

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**PETR AUER**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky**

---



**Stroje pro mělké zpracování půdy (stroje pro podmítku)**  
Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
doc. Ing. Jan Červinka, CSc.

*Vypracoval:*  
Bc. Petr Auer

---

Brno 2017



## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Stroje pro mělké zpracování půdy (stroje pro podmítku)** vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji panu doc. Ing. Janu Červinkovi, CSc. za pomoc při výběru tématu, cenné rady, za odborné vedení a věcné připomínky při zpracování diplomové práce, a také děkuji panu Janu Novákovi, majiteli firmy Kovo Novák za zapůjčení kolového traktoru.

## **ABSTRAKT**

Práce podává přehled o současném rozdělení strojů na zpracování půdy podle nové metodiky a popisuje technické řešení vybraných strojů na kypření a následnou úpravu půdy. Jsou zde uvedeny způsoby zpracování půdy a jejich základní charakteristika se zaměřením na zpracování půdy bez orby, popsány stroje na kypření a kombinované stroje pro zpracování půdy. Dále je zaměřena na polně-laboratorní měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky po podmítce. Z hodnot pokryvnosti se porovnává závislost na různě volených pracovních podmínkách soupravy kolového traktoru a kypřiče. V práci jsou vyhodnoceny stroje pro podmítku po stránce technické, technickoekonomické a na základě výsledků z polně-laboratorního měření se posuzuje vhodnost použití těchto strojů v zemědělském podniku.

**Klíčová slova:** podmítka, pokryvnost, zpracování půdy, kypřič.

## **ABSTRACT**

The thesis gives an overview of the current division of soil tillage machines under the new methodology and describes the technical solutions chosen machines loosening and subsequent treatment of the soil. They are listed here tillage methods and their basic characteristics focusing tillage without plowing, described cultivator and combined machines for soil cultivation. It is focused on a field-laboratory measurements land covering crop residues after stubble ploughing. From the values coverage soil is compared with the different operating conditions chosen sets wheeled tractor and cultivator. In this work are evaluated machines for stubble the technical, technical-economically and based on the results from field-laboratory measurements to assess the suitability of these machines on the agricultural company.

**Keywords:** stubble ploughing, coverage, soil tillage, cultivator.

## OBSAH

1 ÚVOD.....	10
2 ZPŮSOBY ZPRACOVÁNÍ PŮDY.....	11
2.1 Konvenční (tradiční) zpracování půdy .....	11
2.1.1 Základní zpracování půdy.....	12
2.1.1.1 Podmítka .....	12
2.1.1.2 Orba .....	12
2.1.1.3 Prohlubování ornice .....	13
2.1.2 Příprava půdy pro setí a sázení plodin .....	14
2.1.2.1 Smykování .....	14
2.1.2.2 Vláčení .....	14
2.1.2.3 Kypření.....	15
2.1.2.4 Válení .....	15
2.1.3 Zpracování půdy během vegetace.....	15
2.1.3.1 Plečkování.....	16
2.1.3.2 Hrůbkování .....	16
2.1.3.3 Vláčení během vegetace .....	16
2.1.3.4 Válení během vegetace.....	17
2.2 Minimalizační technologie zpracování půdy .....	17
2.2.1 Zpracování půdy kypřením .....	17
2.2.1.1 Kypřiče pro mělké a středně hluboké zpracování půdy .....	18
2.2.1.2 Kombinované stroje na předsetovou přípravu půdy .....	19
2.2.1.3 Kypřiče pro hluboké kypření bez obracení půdy .....	20
2.2.1.4 Kombinované stroje spojující více typů zpracování půdy kypřením.....	22
2.2.2 Půdoochranné zpracování půdy .....	24
2.2.2.1 Důvody rozšiřování zpracování půdy bez orby.....	25
2.2.3 Setí do nezpracované půdy .....	27
3 MODERNÍ KYPŘIČE PRO MĚLKÉ ZPRACOVÁNÍ PŮDY (STROJE PRO PODMÍTKU).....	28
3.1 Radličkové kypřiče .....	28
3.1.1 Radličky kypřičů.....	29
3.1.2 Jištění slupic radličkových kypřičů.....	30

3.2 Talířové kypřiče .....	31
3.2.1 Talíře kypřičů.....	32
3.2.2 Jištění slupic talířových kypřičů s uchycením jednotlivých talířů.....	32
3.3 Prutové kypřiče .....	33
3.6 Příslušenství kypřičů.....	34
3.6.1 Válec .....	34
3.6.2 Prutové brány, zahrnovače a rovnací talíře.....	36
4 VOLBA KRITÉRIÍ POLNÍHO MĚŘENÍ.....	37
4.1 Cíl měření .....	37
4.2 Energetický prostředek – Traktor John Deere 7530 Premium .....	37
4.3 Radličkový kypřič-podmítač RKN 4 H. ....	39
4.3.1 Technický popis a konstrukční řešení kypřiče.....	39
4.3.2 Pracovní tělesa .....	41
4.3.3 Rám kypřiče.....	42
4.3.4 Zahrnovače.....	42
4.3.5 Rovnací válec.....	43
4.4 Charakteristika pozemku .....	44
4.4.1 Půdní vlastnosti pozemku .....	45
4.4.2 Množství posklizňových zbytků .....	45
5 POPIS METODIKY POLNÍHO MĚŘENÍ .....	46
5.1 Základní kroky při analýze digitálního obrazu .....	47
5.1.1 Záznam obrazu.....	47
5.1.2 Úprava barevného obrazu .....	48
5.1.3 Prahování (binarizace) .....	48
5.1.4 Editace binárního obrazu .....	49
5.1.5 Měření.....	50
5.1.6 Statistická analýza.....	50
5.2 Interpretace výsledků.....	52
6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ STROJŮ.....	53
6.1 Podmítka a mělké zpracování půdy .....	53
7 DISKUSE.....	56
8 ZÁVĚR .....	58
9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	59



10 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	62
11 SEZNAM TABULEK .....	65

## 1 ÚVOD

Zpracování půdy je důležitou součástí technologií pěstování polních plodin. Technologie zpracování půdy musí respektovat kromě půdně-klimatických podmínek i časovou náročnost a ekonomiku zvolené technologie zpracování půdy, dopad na půdní prostředí a na škodlivé činitele, a také legislativu. Zvolená technologie zpracování půdy by měla být nejen ekonomicky efektivní, ale zároveň šetrná k půdnímu a životnímu prostředí.

V dnešní době se s oblibou vedle energeticky a pracovně náročných konvenčních technologií zpracování půdy s orbou stále častěji používají minimalizační technologie zpracování půdy bez orby.

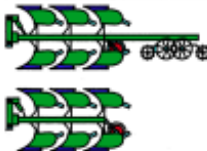















V České republice má používání těchto technologií zpracování půdy dlouholetou tradici. Z důvodů dostupnosti stále nových moderních strojů nastal v posledních dvaceti pěti letech největší rozvoj technologií pro zpracování půdy a rozšiřování radličkových a talířových kypřičů. Rozsah používání technologií pro bezorebné zpracování půdy v ČR je na základě množství prodaných strojů a nářadí, jejich výkonosti a předpokládaného využití odhadován na více než 40 % orné půdy. V zemědělské praxi se tyto technologie používají především u hustě setých obilnin, kukuřice, olejnin, luskovin a v současnosti také i u cukrovky (Procházková a kol., 2011).

V současné době je v rostlinné výrobě velký výběr postupů pro zpracování půdy. Technologie zpracování půdy je třeba vhodně zvolit podle podmínek stanoviště, zařazení plodiny v osevním postupu včetně zapravení posklizňových zbytků předplodiny, a také stavu půdy po sklizni a především podle vybavení podniku potřebnou technikou (Procházková a kol., 2006).

Zpracování půdy je nedílnou složkou zemědělství již několik století, během nichž bylo dosaženo značné šíře i hloubky poznání. Protože je zpracování půdy ekonomicky a energeticky velmi náročné, má určení budoucích technologií ve zpracování půdy velký hospodářský význam (Křen, 2001).

## 2 ZPŮSOBY ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Pro označení postupů zpracování půdy se v současné době používá následující zjednodušené obrazové rozdělení způsobů zpracování půdy (viz obr. 1).

