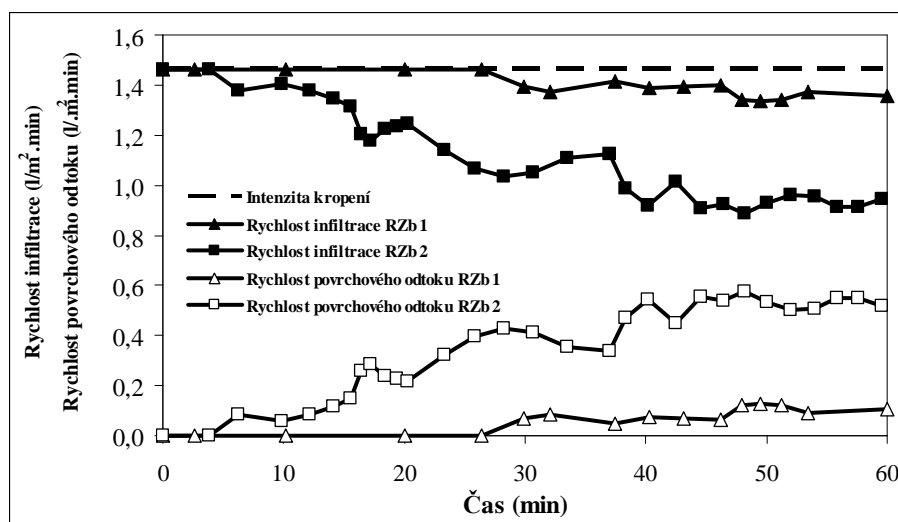
**Tab. 4 Charakteristické hodnoty měřicích ploch před simulací zadešťování na stanovišti “rostlinné zbytky” (RZb).**

Stanoviště	Svažitost	Drsnost povrchu půdy	Hloubka	Vlhkost půdy	Objemová hmotnost redukovaná	Pórovitost	Pokryvnost měřicí plochy rostlinnými zbytky	Hmotnost rostlinných zbytků v povrchové vrstvě půdy 50 mm
	(°)	(mm)	(mm)	(% hm.)	(g/cm <sup>3</sup> )	(% obj.)	(%)	(g)
RZb 1	7,6	20,3	0-50	11,8	1,51	39,86	16,76	121,36
			50-100	10,6				
			100-150	10,6				
RZb 2	7,3	8,2	0-50	10,7	1,58	42,39	3,63	32,72
			50-100	10,9				
			100-150	9,7				

Pro měření rychlosti povrchového odtoku vody a rychlosti infiltrace byla zvolena konstantní intenzita zadešťování 87,8 mm/h (1,46 l/m<sup>2</sup>.min) při stálém postřikovém tlaku 100 kPa. Tato intenzita je na obrázku 7 znázorněna přerušovanou čarou.

Graf na obr. 7 zachycuje časovou řadu rychlosti infiltrace a rychlosti povrchového odtoku vody na měřicích plochách s rozdílným obsahem rostlinných zbytků v povrchové vrstvě půdy. Doba měření u obou ploch byla 1 hodina. U plochy RZb 2 s nízkým obsahem rostlinných zbytků (32,7 g) byl zaznamenán počátek povrchového odtoku za 3,8 minuty. Ve variantě s čtyřikrát vyšším obsahem rostlinných zbytků v povrchové vrstvě půdy (121,4 g) byl začátek povrchového odtoku zaznamenán výrazně později za 26,3 minuty. U plochy RZb 1 je nárůst povrchového odtoku vody pozvolný, ustálil se na hladině 0,1 l/m<sup>2</sup>.min. Naopak u plochy RZb 2 s malým podílem rostlinných zbytků v půdě začal povrchový odtok již po necelých 4 minutách a jeho rychlost se po 1 hodině ustálila na úrovni 0,5 l/m<sup>2</sup>.min.

U plochy s vyšším zastoupením rostlinných zbytků RZb 1 byl kumulativní povrchový odtok při nastavené intenzitě simulovaného deště 87,8 mm/h za shodnou dobu měření jen 2,76 l/m<sup>2</sup> oproti 20,37 l/m<sup>2</sup> u plochy RZb 2 (tab. 5).



**Obr. 7** Porovnání rychlosti infiltrace a rychlosti povrchového odtoku vody při simulovaném zadržování na plochách s rozdílným zastoupením rostlinných zbytků v povrchové vrstvě půdy – RZb 1= 370 %, RZb 2 = 100 %

**Tab. 5** Naměřené hodnoty kumulativní infiltrace a povrchového odtoku na stanovišti “rostlinné zbytky” (RZb)

Stanoviště	Doba měření	Tlak kroupení	Intenzita srážky	Počátek výtopy tp	Kumulativní infiltrace	Kumulativní povrchový odtok	Intenzita odplavené půdy
	(h)	(kPa)	(mm/h)	(min)	(l/m <sup>2</sup> )	(l/m <sup>2</sup> )	(g/m <sup>2</sup> .h)
RZb 1	1	100	87,8	26,33	77,05	2,76	3,83
RZb 2	0,993	100	87,8	3,83	58,87	20,37	304,08

### Dílčí závěr

Zapravení nebo částečné ponechání posklizňových zbytků na povrchu a v povrchové vrstvě půdy vytváří preferenční cesty pro gravitační vsakování vody do půdy. Částečné zakrytí povrchu půdy chrání půdní agregáty před rozplavováním dešťovými kapkami. K tomu zvýšenou mírou dochází v technologiích s mělkým zpracováním půdy bez orby. Výsledky z technologií s orbou byly horší a potvrdily předchozí šetření (Kovaříček 2007).

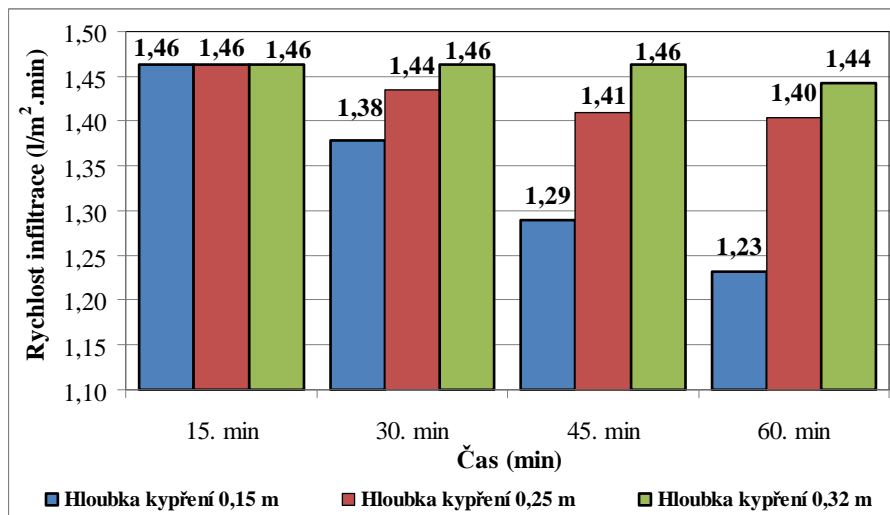
### 3.2.3 Analýza schopnosti ornice zadržet srážkovou vodu v závislosti na hloubce a intenzitě zpracování půdy

Infiltrační schopnost je ovlivněna zpracováním půdy. Hejduk (2009) zjistil, že na půdách s mělkým zpracováním kypříči voda do půdy vsakovala pomaleji než na kypřících půdách po orbě. Při opakovaných operacích zpracování půdy do stejné hloubky je nebezpečí vytvoření ztuhlé vrstvy pod dnem zpracovávané ornice. Ztuhnutí půdy se nepříznivě projevuje i na výnosu plodin a při intenzivních srážkách vede ke zvýšenému povrchovému odtoku srážkové vody a ohrožení půdy vodní erozí. Pokud se projeví v ornici příznaky nežádoucího ztuhnutí půdy, je vhodné uskutečnit jednorázové nápravné opatření charakteru hlubšího kypření dlátovým kypříčem. Ve vybraných půdních podmínkách jsme sledovali účinek hloubky kypření na infiltraci vody do půdy a trvání účinku nápravného prohlubovacího kypření půdy.

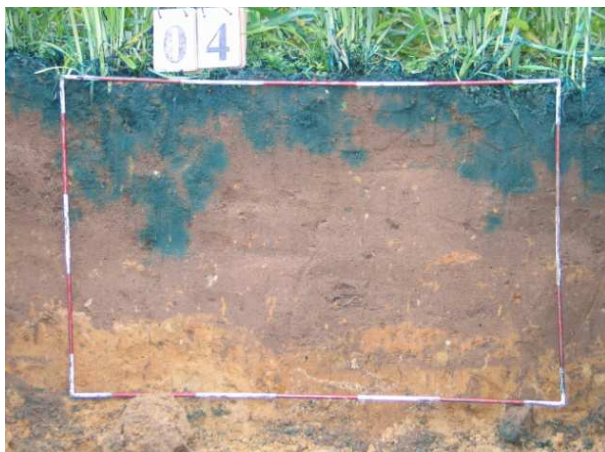


Po uplatnění prohlubovacího kypření půdy radličkovým kypřičem, do dvojnásobné hloubky pod pravidelně zpracovávanou vrstvu 0,12 až 0,15 m, se rychlost vsakování při konstantní simulaci dešťové srážky o intenzitě  $1,46 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$  zvýšila z  $1,23$  na  $1,44 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$  (obr. 8) a počátek povrchového odtoku vody se oddálil z 18,3 minut na 74,0 minut.

Ještě dva roky po prohlubovacím kypření byl po zimě zjištěn v hloubce pod hranicí pravidelného zpracování zřetelný trend snížení objemové hmotnosti redukované (OHR) půdy i významné zvýšení objemové vlhkosti půdy. Míra vsakování je zřetelně patrná na obrázcích 9 a 10.



