

# UŽITÍ KYPŘIČŮ V TECHNOLOGIÍCH ZPRACOVÁNÍ PŮDY BEZ ORBY



**Kolektiv autorů**

**Metodická příručka**

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

**Metodická příručka je výstupem projektu TAČR TA04011200**  
**„*Nová generace stroje pro zpracování půdy*“**  
řešeném v období od 1.1.2015 do 31.12.2017

© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Drnovská 507, 161 01 Praha 6-Ruzyně  
2017

ISBN 978-80-7569-001-2

Vydáno bez jazykové úpravy

# **Užití kypřičů v technologiích zpracování půdy bez orby**

*Autoři:* **Ing. Pavel Kovaříček, CSc.**  
**prof. Ing. Josef Hůla, CSc.**  
**Ing. Michal Nýč**  
**Ing. Zdeněk Abrham, CSc.**  
**Ing. Radek Pražan, Ph.D.**  
**Ing. Jakub Čedík, Ph.D.**  
**Ing. Ilona Gerndtová**  
**Mgr. Martin Stehlík**  
**Marcela Vlášková**

## **Metodická příručka**

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

Vydáno bez jazykové úpravy

2017

## **Užití kypřičů v technologiích zpracování půdy bez orby**

Konstrukční provedení soudobých kypřičů umožňuje kromě kypření volit intenzitu drobení půdy, stupeň zapravení rostlinných zbytků do půdy, její utužení i urovnání povrchové vrstvy půdy. V technologických postupech pěstování plodin může tento typ kypřičů půdu bez obracení nakypřit do stejné hloubky jako pluhy při orbě, rozptýlit vysoký podíl posklizňových zbytků ve vrchní vrstvě ornice a zároveň ponechat dostatečné zakrytí povrchu půdy rostlinnými zbytky, aby se snížilo ohrožení vodní erozí. Jednou operací lze v zkrácených agrotechnických termínech připravit půdu pro setí následné plodiny. Dláta u hloubkových kypřičů vytvářejí hřebenité dno, které brání vzniku zhutnělé vrstvy v podornici. Tím se zlepšuje vsakování vody do podzemních vod a umožňuje kořenovému systému kulturních rostlin rozvoj do hloubky.

*Klíčová slova:* kypřiče; zpracování půdy; zapravení rostlinných zbytků; ekonomické hodnocení

## **Use of tillers in soil tillage technologies**

The design of contemporary cultivators allows, in addition to loosening, to choose the intensity of soil tillage, the degree of incorporation of plant residues into the soil, its consolidation and the settlement of the surface layer of the soil. In crop cultivation technology, this type of cultivator can invert the soil to the same depth as ploughs, disperse the high proportion of post-harvest residues in the upper layer of the topsoil, and keep enough of plant residues on the soil surface to reduce the risk of water erosion. One operation can be used to prepare soil for sowing subsequent crops in abbreviated agrotechnical terms. The chisels of the chisel tillers form a crest-like floor that prevents the formation of a compacted layer in the subsoil. This improves water infiltration into groundwater and allows the root system of crop plants to develop in depth.

*Keywords:* tillers; soil tillage; incorporation of plant residues; economic evaluation

# OBSAH

<b>CÍL METODIKY</b> .....	<b>6</b>
<b>1 UŽITÍ KYPŘIČŮ</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1 Obecné výhody a nevýhody bezorebného zpracování půdy pomocí kypřičů</b> .....	<b>6</b>
<b>1.2 Rozdělení kypřičů</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2.1 Dle hloubky zpracování</b> .....	<b>8</b>
1.2.1.1 Kypřiče pro mělké zpracování do 150 mm .....	9
1.2.1.2 Kypřiče pro středně hluboké zpracování do 200 mm .....	10
1.2.1.3 Kypřiče pro hluboké zpracování do 300 mm .....	11
1.2.1.4 Kypřiče pro prohlubování nad 300 mm .....	11
<b>1.2.2 Dle intenzity míchání a zapravení rostlinných zbytků</b> .....	<b>11</b>
1.2.2.1 Kypření bez intenzivního promíchání a zapravení rostlinných zbytků .....	12
1.2.2.2 Kypření s intenzivním promícháním a zapravením rostlinných zbytků .....	12
1.2.2.3 Kypření s kombinovanou intenzitou promíchání a zapravení rostlinných zbytků .....	13
<b>1.2.3 Dle profilu zpracování půdy</b> .....	<b>13</b>
1.2.3.1 S celoplošným kypřením .....	13
1.2.3.2 Se zónovým kypřením .....	13
<b>1.2.4 Dle způsobu kypření</b> .....	<b>14</b>
1.2.4.1 S jednodušným kypřením .....	14
1.2.4.2 S postupným víceúrovňovým prohlubováním .....	15
<b>1.3 Vertical tillage</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4 Nová generace kypřičů pro postupné víceúrovňové prohlubování půdy</b> .....	<b>16</b>
<b>2 VÝSLEDKY MĚŘENÍ A HODNOCENÍ PRÁCE KYPŘIČŮ</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 Vliv kypřičů na zapravování rostlinné biomasy</b> .....	<b>18</b>
2.1.1 Stupeň zapravení posklizňových zbytků do půdy .....	18
2.1.2 Příčný profil povrchu půdy a dna zpracované vrstvy půdy, hrudovitost v povrchové vrstvě .....	20
2.1.3 Vliv rostlinných zbytků v ornici na objemovou hmotnost půdy a povrchový odtok vody při intenzivních dešťových srážkách .....	21
2.1.4 Vliv technologie pěstování a způsobu založení porostu kukuřice na povrchový odtok vody .....	23
<b>2.2 Výsledky měření a hodnocení kypřičů porovnání s orbou radličným pluhem</b> .....	<b>25</b>
2.2.1 Vlastnosti pracovních nástrojů radličkového kypřiče .....	25
2.2.2 Vliv kypření na rychlost infiltrace vody do půdy .....	28
2.2.3 Zapravení posklizňových zbytků dlátovými kypřiči .....	32
2.2.4 Vyhodnocení pokryvnosti povrchu půdy při podmítce dlátovými kypřiči .....	34
<b>2.3 Energetická náročnost kypření, porovnání s orbou</b> .....	<b>36</b>
2.3.1 Porovnání tahového odporu strojů při zpracování půdy .....	36
2.3.2 Výsledky měření tahového odporu na pozemku v České Skalici .....	37
2.3.3 Porovnání tahových sil a měrného odporu u dlátových kypřičů Triton 600 PS, Terrix Dual 600 PS při zpracování půdy .....	39
<b>3 EKONOMIKA ZPRACOVÁNÍ PŮDY S VYUŽITÍM KYPŘIČŮ</b> .....	<b>42</b>
<b>3.1 Doporučené stroje pro agrotechnické operace zpracování půdy a založení porostu</b> .....	<b>42</b>
<b>3.2 Požadované funkce vybraných strojů</b> .....	<b>46</b>
<b>3.3 Technologie založení porostu vybraných plodin a porovnání přímých nákladů</b> .....	<b>47</b>
<b>3.4 Náklady technologických operací na 1 ha (příklad výstupu z expertního systému „Technologie a ekonomika plodin“ <a href="http://www.vuzt.cz">www.vuzt.cz</a>)</b> .....	<b>50</b>
3.4.1 Komentář k nákladům .....	51
<b>3.5 Vybrané technologie založení porostu vybraných plodin</b> .....	<b>52</b>
<b>4 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY</b> .....	<b>54</b>
<b>5 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE</b> .....	<b>54</b>

# CÍL METODIKY

Seznámit zemědělskou veřejnost s vlastnostmi kypřičů pro hloubkové a vertikální zpracování půdy. V technologických postupech pěstování plodin může tato skupina kypřičů půdu bez obrácení nakypřit do stejné hloubky jako pluhu, rozptýlit vysoký podíl posklizňových zbytků ve vrchní vrstvě ornice a zároveň ponechat dostatečné zakrytí povrchu půdy rostlinnými zbytky, aby se k snížilo ohrožení vodní erozí. Finální úpravu půdy – urovnání povrchu, drcení hrud a zpětné utužení zajišťují za pracovními nástroji pro kypření usměrňovací talíře a utužovací válce. Jednou operací lze v zkrácených agrotechnických termínech připravit půdu pro setí následné plodiny v jedné operaci. Kypřiče jsou vhodné pro zapravení velkého množství posklizňových zbytků obilnin s vysokým výnosem a kukuřice na zrno. Při jejich využívání se předpokládá vysoká úroveň prokypření půdy. Hřebenitost dna zpracované půdy brání vzniku zhutnělé vrstvy v podorničí a zlepšuje vsakování vody do podzemních vod a umožňuje lepší rozvoj kořenového systému kulturních rostlin.

## 1 UŽITÍ KYPŘIČŮ

V soudobých technologiích zpracování půdy mají kypřiče s nepoháněnými pracovními nástroji široké uplatnění. Kypřiči rozumíme stroje, jejichž funkční princip se zásadně liší od funkce radličného pluhu. Kypřiče nepřeklápějí skývu a ve většině případů nepřemísťují zpracovávanou vrstvu půdy do boku. Při konvenčním zpracování půdy s orbou jsou radličkové a talířové kypřiče využívány jako podmítače a stroje pro opakované mělké kypření. Dlátové kypřiče mají universální charakter. Jsou využívány pro středně hluboké a hluboké kypření, v případě potřeby pro rozrušení zhutnělé vrstvy půdy v půdním profilu do hloubky 0,45 m. Při vybavení dlát křídly jsou vhodné pro mělké kypření do 0,10 m a středně hluboké kypření do 0,20 m.

V technologiích bez orby je zpracování půdy zcela zajišťováno kypřiči. Výhodou mělkého kypření ornice při podmítce a opakovaném mělkém kypření je vysoká plošná výkonnost daná pojezdovou rychlostí přes 10 km za hodinu i možností zvětšovat pracovní záběr kypřičů bez zásadního omezení, jako je tomu u kypřičů s poháněnými pracovními nástroji. Některé z kypřičů s nepoháněnými pracovními nástroji je možné využít i pro předseťovou přípravu půdy. Konstrukční provedení soudobých kypřičů je často kombinované, kromě vlastního kypření je možné volit stupeň zapravení rostlinných zbytků do půdy a intenzitu drobení a urovnání povrchové vrstvy půdy.

### 1.1 Obecné výhody a nevýhody bezorebného zpracování půdy pomocí kypřičů

Základní operací zpracování půdy byla do 80. let minulého století orba. Orba řeší problém posklizňových zbytků, intenzivně provzdušňuje půdu, mobilizuje živiny v organických vazbách, odstraňuje zhutnění půdy způsobené přejezdy strojů v ornici, potlačuje růst plevelů. Orba své poslání plní jen za příznivé půdní vlhkosti. Rostlinné zbytky předplodin, meziplodin a nadzemní části plevelů jsou zapraveny do spodní třetiny zpracovávané vrstvy ornice. Při orbě se půda drobí, kypří a zpracovávaná vrstva půdy se obrací. Tento efekt orbu odlišuje od zpracování půdy kypřiči. A právě obrácením ornice se s povrchu půdy odstraní rostlinný pokryv, který půdu chrání před působením dešťových kapek a zvyšuje rychlost infiltrace vody do půdy. Proto se zpracování půdy s orbou neřadí mezi půdoochranné technologie.

V současnosti mají zemědělci k dispozici traktory a kypřiče, které jsou schopné nakypřit půdu bez obrácení ornice rychleji než orbou. V Česku se bezorebná technologie prosadila nejdříve na těžkých půdách, na kterých jsou agrotechnické lhůty pro kvalitní orbu

velmi krátké. Výhodou kypřičů ve srovnání s pluhem je vyšší výkonnost a možnost zpracovávat mělkou vrstvu půdy. Operativnost a plošná výkonnost je u kypřičů vyšší, lze lépe využít dobu s příznivými vlhkostními podmínkami půdy. Největší rozdíl mezi konvenčním zpracováním půdy s orbou a bezorebnými technologiemi je v rozložení zapravovaných organických látek v půdním profilu. Při zpracování kypřiči je zvýšen jejich podíl v horní vrstvě ornice. Rostlinné zbytky na povrchu a v povrchové vrstvě snižují povrchový odtok vody při dešti, brání přemokření povrchu půdy a vzniku půdní krusty, snižují výkyvy teploty a udržují vyšší vlhkost v horní vrstvě ornice. Rostlinné zbytky v půdě vytvářejí preferenční cesty pro vsakování vody ve vertikálním směru a snižují sklon půdy k nežádoucímu zhutňování. Tento protierozní účinek je důležitým kladným půdoochranným efektem.

Důvodem pro využívání půdoochranných systémů je požadavek na vysokou pokrývnost povrchu půdy rostlinnými zbytky (alespoň 30 %), a to i mimo dobu vegetace hlavní plodiny, i požadavek na zvýšení podílu rostlinných zbytků v povrchové vrstvě půdy do hloubky 100 mm. To jsou důležité faktory, které zvyšují rychlost vsakování vody při dešťových srážkách a snižují mechanické rozrušování půdních agregátů dešťovými kapkami na povrchu půdy. Technologické systémy bez orby tyto požadavky splňují. Je třeba zdůraznit, že úspěšné uplatnění postupů bez orby není jednoduché a předpokládá dokonalé zvládnutí agrotechniky. Úspora nákladů na samotném zpracování půdy je významná, ale nezaručuje dosažení příznivých nákladů na jednotku produkce.

Na druhou stranu mohou rostlinné zbytky na povrchu sehrát i negativní roli při zakládání porostů. Velké množství slámy v povrchovém horizontu způsobuje větvení kořenů, vyšší nebezpečí škod způsobených od slimáček, drátovců a hrabošů, nárůst zaplevelení vytrvalými a obtížně hubitelnými plevely. Nemalým problémem je i přenos některých chorob, především houbových.

V technologiích zakládání porostů 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 nad 10 km/h vyžaduje kvalitní vedení secích botek v půdě s cílem dosáhnout rovnoměrné hloubky uložení osiva v půdě. Při setí je třeba zabránit zatlačování rostlinných zbytků do půdy.

### **Základní výhody a nevýhody kypřičů**

#### **➤ Výhody:**

- kvalitní promíchání rostlinných zbytků se zeminou zajišťuje rychlejší rozklad organické hmoty a potlačuje její negativní působení na kořeny a dostupnost vody pro rostliny,
- dlátové kypřiče zanechávají porézní dno, čímž se výrazně zlepšuje vsakování vody do hlubších vrstev,
- při práci kypřiče rovnají povrch půdy a obvykle ji i optimálně zpětně utužují,
- při práci s kypřiči nevzniká problém při opakovaném přejezdu stejného místa např. na souvratích a v klínech pozemků,
- práce s kypřiči je nenáročná na obsluhu,
- kypřiče mají vysokou pracovní rychlost nad 10 km/h a mohou mít velké pracovní záběry, takže lze s výkonnými traktory dosáhnout velmi vysoké výkonnosti,
- kypřiče obvykle velmi dobře vnikají do půdy, a to i do půdy velmi utužené nebo postižené suchem,
- kypřiče jsou odolné i při práci v kamenitých půdách.

#### **➤ Nevýhody:**

- při vysokém výnosu slámy zůstává na povrchu půdy velké množství rostlinných zbytků,
- účinnost proti plevelům je dobrá pouze za teplého slunečného počasí, a pokud nejsou plevely přerostlé,

- při práci za vlhka mívají traktory vyšší prokluz, protože jedou po vlhkém povrchu půdy.

### **Základní výhody a nevýhody pluhů**

#### ➤ **Výhody:**

- 100% zapravení rostlinných zbytků do půdy – působí fytosanitárně,
- vysoká účinnost hubení plevelů, a to i silně vzrostlých a za mokrého a chladného počasí,
- velmi nízký měrný tahový odpor,
- menší problém s prokluzem kol traktoru při podzimní a zimní orbě díky tomu, že traktor jede jednou stranou v brázdě, kde je půda sušší a zajišťuje lepší trakci.

#### ➤ **Nevýhody:**

- 100% zapravení rostlinných zbytků do půdy – zvyšuje erozi půdy,
- rostlinné zbytky jsou koncentrovány u dna brázd, hůře se rozkládají a působí negativně na růst kořenů a dostupnost vody pro kořeny,
- plužní čepele utužují celoplošně dno půdy a výrazně zhoršují vsakování vody do hlubších vrstev,
- nutnost dodržení orebního poměru snižuje rozsah nastavitelné hloubky orby,
- nižší pracovní rychlost okolo 8 km/h a menší pracovní záběry snižují celkovou výkonnost,
- náchylné na vytváření nerovností na poli, problematické při opakovaném přejezdu stejným místem na souvrati nebo při orání klínů pozemků,
- vyžadují velmi zručnou a zkušenou obsluhu,
- problematické na utužených půdách, kde pluh často špatně vnikají do půdy.

## **1.2 Rozdělení kypřičů**

Kypřiče lze dělit podle řady hledisek. V praxi se používá celá řada kypřičů různých koncepcí, jednoduché i kombinované, s různými pracovními nástroji, které lze rozdělit z těchto pohledů:

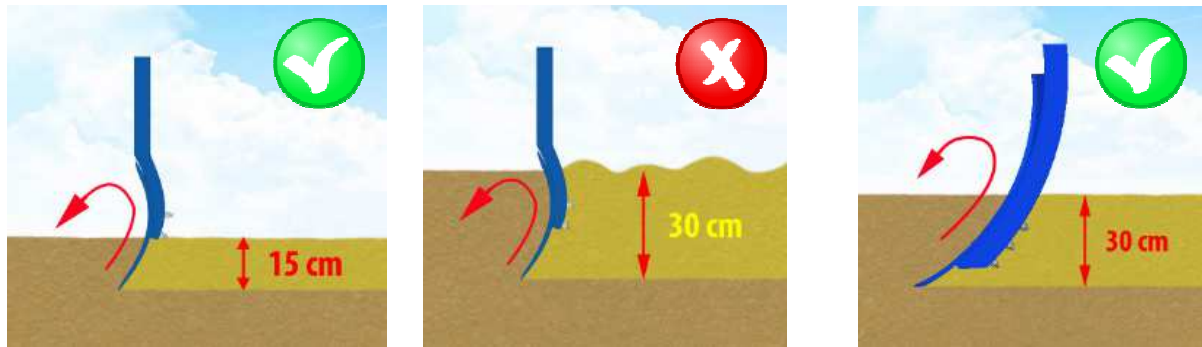
- dle konstrukční hloubky zpracování půdy,
- dle intenzity míchání a zapravení rostlinných zbytků,
- dle profilu zpracování,
- dle způsobu kypření.

Na základě kombinace uvedených vlastností již lze většinu kypřičů systematicky zatřídit a vystihnout jejich podstatu.

### **1.2.1 Dle hloubky zpracování**

Dle hloubky zpracování lze kypřiče rozdělit na kypřiče pro mělké zpracování, pro středně hluboké zpracování, pro hluboké zpracování a pro prohlubování. Konstrukce kypřičů a jejich pracovních nástrojů musí být rozsahu pracovních hloubek přizpůsobena. Jedná se především o světlost rámu zajišťující dostatečnou průchodnost při maximální hloubce zpracování a dále o geometrii pracovních nástrojů, zajišťující požadované kypření a míchání půdy a snižující nežádoucí kompresi půdy poškozující půdní strukturu a vyvolávající nadměrnou tvorbu hrud (obr. 1).



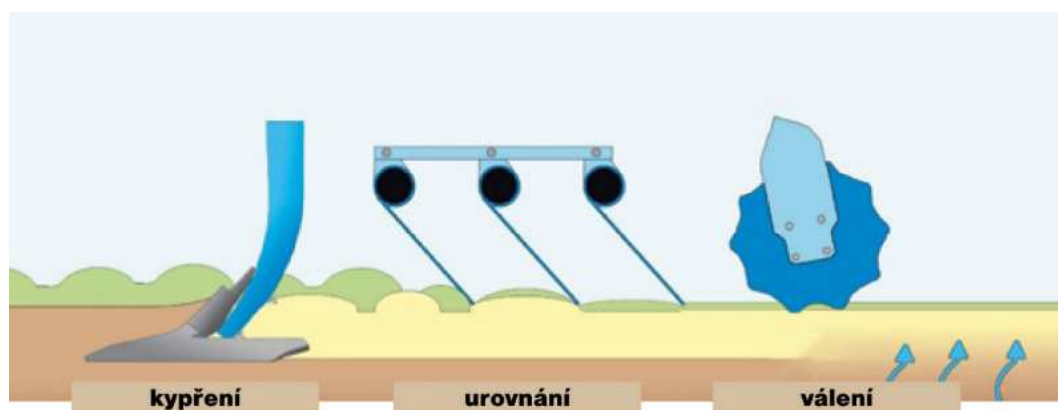


**Obr. 1 Geometrie pracovních nástrojů musí být přizpůsobena hloubce zpracování půdy. Jinak dochází k nadměrné tvorbě hrud. Na prostředním obrázku je vidět vznik nežádoucí komprese půdy při nevhodné geometrii kypřícího dláta při velké hloubce zpracování. Výrazně se zvyšuje i tahový odpor.**

#### **1.2.1.1 Kypřiče pro mělké zpracování do 150 mm**

Kypřiče pro mělké kypření jsou obvykle koncipovány jako radličkové kypřiče s geometrií dlát přizpůsobenou cílové hloubce zpracování půdy 60-150 mm. Radličky jsou na kypřících rozmístěny ve 3-4 řadách, čímž je ovlivněna výsledná rozteč radliček vůči pracovní šířce stroje. V jedné řadě mají radličky rozestupy 500-800 mm z důvodu dostatečné průchodnosti a snížení rizika ucpávání. Celková rozteč radliček je u třířadých kypřičů 170-270 mm a u čtyřřadých kypřičů 125-200 mm. Radlice jsou obvykle jištěny pružnou slupicí nebo pružinovým jištěním s odjišťovací silou na hrotu radlice 1 500-2 500 N. Menší rozteč radliček zajišťuje intenzivnější promíchání a celoplošné zpracování půdy, roste však měrný tahový odpor strojů.