Činnost	Základní zpracování	Předset'ové zpracování	Setí
<b>Zpracování půdy pluhem ( tradiční )</b> (Každoroční opakované obracení půdní skvvy) <span style="background-color: #f08080; padding: 2px;">50 %</span>		 	
		 	
			
<b>Zpracování půdy bez pluhu ( zjednodušené )</b> (Zpracování půdy bez obracení - pouze prokypření pomocí pasivních nebo aktivních kypřičů) <span style="background-color: #add8e6; padding: 2px;">45 %</span>	 		
	 	 	
			
<b>Přímé setí &lt; 5 %</b> (Žádné zpracování půdy)	—	—	

Obr. 1 Způsoby zpracování půdy (Smutný, 2014).

Stroje, u kterých funkční část tvoří orební těleso, patří do skupiny strojů, které se označují jako stroje pro konvenční (klasické) zpracování půdy. Při tradičním zpracování půdy orbou je jejím úkolem půdu obrátit, rozdrobit, provzdušnit a promísit ornici v celé šířce a hloubce záběru pracovních těles. Pro konvenční zpracování půdy se používají pluhy, které můžeme rozdělit podle připojení a provedení do různých kategorií (Červinka, 2010).

Systém tradičního zpracování půdy se dělí na tři základní části:

- základní zpracování půdy
- příprava půdy pro setí a sázení plodin
- zpracování půdy během vegetace

### 2.1.1 Základní zpracování půdy

K základnímu zpracování půdy u tradičních technologií patří podmítka, orba a prohlubování orničního profilu.

#### 2.1.1.1 Podmítka

Pro podmítka se v současné době používají radličkové nebo talířové kypřiče (viz kapitola 3), méně už podmítací pluh. Jedná se o mělké zpracování půdy po sklizni plodiny zanechávající strniště. Význam podmítka je především ve zlepšení hospodaření s půdní vodou, odplevelování půdy, regulace škůdců a původců chorob, podpora biologické činnosti půdy a zlepšení zpracovatelnosti půdy (Neudert a Procházková, 2009).

Kvalita podmítka závisí především na včasném termínu, správné volbě hloubky (viz tab. 1) a následném ošetření podmítnutého pole.

Tab. 1 Rozdělení podmítka podle hloubky (Křen, 2015).

Podmítka	Hloubka	Oblast
mělká	0,06-0,08 m	Humidnější oblasti, HVO, BVO
střední	0,08-0,12 m	Vyrovnané srážkové poměry, ŘVO
hluboká	0,12-0,15 m	Suché oblasti, KVO

#### 2.1.1.2 Orba

Pro spojení základní a předseťové přípravy půdy se používají radličné pluh v kombinaci se zařízením na drcení hrud a urovnání povrchu. U těžkých půd však tato kombinace vždy nepostačuje pro dostatečně kvalitní předseťovou přípravu půdy (Neubauer et al., 1989).

Rozeznáváme mělkou orbu (do 18cm), střední orbu (od 18 do 24 cm), hlubokou orbu (od 24 do 30 cm) a velmi hlubokou orbu (nad 30 cm).



Obr. 2 Pluh polonesený otočný s předradličkami Kverneland a dvanácti radličný pluh s páskovými odhrnovačkami Sukov ArcoAgro (Auer, 2016).

### 2.1.1.3 Prohlubování ornice

Cílem prohlubování ornice je dosažení mohutnější orniční vrstvy, ale především zlepšení provzdušnění půdy a infiltrace vody při intenzivnějších srážkách. Prohlubování ornice lze provádět těmito technologiemi:

- **přiorání podorničí** (zvětšení hloubky běžné orby),
- **podrývání** (podrývák na tělese pluhu),
- **dlátování** (kypření do hloubky až 0,45 m), (viz kapitola 2.2.1.3),
- **hloubkové kypření** (kypření do hloubky až 0,8 m), (viz obr. 3),
- **rigolování** (hluboká orba nad 0,5 m)



Obr. 3 Hloubkový kypřič Agrisem Cultiplow (Auer, 2016).

## 2.1.2 Příprava půdy pro setí a sázení plodin

Zpracování půdy před setím a sázením se liší podle nároků jednotlivých druhů plodin, půdních a klimatických podmínek. Úkolem je především vytvoření kvalitního setového lůžka, a podle toho se volí typ zásahu, mezi které patří smykování, vláčení, kypření a válení půdy. V systémech tradičního zpracování půdy se dnes často používají i moderní kombinované stroje pro předsetovou přípravu (viz kapitola 2.2.1.2)

### 2.1.2.1 Smykování

Smykování je pracovní operace, která slouží především k urovnání nerovností půdy vzniklé hlavně při základním zpracování půdy. Na předsetovou přípravu půdy k ozimům se smykování často kombinuje s vláčením, tzv. branosmyky.



Obr. 4 Nesený smyk 6 m Kovo Novák (Auer, 2016).

### 2.1.2.2 Vláčení

Vláčení se provádí branami a používá se jak v předsetové přípravě, tak i pro kultivaci půdy během vegetace. Brány půdu mělce kypří zpravidla na hloubku 0,04-0,08 m a rozdělujeme je podle pohybu pracovních orgánů na:

- **brány s pevnými pracovními orgány** (hřebové, síťové, prutové),
- **brány s pasivně pohyblivými pracovními orgány** (talířové, hvězdicové),
- **brány s aktivně poháněnými pracovními orgány** (kývavé, vířivé).



### 2.1.2.3 Kypření

Kypření je zpracování půdy do hloubky 0,08-0,2 m prováděné kypřičem k předseťové přípravě především pro okopaniny, hlavně brambory, ale také pro opakované kypření k ničení plevelů. Kypřiče v předseťové přípravě rozdělujeme na:

- kypřiče s **pasivními pracovními orgány** (pospěchy, kultivátory),
- kypřiče s **aktivním pracovním ústrojím** (rotavátory).

### 2.1.2.4 Válení

Válení půdy se v předseťové přípravě používá k urovnění povrchu půdy a k drcení hrud, dále k uválení podmičky, po orbě, po setí nebo výsadbě plodin a k utužení půdy během vegetace. Válce rozdělujeme na hladké, podélně rýhované, hřebové, kotoučové, cambridgeské (viz obr. 5) a pěchy (Křen, 2015).



Obr. 5 Cambridgeské válce SMS Rokycany a kotoučové válce Güttler (Auer, 2016).

### 2.1.3 Zpracování půdy během vegetace

Ošetřování půdy za vegetace můžeme rozdělit do několika úkonů podle druhu a pěstitelských nároků rostliny.

### **2.1.3.1 Plečkování**

Plečkování je pracovní operace, při které se prostor mezi řádky kypří a tím se udržuje v nezapleveleném stavu. Nové plečky kombinují technologii kultivace s přihnojováním granulovaných nebo kapalných hnojiv.



*Obr. 6 Radličková plečka Kongskilde a plečka Hatzenbichler (Auer, 2016).*

### **2.1.3.2 Hrůbkování**

Hrůbkování je přihrnování oborané zeminy k rostlině, u nás nejčastěji při ošetřování brambor, a tím dochází zároveň k hubení plevelů.

### **2.1.3.3 Vlácení během vegetace**

Vlácení je mechanické narušení vrchní vrstvy ornice nejčastěji z důvodu prokypření povrchu půdy, prosvětlení porostu a hubení plevelů. Provádí se nejčastěji prutovými branami, u trvalých travních porostů v kombinaci s přísevem (viz obr. 7).





*Obr. 7 Rotační prutové brány Einböck Aerostar Rotation a kombinace prutových bran se smykovou lištou a přisevem (Auer, 2016).*

#### **2.1.3.4 Válení během vegetace**

Při této pracovní operaci se hladkými, případně cambridgeskými vály (viz obr. 5) snižuje obsah vzduchu v půdě po zimních mrazech a obnovuje se vzlínání vody ke kořenům rostliny (Křen, 2015).

## **2.2 Minimalizační technologie zpracování půdy**

Minimalizační technologie se vyznačují dvěma znaky, a to redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a ponechání zbytků rostlin na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy (Procházková et al., 2011).

### **2.2.1 Zpracování půdy kypřením**

Půda se zpracovává kypřením do zpravidla malé až střední hloubky a v případě potřeby lze ornici prokypřit bez obracení do větší hloubky.