**Obr. 8** Rychlosti vsakování vody do půdy v intervalu 15 minut od počátku simulované dešťové srážky  $1,46 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min}$  – lehká půda, po sklizni pšenice ozimé, 1 rok po prohlubovacím kypření



**Obr. 9** Vsak vody na variantě s mělkým kypřením do hloubky 0,12 až 0,15 m (10 měsíců po kypření)



**Obr. 10** Vsak vody po prohlubovacím kypření do hloubky 0,32 m (10 měsíců po kypření)

### **Dílčí závěr**

Infiltrační schopnost je ovlivněna zpracováním půdy. Na půdách s opakovaným mělkým zpracováním půdy bez orby do stálé hloubky je vyšší pravděpodobnost vytvoření pro vodu špatně propustné vrstvy. Při sledování povrchového odtoku vody při simulovaných srážkách se prokázal účinek prohlubovacího kypření na lehkých půdách. Rychlost infiltrace byla po nápravném kypření do hloubky 0,32 m o 15 % vyšší než ve variantách s opakovaným kypřením do hloubky 0,15 m. Objemová vlhkost půdy se v hloubce 0,32 m zvýšila o 3 %.

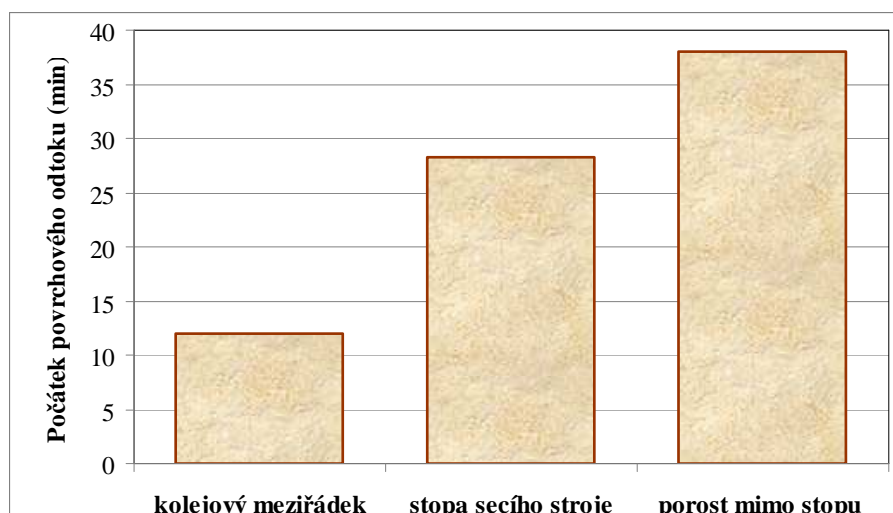
### **3.2.4 Vyhodnocení vlivu řízených přejezdů po pozemcích na infiltraci vody do půdy**

V provozních pokusech se potvrdil příznivý vliv systému řízeného pohybu strojů po pozemcích (Controlled Traffic Farming, CTF) na fyzikální vlastnosti půdy i na ukazatele kvality přípravy půdy pro setí. Významným poznatkem je i zvýšení jímavosti půdy pro vodu z intenzivních srážek a snížení rizika vodní eroze půdy při uplatnění systému CTF.

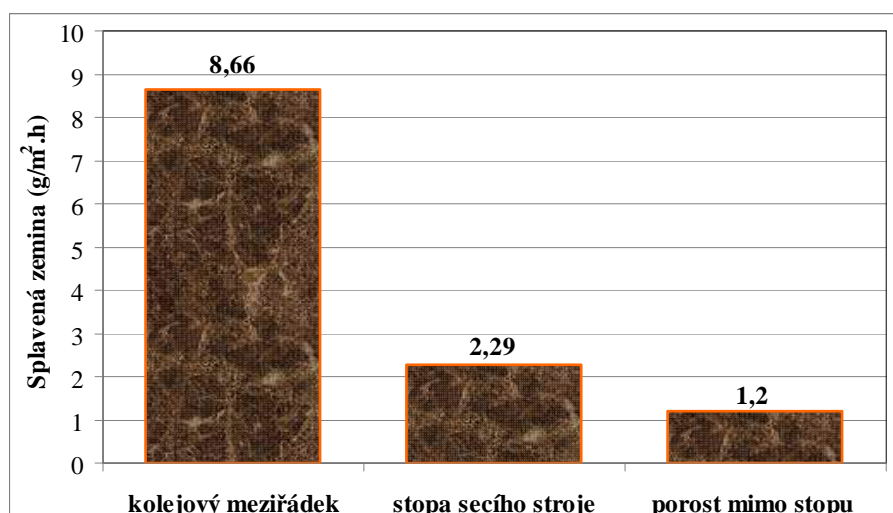
CTF je možné uskutečnit při využívání minimalizačních technologií zpracování půdy. V těch se pro zpracování půdy používají kypřiče s velmi dobrým účinkem urovnávání povrchu půdy. V technologiích zpracování půdy s orbou je často nutná při přípravě půdy před setím jízda souprav šikmo na směr řádků plodiny. Tato potřeba spolu s relativně malým pracovním záběrem pluhů brání rozšíření CTF v systémech zpracování půdy s orbou.

Systém CTF je v podmínkách zemědělského podniku uskutečnitelný při využívání přesného navigačního systému s korekčním signálem a s automatickým řízením strojů. Dále je nutné přísně dodržovat technologickou kázeň pracovníků a pěstovat jen plodiny sklízené sklízecími mlátičkami.

Výsledky měření povrchového odtoku vody při simulaci deště potvrdily vliv zhutnění půdy v jízdních stopách na vodní režim půdy. Vsakování srážkové vody do půdy se v jízdních stopách při intenzivních dešťových srážkách výrazně snižuje ve srovnání s plochou mimo stopy. Ve stopách začíná povrchový odtok několikanásobně dříve (obr. 11) než v zasetých stopách souprav pro zpracování půdy a setí (stopa secího stroje) a v porostu beze stop strojů. Povrchový odtok má opačný průběh. Jemu je úměrná ztráta splachem zeminy povrchovým odtokem (obr. 12).



**Obr. 11** Počátek povrchového odtoku vody při simulaci deště na pokusu se stálými jízdními drahami



**Obr. 12** Intenzita splachu zemina v povrchovém odtoku vody při simulaci deště na pokusu se stálými jízdními drahami

### Dílčí závěr

Zhutnění půdy v jízdních stopách strojů zhoršuje fyzikální vlastnosti půdy. Stlačením půdy se sníží podíl velkých a malých pórů, to zamezí gravitačnímu vsakování vody. Při vyšších dešťových srážkách se voda nestačí vsakovat. I při malém sklonu povrchu dochází k odtoku. Pokud kolejové stopy mají směr po spádnicí, odtok se sdružuje do stružek a zvyšuje se riziko vodní eroze půdy. Systém řízeného pohybu strojů po pozemcích (Controlled Traffic Farming, CTF), vedení stop ve směru vrstevnice a umělé vytváření nerovností v kolejových stopách jsou faktory, které nebezpečí eroze snižují.

### 3.3 Uplatnění půdoochranné technologie v bezorebných systémech pěstování plodin

Výhodou technologií bez orby je ochrana půdní struktury, omezení vodní i větrné eroze půdy. Je třeba zdůraznit, že úspěšné uplatnění zjednodušených postupů bez orby není jednoduché a předpokládá dokonalé zvládnutí agrotechniky. Úspora nákladů na samotném

zpracování půdy, i když může být významná, nezaručuje ještě dosažení příznivých nákladů na jednotku produkce. Důvodem pro využívání půdoochranných technologií je především snížení rizika eroze půdy (podmínkou je pokryvnost povrchu půdy rostlinnými zbytky alespoň 30 %).

Pro vymezení hlavních zásad využívání techniky u technologií bez orby je nutné začít u sklizně předplodiny. Kvalita mechanizovaných operací v pěstitelských technologiích se vzájemně podmiňuje, zpracování půdy a setí nelze posuzovat izolovaně.

### 3.3.1 Sklizeň předplodiny

Při sklizni předplodiny se rozhoduje, zda se následné operace zpracování půdy bez orby a založení porostu uskuteční bez větších komplikací. Je třeba zdůraznit následující požadavky:

- minimalizovat sklizňové ztráty a tím i zaplevelení výdrolom z předplodin,
- krátké strniště (vysoké strniště je překážkou dobré funkce kypřičů při podmítce a secích strojů),
- kvalitní sklizeň slámy nebo její podrcení a rozptýlení v celé šířce pracovního záběru sklízecí mlátičky,
- omezení tvorby hlubších kolejových stop po přejezdech strojů.

### 3.3.2 Podmítka a mělké zpracování půdy

Pro podmítku se využívají talířové a radličkové kypřiče, které pracují při rychlosti vyšší než 9 km/h, mají velký pracovní záběr a dosahují vysoké výkonnosti. Z důvodu urovnání povrchu pozemků a zlepšení plošného rozmístění rostlinných zbytků se doporučuje jezdit šikmo na směr setí.

Moderní talířové a radličkové kypřiče jsou vybaveny drobicími válci. Jejich výběr by měl být podřízen převažujícím půdním podmínkám. Radličkové kypřiče se šípovitými radličkami mají výrazný podřezávací účinek. Jsou vhodné pro opakované kypření k likvidaci plevelů a vzešlého výdrolu. Tyto kypřiče umožňují rovnoměrně prokypřit půdu i při nastavení malé hloubky kypření od 8 až 10 cm. K těmto kypřičům se dodávají radličky ve více variantách pro různé zrnitostní složení půdy (od těžkých půd až po půdy lehké). Konstruktivní řešení těchto kypřičů přispívá k tomu, že účinně urovnávají povrch půdy.