V konstrukci radličkových kypřičů určených pro mělké kypření v systémech ochranného zpracování půdy je výrazným trendem uplatňování šípových plochých podřezávacích radliček, které umožňují docílit rovnoměrné zpracování půdy i při nastavení stroje na velmi malou hloubku kypření (60-80 mm). Pro přesné dodržení požadované pracovní hloubky jsou kypřiče často vybaveny nejen válci, ale i větším počtem opěrných kol. Konstrukční řešení těchto radličkových kypřičů přispívá k tomu, že účinně urovnávají půdu, což se příznivě projevuje při víceletém využívání technologií založených na mělkém kypření půdy bez orby (obr. 2). Nevýhodou kypřičů s plochými radlicemi je celoplošné utužování dna pod kypřenou vrstvou půdy a zhoršování vsakování vody. Kypřiče jsou proto také osazovány dláty, která sice nezajistí rovnoměrné celoplošné podříznutí, ale zajišťují porézní dno a významně zlepšují vsakování vody do půdy. Pracovní záběry radličkových kypřičů pro mělké zpracování půdy jsou v Evropě až 15 m, v severní Americe pak i přes 20 m.



**Obr. 2 Mělké kypření s využitím kypřiče s plochými šípovitými radlicemi, urovnávacími pruty a utužovacím válcem**

Pro mělké kypření jsou vhodné také talířové kypřiče. Talířové kypřiče mají talíře umístěny buď na jedné společné hřídeli pro každou sekci, nebo jednotlivě každý talíř na samostatné slupici jištěné pružinou nebo pryžovými elementy. Talíře jsou obvykle ve dvou řadách, hloubkové vedení zajišťuje utužovací válec. Rozteč talířů v jedné řadě je 250-300 mm. Maximální pracovní hloubka talířů je 120-150 mm, výjimečně více. Nevýhodou koncepce talířů na společné hřídeli je velká náročnost na seřízení a sklon vytvářet při práci nerovnosti. Talířové kypřiče s talíři na samostatných slupicích naopak povrch půdy urovnávají a v praxi se v poslední době díky tomu uplatňují výrazně více. Talířové kypřiče jsou vhodné pro kypření v podmínkách s velkým množstvím špatně podrcených rostlinných zbytků, protože dokážou rostlinné zbytky částečně nakrájet. Výhodné jsou také pro mělké letní podmítky, kdy vykazují velmi vysokou kvalitu drobení a nižší provozní náklady na opotřebení talířů oproti radličkám u kypřičů radličkových. Nevýhodou talířových kypřičů je horší vnikání do půdy na silně utužených pozemcích nebo za extrémního sucha. Pracovní záběry talířových kypřičů jsou v Evropě až 15 m, v severní Americe i přes 20 m.

#### **1.2.1.2 Kypřiče pro středně hluboké zpracování do 200 mm**

Kypřiče pro středně hluboké kypření jsou obvykle koncipovány jako dlátové kypřiče s geometrií dlát přizpůsobenou cílové hloubce zpracování půdy 100-200 mm. Geometrie dlát i světlost rámu strojů jsou optimalizovány s ohledem na průchodnost a optimální kypření a míchání. Dlata jsou na kypřičích rozmístěna ve 2-4 řadách, čímž je ovlivněna výsledná rozteč dlát vůči pracovní šířce stroje. Dlata mohou být vybavena bočními křídly, zajišťujícími celoplošné podříznutí půdy při menších hloubkách zpracování. V jedné řadě mají dlata rozestupy 600-800 mm z důvodu dostatečné průchodnosti a snížení rizika ucpávání. Celková rozteč dlát u dvouřadých kypřičů je 300-400 mm, u třířadých kypřičů 200-270 mm a u čtyřřadých kypřičů 150-200 mm. Menší rozteč dlát zajišťuje intenzivnější promíchání a celoplošné zpracování půdy, roste však měrný tahový odpor strojů. Z pohledu zapravení rostlinných zbytků (co nejnižší podíl rostlinných zbytků na povrchu půdy) pracují paradoxně nejlépe kypřiče dvouřadé a třířadé. Čtyřřadé kypřiče půdu s rostlinnými zbytky lépe promíchávají, ale podíl rostlinných zbytků na povrchu půdy je po zpracování vyšší. Kypřicí dlata bývají obvykle jištěna pružinovým jištěním s odjišťovací silou na hrotu 2 500-4 000 N. Kypření do hloubky 100-200 mm je v současnosti nejrozšířenější způsob náhrady orby při pěstování běžných plodin. Pracovní záběry kypřičů pro středně hluboké zpracování se pohybují do 10 m.

### **1.2.1.3 Kypřiče pro hluboké zpracování do 300 mm**

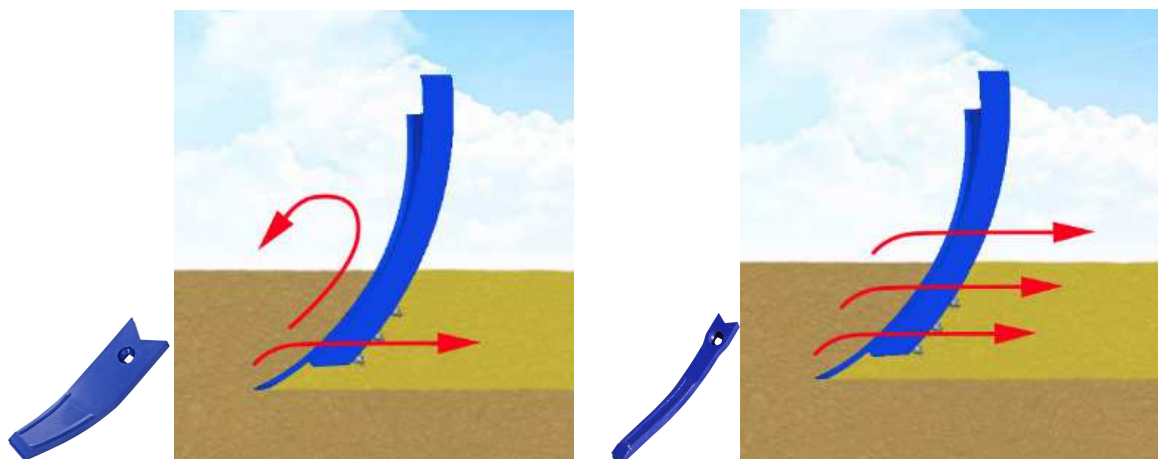
Kypřiče pro hluboké kypření jsou obvykle koncipovány jako dlátové kypřiče s geometrií dlát přizpůsobenou cílové hloubce zpracování půdy 150-300 mm. Geometrie dlát i světlost rámu strojů jsou optimalizovány s ohledem na průchodnost a optimální kypření a míchání. Dlata jsou na kypřičích rozmístěna ve 2-4 řadách, čímž je ovlivněna výsledná rozteč dlát vůči pracovní šířce stroje. Dlata mohou být vybavena bočními křídly, zajišťujícími celoplošné podříznutí půdy při menších hloubkách zpracování. V jedné řadě mají dlata rozestupy 600-800 mm z důvodu dostatečné průchodnosti a snížení rizika ucpávání. Celková rozteč dlát u dvouřadých kypřičů je 300-400 mm, u třířadých kypřičů 200-270 mm a u čtyřřadých kypřičů 150-200 mm. Menší rozteč dlát zajišťuje intenzivnější promíchání a celoplošné zpracování půdy, roste však měrný tahový odpor strojů. Kypřicí dlata bývají obvykle jištěna pružinovým jištěním s odjišťovací silou na hrotu 4 000-5 500 N. Kypření do hloubky až 300 mm nabývá v současnosti neustále na významu v souvislosti se zvyšujícími se výnosy a velkým množstvím rostlinných zbytků na povrchu půdy po sklizni, které je nutné rozptýlit ve velkém objemu zeminy. Pracovní záběry kypřičů pro hluboké zpracování jsou až 8 m.

### **1.2.1.4 Kypřiče pro prohlubování nad 300 mm**

Zpracováním do stálé hloubky se může vytvářet podorniční vrstva se zhutnělou půdou, která při vyšších dešťových srážkách zpomaluje vsakování vody. Pozitivní vliv prohlubovacího kypření byl prokázán na pokusech. Pro periodické rozrušování zhutnělých podorničních vrstev půdy se využívají dlátové kypřiče. Pracují podle mocnosti ornice do hloubky 300-450 mm. Časté je doplnění těchto kypřičů secími stroji pro založení porostu mezplodiny. Prohlubovací kypření je vhodné v technologických postupech zpracování půdy bez orby opakovat v intervalu 5 až 6 let. Při využívání orebného systému zpracování půdy může být tento interval prodloužen na dobu cca 10 let. Kypřiče pro prohlubování mají masivní úzká dlata v jedné nebo dvou řadách s roztečí dlát v jedné řadě 700-1000 mm. Geometrie dlát je navržena tak, aby dlata velmi účinně vnikala i do velmi utužených vrstev a aby při kypření nedocházelo k promíchání půdy z hlubokých a povrchových vrstev. Dlata bývají vybavena automatickým jisticím pružinovým nebo častěji hydraulickým mechanismem s odjišťovací silou na hrotu dláta 6 000-10 000 N. Tahový odpor prohlubovacích kypřičů je výrazně vyšší a vyžadují výkonný tažný prostředek. Pracovní záběry jsou obvykle do 6 m.

## **1.2.2 Dle intenzity míchání a zapravení rostlinných zbytků**

Geometrie pracovních nástrojů přímo ovlivňuje intenzitu promíchávání půdy s rostlinnými zbytky. Pokud jsou použita úzká nožová dlata nebo ploché radlice, je promíchávání půdy při kypření výrazně menší. Naopak širší dlata zajišťují velmi intenzivní promíchání půdy s rostlinnými zbytky (obr. 3). Důležitý je i elevační úhel radlic. U nožových dlát je obvykle využívána takřka svislá poloha slupice a rovná dlata, která zajišťují minimální míchání a vynášení spodiny na povrch. U širších dlát je pro intenzivní míchání využíván parabolický tvar slupice a dláta.



**Obr. 3 Široká parabolická dláta (vlevo) zajišťují intenzivní elevaci a míchání půdy s rostlinnými zbytky. Při použití velmi úzkých dlát (vpravo) je míchání minimální a kypřená půda dláto spíše „obtéká“.**

Velmi intenzivní míchání zajišťují také talířové kypřiče. V praxi však dosahují pracovní hloubky 120-150 mm, výjimečně 180-200 mm u strojů speciální konstrukce a při příznivých půdních podmínkách (málo utužená půdy s optimální vlhkostí).

#### **1.2.2.1 Kypření bez intenzivního promíchání a zapravení rostlinných zbytků**

Pokud požadujeme zvýšený podíl rostlinných zbytků zanechaných na povrchu půdy při mělkém kypření, je výhodné použít radličkové kypřiče s plochými podřezávacími šípovými radličkami. Tento typ kypřiče zpracovává povrchovou vrstvu půdy a do půdy zapraví jen málo rostlinných zbytků. Podmínka radličkovými kypřiči vyžaduje nízké strniště a na celé ploše dobře podrcenou a rozptýlenou slámu. Se špatně sklizenou polehlou slámou, shluky nesebrané slámy nebo nerovnoměrně rozloženou podrcenou slámou v pruzích si lépe poradí talířové kypřiče.

Princip kypření bez intenzivního promíchání je využíván také při prohlubovacím kypření, kdy je míchání nežádoucí a docházelo by k mísení podorniční vrstvy s orníci. Při použití úzkých dlát dochází obvykle k boční kompresi půdy po stranách dlát. U nožových dlát je tento efekt velmi markantní a výrazně zvyšuje tahový odpor stroje. U řady prohlubovacích kypřičů je tento efekt částečně eliminován podélným odsazením kypřících dlát jedné řady (obvykle uspořádání do V).

#### **1.2.2.2 Kypření s intenzivním promícháním a zapravením rostlinných zbytků**

V intenzivní rostlinné výrobě, která se provádí např. v Evropě, je díky velkým výnosům a velkému množství rostlinných zbytků nutné při zpracování půdy zajistit intenzivní promíchání rostlinných zbytků s půdou. Vzhledem k množství rostlinných zbytků např. po obilninách nebo kukuřici na zrno zůstává i při hlubším prokypření s intenzivním promícháním na povrchu dostatek rostlinných zbytků zajišťujících protierozní ochranu. Zapravené rostlinné zbytky se díky kvalitnímu promíchání s půdou rychleji rozkládají a nezpůsobují tak velké problémy negativního vlivu na růst kořenů a dostupnost vody. Z tohoto pohledu je hlubší kypření s intenzivním promícháním cestou k dalšímu zvyšování výnosů s eliminací erozních rizik.

### **1.2.2.3 Kypření s kombinovanou intenzitou promíchání a zapravení rostlinných zbytků**

Řada kombinovaných kypřičů využívá kombinaci míchacích kypřících pracovních nástrojů s nástroji pro kypření bez míchání. Typicky jsou v přední části stroje umístěny nástroje pro mělké celoplošné zpracování s intenzivním promícháním a v zadní části stroje nástroje pro zónové prokypření bez promíchání s roztečí typicky 400-800 mm a hloubkou práce 250-400 mm.

### **1.2.3 Dle profilu zpracování půdy**

Kypřiče zpracovávají půdu celoplošně nebo zónově (obr. 4). Každý z těchto způsobů má určité výhody a nevýhody.



**Obr. 4 Orba se zcela plochým dnem brázdy (vlevo), celoplošné kypření se skoro plochým dnem (uprostřed) a zónové kypření s podpovrchovými nezpracovanými hrůbky (vpravo).**

#### **1.2.3.1 S celoplošným kypřením**

Většina konvenčních kypřičů je konstruována tak, aby se výsledná rozteč radlic co nejvíce blížila reálnému pracovnímu záběru jedné radlice. To znamená, že po přejezdu takového kypřiče je půda prakticky celoplošně zkypřena do stejné nebo velmi podobné hloubky. Tento způsob je výhodný především při mělkém kypření, kdy je nutné zajistit rovnoměrné promíchání a zapravení výdrolu a semen plevelů např. při podmítce. Při hlubokém zpracování půdy je tento způsob již méně výhodný, především z pohledu vysokého tahového odporu strojů, vysoké spotřeby nafty, vysokého prokluzu traktorů a menší výkonnosti.

#### **1.2.3.2 Se zónovým kypřením**

V poslední době se čím dál více prosazují kypřiče pro zónové zpracování půdy. Tento způsob je výhodný především u hlubšího kypření. Má výhody jak z pohledu ekonomického, tak z pohledu agronomického. Hlavní ekonomickou výhodou je výrazně nižší tahový odpor kypřičů a z toho plynoucí efekty – nižší spotřeba nafty, menší prokluz, vyšší výkonnost souprav. Hlavní agronomickou výhodou je velmi příznivý vodní režim v půdě (obr. 5). V hluboko prokypřených zónách dochází k velmi dobrému vsakování srážkové vody do hlubších vrstev ornice a podorničí. Mezi prokypřenými zónami zůstává jakýsi podpovrchový nenakypřený hrůbek, kde není narušena kapilarita a díky tomu v období sucha vzlíná půdní vláhla intenzivněji a výše ke kořenům. Díky těmto vlastnostem se zónové kypření v praxi využívá především na těžších půdách, kde je jeho efekt nejvyšší. Doporučit však lze do všech typů půd.



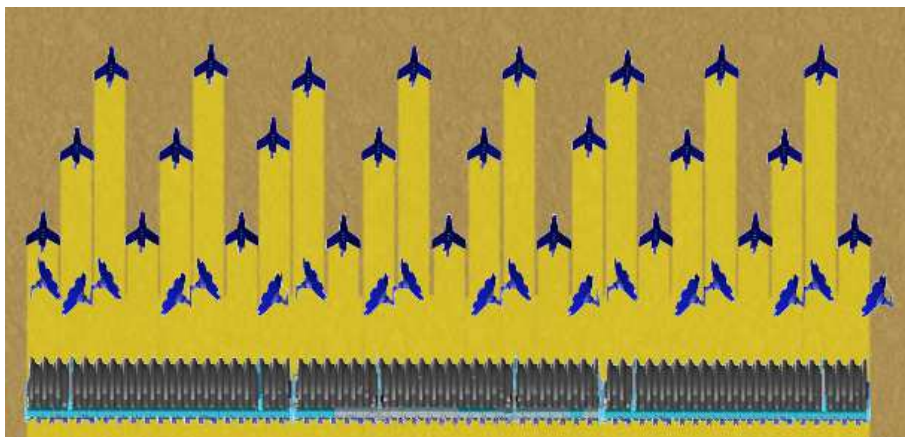
**Obr. 5 Zónově prokypřená půda s podpovrchovými nezpracovanými hrůbkami. Srážková voda hluboko vsakuje v místě prokypřených zón (tmavě modré šipky). V místě nezpracovaných podpovrchových hrůbků půdní vláhla velmi dobře vzlíná vysoko ke kořenům (světle modré šipky).**

#### 1.2.4 Dle způsobu kypření

V oblasti bezorebných technologií je patrný postupný nárůst hloubky zpracování půdy (často i hlouběji než orba). Snahou je také omezování počtu přejezdů po pozemku. To znamená, že je žádoucí zpracovat půdu do co největší hloubky jediným přejezdem. To klade na stroje nemalé nároky, pracovní nástroje jsou značně namáhány a tahový odpor je vysoký. Z pohledu konstrukce lze kypřiče rozdělit na stroje s jednostupňovým kypřením a na stroje s vícestupňovým prohlubováním, kde část pracovních nástrojů předzpracovává půdu na menší hloubku a další pracovní nástroje uspořádané sousledně za nimi kypří již půdu na plnou požadovanou hloubku.

##### 1.2.4.1 S jednostupňovým kypřením

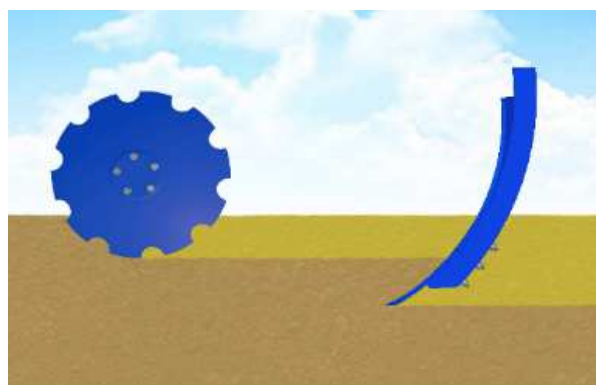
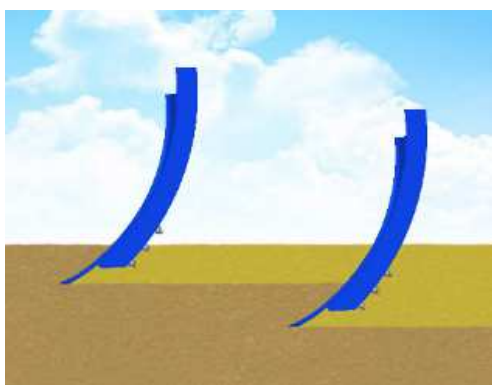
Kypřiče s jednostupňovým kypřením jsou dnes nejčastější variantou kypřičů. Půdu zpracovávají v celém profilu a zároveň upravují i povrchovou vrstvu tak, aby vyhovovala zasetí plodiny. Tyto stroje jsou zajímavou alternativou pro základní zpracování půdy. Konstrukčně jsou řešeny tak, že každý kypřící pracovní nástroj pracuje na požadovanou výslednou hloubku kypření. Pracovní nástroje jsou uspořádány ve více řadách a rovnoměrně rozmístěny v celé šíři pracovního záběru stroje. Výhodou tohoto řešení je plošnější zpracování půdy. Nevýhodou je fakt, že radlice jedné řady vytvářejí kypřením hrůbky a radlice následné řady, které jsou umístěny osově mezi radlice předchozí řady, musí kromě základní hloubky zpracování rozhrnovat i vzniklé hrůbky z předchozí řady (obr. 6). Tím se výrazně zvyšují požadavky na světlost rámu stroje, namáhání pracovních dlát i tahový odpor stroje. Zvyšuje se i riziko ucpávání při větší hloubce zpracování.



**Obr. 6** Uspořádání konvenčního kypřiče s jednostupňovým kypřením. Každá radlice zpracovává svůj pruh půdy v rámci jednoho přejezdu na stejnou hloubku.

#### *1.2.4.2 S postupným vícešupňovým prohlubováním*

Na trhu se objevují kypřiče, které jsou osazeny více druhy pracovních nástrojů v řadách za sebou. Ty zpracovávají půdu ve vrstvách s různou intenzitou (obr. 7). Konstrukčně jsou řešeny tak, že část pracovních nástrojů předzpracovává půdu na menší hloubku a další pracovní nástroje uspořádané za nimi kypří již půdu na plnou požadovanou hloubku. Často se jedná o poměrně hluboké kypření, ale zároveň i současnou úpravu povrchu například pro setí. Výhodou tohoto postupu může být požadované zpracování jedním přejezdem, a to má příznivý vliv na půdní strukturu. V oblasti výskytu zhutněných půd lze použití těchto strojů doporučit i vzhledem k tomu, že půdu mohou zpracovávat hlouběji než klasické radličné pluh. Oproti klasickým radličným pluhům dochází i k zanechání podstatné části rostlinných zbytků na povrchu a v povrchové vrstvě ornice.



**Obr. 7** Vícestupňové prohlubování. Pracovní nástroje vpředu zpracovávají půdu celoplošně na menší hloubku, pracovní nástroje vzadu zónově kypří do větší hloubky. Kombinovány mohou být radlice či dláta (vlevo) nebo talíře a dláta (vpravo).