### 2.2.1.1 Kypřiče pro mělké a středně hluboké zpracování půdy

- Radličkové kypřiče (viz kapitola 3)
- Talířové kypřiče (viz kapitola 3)
- Prutové kypřiče (viz kapitola 3)
- Stroje s poháněnými pracovními nástroji

#### Stroje s poháněnými pracovními orgány

Stroje s poháněnými pracovními orgány (viz obr. 8) jsou stroje, jejichž pohon je odvozen od vývodového hřídele traktoru. Zpravidla se používají ve spojení se secími stroji. Pro rotační kypřiče a kypřiče s horizontálním hřebovým rotorem je charakteristické to, že nezapravují zcela rostlinné zbytky do půdy, ale promíchávají je s povrchovou vrstvou ornice. Účinek poháněných pracovních nástrojů (viz obr. 9) se uplatňuje při drobení hrud, nevýhodou této skupiny strojů je nízká pojezdová rychlost a s tím související nižší plošná výkonost než u kypřičů s pasivními pracovními nástroji (Hůla et al., 2008).



Obr. 8 Rotační kypřič (Lemken) a kypřič s horizontálním rotorem (Struik).



Obr. 9 Pracovní nástroje rotačního kypřiče a kypřiče s horizontálním rotorem (Auer, 2015).

### 2.2.1.2 Kombinované stroje na předseťovou přípravu půdy

Klasické nářadí na předseťovou přípravu je dnes často nahrazováno moderní technikou, která kombinuje více pracovních orgánů, tzv. kombinátorů nebo moderních kompaktorů. Pro předseťovou přípravu lze použít i stroje s pasivními nebo aktivně poháněnými orgány používané samostatně nebo v kombinaci se sečími stroji, tzv. sečí kombinace, které jsou na samostatnou kapitolu.

#### Kombinátory

Kombinátor je charakteristický tím, že má ve společném rámu několik částí s pracovními orgány různého druhu a vykonává v technologickém sledu několik operací zpracování půdy (Neubauer et al., 1989).

Moderní kombinátory (viz obr. 10) umožňují sestavit sled pracovních nástrojů podle požadavků na intenzitu urovnání a mělkého kypření půdy, drobení hrud a utužení seťového lůžka. Jednotlivé sekce pracovních orgánů, kterými jsou rovnací smyky, drobní válce, různé typy radliček a utužovacích válců jsou uchyceny na společném rámu (Hůla et al., 1997).



Obr. 10 Kombinátor Kockering Allrounder a nesený kombinátor Lemken (Auer, 2016).

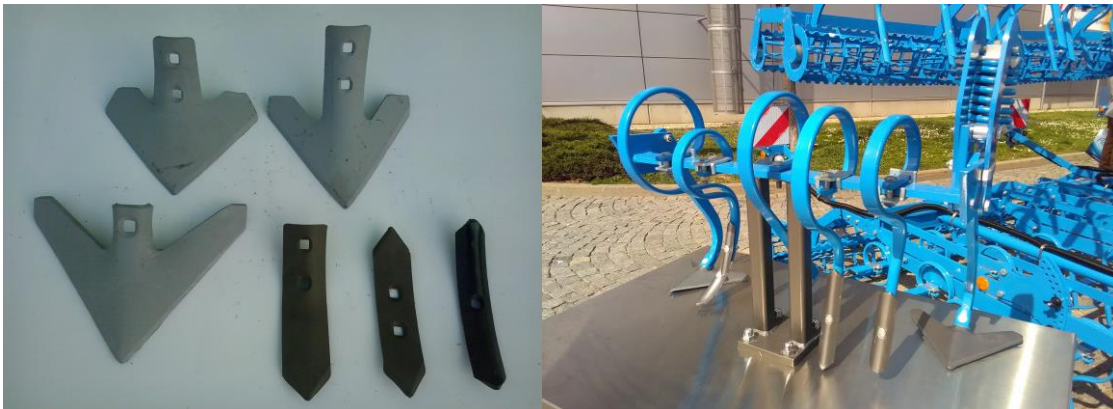


## Kompaktory

V našich podmínkách se rozšířilo označení kompaktor (viz obr. 11) podle typového označení kombinátoru nové generace, který se u nás začátkem devadesátých let začal používat. Typické pro moderní kombinátory je přesné dodržení pracovní hloubky. Proto je používání těchto strojů zvláště vhodné pro předseťovou přípravu půdy k plodinám, které jsou náročné na kvalitu přípravy půdy a tvorbu seťového lůžka (Hůla et al., 1997).



Obr. 11 Polonesený kompaktor Lemken a Farnet Kompaktomat K1000 (Auer, 2016).



Obr. 12 Radličky pro kombinátory (Auer, 2015) a pro kompaktory (Auer, 2016).

### 2.2.1.3 Kypřiče pro hluboké kypření bez obracení půdy

Hloubkové kypřiče jsou různě konstrukčně řešeny. Buď s dláty upevněnými na slupicích a uloženy v šikmém rámu podobném u pluhu, nebo dláta se slupicemi upevněnými v jedné nebo více řadách v rámu s drobicím válcem zajišťujícím nastavení hloubky kypření. Výhodou je půdoochranná funkce, kdy kypřič minimálně naruší

povrch půdy a rostlinné zbytky zůstávají na povrchu. Nevýhodou je nutnost zohlednit vlhkost půdy, která musí být v době zásahu drobivá, aby nedocházelo k plastickým deformacím půdy, což může její stav zhoršit.

- **Dlátové kypřiče (viz obr. 13)**
- **Stroje pro postupné kypření do narůstající hloubky**

### **Dlátové kypřiče**

U půd s hlubokým profilem můžeme zvýšit účinek mechanickým narušením ztuhlé podorniční části půdního profilu, aniž by se zemina z podorničí vynášela na povrch půdy nebo se mísila s orníci (Hůla et al., 1997).



*Obr. 13 Dlátový kyprič Farmet Digger s dvojitým hřebovým válcem (Auer, 2016).*

### **Stroje pro postupné kypření do narůstající hloubky**

Tyto kypřiče jsou vybaveny dláty, které v další řadě zasahují do větší hloubky než dláta před nimi a výsledným efektem je kypření do narůstající hloubky v jedné operaci (Křen, 2015).

#### **2.2.1.4 Kombinované stroje spojující více typů zpracování půdy kypřením**

##### **Kombinace talířového a radličkového kypříče**

Účelem těchto strojů je jejich univerzálnost a nabídka více variant vybavení. Tyto stroje jsou velice univerzální nářadí, které zajišťují mělkou i hlubokou přípravu půdy, kdy pro svoji vysokou všestrannost jsou ideální pro většinu typů zpracování půdy (Kverneland, 2014).

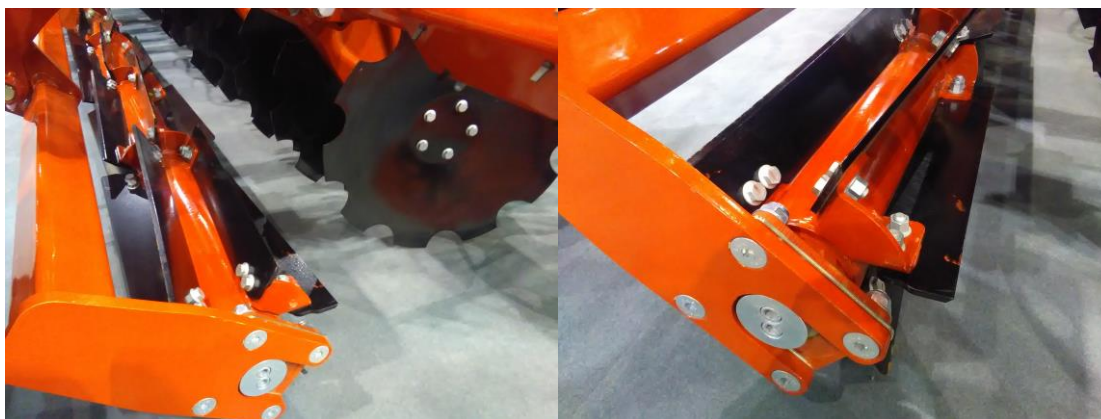


*Obr. 14 Kombinace talířového a radličkového kypříče (Auer, 2014).*

##### **Kombinace talířového kypříče a pasivního mulčovacího válce**

Mulčovací válec je umístěn před talíři nebo radličkami kypříče a má za úkol odvalování po povrchu půdy nasekat strniště a rostlinné zbytky pro lepší zapravení do půdy. Nejčastěji se používá po sklizni řepky, slunečnice a kukuřice.