### 3.3.3 Setí

V technologiích zakládání porostů obilnin bez orby jsou při výskytu většího množství rostlinných zbytků na povrchu půdy a v povrchové vrstvě půdy kladeny vysoké nároky na secí stroje z hlediska ukládání osiva do půdy. Setí při pojezdové rychlosti kolem 10 km/h vyžaduje kvalitní vedení secích botek v půdě, s cílem docílit především rovnoměrnou hloubku uložení osiva v půdě. Při setí je třeba zabránit zatlačování rostlinných zbytků do půdy. Moderní secí stroje určené pro setí po mělkém zpracování půdy nebo pro přímé setí bez zpracování půdy mají řešeno ukládání osiva do půdy tak, aby se minimalizovalo riziko kontaktu osiva s rostlinnými zbytky v půdě:

- osivo je rozprostíráno v pruzích pod proud podříznuté zeminy šípovými radličkami na rovné lůžko; zavlačovače a zatlačovací válce upraví zeminu a rostlinné zbytky nad osivem,
- jednokotoučové secí botky odsunují rostlinné zbytky stranou a nemají sklon k zatlačování slámy pod osivo,

- kotoučové krojidlo před dvoukotoučovými secími botkami prořezává rostlinné zbytky a snižuje riziko zatlačování rostlinné hmoty do hloubky setí.

Pro přímé setí do nezpracované půdy lze využít jak výše uvedené skupiny secích strojů, tak i další stroje, vyvinuté především pro přímé setí - stroje s dlátovými botkami. V našich půdních podmínkách je vhodné po sklizni obilnin a řepky před setím zařadit mělkou podmínku.

Pro setí do nezpracované půdy i pro systémy využívající mělké zpracování půdy jsou secí stroje vybavovány zařízením pro hnojení minerálními hnojivy. Tuhá nebo kapalná minerální hnojiva jsou aplikována 50-60 mm pod úroveň uloženého osiva, aby nepřišla do přímého styku s osivem.

### 3.3.4 Hlubší zpracování půdy v systémech bez orby

Pro periodické rozrušování zhutnělých podorničních vrstev půdy se využívají dlátové kypřiče. Pracují do hloubky 300-400 mm. V systémech bez orby lze uplatnit i stroje, které spojují prohlubovací kypření s intenzivním zpracováním povrchové vrstvy půdy jak nepoháněnými, tak i poháněnými kypřícími nástroji. Časté je spojení těchto kypřičů se secími stroji.

### 3.3.5 Hnojení organickými hnojivy

Pro rozmetání hnoje a kompostu se využívají traktorová rozmetadla s užitečnou hmotností 10 až 20 t, většinou s lopatkovým nebo talířovým rozmetacím ústrojím. Materiál rozmetají do šířky 30 až 50 m. Jejich rozmetací obraz má lichoběžníkový tvar. Pro požadovanou kvalitu rozmetání a dosažení příčné nerovnoměrnosti rozmetání pod 30 % (maximální variační koeficient požadovaný vyhláškou 156/1998 Sb.) se musí rozmetací obrazce sousedních jízd překrývat. Rozteč pracovních jízd při splnění této podmínky je od 10 do 20 m.

Pro dosažení dostatečné výkonnosti rozmetadla se vyžaduje vysoká operativní výkonnost nakládky 100 až 300 t/h. Pro ekonomické využití výkonného nakladače je nutností skupinové nasazení rozmetadel. Podle přepravní vzdálenosti na pozemky je optimální součet užitečné hmotnosti rozmetadel použitých v pracovní skupině 30 až 60 t. Hnůj se aplikuje jen v období od 3. dekády srpna do konce října a omezeně na lehkých půdách na jaře. Za sezónu se využití rozmetadel ve velkém zemědělském podniku pohybuje od 15 do 20 dnů. Navýšení ročního využití linky pro rozmetání hnoje je možné jejím nasazením formou služby pro více podniků.

Největší objem kejdy se aplikuje v posklizňovém období obilnin (červenec až září) na strniště, často i na rozdrcenou slámu. Při povrchové aplikaci kejdy je nutné počítat s požadavkem na její následné zapravení do půdy během 24 hodin. Výhodnější je přímá podpovrchová aplikace kejdy současně při podmítce talířovými nebo radličkovými kypřiči. Traktorový kejdovač s hadicovým aplikačním rámem se stal nejrozšířenějším strojem pro hnojení kejdou, digestátem a močůvkou. Hadicový aplikátor umožňuje i přihnojování obilnin. V zapojeném porostu je snižena cirkulace vzduchu, ztráty čpavkového dusíku emisí do vzduchu jsou minimální. Pro dosažení dostatečné výkonnosti na vzdálenější pozemky se aplikátory zásobují přepravními cisternami. Rozdělení aplikace a dopravy přináší výhody. Široké pneumatiky u aplikačního stroje zaručují nízký měrný tlak na půdu, nevýhoda zvýšení šířky stroje se omezuje jen na přejezdy. Je sníženo vynášení nečistot na komunikace, silniční prostředky mají při dopravě vyšší přepravní rychlost. Časovou ztrátu na propojení dopravního s aplikačním prostředkem a plnění kejdou snižuje využívání nízkých čerpacích ramen

s trychtýřovou spojkou a hydraulických ovládním. Dosahovaná sezónní výkonnost linky je od 15 do 25 tisíc t za rok.

### 3.3.6 Hnojení tuhými minerálními hnojivy

Většina tuhých minerálních hnojiv se skladuje ve skladech u organizací služeb. Z nich se distribuují k zemědělcům v období spotřeby. V sortimentu hnojiv převládají granulovaná a krystalická TMH. Distribuují se ve volně ložené formě.

Pro přihnojování se ve velké míře používají nesená odstředivá rozmetadla. Při nízkých dávkách od 70 do 100 kg/ha umožní zásoba hnojiva v zásobníku hnojení rozmetání na pozemcích s délkou do 2,5 km. K rozšíření nesených rozmetadel přispívají jejich klady. Jednoduchá konstrukce, snadná údržba a seřizování, malá plnicí výška, která umožní plnění ze sklápěčů s upraveným zadním čelem korby. Jsou levná, lze s nimi dosáhnout příznivých nákladů na hnojení i při menším ročním využití. Pro přihnojování jsou vhodná i rozmetadla návěsná a samojízdná. Podmínkou pro jejich užití je dostatečná světlost při práci v porostu, úzká kultivační kola a odpovídající rozchod kol pro hnojení z kolejových meziřádků.

Pro základní a předosevní hnojení jsou vhodnější rozmetadla s vyšší nosností a širokými pneumatikami. Jak návěsná tak i samojízdná rozmetadla se na poli plní z dopravních prostředků pomocí šikmých šnekových a pásových dopravníků.

Většina rozmetadel je vybavena odstředivým rozmetacím ústrojím. Jejich rozmetací obrazec má lichoběžníkový tvar. Aby rozmetadlo dosáhlo požadované plošné rovnoměrnosti, musí se rozmetací obrazce dostatečně překrývat. Pro každé hnojivo je předepsaná rozteč pracovních jízdy, kterou je potřeba dodržovat.

### 3.3.7 Regulace plevelů a ochrana proti chorobám a škůdcům

K aplikaci prostředků ochrany rostlin se používají polní postřikovače, pro aplikaci kapalných minerálních hnojiv se využívají jen traktorové návěsné nebo samojízdné modifikace. Používání nesených postřikovačů je omezeno zvýšenou měrnou hmotností kapalných minerálních hnojiv ( $1,3 \text{ kg/dm}^3$ ). Požadavky na použití typů podvozku jsou závislé, podobně jako u hnojení, na stavu půdy a vývojové fázi ošetřovaného porostu. Jako nosné kapaliny se pro ředění vybraných prostředků ochrany rostlin (viz návod pro použití od výrobce ochranného prostředku) mohou využívat i kapalná hnojiva (např. DAM 390). Tato možnost přináší výhodu kombinace hnojení s ochranou rostlin v jednom zásahu.

Pokud je malá přepravní vzdálenost na pole, mohou návěsné postřikovače pracovat i v přímém pracovním postupu (plní se ve skladu a hnojivo dopravují na pole). Při větší vzdálenosti se stejně jako ostatní postřikovače zásobují traktorovými cisternami.

### 3.3.8 Sklizeň plodin a odvoz produkce

Rozhodující technologií při sklizni obilovin je sklizeň sklízecí mlátičkou, která je také klíčovým strojem linky. Vzhledem k její vysoké pořizovací ceně by se dopravní linka na odvoz měla dimenzovat s vyšší výkonností, než je výkonnost sklizně, a tím vyloučit prostoje sklízecí. Sklízecí mlátičky mají v současné době vysokou plošnou výkonnost 1,5-2,5 ha/h, objem zásobníku až  $10 \text{ m}^3$  (tj. kolem 8-10 t obilí) a pracovní záběry žacích lišt až 8-9 m. V důsledku toho roste zatížení přední nápravy sklízecích mlátiček při naplněném zásobníku na více než 10 až 15 t.

Pro vytvoření optimálních podmínek při sklizni obilí výkonnými sklízecími mlátičkami se začínají uplatňovat překládací vozy na obilí, které zabezpečují odběr obilí od sklízecích

mlátiček za jízdy, a tak zabezpečují jejich práci bez zastavení. Na souvrati náklad přeloží do pristavených silničních dopravních prostředků pomocí výkonného šnekového dopravníku. Pro splnění požadavku na diferencovanou dopravu po polích a po komunikacích je nutná návaznost kapacity zásobníku sklízecí, překládacího vozu i silničních přepravníků.