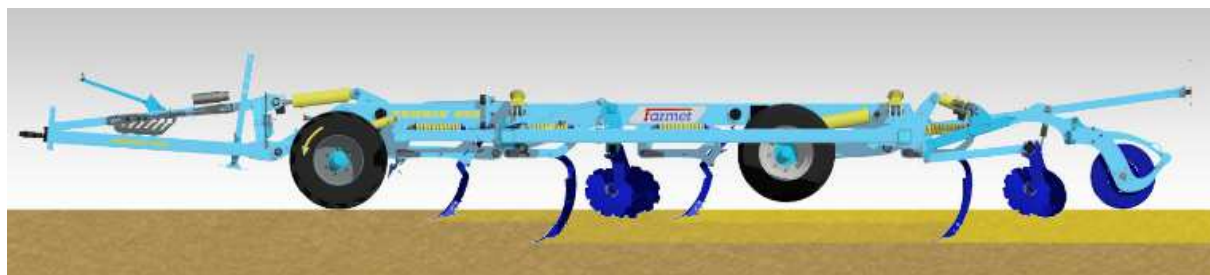
### **1.3 Vertical tillage**

Často se v současnosti setkáváme s pojmem vertical tillage. Tento pojem byl definován na začátku 90. let minulého století v USA. Byla to reakce na dlouhodobý problém s vytvářením silně utužené, nepropustné vrstvy půdy těsně pod úrovní hloubky kypření. Tento problém vzniká v minulosti velmi populárním opakovaným mělkým kypřením plochými radlicemi nebo hladkými disky, jejichž ostří při smykovém pohybu půdou vytváří silně zhutněnou nepropustnou vrstvu, která brání vsakování vody a růstu kořenů. První definice

vertical tillage zahrnovala takový způsob zpracování půdy, a to bez ohledu na hloubku, při kterém je s půdou pohybováno převážně vertikálně a je výrazně eliminováno vytváření utužené vrstvy půdy smykovým pohybem pracovních nástrojů. Uznávanými pracovními nástroji kypřičů z pohledu vertical tillage jsou především různé lopatkové kotouče, hřebové kotouče, hrotové disky a koltry a úzká dláta, při jejich práci nedochází k výraznému horizontálnímu pohybu půdy. Cílem tedy je půdu zpracovat tak, aby při jakékoliv hloubce kypření zůstala půda otevřená pro vstup vody, vzduchu a růst kořenů rostlin. V posledních letech jsou populární také kombinované kypřiče, které v přední části kypří půdu na menší hloubku (100-150 mm) a obvykle celoplošně konvenčním způsobem a v zadní části dochází k hlubokému zónovému kypření na hloubku 250-350 mm s roztečí dlát 500-700 mm.

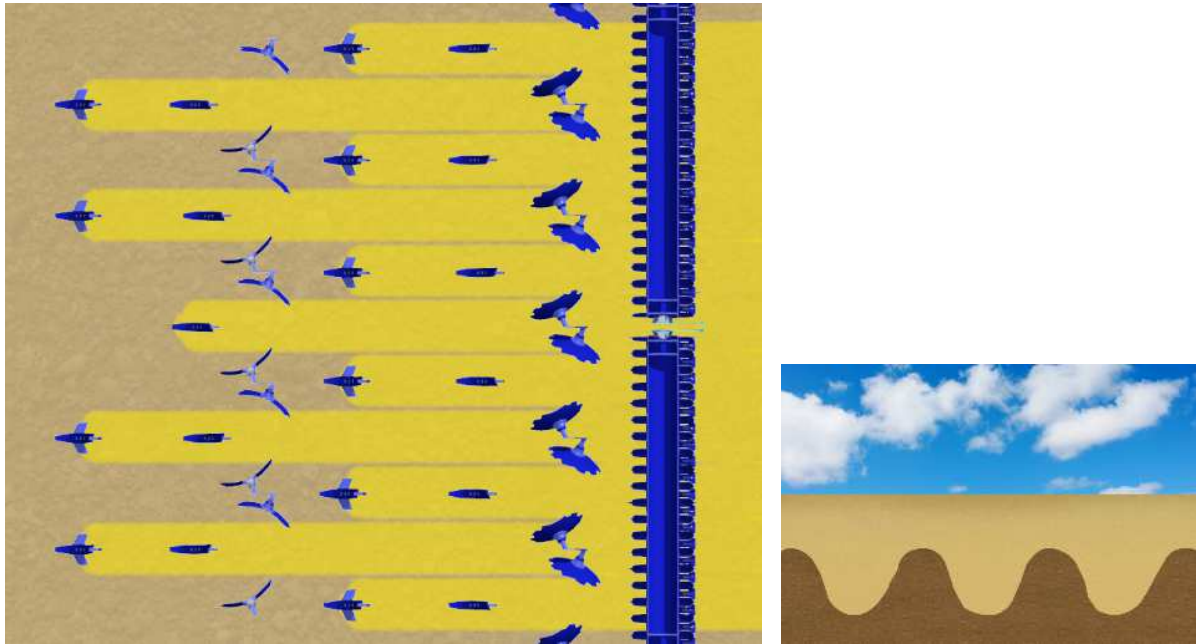
#### **1.4 Nová generace kypřičů pro postupné vícestupňové prohlubování půdy**

Pro Evropské podmínky intenzivního zemědělství s velmi vysokými výnosy a velkým množstvím rostlinných zbytků po sklizni byl vyvinut zcela nový unikátní kypřič pro postupné prohlubování s patentově chráněným uspořádáním pracovních nástrojů Farnet Terrix Dual 600 PS. Stroj je vybaven čtyřmi řadami kypřících dlát s patentově chráněným uspořádáním (obr. 8, 9). Dláta jsou umístěna vždy ve dvou řadách za sebou sousledně, takže první z dlát vždy kypří do menší hloubky a druhé dláto kypří do větší hloubky. Dláta jsou parabolická s velmi intenzivním míchacím efektem. Přední dláto může být vybaveno bočními křídly. Za každou dvojicí sousledných dlát jsou umístěny urovnávací talíře, které urovnávají povrch půdy a účinně zapravují rostlinné zbytky. Inovativní kypřič se vyznačuje oproti konvenčním kypřičům nadprůměrnou kvalitou drobení a vyšším stupněm zapravení rostlinných zbytků. Díky své koncepci kypřič Terrix Dual 600 PS umožňuje zónové kypření do hloubky až 350 mm jediným přejezdem, přičemž kvalita zpracování půdy a zapravení rostlinných zbytků umožňuje následné setí kombinovanými secími stroji bez nutnosti dalšího zpracování.



**Obr. 8 Boční pohled na uspořádání pracovních nástrojů inovativního kypřiče pro postupné prohlubování Farnet Terrix Dual 600 PS**





**Obr. 9** Uspořádání pracovních nástrojů inovativního kypřiče Farmet Terrix Dual 600 PS. Dvojice kypřících dlát jsou uspořádány sousledně. Při práci dochází k zónovému kypření s postupným prohlubováním.

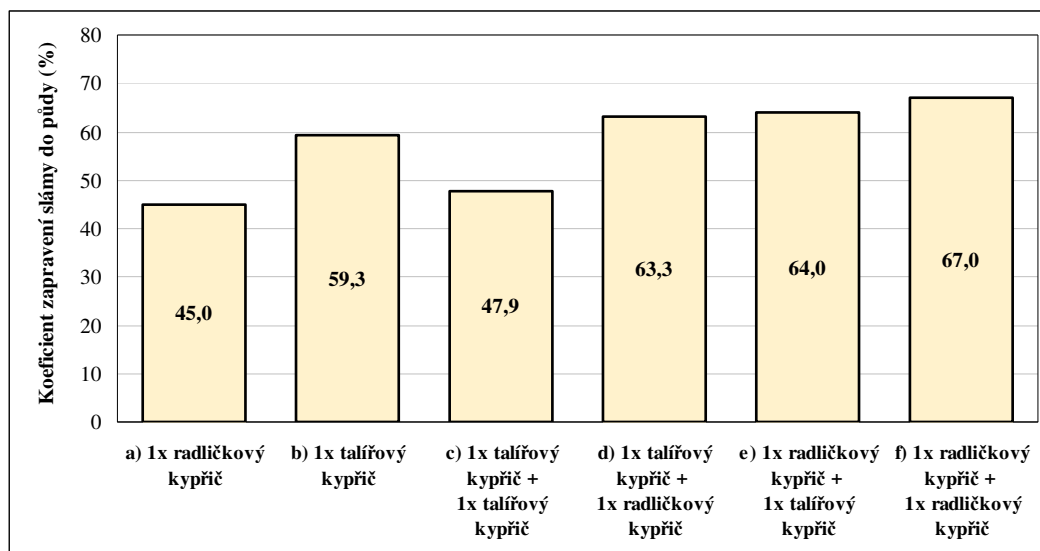
## 2 VÝSLEDKY MĚŘENÍ A HODNOCENÍ PRÁCE KYPŘIČŮ

### 2.1 Vliv kypřičů na zapravování rostlinné biomasy

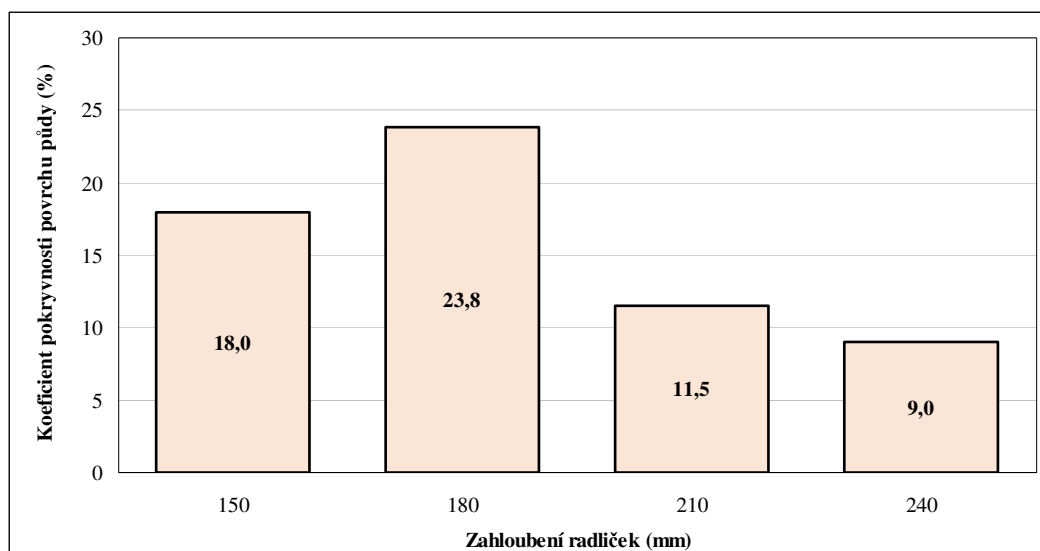
#### 2.1.1 Stupeň zapravení posklizňových zbytků do půdy

Při vysokých výnosech obilnin, řepky a kukuřice na zrno vzniká potřeba zapravit do půdy velké množství posklizňových zbytků tak, aby osivo následné plodiny mělo po zasetí optimální podmínky pro klíčení. Po mělké podmítce talířovými a radličkovými kypřiči do hloubky méně než 100 mm může být zapraveno a vmícháno do půdy 40 až 60 % rostlinných zbytků, zbytek zůstává na povrchu půdy jako mulč (obr. 10 a,b). Požadavek, aby sláma a posklizňové zbytky byly rovnoměrněji rozprostřeny do hloubky zpracovávané ornice, je častým požadavkem, poněvadž i při použití strojů pro setí do mulče nebo nezpracované půdy osivo v blízkosti rostlinných zbytků má horší klíčivost. Po vzejití výdrolu a plevelů dochází opakovaným kypřením k mírnému zvýšení podílu zapravení rostlinného materiálu (obr. 10 c-f). Aby se zapravené posklizňové zbytky v půdě „zředily“, je potřeba kypřit do větší hloubky. Tuto skutečnost potvrdily výsledky porovnávacího kypření radličkovým kypřičem do hloubky 150 až 240 mm při pracovní rychlosti od 5,8 km/h a do 8,0 km/h (Mašek, 2007). Při větším zahloubení kypřiče se pokryvnost povrchu půdy snižovala (obr. 11). Změna pracovní rychlosti neměla na podíl rostlinných zbytků zanechaných na povrchu půdy významný vliv. Pokus se zapravením posklizňových zbytků se uskutečnil na lehké, písčitohlinité půdě.

Při konvenčním zpracování půdy orbou je více než 50 % rostlinných zbytků zapraveno do spodní poloviny zpracované vrstvy ornice (tab. 1). V chladné a mokré půdě v podhorských oblastech však nemusí být vhodné podmínky pro rozklad slámy, často pak dochází v následných letech k vyorávání nerozložených zbytků zpět na povrch (obr. 12).



Obr. 10 Porovnání podílu zapravené slámy mělkou podmítkou kypřičem (zahloubení 80 až 100 mm) a po opakovaném kypření, množství slámy před zpracováním 2590 g/m<sup>2</sup> (Mašek, 2007)

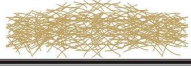



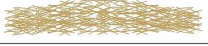







**Obr. 11** Koeficient pokrývnosti povrchu půdy po zapravení radličkovým kypřičem s šípovými radličkami při zvyšujícím se zahloubení; pracovní rychlost  $7,4 \text{ km.h}^{-1}$  (Mašek, 2007)



**Obr. 12** Zbytky nerozložené biomasy vyorané po roce zpět na povrch půdy

**Tab. 1 Rozmístění rostlinných zbytků v zpracovávaném půdním horizontu při různém zpracování půdy**

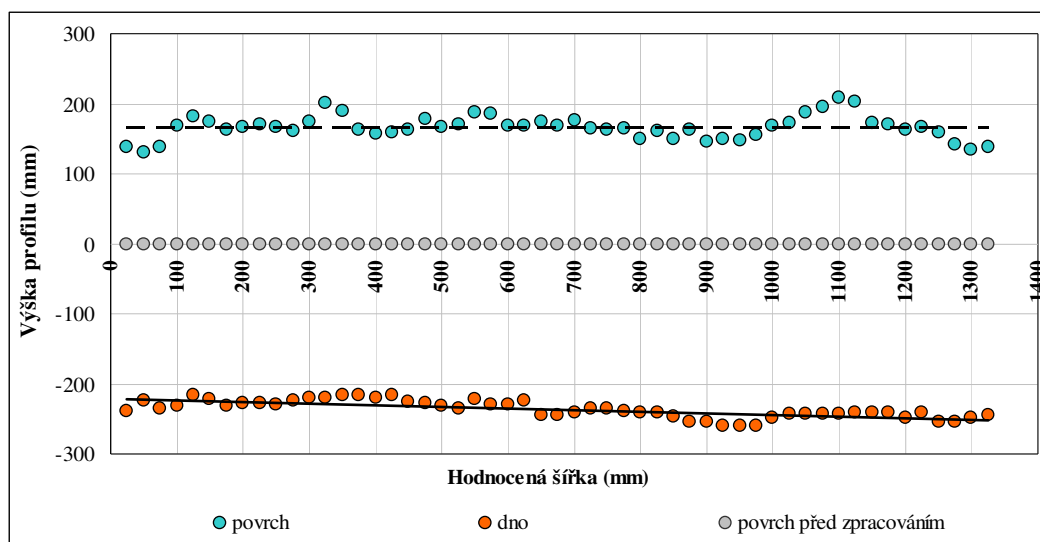
TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY			
Vrstva ornice	Přímé setí do nezpracované půdy	Orba pluhem	Půdoochranné zpracování kypříčem
POVRCH			
50 mm			
100 mm			
150 mm			
200 mm			
250 mm			

### 2.1.2 Příčný profil povrchu půdy a dna zpracované vrstvy půdy, hrudovitost v povrchové vrstvě

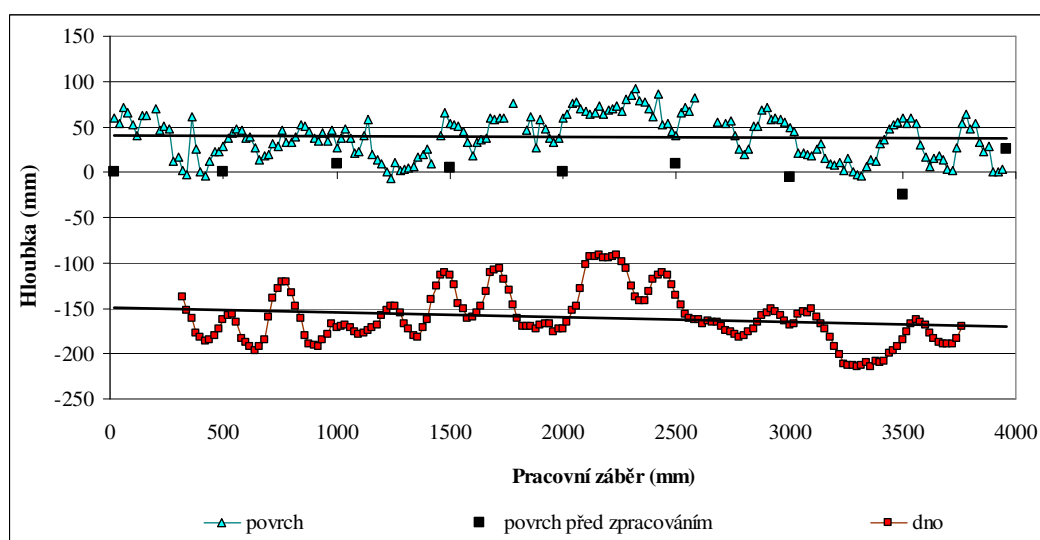
Výška naměřeného příčného profilu se transformuje do roviny před zpracováním. Profil nakypřeného povrchu nad nulovou rovinou charakterizuje intenzitu nakypření, dno zpracované půdy popisuje jeho „hřebenitost“. Rozdíl mezi rovinou před zpracováním a aritmetickým průměrem hloubky profilu dna je průměrné zahloubení pro výpočet zpracovaného příčného profilu, který je potřeba pro určení měrného odporu stroje. Tento ukazatel je vhodný pro porovnávání energetické náročnosti strojů.

Po orbě bez úpravy povrchu se půda za příznivé vlhkosti intenzivně prokypří (obr. 13). Při nastaveném zahloubení pluhu 200 mm se objem zvýšil o 75 %. Povrch byl vyrovnaný s průměrnou odchylkou  $\pm 12,5$  mm. Dno po orbě bylo rovné s průměrnou odchylkou 10,5 mm. Při orbě opakované do stejné hloubky je nebezpečí vytvoření zhutnělé vrstvy pod dnem brázd, která zpomaluje vsakování vody.

U kypříčů má příčný zpracovaný profil odlišný charakter (obr. 14). Radličkový kypříč s urovnávacím prutovým válcem a s pracovním záběrem 4 m byl zahloubený 200 mm a měl ve srovnání s pluhem téměř dvojnásobné nerovnosti povrchu (průměrná odchylka  $\pm 19,8$  mm), nakypření však bylo pouze 26 %. Dno po zpracování bylo hřebenité s prohlubněmi za každou radličkou. Aritmetická odchylka od průměrné hloubky zpracování půdy 170,5 mm je  $\pm 22,3$  mm. Nerovné dno profilu zpracování nevytváří zhutnělou vrstvu půdy, pro vsakování vody do podorničí je vhodnější.



**Obr. 13** Profil povrchu a dna zpracované půdy pluhem s předradličkou 7 radličný oboustranný pluh s páskovou odhrnovačkou, nastavené zahloubení 200 mm, pracovní rychlost 8,0 km/h, měřeno drátovým mechanickým profilografem



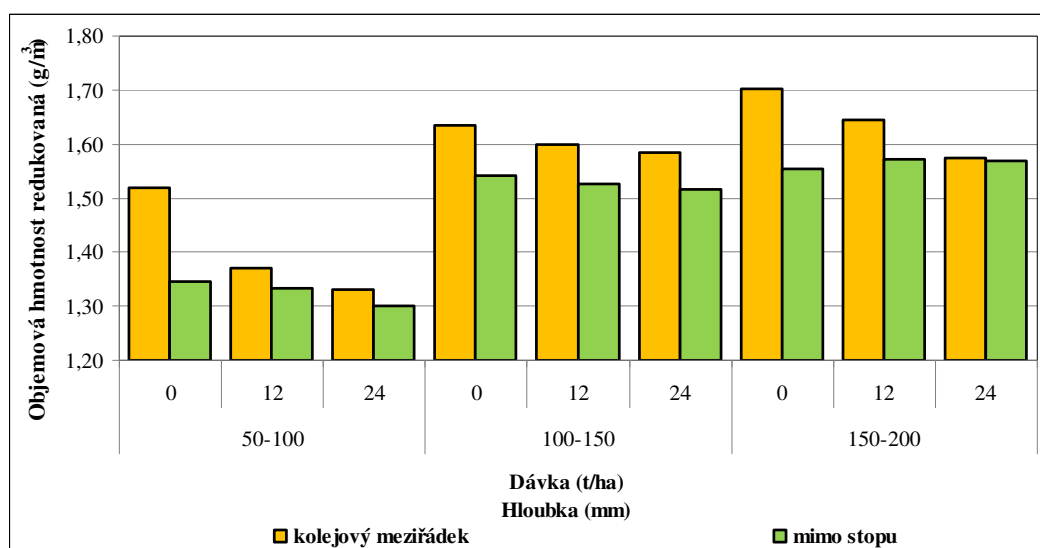
**Obr. 14** Profil povrchu a dna zpracované půdy radličkovým kypřičem Radličkový kypřič s pracovním záběrem  $B_p = 4$  m, zahloubení 200 mm, pracovní rychlost 8,2 km/h, měřeno laserovým profilografem

### 2.1.3 Vliv rostlinných zbytků v ornici na objemovou hmotnost půdy a povrchový odtok vody při intenzivních dešťových srážkách

Rostlinné zbytky na povrchu a v povrchové vrstvě ornice snižují povrchový odtok vody při dešti, brání přemokření povrchu půdy a vzniku půdní krusty, snižují mechanické rozrušování půdních agregátů dešťovými kapkami na povrchu půdy, snižují výkyvy teploty a udržují vyšší vlhkost v horní vrstvě ornice. Rostlinné zbytky zapravené do půdy vytvářejí preferenční cesty pro gravitační vsakování vody ve vertikálním směru a snižují i náchylnost půdy k nežádoucímu zhutňování.