Obr. 15 Talířový kypřič s pasivním mulčovacím válcem (Auer, 2016).

### Kombinace dlátového a talířového kypřiče

Kombinace talířového a dlátového kypřiče (viz obr. 16 a 17) umožňuje vertikální zpracování celého půdního profilu při jednom přejezdu. Na společném rámu jsou upevněny kypřicí tělesa, dvě řady talířů a pěch nebo válec, případně secí stroj.



Obr. 16 Kombinace dlátového a talířového kypřiče s přívěsem mezplodin (AGRICIS).



Obr. 17 Kombinace dlátového a talířového kypřiče Maschio a Simba (Auer, 2016).

## **Kombinace dlátového kypřiče a rotačního pracovního ústrojí**

Spojení základní a předseťové přípravy půdy je vhodné především při podzimní předseťové přípravě půdy a při zpracování půdy pro meziplodiny. Výhodou této kombinace je to, že čerstvě prokypřená půda se při nižší spotřebě paliva lépe drobí. Další výhodou tohoto systému je možnost upravit hloubku kypření a drobení půdy nezávisle na sobě. Tento kombinovaný stroj půdu neobrací, ale jen ji kypří. Nevýhodou je horší zapravení rostlinných zbytků, a to jen ve vrchní vrstvě půdy, tj. do hloubky, kterou zpracuje rotační kypřič (Neubauer et al., 1989).

Kombinace rotačního kypřiče s kypřícími tělesy (viz obr. 18) nabízí možnost zpracování půdy bez orby i při vysokém objemu posklizňových zbytků po předplodině díky velké vzdálenosti slupic kypřiče.



*Obr. 18 Rotační kypřič s pasivními kypřícími tělesy a secím strojem (Amazone).*

### **2.2.2 Půdochranné zpracování půdy**

Jedná se o různé formy mělkého zpracování půdy, náhrady orby kypřením, výsevy plodin do vymrzajících nebo přezimujících (chemicky likvidovaných) meziplodin, zpracování půdy ve výsevních pásech (Strip-till) (viz obr. 19), výsevy plodin do hrůbků (Ridge-till) a další. Za půdochranné zpracování půdy jsou považováno zpracování půdy, u kterého zůstává nejméně 30 % povrchu půdy pokryto posklizňovými rostlinnými zbytky (Procházková et al., 2011).



Pro stanovení hlavních zásad používání strojů u technologií bez orby je důležité začít již u sklizně předplodiny (Kovaříček et al., 2014).



Obr. 19 Systémy pásového zpracování půdy Strip-tillage (Auer, 2016).

### 2.2.2.1 Důvody rozšiřování zpracování půdy bez orby

Hlavní důvody rozvoje a rozšiřování půdoochranných technologií je možné hledat v oblasti ekologické, ekonomické a technické.

Mezi ekologické důvody patří příznivý vliv na strukturní stav půdy, zlepšení hospodaření s půdní vodou, redukce větrné a vodní eroze (viz tab. 2), omezení vyplavování pohyblivých forem dusíku a zlepšení stavu půdní organické hmoty (Procházková et al., 2011). Konvenční zpracování půdy vytváří homogenní vrstvu půdy, rovnoměrně zpracovanou na stejnou hloubku, která může snížit vsakování vody (Titi, 2002). Protierozní účinnost je přímo závislá na množství vyprodukované hmoty meziplodin, proto je důležitá volba druhů vhodných do konkrétních půdně-klimatických podmínek (Franzluebbers, 2002).

Pro zemědělskou praxi jsou důležité i ekonomické důvody. Minimalizační zpracování půdy přináší úsporu práce a energie. Snížení počtu pracovních operací a vyšší výkonost strojů snižují nároky na organizaci práce, na počty pracovníků a tím přináší podniku finanční úsporu.

Stále nová konstrukční řešení strojů umožňují technicky přizpůsobit zpracování půdy daným podmínkám a zajistit tak kvalitní založení porostů pěstovaných polních plodin.

*Tab. 2 Redukce eroze při různé pokryvnosti rostlinnými zbytky (Schertz, 1994)*

<b>Pokryvnost [%]</b>	<b>Redukce eroze [%]</b>
10	30
30	65
50	83
70	91



*Obr. 20 Eroze půdy (Auer, 2017).*

### 2.2.3 Setí do nezpracované půdy

Technologie přímého setí do nezpracované půdy se používá především pro obilniny a je jednou z forem půdoochranného zpracování půdy. Přímé setí lze uplatnit na půdách úrodných, nezaplevelených vytrvalými plevely, na pozemcích s nadmořskou výškou do 350 m, ročním úhrnem srážek do 600 mm a průměrnou roční teplotou vzduchu nad 8 °C. Při přímém setí je většina povrchu půdy mechanicky neporušena (viz obr. 21) a podle zvolené meziřádkové vzdálenosti a typu výsevních těles secích strojů se naruší pouze 5 až 10 % povrchu půdy, přičemž posklizňové zbytky zůstávají na povrchu půdy. Secí stroje pro přímé setí bývají často vybaveny zařízením pro aplikaci minerálních hnojiv pod povrch půdy (Hůla et al., 1997).



*Obr. 21 Secí stroj Väderstad Seed Hawk pro přímé setí se zařízením pro aplikaci minerálních hnojiv (Agrall).*

### **3 MODERNÍ KYPŘIČE PRO MĚLKÉ ZPRACOVÁNÍ PŮDY (STROJE PRO PODMÍTKU)**

Kypřiče jsou stroje určeny zejména pro předset'ovou kultivaci půdy, ale pro svoji univerzálnost také pro podmítku a základní zpracování tj. pro kypření, ale také pro provzdušnění, drobení a promíchání půdy bez jejího obracení, a také pro zapravení hnojiva do půdy (viz obr. 22). Rozeznáváme radličkové, talířové a prutové kypřiče.

#### **3.1 Radličkové kypřiče**

Radličkové kypřiče (viz obr. 22) se liší konstrukcí vlastních pracovních orgánů, možností použití různých tvarů a velikostí břitů a slupic, systémem nastavení pracovní hloubky a jištěním pracovních nástrojů a dalšími pracovními nástroji, které upravují strukturu půdy a stav povrchu pozemku. Z těchto důvodů je i různá energetická náročnost práce s těmito stroji. U radličkových kypřičů je při různém počtu radliček připadajících na záběr stroje i jiný příčný profil dna brázdy. Lze předpokládat, že dno brázdy bude při zpracování menším počtem radliček méně rovné. Dle Neubauera (1989) je nakypření půdy jak do stran, tak i před radličkou závislé nejen na šířce a tvaru radličky, ale i na jejím zahloubení a též na půdním druhu, vlhkosti a ostatních vlastnostech půdy. Při správném použití radličkových kypřičů je výsledkem nejen požadovaná kvalita práce, ale až 25 % úspora pohonných hmot na rozdíl od technologie při použití radličného pluhu (Podpěra et al., 2009).

Pracovní šířka a tvar radličky má vliv na vnikání do půdy, mísící efekt, zapravení posklizňových zbytků a rovněž hřebenitost dna pod zpracovanou vrstvou půdy. Pro kypření do hloubky až 0,3 m se používají úzké kypřící radličky, pro mělké kypření se uplatňují šípovité podřezávací radličky.





Obr. 22 Radličkový kypřič Farnet Fantom o záběru 12,5 m a kypřič Horsch Terrano 5FM s možností zapravení hnojiva do půdy (Auer, 2016).

### 3.1.1 Radličky kypřičů

Pracovními orgány radličkových kypřičů jsou radličky, jejichž tvar zcela určuje charakter práce stroje (Neubauer et al., 1989).

Radličky těchto kypřičů jsou uchyceny na rámu stroje ve dvou a více řadách. U radličkových kypřičů určených pro mělké kypření se uplatňují šípové radličky. U kypřičů pro intenzivní prokypření půdy do hloubky srovnatelné s orbou se používají úzké kypřicí radličky. Pro lepší zapravení rostlinných zbytků a promíchání půdy se používají radličky se šroubovitým tvarem (viz obr. 23).



Obr. 23 Kypřicí radličky oboustranné o šířce 130, 70, 100 stočená, 110 mm, šípová kypřicí radlička a sestavy kypřících těles o různém tvaru a pracovní šířce (Auer, 2015).