V období sklizně se často vyskytují přívalové dešťové srážky. Aby se riziko nežádoucího ztuhnutí půdy co nejvíce snížilo, používají se jak na přední nápravě sklízecí mlátičky, tak i na překládacím voze široké nízkotlaké pneumatiky. Překládací vozy se agregují s traktory s dvojitými koly nebo na pásovém podvozku. V pracovních postupech sklizně obilí a kukuřice s vyprazdňováním sklízecí za jízdy je vhodné soustředit pojezd překládacího vozu do stejných stop a přejezdy ke sklízecí minimalizovat.

Souvratě, stanoviště pro překládání sklizených produktů a dráhy se soustředěnými přejezdy budou více ztuhlé. Na těchto částech pozemku je účelné při základním zpracování půdy periodicky kypřit podorničí.

### **3.3.9 Zemědělství s provozem na pozemcích v soustředěných jízdních stopách**

Půda na pozemcích se přejezdy techniky ztuhne. První přejezd půdy pneumatikami může za nepříznivých vlhkostních podmínek způsobit až 85 % celkového ztuhnutí půdy. Dalšími průjezdy stopou již dochází k menším změnám v pórovitosti půdy. Nesoustředěné, vícenásobné přejezdy na pozemku při zpracování půdy, zakládání, ošetřování a sklizni plodin mohou postihnout až 100 % celkové plochy povrchu pole. Zemědělství s řízenými přejezdy po pozemcích v trvalých jízdních stopách ve všech operacích pěstování plodiny mohou snížit takto ztuhlou plochu na třetinu povrchu pole (6 m pracovní záběr).

V systému řízených přejezdů po pozemku je podíl plochy se ztuhlou půdou nepřímo úměrný pracovnímu záběru strojů. U strojů na zpracování půdy, setí a sklizeň zrnin lze sjednotit pracovní záběr v rozmezí 6 až 8 m. To je důvod, díky kterému se tato metoda začala uplatňovat v systémech s mělkým zpracováním půdy a ne v technologiích zpracování půdy s orbou.

Opakované řízení strojů po shodných drahách v současnosti umožňuje přesná navigace s korekcí RTK a s automatickým řízením traktoru. Využití dvou souprav přesné satelitní navigace pro zpracování půdy a setí umožní takový systém provozovat v podniku s výměrou 1000 až 1200 ha orné půdy. Investice na jednu soupravu navigace je ve výši cca 400 tis. Kč, celoroční poplatek za používání přesné korekce 35 tis. Kč. Z porovnání navazování pracovních jízd s mechanickým znamenákem snižuje systém přesné navigace o 1,5 až 2,0 % překrytí pracovního záběru souprav. O tento podíl se snižují materiálové vstupy na jednotku produkce pěstovaných plodin. Systém přináší další výhody. Například zvýšení plynulosti jízd souprav po pozemku zvyšuje výkonnost nebo práce postřikovačů v noci může zvýšit sezónní využití stroje i účinnost aplikovaných prostředků na ochranu rostlin. Návratnost vybavení na automatické vedení strojů po stálých drahách je v podnicích s 1000 ha orné půdy do 2 let.

## **4    NORMATIVNÍ       ÚDAJE       STROJNÍCH       SOUPRAV DOPORUČENÝCH PRO PŮDOOCHRANÉ TECHNOLOGIE PĚSTOVÁNÍ PLODIN**

Systém se soustředěnými jízdními stopami na pozemcích je možné snadněji uskutečnit při využívání minimalizačních technologií zpracování půdy. V těch se pro zpracování půdy používají kypřiče s velmi dobrým účinkem urovnávání povrchu půdy a větším pracovním záběrem. Zároveň také splňují i protierozní požadavek na rozmístění posklizňových zbytků po zpracování na povrchu a v povrchové vrstvě půdy. Změna strojního vybavení v zemědělských



podnicích je ale investičně nákladné, její realizace bude pravděpodobně postupná v několika cílených krocích.

Pro plánování a podporu rozhodování v této oblasti jsou ve VÚZT, v.v.i. zpracovávány a pravidelně aktualizovány poradenské a expertní systémy. Pro uživatele jsou tyto informace zpracovány jak ve formě tabulkových normativů, tak i ve formě interaktivních databázových expertních systémů a jsou volně přístupné na webové stránce ([www.vuzt.cz](http://www.vuzt.cz)) v rubrice „Databáze a programy“. Zástupce vhodných strojních souprav a linek jsme vybrali a prezentujeme je se základními normativními údaji v připojených tabulkách.

Výstupní informace o celkových nákladech strojů zahrnují fixní náklady (odpisy, daně a poplatky, pojištění, uskladnění stroje, zúročení kapitálu) a variabilní náklady (pohonné hmoty a maziva, udržování a opravy, osobní náklady). Jsou stanoveny pro doporučené roční využití strojů v typických podmínkách našich zemědělských podniků. Osobní náklady obsluhy stroje (řidiče) jsou zahrnuty ve výši 140 Kč/hod.

## 4.1 Technologie a ekonomika plodin

Pro modelování technologických systémů plodin a hodnocení jejich ekonomiky byl vypracován poradenský a expertní systém „Technologie a ekonomika plodin“. V něm jsou zpracovávány a průběžně aktualizovány doporučené technologické postupy pěstování a sklizně plodin, materiálové vstupy, údaje o produkci, technické zajištění operací (doporučené soupravy a jejich technické a ekonomické parametry). Výsledky jsou přístupné pro uživatele ze zemědělské praxe a pro poradenství formou internetového expertního systému i formou tabulkových normativů na webové stránce ([www.vuzt.cz](http://www.vuzt.cz)) v rubrice „Databáze a programy“.

Expertní systém poskytuje podrobné údaje o technologickém postupu pěstování plodiny, nákladech a výsledné ekonomice produkce v následujícím členění:

- technologický postup – časová posloupnost technologických operací,
- opakovatelnost operace – může být menší než jedna (např. při hnojení 1x za 4 roky je opakovatelnost operace 0,25) i větší než jedna (např. při odvozu 5 tun produkce je opakovatelnost 5),
- doporučené materiálové vstupy (druh a název materiálu, množství, cena, náklady na 1 ha),
- produkce (název produktu, výnos, jednotková cena, hodnota produkce na 1 ha plodiny),
- doporučené technologické systémy pro provedení operace (energetický a mechanizační prostředek, pracnost, spotřeba paliva, cena na jednotku operace, náklady na 1 ha plodiny).

Uživatel může do této první relace v širokém rozsahu (do každé technologické operace) vstupovat a přizpůsobit si výsledky získané z databáze modelovacího programu svým lokálními podmínkami pěstování vybrané plodiny. Uživatel může provádět tyto úpravy:

- změnit opakovatelnost operace (pokud zadá opakovatelnost = 0 lze i operaci „zrušit“, operace zůstává ve výstupní relaci, ale náklady jsou nulové),
- změnit vstupní materiál a to:
  - ponechat doporučený materiál a měnit pouze dávku a pořizovací cenu,
  - vybrat z databáze jiný doporučený materiál, u tohoto materiálu je opět možnost změnit dávku a pořizovací cenu,
- změnit údaje o produkci – změnit výnos a cenu produktu,
- změnit technické zajištění operace a to:



- ponechat doporučenou soupravu a pouze změnit uvedené technické a ekonomické parametry (pracnost, spotřeba paliva, náklady na jednotku operace),
- vybrat z databáze jinou doporučenou soupravu, u ní lze rovněž dále měnit její technické a ekonomické parametry,
- doplnit novou operaci – v tomto případě je třeba vybrat operaci z níž chci při zadávání nové operace vycházet, zadat nové pořadové číslo operace (podle tohoto čísla bude operace zařazena do technologického postupu), a dále je možno zadat všechny údaje týkající se vstupního materiálu i technického zajištění operace.

Výsledky průběžných úprav jednotlivých prvků technologického systému pěstování plodiny se okamžitě promítají do výsledných hodnot (náklady, pracnost, spotřeba paliva).

Po upřesnění první výstupní relace „Náklady technologických operací“ podle lokálních podmínek uživatele lze přejít na druhou výstupní relaci „Ekonomika plodiny“.

Výstupní relace obsahuje:

- údaje o celkových nákladech a o produkci plodiny (přenášejí se do této výstupní relace jako výsledek z první výstupní relace),
- fixní náklady (daně, poplatky, úvěrové zatížení, výrobní a správní režie apod.) jsou na základě dostupných podkladů stanoveny odborným odhadem, uživatel je může změnit podle lokálních podmínek,
- dotace jsou ve výstupní relaci uvedeny podle platných podmínek daného roku, uživatel je může rovněž přizpůsobit svým lokálními podmínkami.

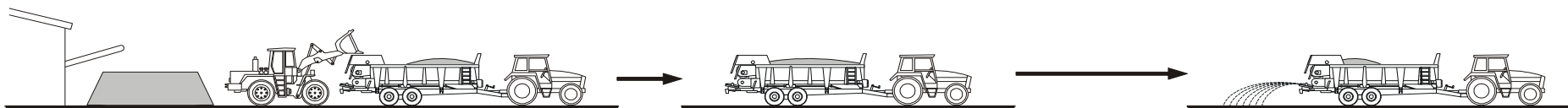
Na základě těchto převzatých, případně uživatelem upravených vstupních údajů jsou pak vypočteny ukazatele:

- měrných nákladů plodiny (na 1 ha, na měrnou jednotku produkce),
- zisku resp. ztráty (na 1 ha, na měrnou jednotku produkce),
- ekonomické rentability plodiny.