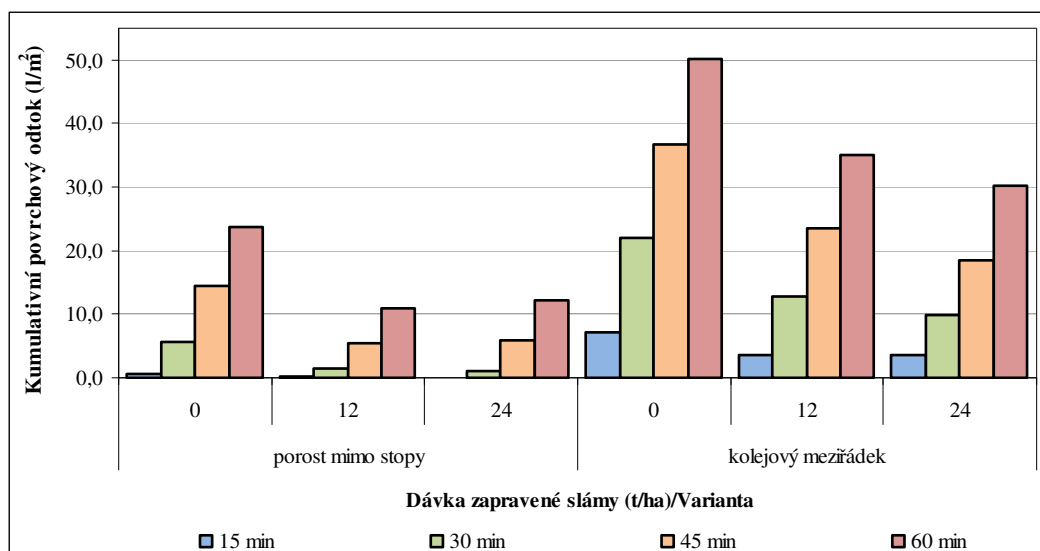
V rámci projektu QH82191 byly prováděny pokusy se zvýšenými dávkami zapravené slámy do půdy na hlinitopísčité půdě. Rozdíly objemové hmotnosti redukované (OHR) mezi

variantami dávkování byly malé, mezi kyprou půdou v porostu a zhutnělou půdou v kolejovém meziřádku (po 1 přejezdu postřikovačem a 1 přejezd rozmetadlem hnojiv) ale již významné. Ještě druhý rok po založení pokusu byla mimo stopy strojů OHR (obr. 15 – zelená barva) na variantách s vysokými dávkami slámy nižší ve všech hloubkách, ale rozdíly nebyly statisticky významné. V kolejovém meziřádku (žlutá barva) byla OHR významně vyšší, v hloubce nad 0,10 m dosáhla nadkritických hodnot pro hlinitopísčité půdy ( $1,60 \text{ g/cm}^3$ ). Na variantách se zapravenou slámou byl po 2 letech povrchový odtok zaznamenaný při simulovaném zadešťování v porostu poloviční ve srovnání s odtokem v kolejovém řádku (obr. 16). V kolejových meziřádcích v obilninách jsou vstupy postřikovačů i četnější. Po sklizni pšenice byl v kolejovém meziřádku (po 6 přejezdech) naměřen povrchový odtok více než 7krát vyšší než v porostu.



**Obr. 15** Porovnání objemové hmotnosti půdy na pokuse s lehkou půdou v kolejovém meziřádku a v porostu mimo stopy strojů

*Poznámka: 2 roky po zapravení vysoké dávky pšeničné slámy 12 a 24 t/ha, technologie zpracování půdy bez orby, 1. rok řepka ozimá, 2. rok pšenice ozimá, posklizňové zbytky po řepce ozimé zapraveny, v kolejovém meziřádku v pšenici ozimé 1 přejezd neseného rozmetadla hnojiv 1500 kg a 2 přejezdy samojízdného postřikovače 4000 l, Kopeckého válečky odebrány po dokončeném odnožování pšenice*



**Obr. 16 Kumulativní odtok vody při simulovaném zadešťování intenzitou 87 mm/h na pokuse se zvýšenou dávkou zapravené slámy a jeho porovnání v porostu a v kolejovém meziřádku**

*Poznámka: 2 roky po zapravení vysoké dávky pšeničné slámy 12 a 24 t/ha, technologie zpracování půdy bez orby, 1. rok řepka ozimá, 2. rok pšenice ozimá, posklizňové zbytky po řepce ozimé zapraveny, v porostu měřeno mimo stopy strojů, termín kropení počátek dubna po dokončeném odnožování porostu, průměr z 2 opakování na variantě, svažítost 3-4°.*

Organické látky v půdě slouží k výživě půdního edafonu, zvyšují biologickou aktivitu půdy a jsou výchozím základem pro tvorbu humusu. Zlepšují vododržnost lehkých půd, odvodňují těžké půdy a optimalizují hospodaření se vzduchem. Vodní eroze je na půdách dobře zásobovaných organickou hmotou nižší a akumulací schopnost vody v půdě se zvyšuje. Půda dostatečně zásobená organickou hmotou je „pružnější“ a lépe odolává ztuhnutí od pojezdu strojů. Navrácení organických látek zpět do zemědělské půdy uzavírá přirozený koloběh při produkci potravin a krmiv.

#### 2.1.4 Vliv technologie pěstování a způsobu založení porostu kukuřice na povrchový odtok vody

Velký vliv na infiltraci vody do půdy má porost na pozemku. Prokořeněnou půdou a na povrchu zakrytou vegetací voda při dešti vsakuje lépe a rychleji. Problematickou plodinou je kukuřice. V době intenzivních dešťů koncem května a v červnu není porost ještě zapojen, na povrch půdy dopadající kapky rozrušují půdní agregáty, voda tvoří kaluže a na svazích odtéká v soustředěných stružkách.

V rámci projektu RO0617 byl hodnocen problém s vodní erozí v kukuřici na polním pokusu se čtyřmi variantami pěstivelských technologií kukuřice na siláž. Na parcelách s odlišným zpracováním půdy a založením porostu kukuřice (tab. 2) byl v červnu, v době ohrožení intenzivními srážkami, hodnocen při simulovaném zadešťování povrchový odtok vody (obr. 17 – měřicí plocha 0,5 m<sup>2</sup>, dvě opakování na každé variantě pokusu). Pokus byl na svahu se sklonem 4-5°, vlhkost lehké půdy (hlinitopísčítá) před kropením (obr. 18) byla v rozmezí 8-14 %obj. Na variantě kukuřice zaseté do jarní obilniny (ovsa setého) byla vlhkost půdy nejnižší, na variantách s minimálním zpracováním půdy a s přímým setím do vymrzlé meziplodiny byla vyšší až o 4 %obj.

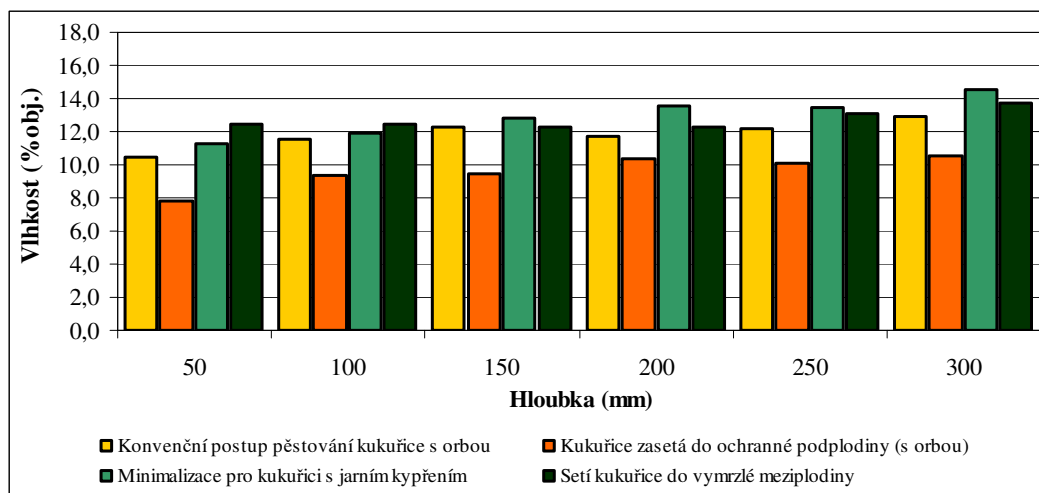
**Tab. 2 Varianty postupu zpracování půdy a založení porostu kukuřice**

Varianty pěstování kukuřice		Charakteristika pěstování kukuřice
1	Konvenční postup pěstování kukuřice s orbou	Podzimní orba, přes zimu ponechána hrubá brázda, na jaře předseťová příprava, setí kukuřice secím strojem Kinze 3600.
2	Kukuřice zasetá do ochranné podplodiny (s orbou)	Podzimní orba, přes zimu ponechána hrubá brázda, na jaře předseťová příprava půdy, zasetí jarní obilniny (oves setý) secím strojem Flora 601 s kotoučovými botkami (rozteč řádků 0,125 m, 2 řádky sety, 4 řádky vynechány), kukuřice zasetá do nezasetých pásů v jařině secím strojem Kinze 3600, vizuální navigace.
3	Minimalizace pro kukuřici s jarním kypřením	Podmítka po sklizni předplodiny talířovým kypřičem; na jaře zpracování půdy radličkovým kypřičem Kromexim 300 do hloubky 0,10 m, setí kukuřice secím strojem Kinze 3600.
4	Setí kukuřice do vymrzlé meziplodiny	Podmítka na podzim po sklizni předplodiny talířovým kypřičem, zasetí vymrzající meziplodiny, na jaře setí kukuřice secím strojem Kinze 3600 (bez předseťové přípravy půdy).

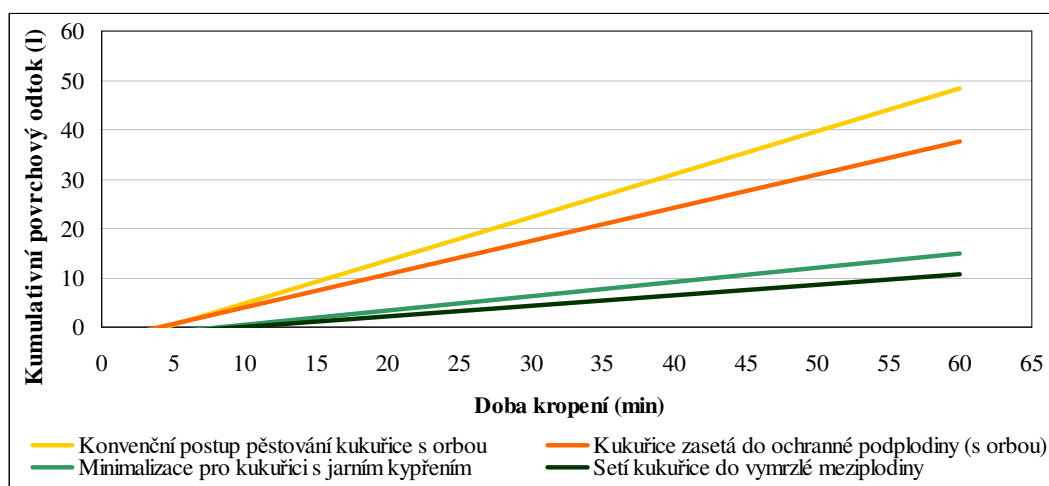
Při pěstování kukuřice konvenční technologií zpracování půdy s orbou výsledky z měření povrchového odtoku vody prokázaly, že na orané půdě byl povrchový odtok v červnu výrazně vyšší než u variant se zpracováním půdy bez orby (obr. 19). Předpokládaným důvodem je postupné vytvoření povrchové vrstvy se sníženým podílem makropórů po orbě, propustnost půdy pro vodu je potom menší. U variant se zpracováním půdy bez orby nebyla tato tendence k snížení vsakování vody počátkem léta zaznamenána. Pěstování kukuřice i na mírných svazích je z hlediska náchylnosti půdy k vodní erozi rizikové. Výsledky potvrdily, že odumřelá biomasa infiltraci vody do půdy významně zvýší. Na variantě s orbou a zasetou kukuřicí do ochranné podplodiny se povrchový odtok také snížil, ale podstatně méně.

**Obr. 17 Měření povrchového odtoku simulátorem deště v porostu kukuřice**





**Obr. 18 Vlhkost půdy na variantách pěstování kukuřice s hodnocenými odlišnými postupy zpracování půdy a založení porostu před simulovaným zadešťováním**



**Obr. 19 Porovnání průběhu povrchového odtoku vody při simulovaném zadešťování intenzitou 87 mm/h na pokuse se 4 postupy pěstování kukuřice**

*Poznámka: Pokus byl založen na lehké, hlinitopísčité kambizemi v nadmořské výšce 420 m, průměrná svažitost pozemku 5°. Pro měření povrchového odtoku vody byl využit simulátor deště VÚZT v.v.i.*

## 2.2 Výsledky měření a hodnocení kypřičů porovnání s orbou radličným pluhem

### 2.2.1 Vlastnosti pracovních nástrojů radličkového kypřiče

Cílem měření funkčních vlastností pracovních nástrojů bylo porovnat radličky s různou šířkou dlát a radličku s bočními křídly z hlediska příčného profilu nakypřené půdy, tahové síly a měrného odporu kypření.

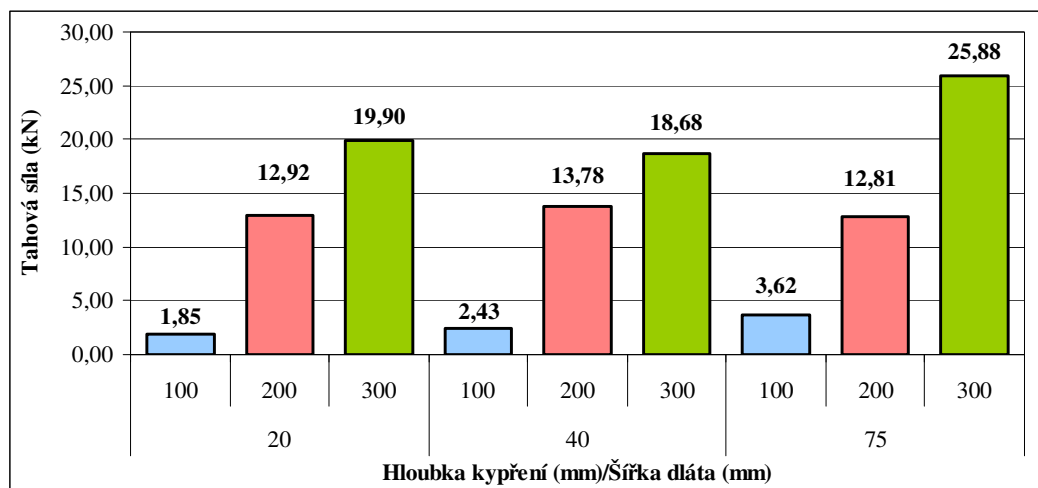
Měření s uskutečnilo po sklizni ozimé pšenice na pozemku s hlinitou půdou (obsah částic <math><0,01\text{ mm}</math>=32,1 %). Vlhkost půdy v hloubce 0-100 mm byla 13,4 % hmotnosti, v hloubce 100-300 mm byla průměrná vlhkost půdy 10,2 % hmotnosti. K měření vodorovné složky tahového odporu jedné radlice byl využit měřicí rám se šestikomponentním závěsem pro uchycení hodnocenými pracovními nástroji.

Při měření byla porovnávána dláta o šířce 0, 40, 75 mm. Tahový odpor všech dlát byl hodnocen pro zahloubení 100, 200, 300 mm. U dláta o šířce 75 mm se při jednotném zahloubení 100 mm uskutečnilo i měření s bočními „křídly“ o šířkách 110 mm, 150 mm a 210 mm (obr. 20). Pojezdová rychlost traktoru ve všech variantách měření byla v rozsahu 10-12 km/h.

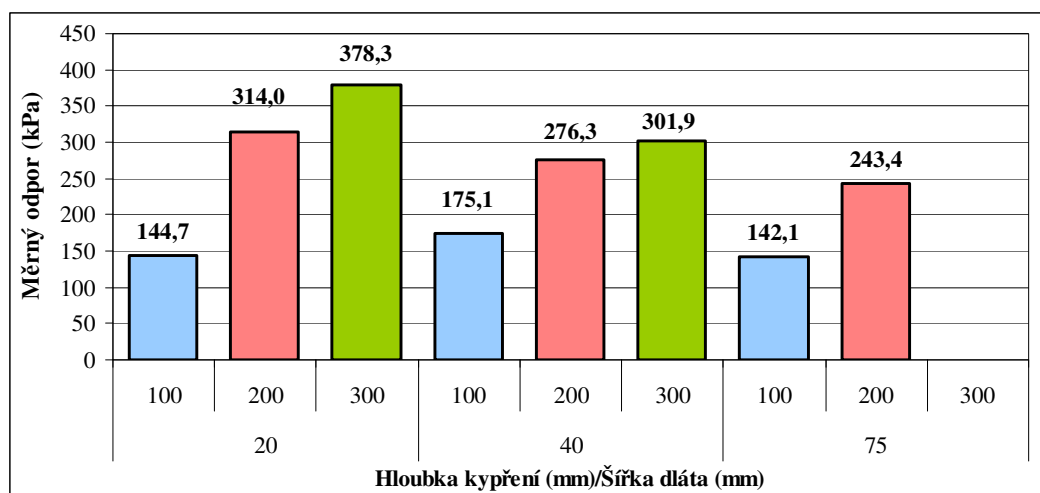


**Obr. 20** Kypřicí těleso s jednoduchým dlátem (vlevo), kypřicí těleso s dlátem o šířce 75 mm a bočními křídly (vpravo)

S narůstající šířkou dlát radliček při kypření narůstala u všech hloubek kypření tahová síla (obr. 21). Pro volbu radliček k osazení do kypřiče má největší význam hodnocení měrného odporu půdy při kypření, který je daný poměrem tahové síly a plochy příčného profilu radličkou nakypřené půdy. Průměrné hodnoty měrného odporu půdy jsou zachyceny na obrázku 22.



**Obr. 21** Tahová síla při různé hloubce kypření a různé šířce radliček

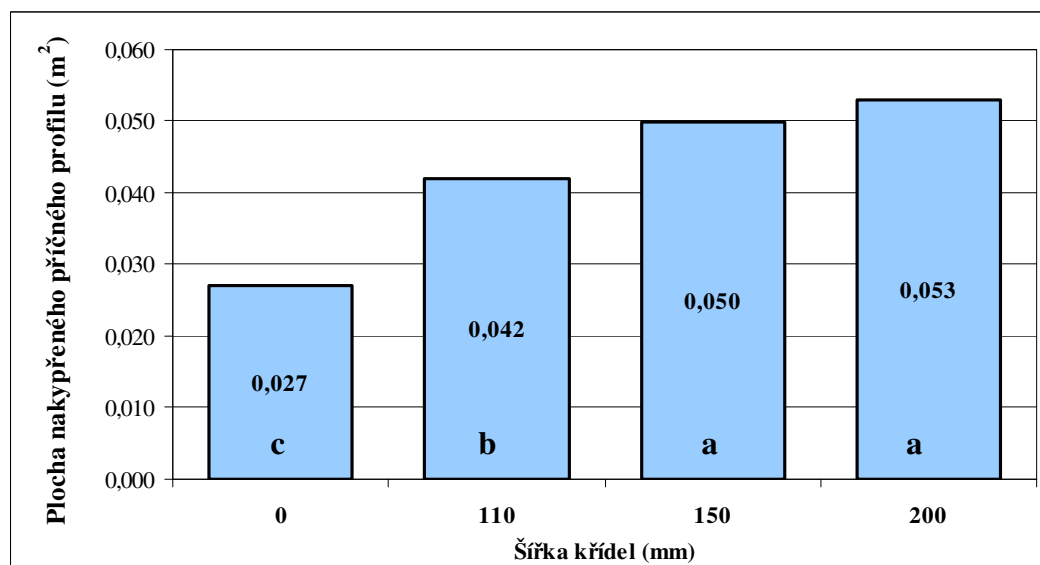


**Obr. 22 Měrný odpor při různé hloubce kypření půdy a různé šířce dlát**

Z výsledků měření vyplývá, že pro středně hluboké kypření do hloubky méně než 200 mm je výhodná šířka dlát 75 resp. 40 mm. Při této šířce dlát nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly v měrném odporu kypření do stejné hloubky půdy. Naměřená vysoká tahová síla u radličky s dlátem o šířce 75 mm při zahloubení do 300 mm je argumentem pro použití těchto radlic pro středně hluboké kypření do hloubky 200 mm. Oproti očekávání se nepotvrdila výhodnost úzkých dlát s šířkou 20 mm pro hlubší kypření do 300 mm.

Při nastavení do hloubky kypření 100 mm byla dále radlice s dlátem o šířce 75 mm porovnána po doplnění bočními křídly 110, 150 a 200 mm do obou stran. Toto měření mělo za cíl posoudit varianty pracovních nástrojů pro mělké kypření z hlediska parametrů kypření a jejich energetické náročnosti.