### 3.1.2 Jištění slupic radličkových kypřičů

Pro práci v kamenitých a mělkých půdách jsou kypřiče vybaveny slupicemi s jištěním proti přetížení při njetí na pevnou překážku (Hůla et al., 2008).



Obr. 24 Jištění pružnou slupicí a jištění listovým perem (Auer, 2016).



Obr. 25 Jištění slupic vinutými pružinami, jištění střížným šroubem a hydraulické jištění slupic Kuhn (Auer, 2016).

### 3.2 Talířové kypřiče

Výhodou talířových kypřičů je vysoká plošná výkonost daná pracovní rychlostí souprav až  $14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Talířové kypřiče mohou ve velké míře zapravovat rostlinné zbytky do půdy a promíchávat je se zeminou. Je-li na pozemku nesklizená polehlá sláma, shluky nesebrané slámy nebo podrcená sláma v pruzích, zhoršuje se kvalita podmínky.

U talířových kypřičů se sekcemi do tvaru V nebo X lze hloubku kypření půdy nastavit změnou úhlu, který svírá rovina rotace talířů se směrem pohybu stroje (viz obr. 26).

Ke zvýšení kvality práce při mělkém kypření přispívají talířové kypřiče, jejichž jednotlivé talíře jsou uchyceny na samostatných slupicích většinou ve dvou řadách (viz obr. 27), (Hůla et al., 2008).

Průměr a pracovní úhel, který svírá rovina rotace talířů se směrem pohybu soupravy má vliv na hloubku kypření, mísení povrchové vrstvy půdy, stupeň zapravení posklizňových zbytků a ovlivňuje hřebenitost dna kypřené vrstvy půdy. Pro mělké kypření se používají kypřiče s talíři do průměru 0,6 m a menším úhlem natočení než u kypření do střední hloubky a použití talířů o průměru až 0,8 m.



Obr. 26 Talířový kypřič do V - Kovo Novák a do X – Kuhn Discolander (Auer, 2016).





*Obr. 27 Talířový kypřič Bednar Swifterdisc o záběru 14 m s jednotlivě uloženými talíři na slupici, nesený kypřič Horsch Joker 5CT s přísevem meziplodin (Auer, 2016).*

### 3.2.1 Talíře kypřičů

Zvlněné talíře – koltry se používají především v kombinaci s radličkovými kypřiči nebo se secími stroji pro přímé setí do nezpracované půdy. Pro lepší pronikání do půdy se používají vykrajované talíře (viz obr. 28).

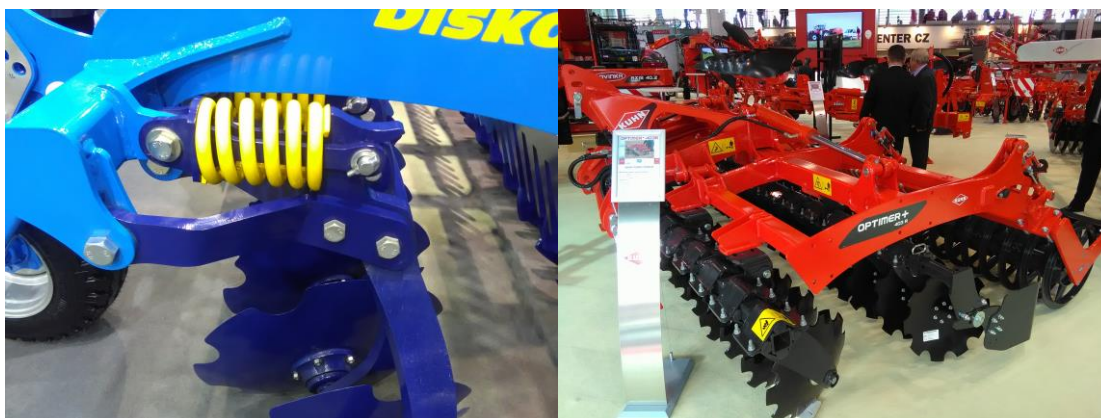


*Obr. 28 Zvlněný talíř – koltra a vykrajovaný talíř (Auer, 2016).*

### 3.2.2 Jištění slupic talířových kypřičů s uchycením jednotlivých talířů

Talířové kypřiče s jištěním slupic mají význam v kamenitých půdách proti přetížení, ale také dobře kopírují nerovnoměrnosti na pozemku a tím zlepšují kvalitu zpracování půdy.





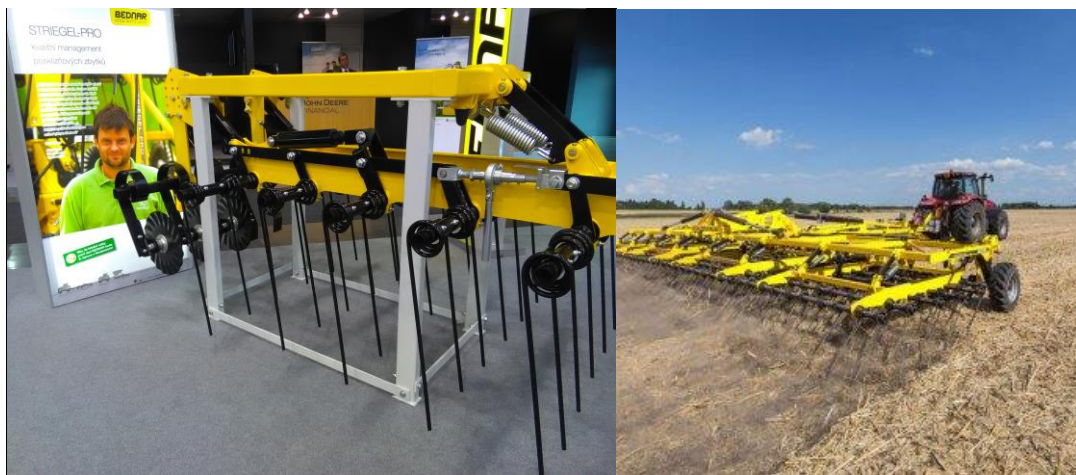
Obr. 29 Jištění slupic vinutými pružinami a jištění gumovými bloky (Auer, 2016).



Obr. 30 Jištění pružnými slupicemi Lemken a Maschio (Auer, 2016).

### 3.3 Prutové kypřiče

Velmi mělkou podmítku na lehkých a středních půdách je možné provádět prutovými kypřiči (viz obr. 31). Vysoká plošná výkonnost daná velkým pracovním záběrem i 15 m a velkou pojezdovou rychlostí až 15 km/h umožňuje rychle ošetřit pozemky po sklizni obilovin. Tato technologie je vhodná pro zlepšení plošného rozmístění podrcené slámy, jestliže se volí jízda šikmo ke směru jízd sklízecích mlátiček (Hůla et al., 2008).



Obr. 31 Model prutového kypřiče Strom Striegel-Pro (Auer, 2016) a prutový kypřič o záběru 12 m při práci (Strom).

### 3.6 Příslušenství kypřičů

#### 3.6.1 Válce

Standartním vybavením kypřičů jsou válce, které slouží k nastavení pracovní hloubky kypření, utužují seťové lůžko, drobí hroudy na povrchu půdy a povrch půdy urovnávají. Konstrukční řešení válce se volí podle druhu půdy, respektive její zpracovatelnosti a také podle typu zpracování půdy.

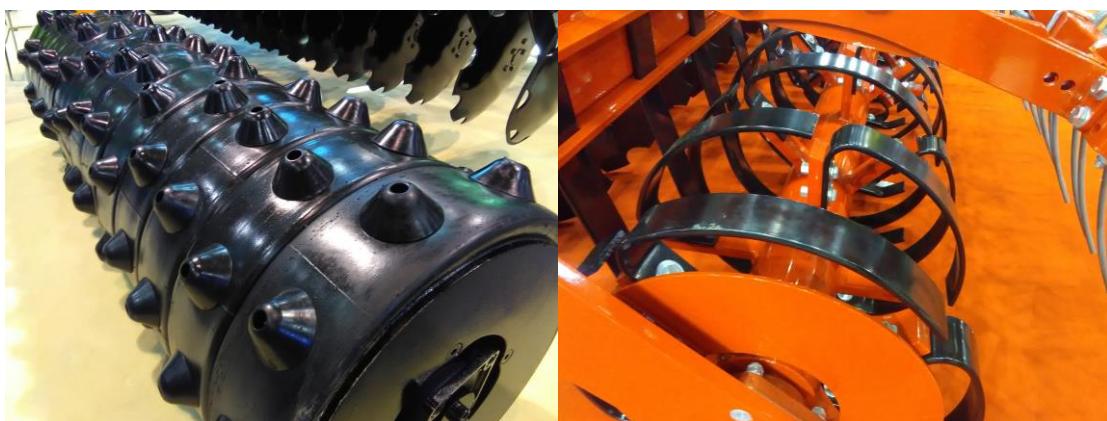


Obr. 32 Diskový pěch a kotoučový válec (Auer, 2016).