Expertní systém je zpracován v členění podle 3 výrobních oblastí pro následující plodiny a technologické varianty:

- kukuřičná a řepařská – zrniny 8 plodin, luskoviny 4, olejniny 4, okopaniny 2, pícniny 2, energetické plodiny 4, obiloviny ekologická produkce 5, zelenina (konvenční i integrovaná produkce) 9 plodin, réva vinná (konvenční i integrovaná produkce) 3 technologické varianty, travní porosty v ÚSES 4 technologické varianty,
- bramborářská - zrniny 10 plodin, luskoviny 1, olejniny 4, okopaniny 2, pícniny 2, energetické plodiny 4, obiloviny ekologická produkce 2, travní porosty 2 technologické varianty,
- bramborářsko-ovesná a horská - zrniny 8 plodin, luskoviny 1, olejniny 3, okopaniny 1, pícniny 2, travní porosty 2 technologické varianty.

## Rozmetání hnoje nebo kompostu



### Hnojení hnojem a kompostem

Čelní nakladač 150 až 200 kW, minimální plnicí výška 3,5 m, výkonnost 150 t/h + traktorové návěsné rozmetadlo 10 až 15 t + traktor 4x4 - příkon motoru 15 až 20 kW/t užitečné hmotnosti rozmetadla, přepravní rychlost po silnici 30 km/h, mezi pozemky po místních komunikacích 15 km/h, průměrná velikost pozemku 20 ha, pracovní záběr 16 m, průměrná dávka 25 až 30 t/ha, přepravní vzdálenost 3 km

Operace	EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost h/ha	Spotřeba nafty l/ha	Náklady celkové Kč/ha
				Doporučené	Minimální			
				ha/r	ha/r			
Doprava a rozmetání hnoje nebo kompostu	TK 110 kW	Rozmetadlo hnoje 10 t	ha	350	200	2,5	26,6	3220
	TK 150 kW	Rozmetadlo hnoje 14 t	ha	400	250	2,2	23,8	2940

## Aplikace kejdy



### A) Hnojení kejdou povrchové

Plnění přepravní cisterny ve skladu výkoností 60 až 100 t/h, přepravní cisterna 10 až 18 tis.kg<sup>1)</sup> + traktor 125 kW<sup>2)</sup> - přepravní rychlost po silnici 30 km/h, mezi pozemky po místních komunikacích 15 km/h, přepravní vzdálenost 5 km, kejdovač 10 tis.kg<sup>1)</sup> s hadicovým aplikačním rámem 9 m + traktor 120 kW<sup>2)</sup>, pracovní záběr 9 m, průměrná dávka 25 t/ha + talířový nebo radličkový kypřič 4 m + traktor 4x4, 150 kW<sup>2)</sup>, zahloubení 0,10 m, časový požadavek pro zapravení hnoje do 4 hodin po aplikaci

### B) Hnojení kejdou podpovrchové

Plnění přepravní cisterny ve skladu výkoností 60 až 100 t/h, přepravní cisterna 10 až 18 tis.kg<sup>1)</sup> + traktor 125 kW<sup>2)</sup> - přepravní rychlost po silnici 30 km/h, mezi pozemky po místních komunikacích 15 km/h, přepravní vzdálenost 5-10 km, výkonost plnění kejdovače 100 t/h, kejdovač 10 tis.kg<sup>1)</sup> se zapravovacím kypřičem 3 až 4 m + traktor 250 kW<sup>2)</sup>, průměrná dávka 25 t/ha



Operace	EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost h/ha	Spotřeba nafty l/ha	Náklady celkové Kč/ha
				Doporučené ha/r	Minimální ha/r			
				A) Doprava a povrchová aplikace kejdy	TK 120 kW			
B) Doprava a povrchová aplikace kejdy	TK 120 kW	Kejdovač s aplikací hadicovým rámem 10 t	ha	450	300	1,4	21,2	1720
	TK 120 kW	Přepravní cisterna 10-18 t	ha			1,2	12,5	1125
Doprava na pole a podpovrchové zapravení kejdy kypřičem	TK 200 kW	Kejdovač se zapravovacím kypřičem 10 t	ha	500	350	1,7	22,3	1820
Doprava na pole a podpovrchové zapravení kejdy kypřičem	TK 200 kW	Kejdovač se zapravovacím kypřičem 10 t	ha	600	400	1,3	20,1	1620
	TK 120 kW	Přepravní cisterna 10-18 t	ha			1,2	12,5	1125

### Podmítka talířovým kypřičem



*Kypření půdy, likvidace plevelů a vzešlého výdrolu, zapravení rostlinných zbytků do půdy a urovnání povrchu půdy*

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost	Spotřeba nafty	Náklady celkové
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 90 kW	Talířový podmítač 3 m	ha	500	350	0,56	8,0	725
TK 120 kW	Talířový podmítač 4,5 m	ha	600	450	0,40	8,0	680
TK 180 kW	Talířový podmítač 6 m	ha	850	600	0,25	8,6	615

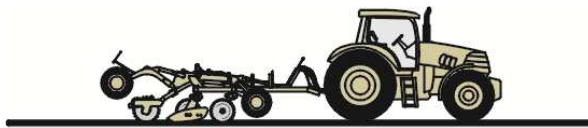
### Podmítka radličkovým kypřičem



*Kypření půdy, likvidace plevelů a vzešlého výdrolu, zapravení rostlinných zbytků do půdy a urovnání povrchu půdy*

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost	Spotřeba nafty	Náklady celkové
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 90 kW	Radličkový podmítač 3 m	ha	450	350	0,58	7,8	655
TK 135 kW	Radličkový podmítač 4,5 m	ha	650	500	0,42	7,7	570
TK 180 kW	Radličkový podmítač 6 m	ha	800	650	0,27	7,5	560

### Opakované kypření talířovým kypřičem



*Kypření půdy, likvidace plevelů a vzešlého výdrolu, zapravení rostlinných zbytků do půdy a urovnání povrchu půdy*

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost	Spotřeba nafty	Náklady celkové
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 75 kW	Talířový kypřič 3 m	ha	500	400	0,42	6,5	585
TK 110 kW	Talířový kypřič 4,5 m	ha	700	550	0,29	5,5	520
TK 150 kW	Talířový kypřič 6 m	ha	900	700	0,22	5,3	490
TK 180 kW	Talířový kypřič 9 m	ha	1300	1000	0,15	5,2	475

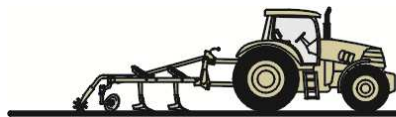
### Opakované kypření radličkovým kypřičem mělké



*Kypření půdy, likvidace plevelů a vzešlého výdrolu, zapravení rostlinných zbytků do půdy a urovnání povrchu půdy*

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost	Spotřeba nafty	Náklady celkové
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 75 kW	Radličkový kypřič 3 m	ha	750	600	0,50	7,5	620
TK 110 kW	Radličkový kypřič 4,5 m	ha	1000	800	0,33	7,3	560
TK 150 kW	Radličkový kypřič 6 m	ha	1200	900	0,25	7,3	505
TK 180 kW	Radličkový kypřič 9 m	ha	1600	1300	0,18	7,2	495

### Opakované kypření radličkovým kypřičem hluboké



*Kypření a provzdušnění půdy až do hloubky 0,20 m, likvidace plevelů a vzešlého výdrolu, zapravení rostlinných zbytků do půdy a urovnání povrchu půdy*

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost	Spotřeba nafty	Náklady celkové
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 80 kW	Radličkový kypřič 3 m	ha	650	500	0,45	10,5	750
TK 120 kW	Radličkový kypřič 4,5 m	ha	900	700	0,31	10,4	690
TK 165 kW	Radličkový kypřič 6 m	ha	1100	850	0,24	10,3	640
TK 200 kW	Radličkový kypřič 9 m	ha	1500	1200	0,17	10,2	620

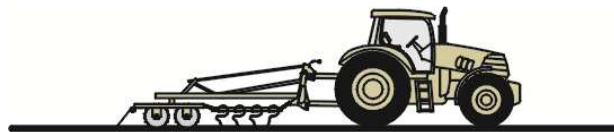
### Prohlubovací kypření (dlátování)



*Periodické rozrušování zhutněných podorničních vrstev půdy*

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost	Spotřeba nafty	Náklady celkové
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 110 kW	Dlátový kypřič 2m	ha	250	200	1,67	25,0	1845
TK180 kW	Dlátový kypřič 3 m	ha	350	280	1,00	25,0	1625

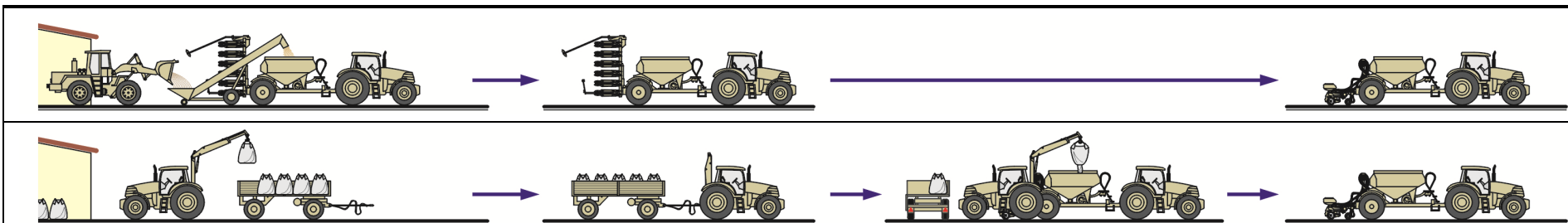
## Předosevní příprava půdy



*Kypření a provzdušnění půdy až do hloubky setí, likvidace plevelů a vzešlého výdrolu, urovnání povrchu půdy*