Plocha nakypřeného příčného profilu půdy s vyznačením statistické významnosti rozdílů mezi průměry je vyjádřena v grafu na obr. 23. Použití křídel vedlo ke zvýšení tahové síly, tahová síla se zvětšovala se zvětšující se šířkou křídel. Statisticky významně se od sebe odlišily pouze hodnoty u těles bez křídel a těles s křídly širokými 200 mm.

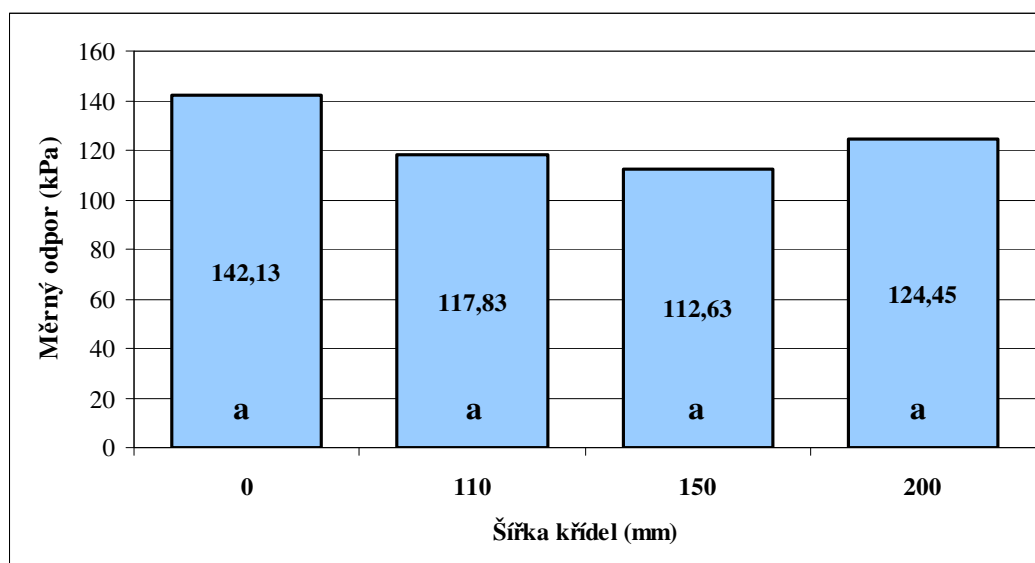


**Obr. 23 Plocha nakypřeného příčného profilu při různé šířce křídel u tělesa s dlátem o šířce 75 mm; rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem nejsou statisticky významné**

Průměrné hodnoty měrného odporu půdy při kypření tělesem se šířkou dláta 75 mm s přidanými bočními křídly jsou uvedeny v grafu na obrázku 24. Rozdíly mezi průměry byly pod hranicí statistické významnosti.

Z hodnocení přínosu bočních křídel vyplývá, že při jejich šířce 150 mm byla zjištěna příznivá plocha nakypřeného profilu půdy a nejnižší měrný odpor kypření (i když pod hranicí statistické významnosti). Těleso s dlátem o šířce 75 mm s bočními křídly o šířce 150 mm lze proto doporučit jako vhodnou alternativu pro mělké kypření půdy – zpravidla při podmítce a opakovaném mělkém kypření.

Většina literárních pramenů uvádí, že s narůstající požadovanou hloubkou kypření je vhodné zmenšit šířku dlát kypřících těles. Tento poznatek se uvedeným měřením potvrdil jen zčásti. Potvrdila se vhodnost vybavení těles pro mělké kypření bočními křídly.



**Obr. 24 Měrný odpor kypření při různé šířce křídel u tělesa s dlátem o šířce 75 mm; u všech variant zahloubení 100 mm**

Na základě výsledků měření je možné vyvodit závěry:

- Šířka dlát kypřících těles neměla statisticky významný vliv na hodnoty měrného odporu kypření půdy.
- Pro všechny šířky dlát se projevil trend růstu měrného odporu s rostoucím zahloubením těles.
- Při použití bočních křídel u tělesa se šířkou dláta 75 mm s rostoucí šířkou křídel narůstala hodnota tahové síly, měrný odpor nebyl použitím křídel ovlivněn. Těleso bočními křídly o šířce 150 mm lze doporučit pro mělké kypření půdy.

### 2.2.2 Vliv kypření na rychlost infiltrace vody do půdy

Základní operací zpracování půdy byla do 80. let minulého století orba. Orba vyřešila problém posklizňových zbytků, intenzivním provzdušněním půdy se zmobilizovaly živiny v organických vazbách, odstranila zhutnění půdy způsobené přejezdy strojů v ornici, potlačila růst plevelů. Při orbě se půda drobí, kypří a zpracovávaná vrstva se obrací. Rostlinný materiál se z větší části ukládá do spodní třetiny zpracovávané vrstvy. Tento efekt orbu odlišuje od zpracování půdy kypřiči. Ale právě obracením ornice se odstraní rostlinný pokryv, který půdu chrání před působením dešťových kapek a zvyšuje rychlost infiltrace vody do půdy.

V oblastech s vyššími srážkami a svažitostí se doporučují půdoochranné technologie zpracování půdy, které ponechávají část rostlinných zbytků na povrchu a část zapraví do

povrchové vrstvy ornice. Jednou z možností půdoochranného zpracování půdy je zpracování půdy jen do menší hloubky. Předpokládá se, že větší póry do hloubky ve vertikálním směru by měly být zajišťovány edafonem a prorůstajícími kořeny rostlin. Proto se po 4 až 5 letech doporučuje prohlubovací zásah.

Půdoochranné zpracování půdy je ekonomicky efektivní způsob ke snížení vodní eroze na svažitých pozemcích a ke zvyšování rychlosti vsakování dešťových srážek. Titi et al. (2002) však při opakovaném zpracovávání ornice do stejné hloubky poukazují na možnost snížení propustnosti půdy pro vodu – a to platí pro obě technologie, pro orbu i zpracování kypřiči. **Tuto problematiku řeší tzv. vertical tillage popsanou v kapitole 1.3.**

Na pozemku v České Skalici (250 m n. m.) se středně těžkou hlinitou půdou a v předcházejících 3 letech obhospodařovaném technologií s orbou a s prohlubujícím kypřením do hloubky 0,15 m, se v roce 2016 uskutečnilo porovnávací měření rychlosti infiltrace vody do půdy. Cílem bylo zjistit, jaký vliv má zpracování půdy na rychlost infiltrace vody v různých hloubkách půdního profilu. Byly porovnávány varianty zpracování půdy pluhem, hloubkovým kypřičem a talířovým podmítačem.

Orba byla provedena do hloubky 0,22-0,25 m, hluboké kypření do stejné hloubky jako orba hloubkovým kypřičem, hluboká podmítka 0,12-0,14 m závěsným talířovým kypřičem.

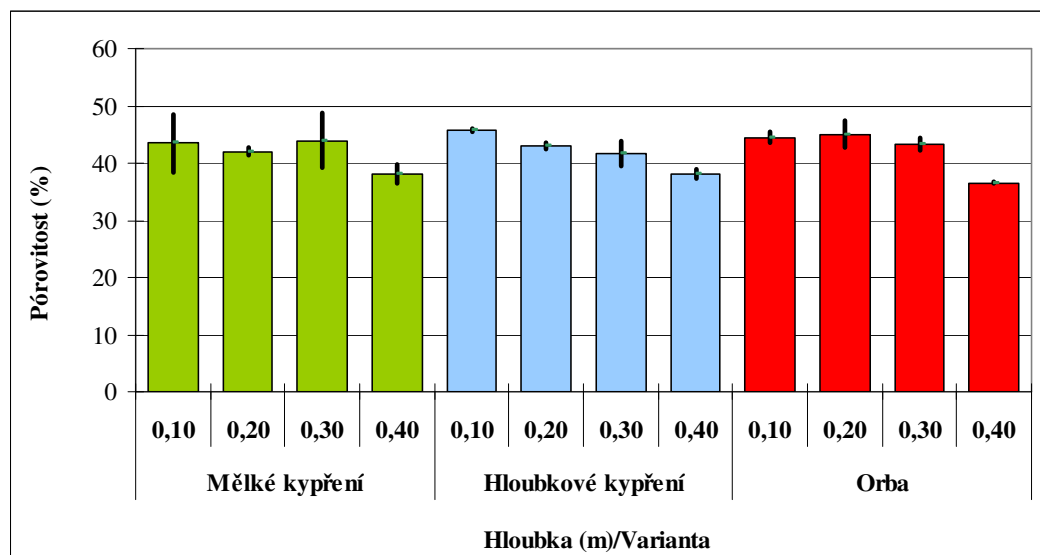
Počátkem října byl celoplošně pozemek kombinátorem připraven pro setí a zaseta ozimá pšenice. V počátku vzcházení pšenice, 2,5 měsíce po základním zpracování půdy, byla ve 4 opakováních změřena na všech variantách intenzita vsakování vody do půdy metodou výtopové infiltrace. Před měřením infiltrace vody do půdy byly na všech variantách technologie zpracování půdy z ornice odebrány neporušené vzorky půdy a do hloubky 0,30 m pomocí vlhkostní sondy ML3 Theta Probe odečtena objemová vlhkost půdy. Stanovení hydraulické vodivosti (Kfs) se uskutečnilo metodou výtopové infiltrace (Reynolds and Elrick 1990, Bagarello et al. 2004, Bagarello et al. 2006) pomocí infiltračních válců z ocelového plechu s průměrem 0,15 m (obr. 25). Rychlost infiltrace byla hodnocena ve 3 úrovních hloubky ornice – na povrchu a po skrytí ornice do roviny v hloubce 0,20 m a 0,30 m.



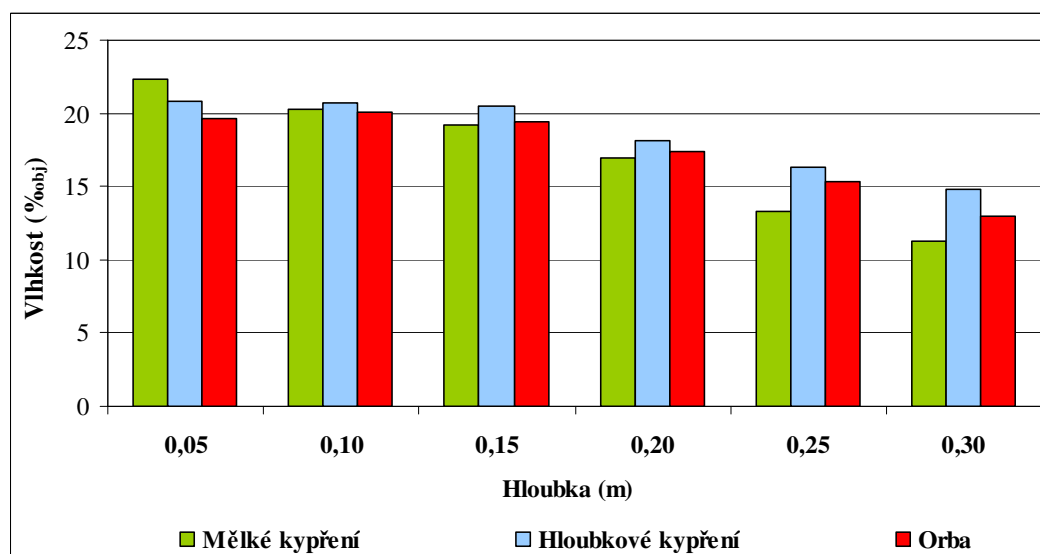
**Obr. 25 Měřicí válec spodní hranou zatlučený do hloubky 50 mm před měřením v hloubce 300 mm**

Pórovitost půdy před měřením odpovídala na všech variantách předpokladům. Na ploše určené pro mělké kypření a hloubkové kypření do hloubky 300 mm byla vyrovnaná (obr. 26), pro hlinitou půdu mírně pod kritickou hodnotou 45 % (Lhotský, 2000). V podorniči

v hloubce 400 mm je u orby na hranici velmi ulehlé půdy. Vlhkost půdy (obr. 27) byla u mělkého kypření v povrchové vrstvě ornice ve srovnání s ostatními technologiemi nejvyšší. Pod zpracovávanou vrstvou pod 150 mm byla u mělkého kypření vlhkost půdy ve srovnání s orbou nižší, ale ve srovnání s hloubkovým kypřením významně nižší.



**Obr. 26 Porovnání pórovitosti půdy na variantách technologie zpracování půdy před měřením nasycené hydraulické vodivosti půdy**



**Obr. 27 Porovnání vlhkosti půdy na variantách technologie zpracování půdy před měřením nasycené hydraulické vodivosti půdy**

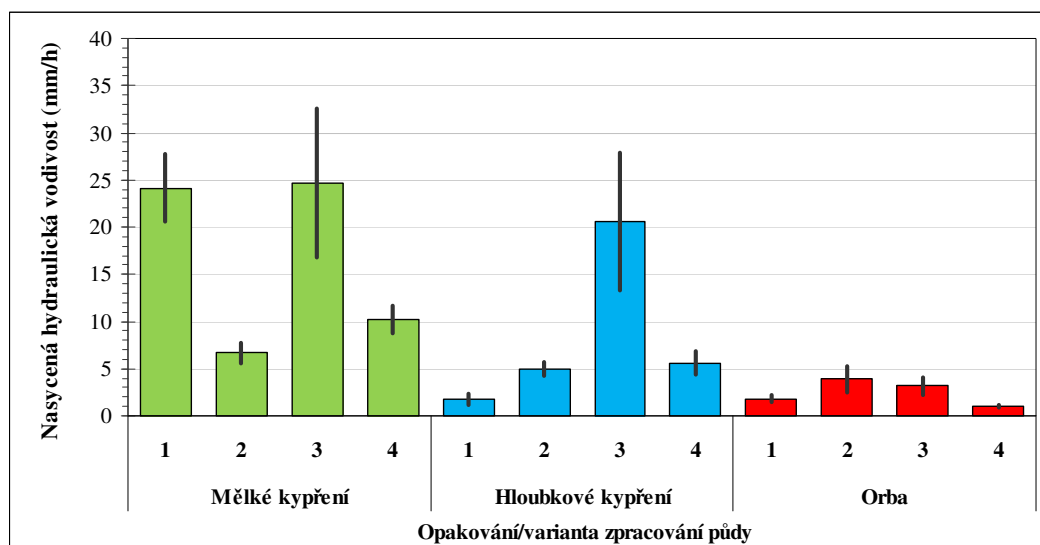
Porovnání nasycené hydraulické vodivosti půdy za 2,5 měsíce po zpracování půdy využitými variantami technologií zpracování je na grafech (obr. 28 až 30), mělké kypření zelená, hloubkové kypření modrá a orba červená barva. Pro vzájemné porovnání vodivosti jsou technologie zpracování půdy pro všechny úrovně hloubky měření v jednom grafu.

Naměřená rychlost vsakování vody do povrchové vrstvy zpracované půdy (obr. 28) byla nejvyšší na mělkém kypření s průměrnou hodnotou 16,4 mm/h. Na variantě hloubkové

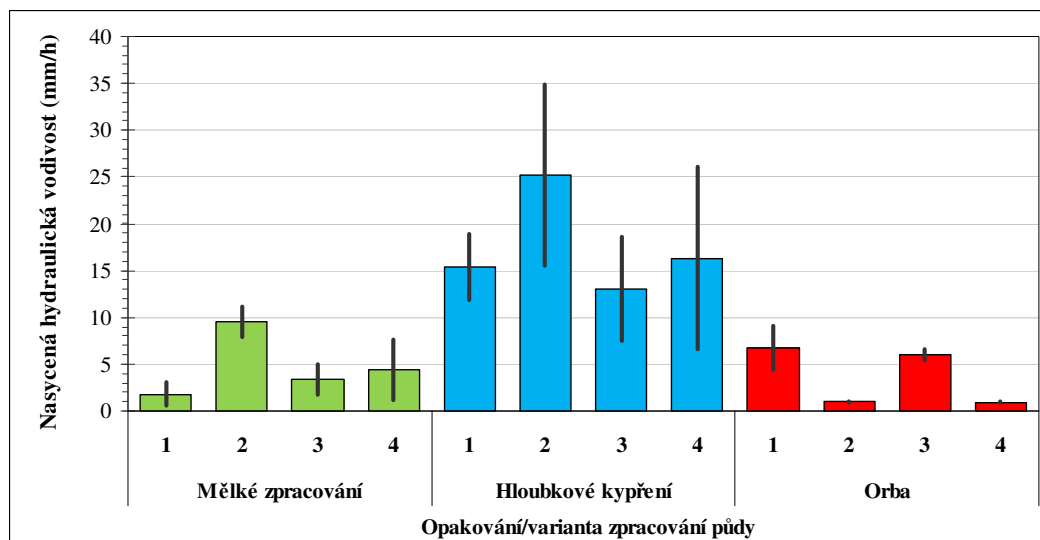
kypření byla průměrná vodivost poloviční (8,25 mm/h) a na orbě 6,6krát nižší (2,48 mm/h) ve srovnání s mělkým kypřením. Variabilita rychlosti vsakování vody byla v jednotlivých variantách zpracování půdy velmi vysoká, hlavně u obou způsobů kypření. U orby byly výsledky celkem vyrovnané. Výsledky potvrzují, že intenzita prokypření a mísení půdy je při orbě v celé zpracované vrstvě ornice homogenní.

V hloubce 0,20 m jsme již zaznamenali výraznou změnu (obr. 29). U mělkého zpracování se hydraulická vodivost snížila na pětinu ve srovnání s povrchem (4,78 mm/h). Odchytky mezi opakováními (kromě 3. opakování) v této hloubce nebyly statisticky významné. Vyrovnaná a vysoká rychlost vsakování byla v zjištěna u hloubkového kypření (zahloubení 0,25 m). Tuto vrstvu ornice intenzivně prokypřila dláta s křídly. Vyrovnanost hodnot svědčí o tom, že se při kypření netvořily velké hroudy. U orby, 0,05 m nad úrovní zahloubení pluhu 0,25 m, dosáhla rychlost infiltrace ze všech posuzovaných technologií zpracování půdy nejnižších hodnot – průměr 3,65 mm/h.

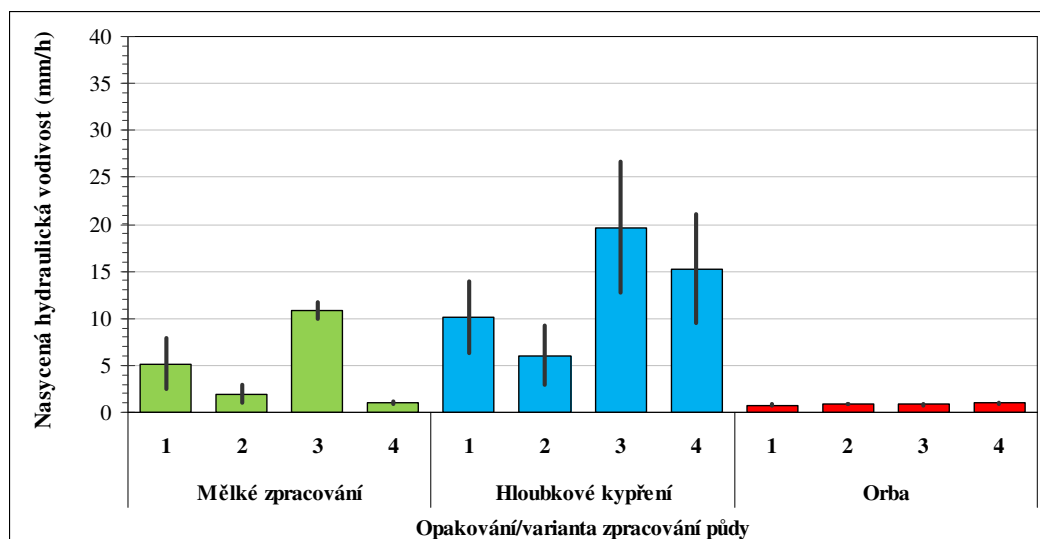
Měření rychlosti infiltrace v hloubce 0,30 m (obr. 30), což je v podorničí těsně pod zpracovávanou vrstvou ornice, potvrdily oprávněnost zařazení obou technologií s kypřiči mezi půdoochranné. U hloubkového kypření byla zjištěna o 50 % vyšší hodnota rychlosti vsakování vody než při mělkém zpracování půdy. I to ale je významně vyšší rychlost než po orbě. U varianty s orbou jsme naměřili velmi nízké hodnoty, vyrovnané na všech opakováních. Zda se jedná o ztuhnutí vrstvy půdy pod pracovními nástroji nelze vyvozovat z jednoho pokusu, výsledky však odpovídají obecně platným tezím. Pro zařazení technologie mezi půdoochranné zpracování půdy stále platí požadavek, aby po zasetí hlavní plodiny bylo nejméně 30% povrchu půdy pokryto rostlinnými zbytky.



**Obr. 28 Rychlost infiltrace do povrchové vrstvy ornice pro varianty zpracování půdy mělké zpracování, hluboké kypření a orba (2,5 měsíce po zpracování půdy)**



**Obr. 29** Rychlost infiltrace v hloubce ornice 0,20 m pro varianty zpracování půdy mělké zpracování, hluboké kypření a orba (2,5 měsíce po zpracování půdy)



**Obr. 30** Rychlost infiltrace v hloubce půdy 0,30 m pro varianty zpracování půdy mělké zpracování, hluboké kypření a orba (2,5 měsíce po zpracování půdy)

Při porovnání variant zpracování půdy kypřiči a pluhem z hlediska rychlosti vsaku v povrchové vrstvě půdy byly dosaženy nejlepší výsledky u varianty mělkého kypření. Následovalo hlubkové kypření, které mělo v podmínkách měření lepší vliv na infiltraci vody do půdy oproti orbě pluhem. V hlubší vrstvě ornice byla nejvyšší rychlost infiltrace vody po hlubkovém kypření. Po konvenčním zpracování pluhem byla v podorniči velmi nízká.