*Obr. 33 Trubkový a prutový válec (Auer, 2015).*



*Obr. 34 Protierozní válec a válec s pružnými segmenty (Auer, 2016).*



*Obr. 35 Dvojitý kotoučový válec a dvojitý válec se zvlněnými talíři–koltry (Auer, 2016).*





*Obr. 36 Dvojitý hřebový válec a dvojitý diskový pěch (Auer, 2016).*



*Obr. 37 Dvojitý válec s pružných kotoučů a válec s pneumatik (Auer, 2016).*

### **3.6.2 Prutové brány, zahrnovače a rovnací talíře**

Prutové brány jsou na kypřících umístěny před nebo i za válcem a slouží k rovnoměrnému rozhrnutí a rozdrobení půdy za kypřícími tělesy. Zahrnovače a rovnací talíře zahrnují nakypřenou půdu za poslední řadou slupic, a tím povrch půdy před válcem urovnávají.



*Obr. 38 Prutové brány, zahrnovač a rovnací talíře nakypřené půdy (Auer, 2014).*

## 4 VOLBA KRITÉRIÍ POLNÍHO MĚŘENÍ

### 4.1 Cíl měření

Pro měření strojů pro podmínku byla zvolena metoda měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky pomocí obrazové analýzy při různých pracovních hloubkách a rychlostech. Jako hodnocený stroj byl použit radličkový kypřič-podmítač vlastní konstrukce vyráběný pod produktovým označením RKN 4 H firmou Kovo Novák Citonice. Jako energetický prostředek byl zvolen kolový traktor John Deere 7530 Premium.

Po stránce technické a technickoekonomické jsou níže hodnoceny stroje pro podmínku s využitím hodnot provozních nákladů v závislosti na pracovním záběru stroje. Cílem bylo porovnat použití radličkového a talířového kypřiče pro podmínku. Roční nasazení strojů se předpokládá okolo 400 ha.

### 4.2 Energetický prostředek – Traktor John Deere 7530 Premium

Pro polně-laboratorní měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky byl zvolen jako energetický prostředek kolový traktor John Deere 7530 Premium. Pro volbu traktoru byl z technických parametrů (viz tab. 3) rozhodující především výkon motoru, který musí být dostatečný pro dodržení pracovní rychlosti.



*Obr. 39 Traktor kolový John Deere 7530 Premium (Auer, 2016).*

Tab. 3 Technický popis traktoru John Deere 7530 Premium (zdroj: TP vozidla).

<b>Motor - přeplňovaný kapalinou chlazený</b>		
Výkon/otáčky	kW/ot.min <sup>-1</sup>	159/1900
Točivý moment/otáčky	Nm/ot.min <sup>-1</sup>	983/1600
Zdvihový objem	cm <sup>3</sup>	6788
Počet válců	ks	6
<b>Převodovka plynulá – AutoPower</b>		
Nejvyšší rychlost	km.h <sup>-1</sup>	40
<b>Hydraulický systém</b>		
Maximální tlak	Mpa	21
Maximální průtok	l.min <sup>-1</sup>	162
<b>Zadní tříbodový závěs</b>		
Max. zvedací síla	kN	48
<b>Rozměry</b>		
Celková délka	mm	5250
Celková šířka	mm	2550
Celková výška	mm	3055
Rozvor	mm	2685
<b>Hmotnosti</b>		
Provozní hmotnost	kg	7100-9890
Povolená hmotnost	kg	12300

### 4.3 Radličkový kypřič-podmítač RKN 4 H.

Radličkový podmítač-kypřič je univerzální stroj a je určen pro všechny druhy půd a také pro mělké i následné hlubší zpracování půdy s intenzivním promísením zpracovávané půdy s posklizňovými zbytky. Pracovní hloubka kypřiče se volí podle účelu zpracování půdy a použitých pracovních orgánech.

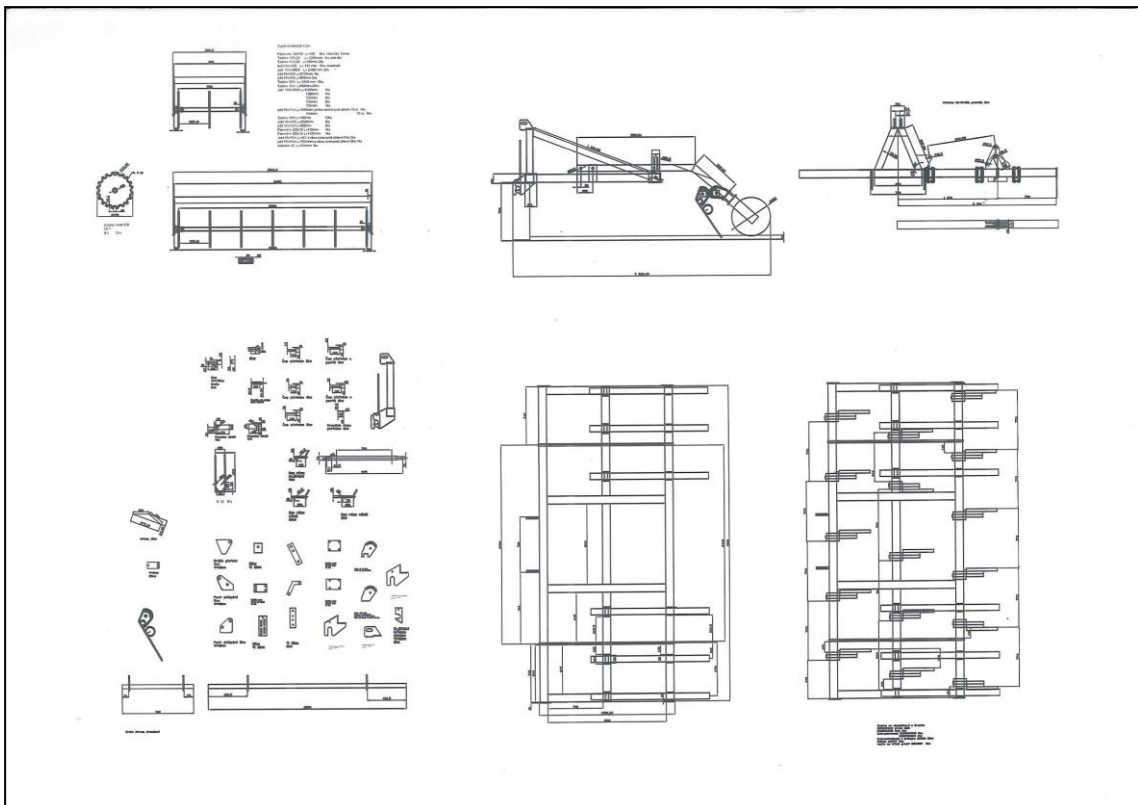
#### 4.3.1 Technický popis a konstrukční řešení kypřiče

Tab. 4 Technický popis kypřiče RKN 4H (Auer, 2013).

Pracovní záběr	m	4
Hmotnost	kg	1850
Tažný prostředek	kW	115-160
Počet pracovních orgánů	ks	16
Max. pracovní hloubka	m	0,2
Rozteč mezi řadami	m	0,8
Rozteč mezi slupicemi	m	0,75
Průchodnost pod rámem	m	0,8
Přepravní šířka	m	2,5
Záběr pracovních orgánů	m	0,06-0,3



Obr. 40 Radličkový kypřič při práci (Auer, 2013).



Obr. 41 Výkresová dokumentace prototypu radličkového kypřiče RKN 4 H (Auer, 2013).