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost	Spotřeba nafty	Náklady celkové
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r	h/ha	l/ha	Kč/ha
TK 70 kW	Kombinátor 3 m	ha	250	200	0,71	8,5	860
TK 110 kW	Kombinátor 4,5 m	ha	350	280	0,50	8,4	785
TK 135 kW	Kombinátor 6 m	ha	500	400	0,36	8,2	715
TK 200 kW	Kombinátor 9 m	ha	1000	800	0,24	8,2	710

## Setí



### Setí do zpracované půdy

Vytvoření secího lůžka v požadované hloubce a uložení osiva

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost h/ha	Spotřeba nafty l/ha	Náklady celkové Kč/ha
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 40 kW	Secí stroj 3 m	ha	300	250	0,77	4,2	560
TK 65 kW	Secí stroj 6 m	ha	600	500	0,40	4,2	465
TK 80 kW	Secí stroj 9 m	ha	800	650	0,29	4,2	440

### Setí do minimálně zpracované půdy secím strojem kombinovaným se zpracováním půdy pasivními pracovními nástroji

Předseťová příprava půdy, vytvoření secího lůžka v požadované hloubce a uložení osiva

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost h/ha	Spotřeba nafty l/ha	Náklady celkové Kč/ha
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 80 kW	Secí kombinace 3 m	ha	350	280	0,71	10,5	1015
TK 110 kW	Secí kombinace 4,5 m	ha	550	400	0,50	10,5	950
TK 135 kW	Secí kombinace 6 m	ha	750	600	0,36	10,2	890
TK 165 kW	Secí kombinace 9 m	ha	1000	800	0,25	10	890

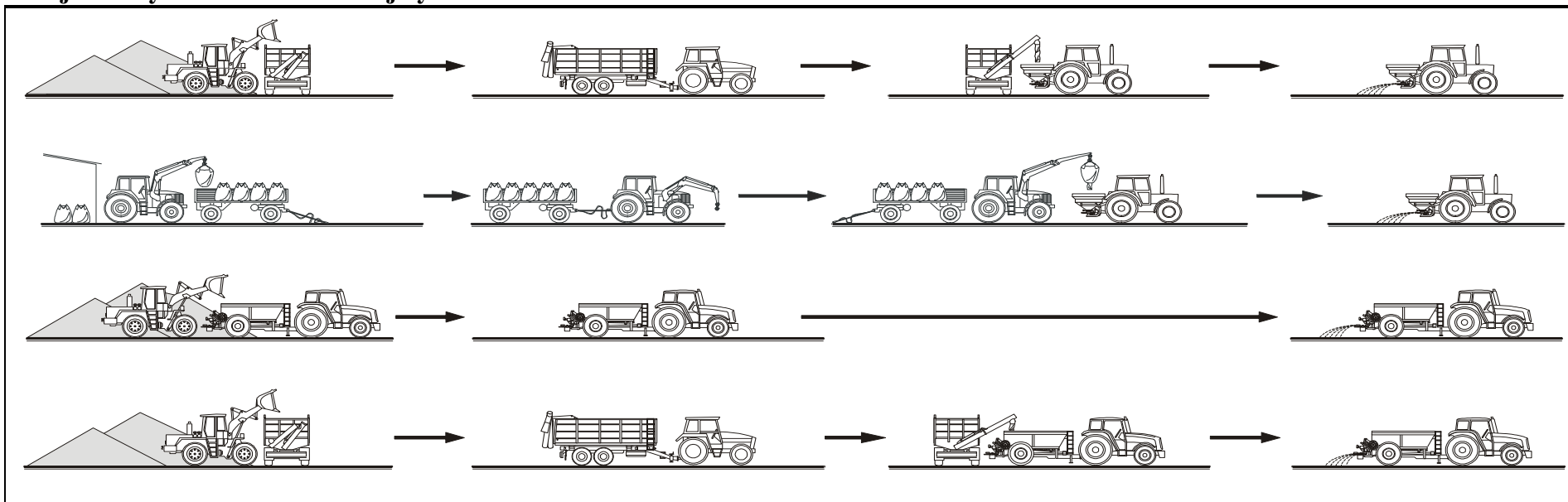
### Setí do nezpracované půdy

Vytvoření secího lůžka v požadované hloubce a uložení osiva

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost h/ha	Spotřeba nafty l/ha	Náklady celkové Kč/ha
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 100 kW	Secí stroj do min. zprac. půdy 3 m	ha	350	280	0,83	12,5	1135
TK 135 kW	Secí stroj do min. zprac. půdy 4,5 m	ha	550	400	0,56	12,2	1035
TK 165 kW	Secí stroj do min. zprac. půdy 6 m	ha	750	600	0,40	12,0	980
TK 200 kW	Secí stroj do min. zprac. půdy 9 m	ha	1000	800	0,29	12	995



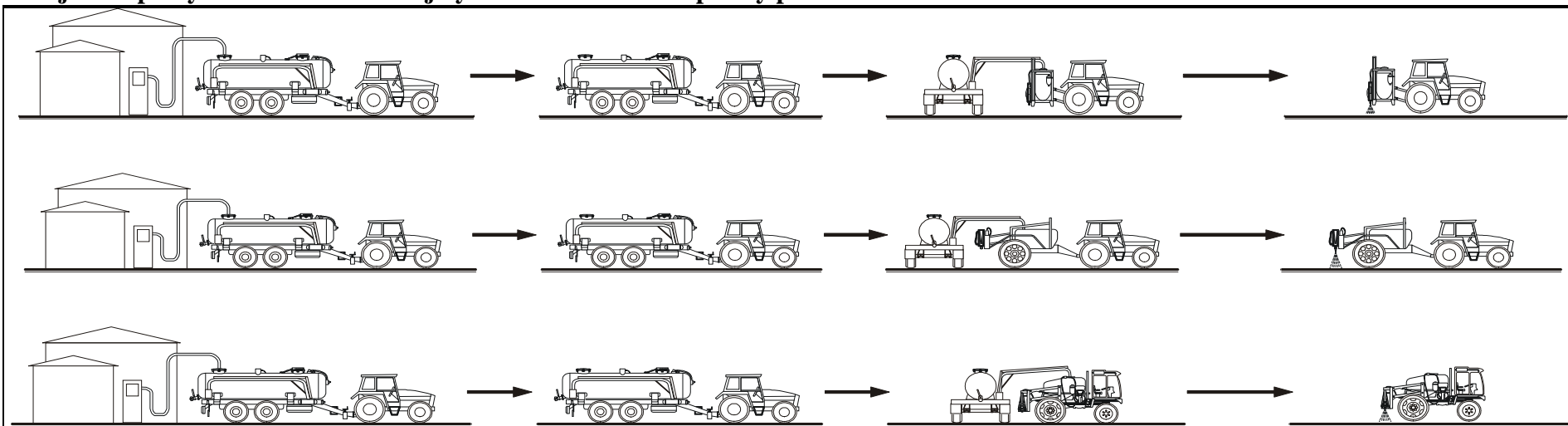
## Hnojení tuhými minerálními hnojivy



Regenerační a produkční přihnojování, základní a předosevní hnojení granulovanými TMH, Traktorové rozmetadlo s užitečnou hmotností 1 až 8 t a odstředivým rozmetacím ústrojím, pracovní záběr 18 m, je zásobováno traktorovým přívěsem 7 t volně loženými hnojivy nebo balenými ve vacích

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost h/ha	Spotřeba nafty l/ha	Náklady celkové Kč/ha
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 60 kW	Rozmetadlo nesené	ha	800	650	0,48	2,1	250
TK 100 kW	Rozmetadlo návěsné 5 t	ha	1100	900	0,36	2,0	265
TK 120 kW	Rozmetadlo návěsné 8 t	ha	1300	1150	0,29	2,0	280

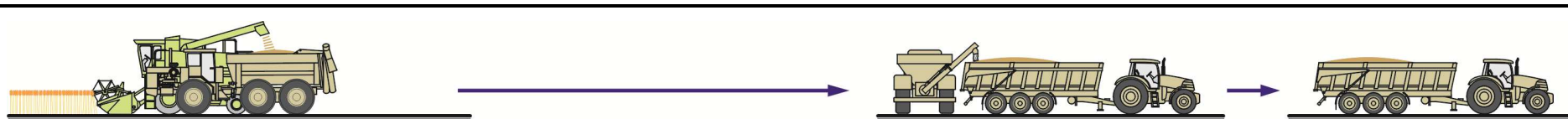
## Hnojení kapalnými minerálními hnojivy a ochrana rostlin – plošný postřik



*Strojní linka pro regenerační a produkční přihnojování, základní a předosevní hnojení a ochranu rostlin, Pro plošný postřik využíván traktorový nesený, návěsný nebo samojízdný postřikovač, pracovní záběr 18 m, energetický příkon 40 kW/t užitečného zatížení, požadován nastavitelný rozchod kol pro práci v řádkových kulturách, pro předosevní hnojení doporučena dvojitá montáž kol nebo nízkotlaké pneumatiky, Doprava hnojiva na pole a plnění postřikovače traktorovou fekální cisternou 10 t s traktorem 4x4, 150 kW*

EP	MP	MJ	Roční nasazení		Pracnost	Spotřeba nafty	Náklady celkové
			Doporučené	Minimální			
			ha/r	ha/r			
TK 60 kW	Postřikovač nesený	ha	700	550	0,60	2,2	330
TK 50 kW	Postřikovač návěsný	ha	1600	1400	0,30	2,2	300
	Postřikovač samojízdný	ha	4500	3500	0,18	2,0	285