### 2.2.3 Zapravení posklizňových zbytků dlátovými kypřiči

Výsledky provedených polních měření ukázaly rozdíly v činnosti jednotlivých strojů na zpracování půdy v postupech úsporného zpracování půdy především s ohledem na distribuci rostlinných zbytků a kvalitu primárního zpracování půdy. Podmínkou pro správnou činnost těchto strojů je rovnoměrné rozmístění rostlinných zbytků předplodiny, kterou lze ovlivnit nastavením drtiče sklízecích mlátiček. Nerovnoměrnost rozptýlení slámy po sklizni má výrazný vliv na nerovnoměrnost po podmítce se všemi negativními vlivy na kvalitu práce



a kvalitu založení následného porostu. Zrovnomměnění pokrývnosti povrchu půdy lze dosáhnout opakovaním pracovní operace – podmínky. Opakovanou jízdou strojní soupravy po pozemku však dochází nejen ke ztrátám ekonomickým, ale především také ke škodám na půdní struktuře vlivem nežádoucího zhutnění a rozbíjení strukturních agregátů nadměrnou intenzitou zpracování.

Při zpracování půdy kypřiči zůstává většina rostlinných zbytků mělce zapravená pod povrchem půdy a v žádném případě ji nelze zapravit do hloubky zpracování. Podle výnosu slámy a požadavku na zapravení lze konstatovat, že pro optimalizaci rozložení rostlinných zbytků ve zpracovávaném profilu je nutné půdu zpracovat do hloubky, kterou určuje výnos slámy. Čím větší výnos, tím větší zahloubení kypřiče. Při respektování této skutečnosti zůstává na povrchu část rostlinných zbytků chránících půdu před negativními vlivy a část je zapravena do profilu, přičemž ale není při použití radličkových kypřičů nikdy zapravena až do hloubky zpracování.


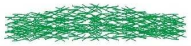
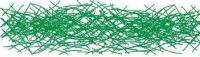

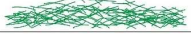






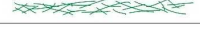
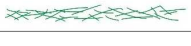
Na pozemku s těžkou hlinitou půdou po sklizni pšenice ozimé (výnos 9,0 t/ha) se uskutečnilo měření tahového odporu dlátových kypřičů fy Farmet – Triton 600 PS, Terrix Dual 600 PS, Triolent 800 PS. Strniště bylo nízké (<100 mm) a rozptýlení rozdrčené slámy za sklízecí mlátičkou nebylo kvalitní (obr. 31). Aby tahový odpor byl zatížen zhutněním půdy v stopách u všech kypřičů shodně, byly jízdy vedeny kolmo na směr pěstování plodiny. Podíl rostlinných zbytků ve vrstvách půdy po zpracování byl vyhodnocen gravimetricky z odebraných půdních vzorků na stanovištích za středem sklízecí mlátičky s největším množstvím slámy (6,3 t/ha). Rozvrstvení slámy (tab. 3) ve zpracované ornici do hloubky 250 mm bylo hodnoceno při největším zahloubení strojů.



**Obr. 31 Za sklízecí mlátičkou byla hmotnost posklizňových zbytků 5krát vyšší než na okraji pracovního záběru**

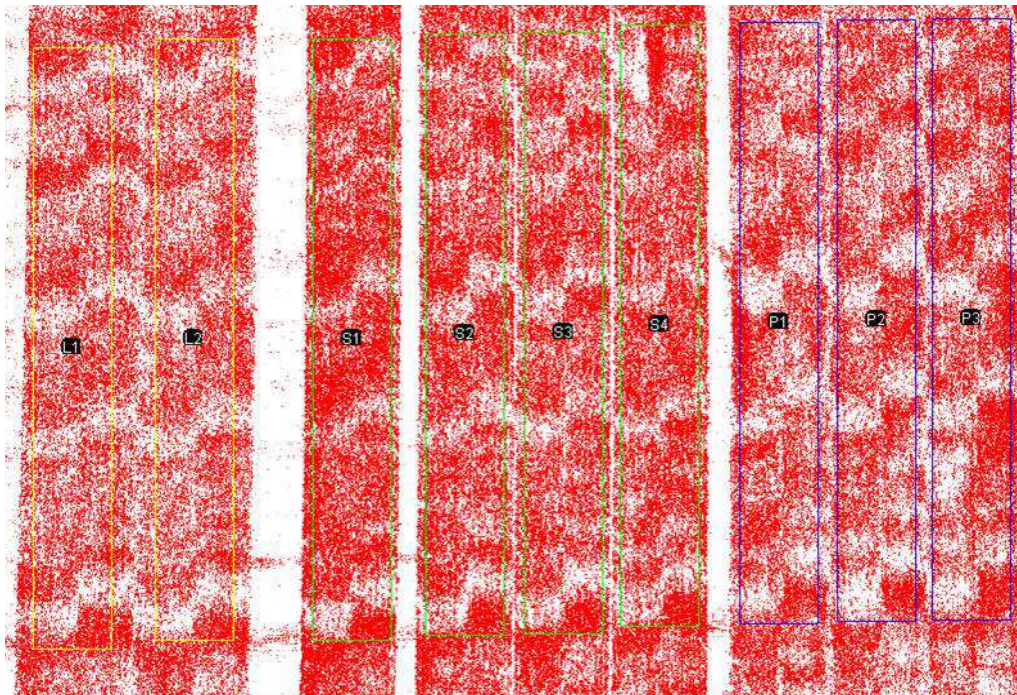
Nejvíce zbytků na povrchu – 63 % bylo po zpracování kombinovaným kypřičem Triton 600 PS osazeným dvěma řadami talířů a dvěma řadami dlát s křídly. Kypřič Triolent 800 PS se třemi řadami dlát s křídly ponechal na povrchu 51 % slámy. Nejmenší podíl slámy na povrchu ponechal kypřič Terrix Dual 600 PS s dvěma řadami dlát s křídly při zahloubení 150 mm a dvěma řadami dlát bez křídel zahloubenými 250 mm.

**Tab. 3 Rozvrstvení slámy ve zpracované ornici**

Vrstva ornice	TRIOLENT 800 PS zahloubení 180 mm	TERRIX DUAL 600 PS zahloubení 250 mm	TRITON 600 PS zahloubení 250 mm
POVRCH	 51%	 45%	 63%
50 mm	 26%	 25%	 19%
100 mm	 15%	 13%	 12%
150 mm	 8%	 9%	 6%
200 mm		 8%	
250 mm			

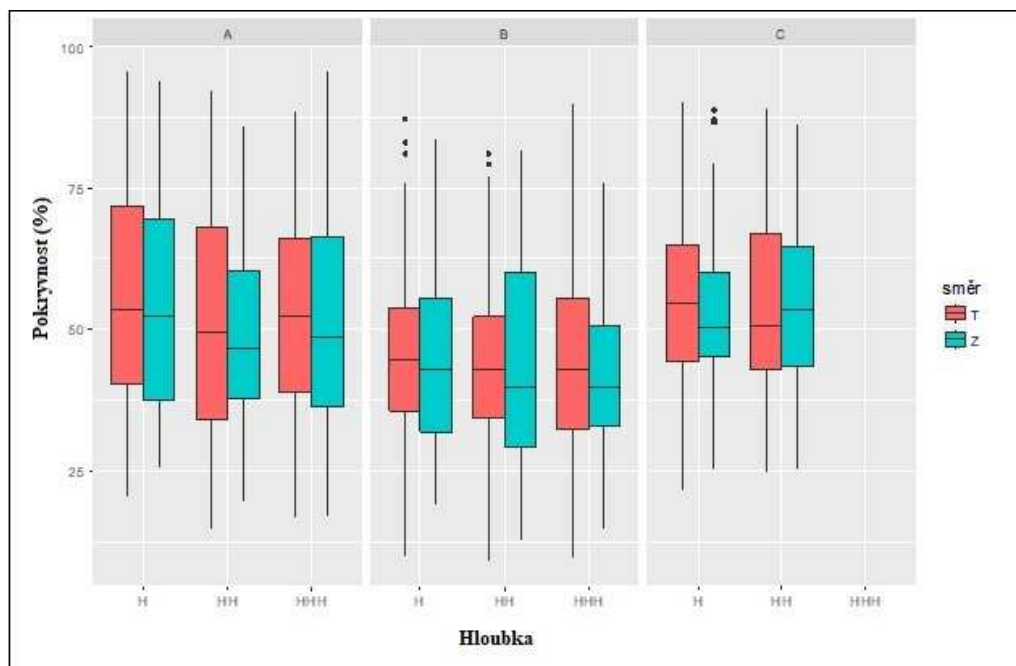
#### 2.2.4 Vyhodnocení pokryvnosti povrchu půdy při podmítce dlátovými kypřiči

Vyhodnocení pokryvnosti půdy posklizňovými zbytky se uskutečnilo na pokusné ploše zpracované při měření tahového odporu půdy dlátových kypřičů firmy Farmet – Triton 600 PS, Terrix Dual 600 PS, Triolent 800 PS. Na pozemku byla těžká hlinitá půda, v hloubce nad 100 mm byla velmi vlhká, téměř na hranici plasticity – 31-33 %<sub>obj</sub>. Pokryvnost byla vyhodnocena pomocí obrazové analýzy svislého snímku pořízeného z dronu z výšky 20 m (obr. 32). Měřicí jízdy kypřičů byly vedeny kolmo na směr jízd strojů při pěstování plodiny. Rozdrcená sláma byla za sklízecí mlátičkou špatně rozptýlena. V ose jízdy mlátičky množství posklizňových zbytků (5,8-6,3 t/ha) více než 5krát převyšovalo množství na okraji záběru. Na snímku po podmítce je viditelný posun slámy na povrchu při jízdě tam a zpět (sláma – bílá, půda – červená, obr. 32).



**Obr. 32** Svislá fotografie zpracovaného povrchu půdy dlátovými kypřiči při tahových zkouškách

*Z levé strany: Triolent 800 PS zahloubení L1=180 mm, L2=150 mm; Terrix Dual 600 PS zahloubení S1, S2=250 mm, S3=200 mm, S4=150 mm; Triton 600 PS zahloubení P1=250 mm, P2=200 mm, P3=150 mm.*



**Obr. 33** Krabicový graf zobrazující míru pokryvnosti posklizňovými zbytky po podmítce pšeničného strniště se špatně rozptýlenou slámou dlátovými kypřiči Triton 600 PS, Terrix Dual 600 PS, Triolent 800 PS

*Vysvětlivky: kypřič A-Triton 600 PS, B-Terrix Dual 600 PS, C-Triolent 800 PS; T- jízda tam, Z- jízda zpět; nastavené zahloubení H-150 mm, HH=200 mm, HHH=250 mm.*

Na pokryvnost povrchu půdy neměl statisticky významný vliv ani směr jízdy stroje ani zahloubení (obr. 33). Pokryvnost po práci kypřičů Triton 600 PS (kombinovaný talířový a dlátový) a Triolent 800 PS (3 řady dlát s křídly) byla statisticky významně vyšší než u kypřiče Terrix Dual 600 PS (2 řady dlát s křídly se zahloubením 150 mm ve všech variantách + 2 řady dlát bez křidel s plným zahloubením). U kypřiče Terrix Dual 600 PS je také zřetelný trend snížení pokryvnosti při zvyšujícím se zahloubením.

## 2.3 Energetická náročnost kypření, porovnání s orbou

### 2.3.1 Porovnání tahového odporu strojů při zpracování půdy

Na pozemku v České Skalici (250 m n. m.) se středně těžkou hlinitou půdou a v předcházejících 3 letech obhospodařovaném technologií s mělkým kypřením do hloubky 0,15 m, byly porovnávány tahové síly při zpracování půdy pluhem s předradličkou (obr. 34) a bez předradličky, hloubkovým kypřičem Digger 3 (obr. 35) a funkčním modelem kypřiče Terrix Dual (obr. 36), všechny stroje v návěsné modifikaci s 3metrovým záběrem. Měření tahového odporu při orbě a kypření se uskutečnilo pomocí měřicího rámu (označení TH300), který byl umístěn v třibodovém závěsu mezi traktor a měřený stroj. Tahová síla se zaznamenávala do měřicí ústředny s frekvencí 100 Hz. Vlhkost půdy v průběhu tahových zkoušek byla 20,1 %<sub>obj.</sub>



**Obr. 34 Návěsný 7-radličný oboustranný pluh Farnet Vidium P 350 Vario s páskovými odhrnovačkami**



**Obr. 35 Hloubkový kypřič Digger 3, osazení 2 řadami dlát s křídly, řadou rovnacích talířů a dvojitým hrotovým válcem pro drobení hrud**



**Obr. 36 Funkční model dlátového kypřiče Terrix Dual, osazený 4 řadami dlát s křídly, za 2. a 4. řadou dlát s rovnacími talíři a vzadu s prutovým válcem pro drobení hrud**

### **2.3.2 Výsledky měření tahového odporu na pozemku v České Skalici**

Při měření tahového odporu při orbě a kypření pomocí měřícího rámu (označení TH300), který byl zavěšený v tříbodovém závěsu traktoru, byly zjištěny velikosti sil. Z nich byla dopočtena průměrná výsledná síla tahového odporu stroje. Pro porovnání strojů byla

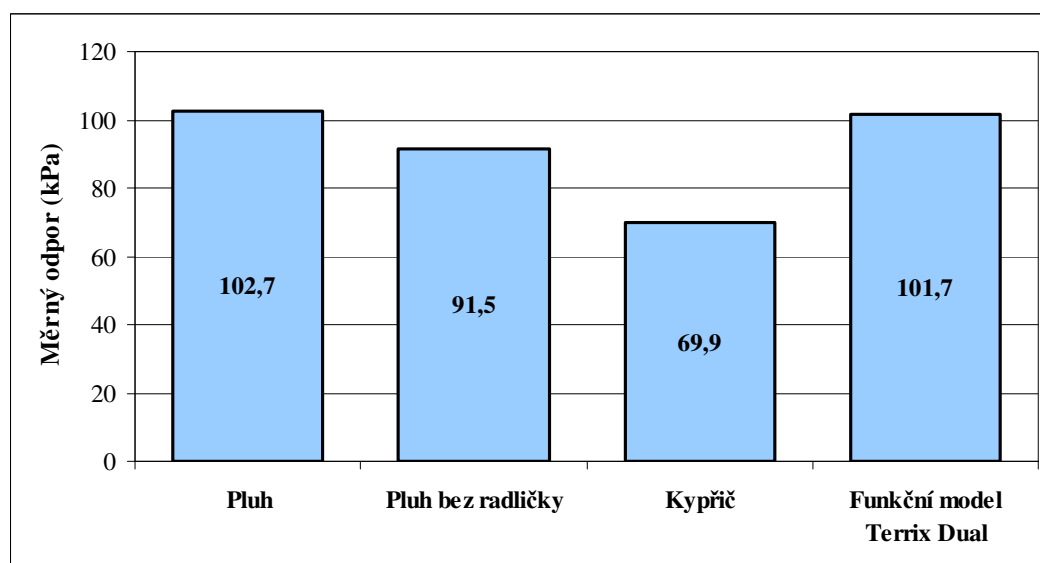
vyhodnocena plocha zpracovaného profilu půdy a určen měrný tahový odpor půdy při zpracování.

Ze skutečně dosažené hloubky zpracování a pracovního záběru byla u všech hodnocených strojů určena příčná plocha zpracovaného půdního profilu. Z průměrné výsledné síly  $F_v$  a plochy zpracovaného profilu půdy byl dopočítán měrný odpor (kPa) při orbě a kypření (tab. 4).

Dosažené měrné odpory jsou graficky uvedeny na obrázku 37. U pluhu s předradličkami byla dosažena průměrná hloubka zpracování 210 mm, pracovní rychlost 7 km/h a měrný odpor 102 kPa. Pluh bez předradliček vykázal nižší měrný odpor – 92 kPa při hloubce 230 mm a při rychlosti 8 km/h, to je o téměř 11 % méně. Nejnižší naměřený měrný odpor 69,9 kPa vykázal hloubkový kypřič Digger 3 při zpracování do hloubky 220 mm a při pracovní rychlosti 10 km/h. U funkčního modelu kypřiče Terrix Dual byl měrný odpor na stejné úrovni s pluhem – 102 kPa, ale při vyšší pracovní rychlosti 11,5 km/h i při větší hloubce zpracovaného profilu 260 mm.

**Tab. 4** Výsledná síla  $F_v$  a vypočtené měrné odpory

Varianta		Tahová síla $F_v$	Pracovní rychlost	Dosažená hloubka kypření	Záběr	Zpracovaný profil půdy	Měrný odpor
		N					
Pluh	stř. hodnota	<b>68520,2</b>	7	209	3,2	0,6674	<b>102,66</b>
	smodch	7528,37					
Pluh bez předradliček	stř. hodnota	<b>66878,39</b>	8	228	3,2	0,7307	<b>91,53</b>
	smodch	5310,09					
Kypřič	stř. hodnota	<b>48373,15</b>	10	223	3,1	0,6923	<b>69,87</b>
	smodch	7288,12					
Funkční model Terrix Dual	stř. hodnota	<b>84637,28</b>	11,5	260	3,2	0,832	<b>101,73</b>
	smodch	8523,73					



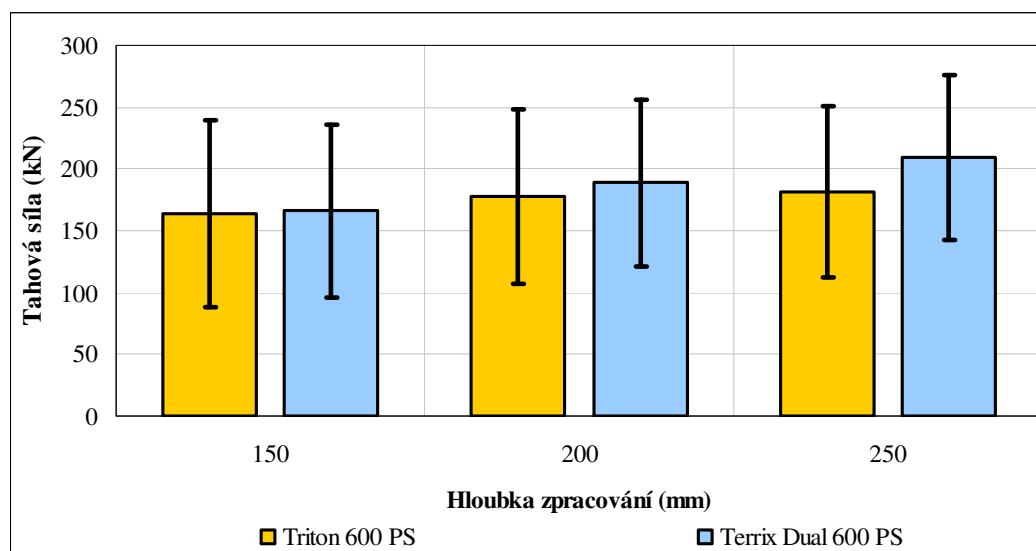
**Obr. 37** Měrný odpor u porovnávaných strojů pro zpracování půdy

### 2.3.3 Porovnání tahových sil a měrného odporu u dlátových kypřičů Triton 600 PS, Terrix Dual 600 PS při zpracování půdy

Měření se uskutečnilo na poli zemědělského podniku AGD Senice (Poděbrady, Okřínek) na pozemku s těžkou černozemí po sklizni ozimé pšenice (výnos zrna 9 t/ha). Strniště na pozemku bylo nízké (cca 100 mm) s rozdrčenou, ale špatně rozptýlenou slámou s pruhy za sklízecí mlátičkou. Pro oba testované kypřiče byl energetickým prostředkem pásový traktor CASE III QUADTRAC 550.

Triton 600 PS je kombinovaný kypřič s osazením dvěma řadami talířů (Ø 620 mm) pro celoplošné zpracování půdy do hloubky 150 mm a 2 řadami dlát s roztečí 420 mm se zahlobením do 350 mm. Stroj kombinuje práci podmičáče s účinným promícháním rostlinných zbytků v povrchové vrstvě ornice a hloubkového kypřiče pro zlepšení vsakování vody do půdy.

Tahový odpor obou strojů byl měřen ve 3 variantách se stupňujícím se zahlobením – 150, 200 a 250 mm, ve všech variantách byly obě jízdy tam a zpět hodnoceny (obr. 38).

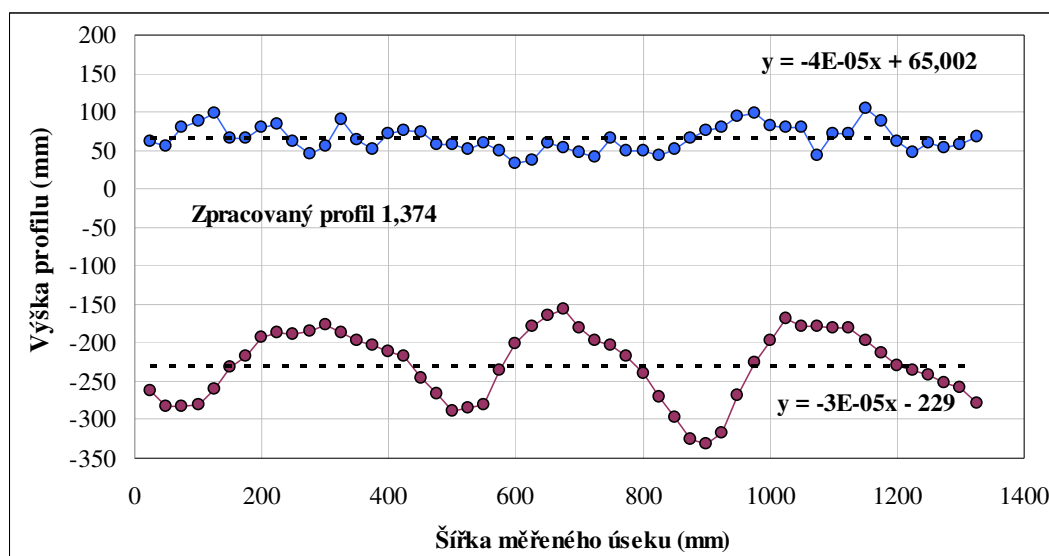


**Obr. 38 Porovnání průměrné tahové síly u obou strojů v závislosti na hloubce zpracování půdy**

Povrch půdy na strništi určuje základní rovinu s výškou 0. Po zpracování strojem se určí průměrná výška nakypření a průměrná hloubka zpracování za dláty kypřiče (obr. 39). Do těchto rovin se naměřené profily přetransformují. Grafické znázornění transformovaného profilu zpracované půdy je na obrázku 40.