### 4.3.2 Pracovní tělesa

Pracovní těleso kypřiče se skládá ze dvou respektive ze tří částí, a to ze slupice a radličky, respektive slupice, radličky a skluzu. Kypřič má šestnáct slupic rovnoměrně uchycených třmeny na rámu ve třech řadách. Slupice lze na rámu pomocí třmenů posouvat, odebrat, nebo přidat podle potřeby. Slupice jsou vyrobeny z vysokopevnostní pružinové oceli a při práci vytváří kmity, které aktivně působí na zpracovanou půdu, efektivně ji rozrušuje a promíchává, a tím také snižuje tahový odpor stroje. Pro celoplošné zpracování půdy lze stroj osadit šípovými radličkami (viz obr. 42) a pro hlubší kypření se používají oboustranné radličky nebo výměnná ostří s navazující odhrnovačkou. Pro lepší promíchání a zapravení posklizňových zbytků lze použít oboustranné radličky nebo skluzu se šroubovitým tvarem (viz obr. 23). U tohoto konstrukčního řešení geometrie slupic a tvaru radliček je zemina směřována nahoru a dopředu, potom padá dolů a tím dochází k tzv. cirkulačnímu pohybu (viz obr. 40), díky kterému dochází k velmi intenzivnímu promíchávání půdy s posklizňovými zbytky.

Jako pracovní orgán u měřeného kypřiče byla použita oboustranná radlička šířky 70 mm, třecího úhlu ostří  $45^\circ$  a úhlu odhrnovačky vůči kolmici  $30^\circ$ .



*Obr. 42 Šípová radlička pro podmítku a oboustranná radlička vhodná na hlubší kypření (Auer, 2016).*

### 4.3.3 Rám kypřiče

Kypřič má díky velké světlosti rámu, rozestupem radliček a roztečí mezi řadami dobrou průchodnost rostlinných zbytků za vlhkých podmínek i při velkém množství posklizňových zbytků. Rám stroje je vyroben ze silnostěnných ocelových trubek uzavřeného čtvercového profilu (jäcklů) o rozměru 100x100x8 mm, který zaručuje dobrou pevnost celého rámu a stabilitu stroje. Velkou výhodou je hydraulicky sklopný rám kypřiče na 2,5 m šířky. Souprava tím není nijak omezena při přepravě po pozemních komunikacích (viz obr. 43).



*Obr. 43 Přeprava kypřiče po pozemních komunikacích (Auer, 2014).*

### 4.3.4 Zahrnovače

Zahrnovací pera jsou vyrobeny z pružinové oceli, jsou umístěny za radličkami před rovnacím válcem a zahrnují odhozenou ornici za slupicemi, které jsou uchyceny na poslední řadě v rámu. Zahrnovače jsou uloženy na společném nosníku, který lze nastavit jak výškově, tak i podélně pomocí držáků a také měnit úhel zahrnovačů na uchycení nosníku (viz obr. 44).



*Obr. 44 Zahrnovací pera u radličkového kypřiče (Auer, 2014).*

#### **4.3.5 Rovnací válec**

Rovnací válec je svařen ze silnostěnných trubek a má průměr 0,5 m. Je vhodný pro všechny druhy půd a kromě drobcího efektu má za funkci také nastavení pracovní hloubky pomocí zajišťovacích čepů na rámu kypřiče (viz obr. 45).



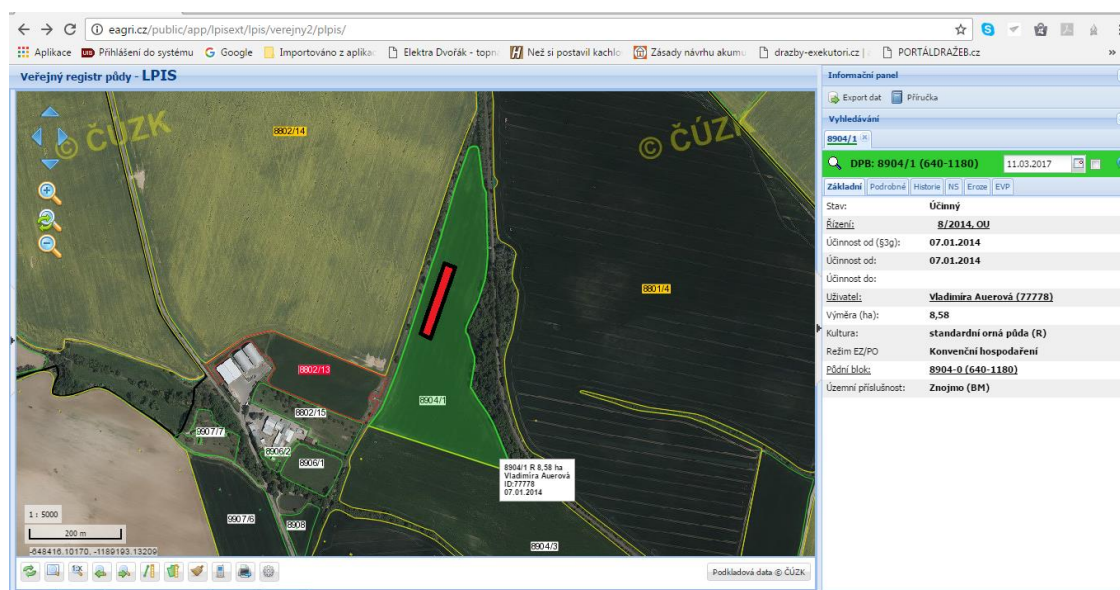
*Obr. 45 Nastavení pracovní hloubky kypřiče a rovnací válec (Auer, 2013).*

## 4.4 Charakteristika pozemku

Polně-laboratorní měření bylo provedeno na vybraném pozemku naší rodinné firmy v katastru obce Citonice na okrese Znojmo. Firma vyrábí zemědělské stroje a kromě jiného hospodáří na 90 ha zemědělské půdy a také provádí zemědělské služby. Z větší části jsou porosty zakládány po mělkém zpracování půdy radličkovým kypřičem. Pro měření byl vybrán největší pozemek, podle historického pojmenování se nazývá Díly Žerůtky. Výměra půdního bloku č. 8904/1 podle LPIS je 8,58 ha.

Na každém půdním bloku jsou různě odlišné výnosy plodin, které ovlivňují množství posklizňových zbytků, ale také v různých částech pozemku mohou být heterogenní vlastnosti. Z praxe je známo, že na pozemku se mohou nacházet místa s odlišným obsahem živin zastoupených v půdě a ty mají vliv na různé výnosy plodin, respektive posklizňových zbytků. Aby nedocházelo ke zkreslování výsledků, bylo na základě zkušeností a znalostí zemědělce vybráno nejvhodnější místo (viz obr. 46) u daného pozemku na měření pokrývnosti posklizňovými zbytky, respektive slámy po ozimé pšenici.

Vybrané místo muselo také splňovat minimální rozměry pro měření, které byly stanoveny na 40 m šířky a 150 m délky. 40 m šířky pro 9 přejezdů po 4 m záběru stroje a 150 m z důvodů dosažení požadované rychlosti soupravy traktoru s kypřičem.



Obr. 46 Díl půdního bloku s vyznačeným vybraným místem k polně-laboratornímu měření (LPIS, 2016).



#### **4.4.1 Půdní vlastnosti pozemku**

Bonitovaná půdně ekologická jednotka pozemku je 4.12.00. Spadá do druhé třídy ochranného půdního fondu a bodová výnosnost této půdy je číselně vyjádřena jednotkou 62. Pozemek spadá do čtvrtého klimatického regionu jako mírně teplý, suchý s průměrnou teplotou 7,5 °C a úhrnem srážek okolo 450 mm. Půdní typ je hnědozem. Kategorie sklonitosti je úplná rovina až rovina. Půda je hluboká bezskeletovitá středně těžká až těžká, středně pórovitá, silně vododržná a silně náchylná k vodní erozi. Z praktického hlediska je výrazně náchylná k utužení se středním sklonem k hrudovitosti a střední až horší zpracovatelnosti (eKatalog BPEJ, 2017).

#### **4.4.2 Množství posklizňových zbytků**

Z průměrného výnosu na daném pozemku bylo zjištěno, že výnos ozimé pšenice na vybraném pozemku se pohyboval okolo 7,9 t.ha<sup>-1</sup> zrna, respektive přepočtem okolo 5,1 t.ha<sup>-1</sup> posklizňových zbytků. I přes nerovnoměrné rozvrstvení podrcené slámy sklízecí mlátičkou byla pokryvnost půdy před podmínkou 100 %.