### Sklizeň obilnin sklízecí mlátičkou



Sklizeň obilnin sklízecí mlátičkou, vyprazdňování zásobníku sklízecí mlátičky za jízdy do překládacího přepravníku s užitečnou hmotností 15 až 20 t, odvoz obilí na okraj pozemku a překládka zrna do silničních přepravníků, odvoz zrna do skladu

EP	MJ	Roční nasazení		Pracnost h/ha	Spotřeba nafty l/ha	Náklady celkové Kč/ha
		Doporučené	Minimální			
		ha/r	ha/r			
Sklízecí mlátička 100-150 kW	ha	550	450	0,71	17,0	1855
Sklízecí mlátička 150-200 kW	ha	750	650	0,56	17,0	1735
Sklízecí mlátička nad 200 kW	ha	1100	950	0,45	17,0	1695

### Sklizeň řepky sklízecí mlátičkou



Sklizeň řepky sklízecí mlátičkou, vyprazdňování zásobníku sklízecí mlátičky do silničního přepravníku s užitečnou hmotností 15 až 20 na okraji pozemku, odvoz zrna do skladu

EP	MJ	Roční nasazení		Pracnost h/ha	Spotřeba nafty l/ha	Náklady celkové Kč/ha
		Doporučené	Minimální			
		ha/r	ha/r			
Sklízecí mlátička 100-150 kW	ha	500	420	0,83	17,0	2040
Sklízecí mlátička 150-200 kW	ha	700	600	0,67	17,0	1935
Sklízecí mlátička nad 200 kW	ha	1000	850	0,56	17,0	1910

## 5 DOPORUČENÍ PRO UŽIVATELE

Půdní struktura je jedním z faktorů ovlivňujících infiltraci. Zahrnuje geometrické uspořádání částic, které pomocí vnitřních sil působí mezi sebou. Vzájemné zastoupení velikosti pórů ovlivňuje chování půdní vody, zejména to, jakým způsobem se pohybuje (Truman a Franzemeir 2006). Ve zhutnělých půdách je vzhledem ke sníženému objemu pórů k dispozici méně vody, živin i vzduchu. Na silně zhutnělé orné půdě klesá infiltrace, souběžně s tím se zvyšuje povrchový odtok a mohou nastat problémy s vodní erozí.

Jízdní stopy strojů se zhutnělou půdou jsou při přívalových dešťových srážkách zdrojem soustředěného odtoku vody i na mírných svazích. V jízdnicích stopách již po 2 až 5 minutách deště začíná povrchový odtok vody, po 10 minutách dešťové srážky povrchově odtéká již 60 % až 80 % srážkové vody. Účinnou prevencí proti povrchovému odtoku vody je organizace pohybu strojů po pozemku ve směru vrstevnice nebo pohybu strojů se shodným pracovním záběrem po pozemku stejnou stopou – systém řízeného pohybu strojů po pozemcích (Controlled Traffic Farming – CTF). Systém CTF umožní snížit podíl plochy na pozemku se zhutnělou půdou v důsledku přejezdu strojů.

Na pozemcích s registrovanými přejezdy strojů jsme v kolejových meziřádcích a v porostu sledovali fyzikální vlastnosti půdy a rychlost vsakování vody do půdy. Jízdní stopy strojů se zhutnělou půdou jsou při přívalových dešťových srážkách častou příčinou soustředěného odtoku vody i na mírných svazích.

Výhodou technologií bez orby je ochrana půdní struktury, omezení vodní i větrné eroze půdy. Je třeba zdůraznit, že úspěšné uplatnění zjednodušených postupů bez orby není jednoduché a předpokládá dokonalé zvládnutí agrotechniky. Úspora nákladů na samotném zpracování půdy, i když může být významná, nezaručuje ještě dosažení příznivých nákladů na jednotku produkce. Důvodem pro využívání půdoochranných technologií je především snížení rizika eroze půdy.

V závěru jsou vypracována doporučení s normativními údaji pro projektování strojního vybavení, které půdoochranné požadavky při pěstování plodin splňují. Zavedení nových technologií je investičně nákladné, jejich realizace bude v zemědělských podnicích postupná v několika cílených krocích.

## 6 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Předložená metodika vznikla na základě řešení věcné etapy 1 výzkumného záměru MZE 0002703102 „Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využívání přírodních zdrojů ve specifických podmínkách českého zemědělství“. Novost metodiky spočívá v uplatnění výsledků výzkumu v systému hospodaření na půdě se zaměřením na omezení rozsahu a intenzity nežádoucího zhutňování půdy a na zlepšení propustnosti půdy pro vodu. Metodika je příspěvkem k uplatnění postupů hospodaření přispívajících k uchování produkčních i mimoprodukčních funkcí zemědělské půdy.

## 7 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena pro zemědělské podniky, pro vzdělávací instituce a pro pracovníky zemědělského odborného poradenství. V elektronické podobě bude metodika k dispozici na webových stránkách vydavatele ([www.vuzt.cz](http://www.vuzt.cz)), v tištěné podobě bude k dispozici pro systém rezortního poradenství.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- CHAMEN W.C.T.: Controlled Traffic Farming – an essential part of reducing in-field variability. GPS autopiloty v zemědělství. ČZU v Praze a Leading Farmers CZ, Praha, 2009, p. 9-17.
- GINTING D., MONCRIEF J.F., GUPTA S.C.: Performance of a variable tillage systems based on interaction with landscape and soil. Precision Agriculture vol. 4, no. 1, Kluwer Academic Publishers. Netherlands, 2003, p. 19-34.
- HEJDUK S.: Comparison of surface runoffs from grasslands and arable land. *Grassland Science in Europe*, 2009, No. 15, p. 63–67.
- KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M.: Měrní spotřeby nafty a exploatace strojních souprav pro zpracování půdy. In: Trendy vo výskume a vývoji poľnohospodárskych strojov a technológií v ekosystéme kultúrnej krajiny. Sborník z mezinárodní vědecké konference, Dudince 2.-3.6.2005, 2005, CD-ROM, s. 189-194.
- KOVAŘÍČEK P., HŮLA J.: Metoda automatického sledování strojních souprav a vyhodnocení dat. In: Informačné technológie v manažmente výrobných systémov. Sborník z mezinárodní vědecké konference. SPU Nitra, 2004, s. 119-124.
- KOVAŘÍČEK P., ŠINDELÁŘ R., HŮLA J., KROULÍK M.: Effect of working operations and machines on water infiltration into soil. In NOZDROVICKÝ, Ladislav (eds). Advances in labour and machinery management for a profitable agriculture and forestry. XXXII CIOSTA-CIGR Section V Conference Proceedings, Nitra, Slovakia, September 17-19, 2007, SPU Nitra, 2007, part II, s. 400-408.
- KROULÍK M., KUMHÁLA F., HŮLA J., HONZÍK I.: The evaluation of agricultural machines field trafficking intensity for different soil tillage technologies. *Soil & Tillage Research*, 2009, vol. 105, no 1, s. 171-175.
- LAMOUR A., LOTZ L.A.P.: The importance of tillage depth in relation to seedling emergence in stale seedbeds. *Ecological modelling* 201, 2007, p. 536-546.
- LHOTSKÝ J.: Zhutňování půd a opatření proti němu. *Stud. Inf. UZPI, RV*, 7/2000, s.18
- LI Y.X., TULLBERG J.N., FREEBAIRN D.M., CIESIOLKA C.A.: Effect of controlled traffic and conservation tillage on runoff and crop yield. Paper no. 041071 ASAE, St Joseph, MI, 2004, USA.
- RADFORD B.J., YULE D.F., MCGARRY D., PLAYFORD C.: Amelioration of soil compaction can take 5 years on a Vertisol under no till in semi-arid subtropics. *Soil & Tillage Research*, 2006, vol. 97, no 2, s. 249-255.
- TRUMAN C.C., FRANZMEIER D.P.: Structure, Pedological Concepts, and Water Flow. *Encyclopedia of Soil Science, Soil Conservation Technology*, Soil Science, 2006.
- TULLBERG J.N.: Wheel Traffic Effects on Tillage Draught. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 2000, vol. 75, no. 4, p. 375-382.

## 9 SEZNAM PUBLIKACÍ PŘEDCHÁZEJÍCÍCH METODICE

- ABRHAM Z., KOVAŘÍČEK P.: Technologické systémy pro aplikaci tuhých minerálních hnojiv. *Mechanizace zemědělství*. 2009, roč. LIX., č. 9, s. 56-61. ISSN 0373-6776
- GUTU D., HŮLA J., KUMHÁLA F., KOVAŘÍČEK P.: The influence of traffic in permanent traffic lanes on soil compaction parameters. In: *Trends in Agricultural Engineering 2013*,