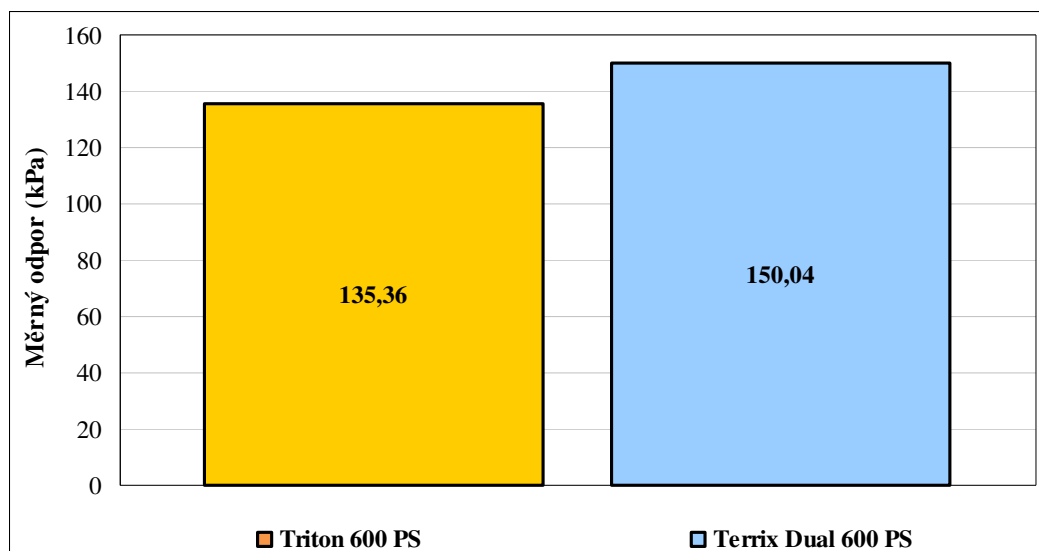
**Obr. 39** Profil dna zpracované vrstvy půdy – Terrix Dual 600 PS, zahloubení 250 mm



**Obr. 40** Zpracovaný profil po zpracování – Terrix Dual 600 PS, zahloubení 250 mm; střední hloubka zpracovaného profilu se rovná -229 mm. Strojem zpracovaný profil půdy je součinem této hloubky a pracovním záběrem stroje.

Dno po zpracování dlátovými kypřiči je silně zvlňené (obr. 40). Plocha příčného zpracovaného profilu půdy je součinem střední hloubky dna profilu a pracovního záběru stroje. Odpor potřebný na zpracování daného profilu slouží pro energetické porovnání strojů – měrný odpor (obr. 41).





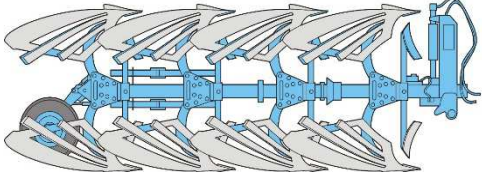
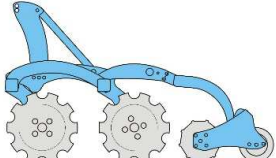
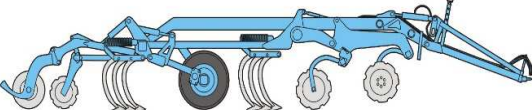
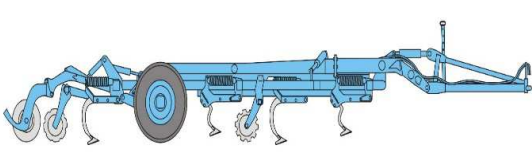
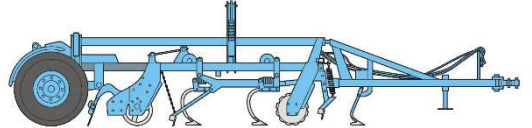
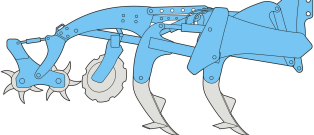
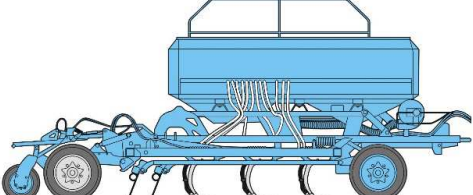
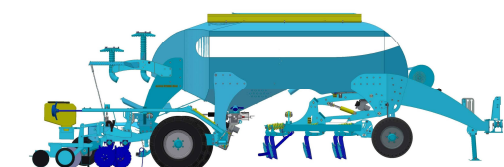
**Obr. 41** Porovnání měrných odporů kombinovaného dlátového kypříče

### 3 EKONOMIKA ZPRACOVÁNÍ PŮDY S VYUŽITÍM KYPŘIČŮ

#### 3.1 Doporučené stroje pro agrotechnické operace zpracování půdy a založení porostu

Výběr je orientován na porovnání konvenční orební technologie s alternativní technologií bez orby se zpracováním půdy do stejné hloubky jako orba. Seznam je rozšířen o stroje s vertikálním zpracováním půdy, které se v praxi začíná rozšiřovat (tab. 5, 6).

**Tab. 5 Vybrané stroje pro zpracování půdy ve variantách technologií založení porostu vybraných plodin**

	<p><i>Oboustranný pluh pro orbu „do roviny“, vhodný pro práci po vrstevnici na mírných svazích. Při předset'ové orbě pro ozimy se doporučuje jej agregovat s adaptérem pro úpravu povrchu ornice. Na tomto způsobem upravený povrch půdy lze plodinu zaset jednou operací kypřiči kombinovanými se secím strojem.</i></p>
	<p><i>Talířový kypřič s univerzálním použitím na podmlátku strniště, opakované kypření i předosevní přípravu půdy. Vysoký přítlak na každý talíř s prokrajovaným obvodem zajišťuje vnikání i do těžké a přeschlé půdy. Pracovní hloubka 35-120 mm.</i></p>
	<p><i>Kombinovaný kypřič s předními 2 sekcemi s talíři a následnými 2 sekcemi dlát. Talířové sekce celoplošně zpracují půdy až do hloubky 150 mm, následující dláta zajistí prohlubovací prokypření až do hloubky 350 mm.</i></p>
	<p><i>Hlubkový kypřič s širokým využitím kypření od 100 až do 350 mm (alternativa pluhu bez obracení půdy, umožňuje zapravení velkého množství rostlinných zbytků nebo slámy) i vertikální zpracování půdy s postupným zahloubením radlic v sekcích na konečnou hloubku.</i></p>
	<p><i>Kombinátor pro předset'ovou přípravu po orbě urovná povrch, rozdrobí hroudy a dobře utuží set'ové lůžko.</i></p>
	<p><i>Hlubkový kypřič pro podrývání a kypření podorniční vrstvy. Pracují do hloubky 300-400 mm. Časté je spojení těchto kypřičů s podpovrchovým hnojením.</i></p>
	<p><i>Secí stroj pro setí do mulče, do minimálně zpracované půdy nebo i pro přímé setí do nezpracované půdy a s možností podpovrchového hnojení do kořenové zóny.</i></p>
	<p><i>Přesný secí stroj k přesnému setí širokořádkových plodin s kombinací předzpracování půdy a s možností podpovrchového hnojení do kořenové zóny.</i></p>

**Tab. 6 Základní technické parametry a normativní ukazatele pro vybrané strojní soupravy z databáze systému VÚZT, v.v.i.**

P.č.	Operace	varianta	Traktor	Mechanizační prostředek		Údaje za soupravu				
			výkonová třída	název	technický parametr	výkonnost	spotřeba paliva	Náklady		
			kW		(m, ř., radl., l)			MJ/h	I/MJ	Fixní
								Kč/MJ	Kč/MJ	Kč/MJ
1	Kypření mělké (podmítka) do 150 mm	1	90	Talířový kypřič	3 m	2,40	9,2	164	471	635
		2	120	Talířový kypřič	4,5 m	3,60	9,2	152	441	593
		3	180	Talířový kypřič	6 m	4,80	9,2	199	416	615
2	Kypření mělké (podmítka) do 150 mm	1	90	Radličkový kypřič	3 m	2,40	8,8	151	437	588
		2	120	Radličkový kypřič	4,5 m	3,60	8,8	147	408	555
		3	180	Radličkový kypřič	6 m	4,80	8,8	157	398	555
3	Kypření střední do 200 mm	1	100	Radličkový kypřič	3 m	2,40	13,0	163	572	735
		2	180	Radličkový kypřič	5 m	4,00	12,5	164	505	669
		3	260	Radličkový kypřič	8 m	6,00	12,5	179	474	653
4	Kypření hluboké do 350 mm	1	120	Radličkový kypřič	3 m	1,80	18,2	203	716	919
		2	150	Radličkový kypřič	4 m	2,5	18,2	188	684	872
		3	200	Radličkový kypřič	5 m	3,20	18,2	192	638	830
		4	260	Radličkový kypřič	6 m	3,80	19,5	206	606	812
5	Podrývání - dlátování 350 až 500 mm	1	140	Dlátový kypřič	2 m	1,20	23,0	289	877	1166
		2	200	Dlátový kypřič	3 m	1,80	23,0	291	793	1084
		3	280	Dlátový kypřič	4 m	2,40	22,5	275	737	1012
6	Střední orba	1	90	Pluh oboustranný	4 radl.	0,80	18,5	471	1027	1498
		2	150	Pluh oboustranný	6 radl.	1,30	18,2	539	918	1457
		3	200	Pluh oboustranný	8 radl.	1,80	18,0	540	843	1383
7	Střední orba s úpravou brázdy	1	90	Pluh oboustranný + hrudořezy	4 radl.	0,80	20,5	471	1094	1565
		2	150	Pluh oboustranný + hrudořezy	6 radl.	1,30	20,2	539	982	1521
		3	200	Pluh oboustranný + hrudořezy	8 radl.	1,80	20,0	540	903	1443

**Tab. 6 pokračování**

P.č.	Operace	varianta	Traktor	Mechanizační prostředek		Údaje za soupravu				
			výkonová třída	název	technický parametr	výkonnost	spotřeba paliva	Náklady		
			kW		(m, ř., radl., l)			MJ/h	I/MJ	Fixní
								Kč/MJ	Kč/MJ	Kč/MJ
8	Hluboká orba	1	90	Pluh oboustranný + hrudořezy	4 radl.	0,80	23,0	471	1178	1649
		2	150	Pluh oboustranný + hrudořezy	6 radl.	1,30	22,5	539	1055	1594
		3	200	Pluh oboustranný + hrudořezy	8 radl.	1,80	22,0	540	963	1503
9	Hluboká orba s úpravou brázdy	1	90	Pluh oboustranný + hrudořezy	4 radl.	0,80	25,0	496	1220	1716
		2	150	Pluh oboustranný + hrudořezy	6 radl.	1,30	24,5	563	1095	1658
		3	200	Pluh oboustranný + hrudořezy	8 radl.	1,80	24,0	565	998	1563
10	Příprava půdy kombinátory	2	120	Kombinátor	4,5 m	3,60	9,0	195	449	644
		3	150	Kombinátor	6 m	4,80	9,1	184	437	622
		4	220	Kombinátor	8 m	6,40	9,2	168	429	596
11	Kypření + setí výsevní jednotkou	1	100	Radličkový kypřič + výsevní jedn.	3 m	2,40	13,0	197	577	771
		2	180	Radličkový kypřič + výsevní jedn.	5 m	4,00	12,5	181	518	699
		3	260	Radličkový kypřič + výsevní jedn.	8 m	6,00	12,5	209	494	703
12	Setí do připravené půdy	1	50	Secí stroje mechanické	3 m	1,80	4,5	133	289	422
		2	70	Secí stroje mechanické	4,5 m	2,40	4,5	136	266	401
		3	100	Secí stroje mechanické	6 m	3,60	4,5	138	245	383
13	Setí do připravené půdy	1	70	Secí stroje pneumatické	3 m	2,20	5,5	202	325	527
		2	120	Secí stroje pneumatické	6 m	4,50	5,5	184	282	466
		3	150	Secí stroje pneumatické	9 m	6,60	5,5	208	279	487
14	Setí s přihnojováním	1	70	Pneuma. secí stroje s přihnojemím	3 m	2,20	6,5	476	486	962
		2	120	Pneuma. secí stroje s přihnojemím	6 m	4,50	6,5	491	451	942
		3	150	Pneuma. secí stroje s přihnojemím	9 m	6,60	6,5	515	438	952
15	Setí secí kombinací	1	90	Secí kombinace	3 m	2,00	7,5	410	618	1028
		2	150	Secí kombinace	6 m	3,60	7,5	304	579	883
		3	200	Secí kombinace	9 m	5,40	7,5	250	572	822

**Tab. 6 pokračování**

P.č.	Operace	varianta	Traktor	Mechanizační prostředek		Údaje za soupravu				
			výkonová třída	název	technický parametr	výkonnost	spotřeba paliva	Náklady		
			kW		(m, ř., radl., l)			MJ/h	I/MJ	Fixní
								Kč/MJ	Kč/MJ	Kč/MJ
16	Setí secí kombinací s přihnojením	1	90	Secí kombinace s přihnojením	3 m	2,00	8,0	494	576	1070
		2	150	Secí kombinace s přihnojením	6 m	3,60	8,2	398	532	930
		3	200	Secí kombinace s přihnojením	9 m	5,40	8,3	348	523	871
17	Setí do mulče	1	90	Secí stroj do mulče	3 m	1,80	7,5	553	485	1038
		2	150	Secí stroj do mulče	6 m	3,60	7,5	536	442	978
		4	200	Secí stroj do mulče	9 m	5,40	7,5	556	423	979
18	Setí do mulče s přihnojením	1	90	Secí stroj do mulče	3 m	1,80	8,5	609	548	1157
		2	150	Secí stroj do mulče	6 m	3,60	8,5	592	504	1096
		4	200	Secí stroj do mulče	9 m	5,40	8,5	612	473	1085
19	Přesné setí	1	80	Přesný secí stroj	4 ř.	1,80	4,8	213	427	640
		2	120	Přesný secí stroj	6 ř.	2,70	5,1	229	406	636
		3	150	Přesný secí stroj	8 ř.	3,60	5,6	239	406	645
		4	200	Přesný secí stroj	12 ř.	5,20	5,6	243	388	631
20	Přesné setí s přihnojováním	1	80	Přesný secí stroj modulární	4 ř.	1,80	6,5	414	551	965
		2	120	Přesný secí stroj modulární	6 ř.	2,70	6,5	427	520	947
		3	150	Přesný secí stroj modulární	8 ř.	3,60	6,4	426	496	922
		4	200	Přesný secí stroj modulární	12 ř.	5,20	6,3	399	468	867
21	Plošný postřik do 300 l/ha	3	70	Postřikovač návěsný	3000 l	4,00	2,0	95	131	226
		4	80	Postřikovač návěsný	4000 l	4,50	2,0	106	130	236
		5		Postřikovač samojízdný	6000 l	8,00	1,8	140	89	229
23	Rozmetání TMH (do 0,3 t/ha)	2	70	Rozmet. návěsné	3000 l	5,00	2,3	106	128	234
		3	80	Rozmet. návěsné	6000 l	5,50	2,2	112	121	233

### 3.2 Požadované funkce vybraných strojů

- a) Radličkový kypřič vhodný pro celoplošnou podmínku po plodinách s rozptýlenou rozdrčenou slámou, pracovní hloubka 50-150 mm.
- b) Talířový podmítač určený pro zapravení velkého množství organické hmoty – intenzivní mísení povrchové vrstvy do hloubky 150 mm. Zadní válec intenzivně připraví set'ové lůžko s optimálním utužením půdy.
- c) Oboustranný pluh pro orbu „do roviny“ a vhodný pro práci po vrstevnici na mírných svazích. Při předset'ové orbě pro ozimy se doporučuje jej agregovat s adaptérem pro úpravu povrchu ornice.
- d) Kombinátor pro předset'ovou přípravu po orbě urovná povrch, rozdrobí hroudy a dobře utuží set'ové lůžko.
- e) Kypřič pro mělké kypření do hloubky 80-100 mm s výsevním ústrojím na výsev meziplodiny.  
Využívají se talířové a radličkové kypřiče, které pracují při rychlosti vyšší než 10 km/h. Kypřiče lze doplnit adaptéry na setí meziplodin s odstředivým rozmetacím ústrojím osiva nebo výsevním ústrojím s vyústěním semenovodů pod proud podříznuté zeminy šířovými radličkami na rovné lůžko.
- f) Hloubkový kypřič s využitím pro široký rozsah hloubky kypření od 80 až do 350 mm (alternativa pluhu bez obracení půdy a zapravení velkého množství rostlinných zbytků nebo slámy).**
- g) Hloubkový kypřič pro periodické rozrušování zhutnělých podorničních vrstev půdy se využívají dlátové kypřiče. Pracují do hloubky 300-400 mm. Časté je spojení těchto kypřičů s podpovrchovým hnojením.**
- h) Radličkové secí stroje jsou univerzální, pro setí do podmínky nebo po orbě s adaptérem pro úpravu povrchu.
- i) Přesný secí stroj je určen k přesnému výsevu širokořádkových plodin, většinou i s možností podpovrchového hnojení do kořenové zóny. Systém podpovrchového přihnojení pásově předzpracovává půdu a vytváří lůžko pro přesné uložení osiva.
- j) Secí stroj pro setí do mulče (stroj pro setí do minimálně zpracované půdy nebo secí stroj pro přímé setí do nezpracované půdy).  
V technologiích zakládání porostů setých plodin do úzkých řádků 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 jezdové rychlosti kolem 10 km/h vyžaduje kvalitní vedení secích botek v půdě s cílem dosáhnout 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.
- k) Secí kombinace – kombinace předset'ové přípravy půdy a setí plodiny. Často je doplněna i adaptérem pro podpovrchové hnojení minerálními hnojivy. Toto řešení se vyskytuje jak pro hustě seté plodiny, tak i pro přesné setí širokořádkových plodin. V současné době se předzpracování půdy před setím převážně zajišťuje sekcemi s pasivními pracovními nástroji.
- l) Postřikovač – před setím plodin do nezpracované půdy, do vymrzající meziplodiny nebo do mulče s výskytem vzešlých plevelů se využívá postřik totálním herbicidem jako alternativa k plošnému zpracování půdy. Umrtný porost na povrchu má protierozní účinky. Ve většině případů jde o operaci 1 až 2 týdny před setím plodiny, na výběr postřikovače je požadavek nízkého tlaku jezdového ústrojí na půdu, aby se nevytvářely koleje. Zásobní nádrž u návěšného nebo samojízdného postřikovače maximálně 3-4 m<sup>3</sup> a velký průměr kol jsou podmínkou pro dosažení nízkého nápravového tlaku.

m) Rozmetadlo tuhých průmyslových hnojiv – počítá se s návěsnou traktorovou verzí s velikostí zásobníku 4 t určenou pro hnojení před setím. Operace je volena jako alternativa k podpovrchovému zapravení startovací dávky hnojiva při setí hlavní plodiny.

Pro agregaci souprav pro zpracování půdy a založení porostu jsou požadovány traktory s nízkým tlakem pojezdového ústrojí na půdu. Vyhovuje zdvojení kol (kromě u orby) nebo lépe pásové traktory.

### **3.3 Technologie založení porostu vybraných plodin a porovnání přímých nákladů**

#### ***I. Ozimá obilnina pěstovaná po obilninách, ozimé řepce a hrachu***

*Varianta 1 (konvenční s orbou):*

- hnojení na strniště předplodiny,
- podmítka – zapravení rozdrčené slámy,
- střední orba do 0,20 m,
- příprava před setím – kombinátor,
- setí mechanickým secím strojem.

*Varianta 2 (minimalizační s kombinací kypřiče se secím strojem):*

- hnojení na strniště předplodiny,
- podmítka – zapravení rozdrčené slámy,
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem,
- setí kombinací kypřiče se secím strojem.

*Varianta 3 (hluboké kypření + secí kombinace kypřiče se secím strojem a podpovrchovým hnojením):*

- podmítka – zapravení rozdrčené slámy,
- náhrada orby hlubokým kypřením do 0,20-0,25 m,
- setí kombinací kypřiče se secím strojem a podpovrchovým kypřením.

#### ***II. Jarní obilnina pěstovaná po obilninách***

*Varianta 1 (konvenční s meziplodinou):*

- hnojení na strniště předplodiny,
- podmítka s adaptérem pro setí strniskové meziplodiny,
- střední orba (pozdní podzim),
- předosevní zpracování půdy kombinátorem,
- setí do zpracované půdy.

*Varianta 2 (střední kypření + secí kombinace do vymrzlé meziplodiny):*

- hnojení na strniště předplodiny,
- kypření s výsevem vymrzající meziplodiny,
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem,
- setí kombinací kypřiče se secím strojem.

*Varianta 3 (střední kypření + secí kombinace kypřiče se secím strojem a podpovrchovým hnojením):*

- kypření s výsevem vymrzající meziplodiny,
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem,
- setí kombinací kypřiče se secím strojem a podpovrchovým hnojením.

#### ***III. Ozimá obilnina pěstovaná po kukuřici a okopaninách (cukrovce a bramborách)***

*Varianta 1 (hluboké kypření + kombinace předosevní přípravy se secím strojem):*

- hnojení před setím,
- zpracování půdy hloubkovým kypřičem do 0,20 m,
- setí kombinací kypřiče se secím strojem.

*Varianta 2 (mělké kypření + setí do zpracované půdy):*

- hnojení před setím,
- mělké zpracování s urovnáním povrchu půdy,
- setí do zpracované půdy.

*Varianta 3 (přímé setí do nezpracované půdy s podpovrchovým hnojením – po kukuřici na siláž):*

- regulace plevelů neselektivním herbicidem,
- přímé setí do nezpracované půdy s podpovrchovým přihnojením.

#### **IV. Jarní obilnina pěstovaná po okopaninách, kukuřici a slunečnici**

*Varianta 1a (konvenční s orbou):*

- hnojení před setím,
- střední orba,
- příprava půdy,
- setí do zpracované půdy.

*Varianta 1b (konvenční s hlubokým kypřením a s orbou):*

- hnojení před setím,
- hluboké kypření,
- střední orba,
- příprava půdy kombinátorem,
- setí do zpracované půdy.

*Varianta 2a (s hlubokým kypřením a meziplodinou):*

- hnojení před setím,
- kypření se setím meziplodiny,
- regulace plevelů neselektivním herbicidem,
- setí kombinací kypřiče se secím strojem.

*Varianta 2b (s hlubokým kypřením + setí meziplodiny a s podpovrchovým hnojením):*

- hluboké kypření, s úpravou povrchu a setím meziplodiny,
- regulace plevelů neselektivním herbicidem,
- setí secí kombinací s přihnojením.

#### **V. Ozimá řepka pěstovaná po obilninách**

*Varianta 1 (konvenční s orbou):*

- hnojení před setím,
- střední orba,
- předosevní příprava (kombinátor),
- setí po zpracované půdy.

*Varianta 2 (střední kypření do 0,20 m):*

- hnojení na strniště předplodiny,
- střední kypření,
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem,
- setí do zpracované půdy bez orby.

*Varianta 3 (hluboké kypření a kombinace setí s podpovrchovým hnojením):*



- mělké kypření,
- náhrada orby kypřením do 0,25 m s urovnáním povrchu,
- setí s přihnojením do podkořenové zóny.

#### **VI. Kukuřice pěstovaná po obilninách**

*Varianta 1 (konvenční s orbou a meziplodinou):*

- hnojení před setím,
- mělké kypření spojené se setím strniskové meziplodiny,
- hluboká orba do 0,25 m (pozdní podzim),
- příprava půdy před setím,
- setí do zpracované půdy.

*Varianta 2 (s hlubokým kypřením a meziplodinou):*

- hnojení před setím,
- kypření spojené se setím strniskové meziplodiny,
- náhrada orby hloubkovým kypřením do 0,25 m (pozdní podzim),
- setí v kombinaci s přípravou půdy.

*Varianta 3 (mělké kypření s meziplodinou + setí s podpovrchovým hnojením):*

- kypření spojené se setím vymrzající meziplodiny,
- aplikace neselektivního herbicidu,
- setí spojené se zpracováním půdy a podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva.

#### **VII. Kukuřice pěstovaná po kukuřici a okopaninách**

*Varianta 1 (hluboké kypření+příprava půdy v kombinaci se setím a podpovrchovým hnojením):*

- náhrada orby hloubkovým kypřením do 0,25-0,30 m (pozdní podzim),
- setí v kombinaci s přípravou půdy a s podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva.

*Varianta 2 (přímé setí do strniště s podpovrchovým hnojením):*

- aplikace neselektivního herbicidu,
- přímé setí přesným secím strojem do nezpracované půdy s podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva.

### 3.4 Náklady technologických operací na 1 ha (příklad výstupu z expertního systému „Technologie a ekonomika plodin“ [www.vuzt.cz](http://www.vuzt.cz))

**Tab. 7 Příklad nákladů na technologické operce na 1 ha**

*Plodina: I. - Ozimá obilnina pěstovaná po obilninách (ozimé řepce, hrachu)*

*Varianta: 1 -konvenční technologie s orbou*

Číslo-Název operace		Materiálové vstupy				Technické zajištění operace					Náklady celkem Kč/ha
	Opa-	Název	Množství	Cena	Náklady	Souprava	Normativy			Náklady	
	kovat		MJ/ha	Kč/MJ	Kč/ha		h/ha	l/ha	Kč/ha	Kč/ha	
Hnojení před setím	1x		0	0	0	Kolové traktory 70 kW Rozmetadlo návěsné 3000 l	0,2	2,3	234	234	234
Podmítka talířovými podmítači	1x		0	0	0	Kolové traktory 180 kW Kypřiče talířové 6 m	0,21	9,2	615	615	615
Střední orba	1x		0	0	0	Kolové traktory 200 kW Pluhy 8radličné oboustranné + hruďořezy	0,56	20	1443	1443	1443
Příprava půdy-kombinátory	1x		0	0	0	Kolové traktory 150 kW Kombinátory - 6 m	0,21	9,1	622	622	622
Setí do zpracované půdy	1x		0	0	0	Kolové traktory 4x4 100 kW Secí stroje mechanické 6 m	0,22	4,5	383	383	383
Příprava půdy a založení porostu - celkem					0		1,2	43		3063	3297

*Varianta: 2 -setí secí kombinací do nezpracované půdy*

Číslo-Název operace		Materiálové vstupy				Technické zajištění operace					Náklady celkem Kč/ha
	Opa-	Název	Množství	Cena	Náklady	Souprava	Normativy			Náklady	
	kovat		MJ/ha	Kč/MJ	Kč/ha		h/ha	l/ha	Kč/ha	Kč/ha	
Hnojení před setím	1x		0	0	0	Kolové traktory 70 kW Rozmetadlo návěsné 3000 l	0,2	2,3	234	234	234
Podmítka talířovými podmítači	1x		0	0	0	Kolové traktory 180 kW Kypřiče talířové 6 m	0,21	9,2	615	615	615
Plošný postřik (regulace vzešlého výdrolu a plevelů)	0,5x	herbicid	5 l	200	500	Kolové traktory 90 kW Postřikovač návěsný 5000 l	0,2	2	240	240	740
Setí secí kombinací	1x		0	0	0	Kolové traktory 4x4 150 kW Secí kombinace 6 m	0,28	7,5	883	883	883
Příprava půdy a založení porostu - celkem					500		0,69	18,7		1738	2472

*Varianta: 3 -setí s přihnojením po středním kypření*

Číslo-Název operace		Materiálové vstupy				Technické zajištění operace					Náklady celkem Kč/ha
	OPA-	Název	Množství	Cena	Náklady	Souprava	Normativy			Náklady	
	kovat		MJ/ha	Kč/MJ	Kč/ha		h/ha	l/ha	Kč/ha	Kč/ha	
Podmítka talířovými podmítači	1x		0	0	0	Kolové traktory 180 kW Kypřiče talířové 6 m	0,21	9,2	615	615	615
Kypření (200 mm)	1x		0	0	0	Kolové traktory 200 kW Radličkový kypřič 8 m+ hrudořezy	0,17	12,5	653	653	653
Setí secí kombinací s přihnojením	1x		0	0	0	Kolové traktory 4x4 150 kW Secí kombinace s přihnojením 6 m	0,28	8,2	930	930	930
Příprava půdy a založení porostu - celkem					0		0,66	30,0		2198	2198

### 3.4.1 Komentář k nákladům

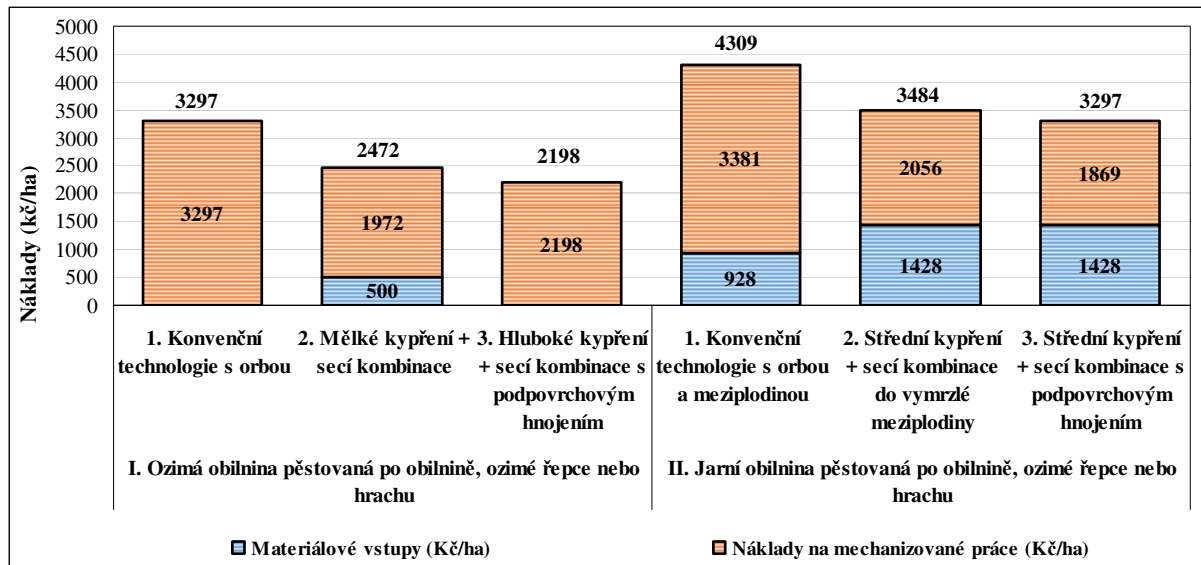
Pro porovnání tabulek nákladů na zpracování půdy a založení porostu se předpokládá, že materiálové náklady na osivo hlavní plodiny a na předosevní hnojení resp. přihnojování jsou v porovnávaných variantách shodné a tak v tabulkách pro zjednodušení nejsou uváděny. Jsou zde ale zahrnuty materiálové náklady na osivo meziplodiny a na herbicid pro regulaci vzešlého porostu meziplodiny v případech mírné zimy (50% podíl), které se v jednotlivých technologiích liší.

V nákladech na technické zajištění operace jsou fixní i variabilní náklady na stroje (odpisy, uskladnění, PHM, opravy a udržování) a osobní náklady obsluhy. Do porovnání technologií založení porostu hlavních plodin jsou zahrnuty příklady pěstování obilnin, řepky a kukuřice s konvenčním postupem s orbou, s náhradou orby hloubkovým kypřením a s minimalizačním postupem, v kterém je startovací dávka hnojiva podpovrchově zapravena při operaci setí. Pro pěstování všech jařin se uplatňuje postup se strniskovou nebo ozimou vymrzající meziplodinou (je-li v agrotechnice prostor). Založení porostu meziplodiny technologie významně prodražuje, vyhovuje však protierozní opatřením, které jsou podmínkou pěstování jarních obilnin i na SEO pozemcích, u kukuřice na MEO pozemcích. Tabulkový výstup z expertního systému „Technologie a ekonomika plodin“ (umístění na internetové stránce VÚZT, v.v.i. [www.vuzt.cz](http://www.vuzt.cz)) je pro publikování v metodické příručce rozsáhlý. V tabulkách uvádíme jako příklad pouze tabulku 7 pro pěstování ozimé obilniny po obilnině, řepce ozimé nebo hrachu. Náklady ze zbývajících tabulek jsme shrnuli do grafů s celkovými náklady na založení porostu (obr. 42-45).

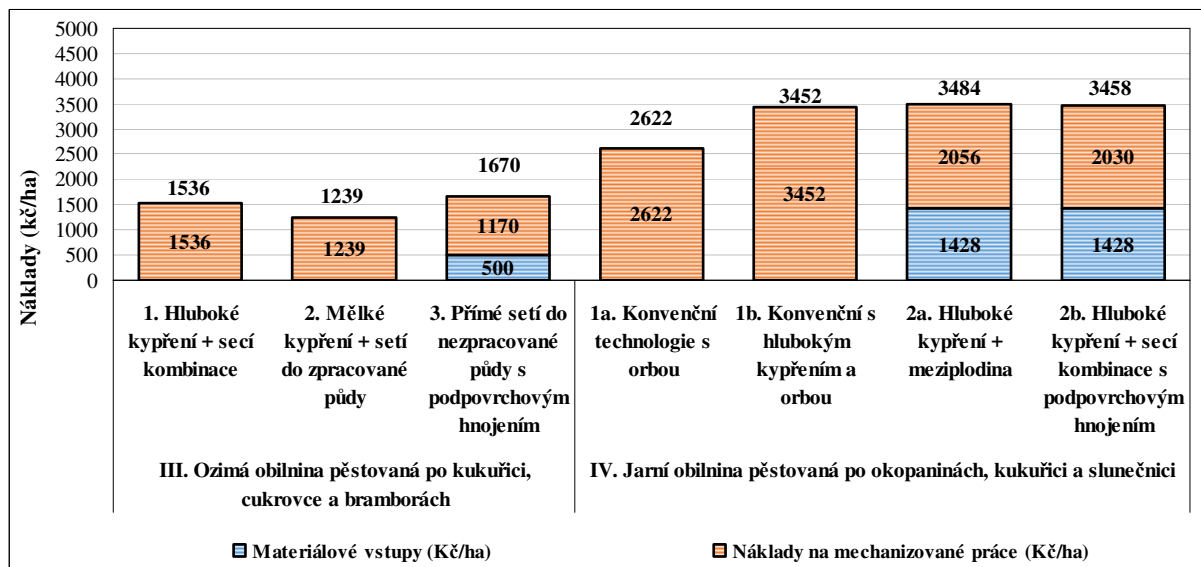
Náklady na technické zajištění zpracování půdy pro ozimé a jarní obilniny pěstovaných po obilninách jsou v porovnávaných technologiích prakticky shodné (obr. 42). Náklady na technické zabezpečení u konvenční technologie pěstování ozimů s orbou ale rámcově převyšuje o 50 % náklady v obou technologiích s mělkým zpracováním půdy bez orby.

Náklady při pěstování obilnin po kukuřici na zrno zvyšuje nutnost pro zapravení vysokého množství posklizňových zbytků navýšením hloubky zpracování půdy, u jarních obilnin opět založení porostu meziplodiny. Při pěstování řepky ozimé a při pěstování kukuřice se faktory zvyšující náklady opakují – hluboké zpracování půdy jak při orbě tak i při kypření u kukuřice nutnost založení porostu meziplodiny.

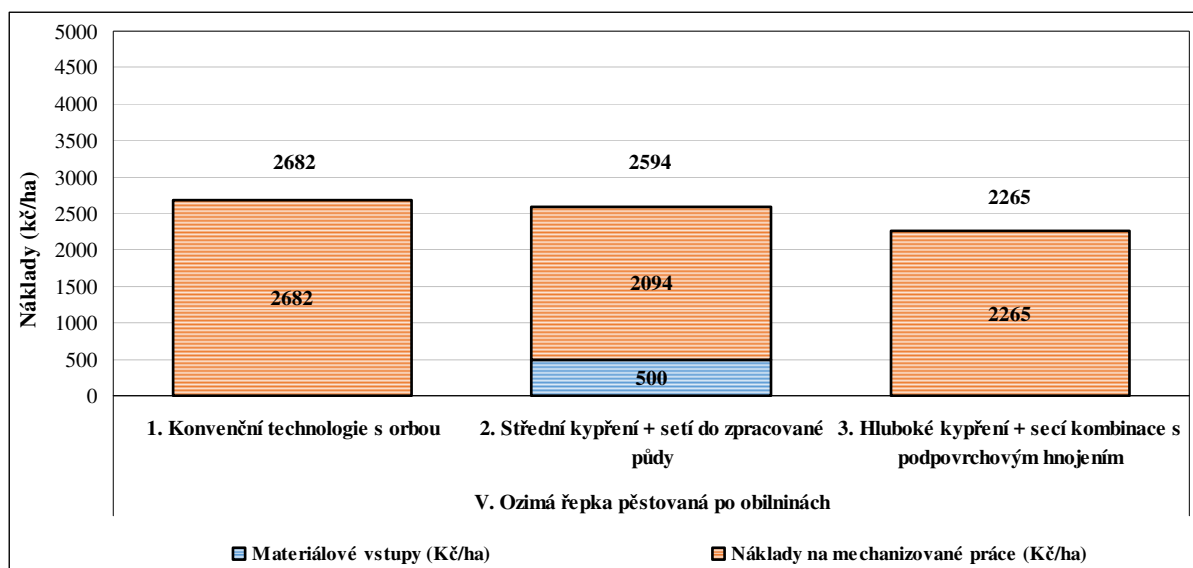
### 3.5 Vybrané technologie založení porostu vybraných plodin



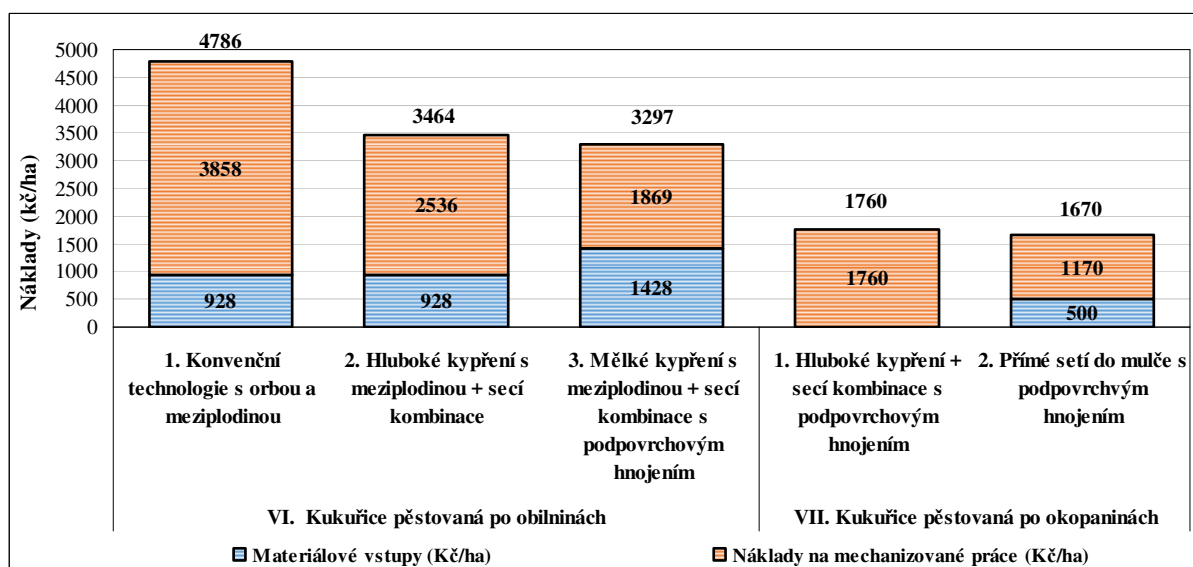
Obr. 42 Náklady na založení porostu obilnin po obilninách



Obr. 43 Náklady na založení porostu obilnin po okopaninách



Obr. 44 Náklady na založení porostu řepky ozimé po obilninách



Obr. 45 Náklady na založení porostu kukuřice

## 4 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Bagarello V., Elrick D., Iovino M., Sgro, A., 2006: A laboratory analysis of falling head infiltration procedures for estimating the hydraulic conductivity of soils. *Geoderma*, no. 135, p. 322-334. ISSN 0016-7061
- Bagarello V., Iovino M., Elrick D., 2004: Simplified Falling-Head Technique for Rapid Determination of Field-Saturated Hydraulic Conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, no.68, p. 66-73. ISSN 0361-5995
- Lhotský J., 2000: Zhutňování půd a opatření proti němu. ÚZPI, Praha, 61 s. ISBN 80-7271-067-2
- Mašek J., 2007: Technika v postupech úsporného zpracování půdy. *Doktorská disertační práce*. ČZU TF v Praze, 141 s.
- Reynolds W.D., Elrick D.E., 1990: Poned infiltration from a single ring. I. Analysis of steady flow. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, no. 54, p. 1233-1241. ISSN 0361-5995
- Titi E.A., 2002: Soil tillage in agroecosystems. CRC press, U.S.A., 367 p. ISBN 0-8493-1228-0

## 5 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Kovaříček P., Abrham Z., Hůla J., Vlášková M., 2017: Pěstování plodin v podmínkách s ohrožením vodná erozí. *Mechanizace zemědělství*, roč. LXVII., č. 8 s. 62-67. ISSN 0373-6776
- Kovaříček, P., Hůla J., Stehlík M., Vlášková M., 2017: Vliv technologie zpracování půdy na infiltraci vody. *Úroda*, roč. 65, č. 11, s. 47-50. ISSN 0139-6013
- Kovaříček P., Abrham Z., Hůla J., Plíva P., Vlášková M., Renčiuková V., Stehlík M. 2016: Technologie a ekonomika pěstování plodin v podmínkách s různým stupněm ohrožení vodní erozí. Uplatněná certifikovaná metodika. Praha, VÚZT, v.v.i., 32 s. ISBN 978-80-86884-98-1
- Kovaříček P., Hůla J., Abrham Z., Vlášková M., 2014: Systém hospodaření s cílem omezit nežádoucí zhutnění půdy a zvýšit propustnost půdy pro vodu. Uplatněná certifikovaná metodika. Praha, VÚZT, v.v.i., 2014, 42 s. ISBN 978-80-86884-78-3

*Název:* **Užití kypřičů v technologiích zpracování půdy bez orby**

*Autoři:* **Ing. Pavel Kovaříček, CSc.  
prof. Ing. Josef Hůla, CSc.  
Ing. Michal Nýč  
Ing. Zdeněk Abrham, CSc.  
Ing. Radek Pražan, Ph.D.  
Ing. Jakub Čedík, Ph.D.  
Ing. Ilona Gerndtová  
Mgr. Martin Stehlík  
Marcela Vlášková**

*Oponent:* **Ing. Michaela Budňáková**



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

**2017**