- Prague, CULS Prague, Faculty of Engineering, 2013, p. 186-190. ISBN 978-80-213-2388-9
- HŮLA J., KOVAŘÍČEK P., KROULÍK M.: Vsakování vody do půdy a povrchový odtok vody u širokořádkových plodin. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 2010, roč. 126, č. 1, s. 22-26. ISSN 1210-3306
- HŮLA J., BADALÍKOVÁ B., KOVAŘÍČEK P., VLÁŠKOVÁ M., BARTLOVÁ J.: Úprava fyzikálních vlastností půdy a retenční schopnosti půdy zapravením kompostů z odpadní biomasy. Uplatněná certifikovaná metodika. Praha, VÚZT, v.v.i., 2012, 29 s. ISBN 978-80-86884-68-4
- HŮLA J., KOVAŘÍČEK P.: Water infiltration into soil and surface water runoff in maize growing by three cultivation technologies. In: 4th International Conference TAE 2010. Trends in Agricultural Engineering 2010. Praha, 7.-10.9.2010, CZU v Praze, 2010, p. 232-235. ISBN 978-80-213-2088-8
- HŮLA J., NOVÁK P., KOVAŘÍČEK P., STANĚK L.: Indikátory vodní eroze půdy při pěstování kukuřice. *Mechanizace zemědělství*. 2011, roč. LXI., zvláštní vydání, s. 152-158. ISSN 0373-6776
- JAVŮREK M., KOVAŘÍČEK P., VACH M., HŮLA J. : Vhodná agrotechnika zvyšuje ochranu ornice proti vodní erozi. [Suited soil management can increase the topsoil protection against water erosion]. *Úroda*. 2012, roč. 60, č. 11, s. 50-53. ISSN 0139-6013
- KOVAŘÍČEK P., ABRHAM Z., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M.: Hnojení tuhými minerálními hnojivy, vliv na půdu a vodní erozi. *Mechanizace zemědělství*, 2013, roč. LXIII, č. 9 s. 60-62. ISSN 0373-6776
- KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M., KROULÍK M., MAŠEK J.: Zapravení organické hmoty do půdy s cílem omezit povrchový odtok vody při přívalových deštích. Metodická příručka. Praha, VÚZT, v.v.i., 2012, 19 s.
- KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M.: A decrease of water infiltration in wheel ruts of farm machines. In: Crop management practices adaptable to soil conditions climate change. 6th International Soil Conference ISTRO –Branch Czech Republic, Prague, Czech Republic, 31.8.-2.9.2011 Pruhonice near Prague, Troubsko, 2011, p. 157-162. ISBN 978-80-86908-27-4
- KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M.: Snížení propustnosti zhutnělé půdy v jízdních stopách strojů. *Mechanizace zemědělství*, 2013, roč. LXIII, č. 5 s. 34-36. ISSN 0373-6776
- KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M.: Vliv zapraveného kompostu na míru povrchového odtoku vody při simulovaném zadržování. *Komunální technika*, 2013, roč. VII, č. 5, vědecká příloha, příspěvek 26, 4 s. ISSN 1802-2391.
- KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M.: Vliv zapravení kompostu na pórovitost a na vlhkost půdy. *AgriTech Science* <http://www.agritech.cz/>, 2013, č. 2, článek 3, s. 1-5. ISSN 1802-8942
- KOVAŘÍČEK P., KROULÍK M., HŮLA J., MAREŠOVÁ K., BRANT V., PROCHÁZKOVÁ B.: Water infiltration under different soil tillage treatment. In: Technology and management to ensure sustainable agriculture, agro systems, forestry and safety. XXXIII CIOSTA CIGR V Conference 2009, Reggio Calabria, Italy, 17.-19. June 2009, University Mediterranea of Reggio Calabria, 2009, vol. 3, p. 1735-1739. ISBN 978-88-7583-031-2
- KOVAŘÍČEK P., MAREŠOVÁ K., HŮLA J., KROULÍK M., VLÁŠKOVÁ M.: Effect soil loosening intensity on water runoff rate under simulated rain conditions. In: 4th

- International Conference TAE 2010. Trends in Agricultural Engineering 2010. Praha, 7.-10.9.2010, CZU v Praze, p. 329-333. ISBN 978-80-213-2088-8
- KOVAŘÍČEK P., MAREŠOVÁ K., HŮLA J., KROULÍK M.: Využití hrůbkování při pěstování širokořádkových plodin. Listy cukrovarnické a řepařské. 2010, roč. 126, č. 3, s. 91-96. ISSN 1210-3306
- KOVAŘÍČEK P., MAREŠOVÁ K., KOLLÁROVÁ M., VLÁŠKOVÁ M.: Vliv kompostu na objemovou hmotnost, vodní kapacitu a hydraulickou vodivost substrátu. Agritech Science <http://www.agritech.cz/>, 2010, č. 2, článek 6, s. 1-8. ISSN 1802-8942
- KOVAŘÍČEK P., PLÍVA P., ABRHAM Z., VLÁŠKOVÁ M.: Modelové postupy výroby kompostu na farmě pro vlastní spotřebu. *Komunální technika*. 2012, roč. 6, č. 5, příloha CD Nové směry ve využití zemědělské dopravy a manipulační techniky ve vztahu k životnímu prostředí. příspěvek 7. 11 s. ISSN 1802-2391
- KOVAŘÍČEK P., PLÍVA P., VLÁŠKOVÁ M. : Metoda sledování účinku agrotechnických zásahů na vsakování vody do půdy. *Bioměsíčník*. 2012, roč. 16, č. 7-8, s. 19-20.
- KOVAŘÍČEK P., ŠINDELÁŘ R., ANDERT D., VLÁŠKOVÁ M, FRYDRYCH J.: Hodnocení povrchového odtoku vody na trvalém travním porostu při intenzivních dešťových srážkách, <http://www.agritech.cz/>, 2008, č. 2, článek 4, s. 1-8.
- KOVAŘÍČEK P., VLÁŠKOVÁ M., NOVÁK P., HŮLA J.: Vliv utužení povrchu půdy na infiltraci dešťové vody. *Mechanizace zemědělství*. 2011, roč. LXI, č. 6, s. 34-36. ISSN 0373-6776
- KROULÍK M., BRANT V., MAŠEK J., KOVAŘÍČEK P.: Influence of soil tillage treatment and compost application on soil properties and water infiltration. In: 4th International Conference TAE 2010. Trends in Agricultural Engineering 2010. Praha, 7.-10.9.2010, CZU v Praze, p. 343-349. ISBN 978-80-213-2088-8.
- KROULÍK M., KOVAŘÍČEK P., BRANT V., PROCHÁZKA L.: Vliv stupňovaného dávkování kompostu a technologie zpracování na infiltrační vlastnosti půdy. *Komunální technika*. 2012, roč. 6, č. 5, příloha CD Nové směry ve využití zemědělské dopravy a manipulační techniky ve vztahu k životnímu prostředí. příspěvek 46. 5 s. ISSN 1802-2391
- MAREŠOVÁ K., HŮLA J., ŠEDIVCOVÁ G., KOVAŘÍČEK P. Ovlivnění fyzikálních vlastností půd prostřednictvím kompostů z biologicky rozložitelných odpadů. In *Využitie výsledkov výskumu k zlepšeniu vzťahu poľnohospodárskej činnosti a životného prostredia*. Mužla, 17.3.2009. SPU Nitra: Scientific Pedagogical Publishing, 2009 s. 37-45. ISBN 978-80-552-0191-7
- NOVÁK P., KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M. : Zpracování půdy z hlediska povrchového odtoku vody. *Komunální technika*. 2012, roč. 6, č. 5, příloha CD Nové směry ve využití zemědělské dopravy a manipulační techniky ve vztahu k životnímu prostředí. příspěvek 32. 4 s. ISSN 1802-2391
- NOVÁK P., KOVAŘÍČEK P., MAŠEK J., HŮLA J.: Measurement of soil resistance to water erosion in three ways of establishing maize crop. In. *Engineering for rural development*. 10th International Scientific Conference. 2011, Jelgava, Latvia University of Agriculture, 26.-27.5.2011, s. 51-54. ISSN 1691-3043
- PLÍVA P. a kol.: *Kompostování v pásových hromadách na volné ploše*. Praha, Vydavatelství Profi Press, s.r.o., 2009. 1. vydání, 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8
- PLÍVA P. a kol.: *Technika pro kompostování v pásových hromadách*. VÚZT,v.v.i., Praha, 2005, 72 s. ISBN 80-86884-02-3
- PLÍVA P., KOVAŘÍČEK P., VLÁŠKOVÁ M. : Význam organické hmoty (kompostu) pro půdní strukturu. *Bioměsíčník*. 2012, roč. 16, č. 6, s. 19-20.

- PLÍVA P., KOVAŘÍČEK P., VLÁŠKOVÁ M.: Technologie kompostování zbytkové biomasy ze zemědělské činnosti . *Úroda*, 2013, roč. 61, č. 12, vědecká příloha CD Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů, s. 68-75. ISSN 0139-6013.
- PLÍVA P., KOVAŘÍČEK P., VLÁŠKOVÁ M.: Zpracovávání zbytkové travní hmoty. In.: *Ekológia travneho porastu. Zborník vedeckých prác.*, Centum vyskumu rastlinnej výroby Pišťany, 2013, s. 182-187. ISBN 978-80-89417-48-3, EAN 9788089417483
- PLÍVA P.: Měření optimálního průběhu kompostovacího procesu. *Komunální technika*, 2010, roč. 4, č. 3. s. 22-26. ISSN 1802-2391
- ROY A., LAURIK S., PLÍVA P.: Výroba kompostů s různou objemovou hmotností. *Metodika pro praxi*. Praha, VÚZT, 2010, 20 s.
- ŠINDELÁŘ R., KROULÍK M., KOVAŘÍČEK P., VLÁŠKOVÁ M., HŮLA J.: Měření infiltrace vody do půdy pomocí kruhového infiltrometru Mini Disk <http://www.agritech.cz/>, 2008, č. 3, článek 4, s. 1-5. ISSN 1802-8942



*Název:* **SYSTÉM HOSPODAŘENÍ S CÍLEM OMEZIT NEŽÁDOUCÍ  
ZHUTNĚNÍ PŮDY A ZVÝŠIT PROPUSTNOST PŮDY PRO  
VODU**

*Autoři:* **Ing. Pavel Kovaříček, CSc.  
Prof. Ing. Josef Hůla, CSc.  
Ing. Zdeněk Abraham, CSc.  
Marcela Vlášková**

*Oponenti:* **Ing. Michaela Budňáková  
Ing. Milan Vach, CSc.**

**Registrační číslo č.j.: 14484/2014-MZE-17221**



**Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha-Ruzyně**

**2014**