## 5 POPIS METODIKY POLNÍHO MĚŘENÍ

Pro měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky byla vybrána metoda analýzy digitálního obrazu. Tato metoda spočívá v tom, že na měřeném úseku je vymezena plocha, v tomto případě měřicím rámečkem o rozměrech 1 x 1 m, respektive 1 m<sup>2</sup> a takto vymezená plocha povrchu půdy pokrytá posklizňovými zbytky byla ve všech variantách měření fotografována v pěti opakováních.

Na kypřiči byly postupně nastavovány hloubky zpracování půdy ve třech hodnotách, 80, 120 a 160 mm. Pro každou hloubku zpracování půdy byla postupně měněna i pracovní rychlost soupravy, a to 8, 10 a 12 km.h<sup>-1</sup>.

Analýza obrazu představuje nový zdroj informací, který umožní rychle, objektivně a opakovaně získávat data digitálního obrazu, analyzovat množství zpracovávaných vzorků obrazů a interpretovat je statistickými postupy (Lukáš et al., 2008).

Pro měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky byl zvolen software Image J, který nabízí všechny podstatné funkce, které jsou od programu pro obrazovou analýzu vyžadovány.

*Tab. 5 Postup analýzy obrazu od získání digitálního obrazu až po interpretaci výsledků.*

1. ZÁZNAM OBRAZU (DIGITALIZACE)
2. ÚPRAVA BAREVNÉHO OBRAZU
3. PRAHOVÁNÍ (BINARIZACE)
4. EDITACE BINÁRNÍHO OBRAZU
5. MĚŘENÍ, POČÍTÁNÍ
6. STATISTICKÁ ANALÝZA
7. INTERPRETACE VÝSLEDKŮ

## 5.1 Základní kroky při analýze digitálního obrazu

### 5.1.1 Záznam obrazu

Získání digitálního obrazu je prvním krokem obrazové analýzy. Přímý digitální záznam se děje prostřednictvím digitálního fotoaparátu (viz obr. 47). Výsledkem záznamu odrazu viditelné části spektra elektromagnetického záření snímačem digitálního zařízení je vždy matice obrazových bodů – pixelů. Jednotlivé body jsou jednoznačně určeny svojí polohou v dvourozměrném souřadnicovém systému os  $x$ ,  $y$  a obsahují informaci o barevné hodnotě a intenzitě. Barva viditelného spektra bývá zjednodušeně definována třemi složkami, červenou, zelenou a modrou.

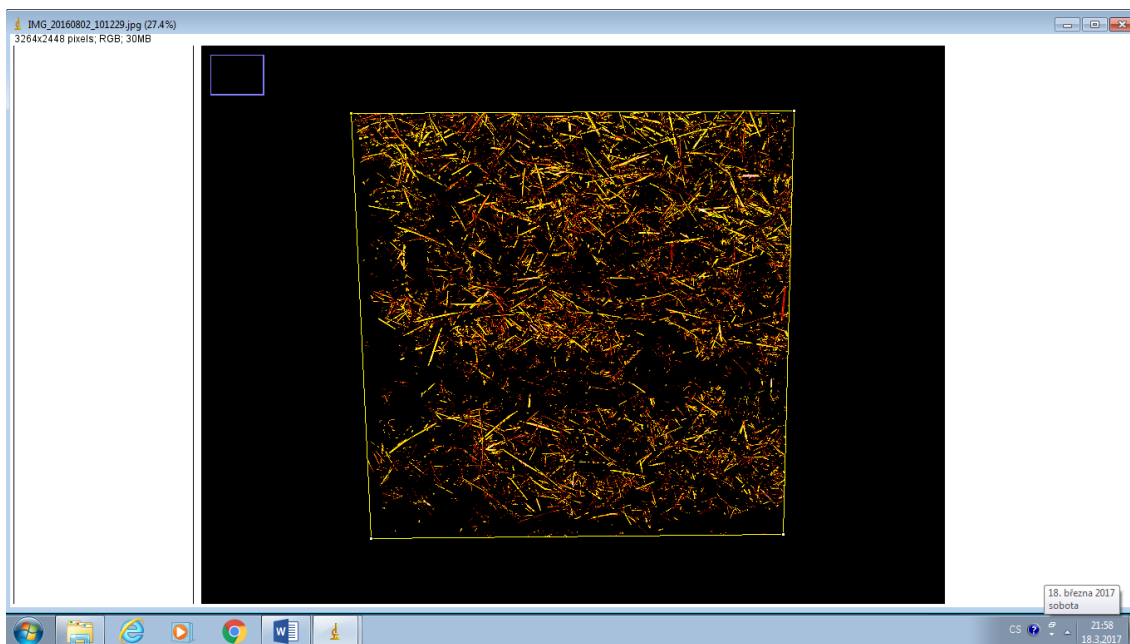
Důležitými parametry ovlivňující kvalitu digitální fotografie jsou použitá clona, rychlost závěrky a citlivost. Obecné doporučení je použití nejvyššího možného rozlišení. Velkou pozornost při záznamu obrazu je nutné věnovat nasvícení snímaného objektu (Lukáš et al., 2008).



Obr. 47 Záznam obrazu pomocí digitálního fotoaparátu (Auer, 2016).

## 5.1.2 Úprava barevného obrazu

Mezi nejčastěji používané funkce patří běžné typy úprav, jako je například kopírování, vkládání, oříznutí, rotace, kontrast, změna velikosti, vyhlazení resp. zaostření detailů v obraze (viz obr. 48).



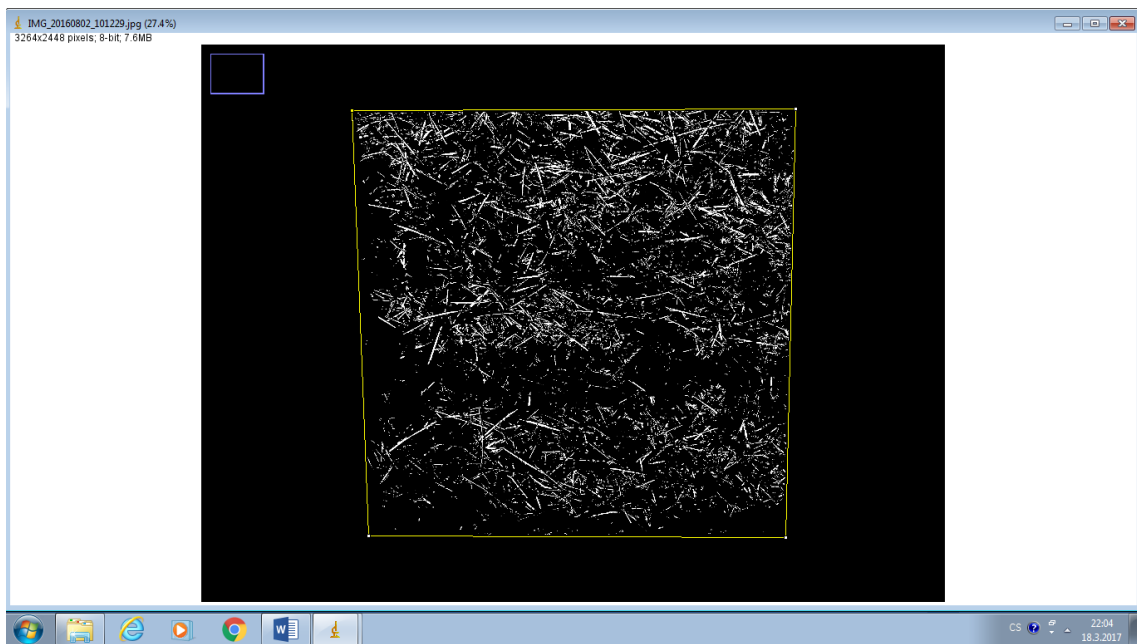
Obr. 48 Úprava barevného obrazu (Auer, 2017).

## 5.1.3 Prahování (binarizece)

Prahování je jedna z nejdůležitějších fází obrazové analýzy, během které je převáděn barevný obraz pouze na dvě barevné hodnoty, a to černou a bílou (viz obr. 49).

Tento program dovoluje prahovat na základě intenzity obrazu buď manuálně, nebo automaticky. Výhoda manuálního prahování spočívá v možnosti lepší kontroly nad celým procesem a přesným výběrem oblastí, které budou měřeny.

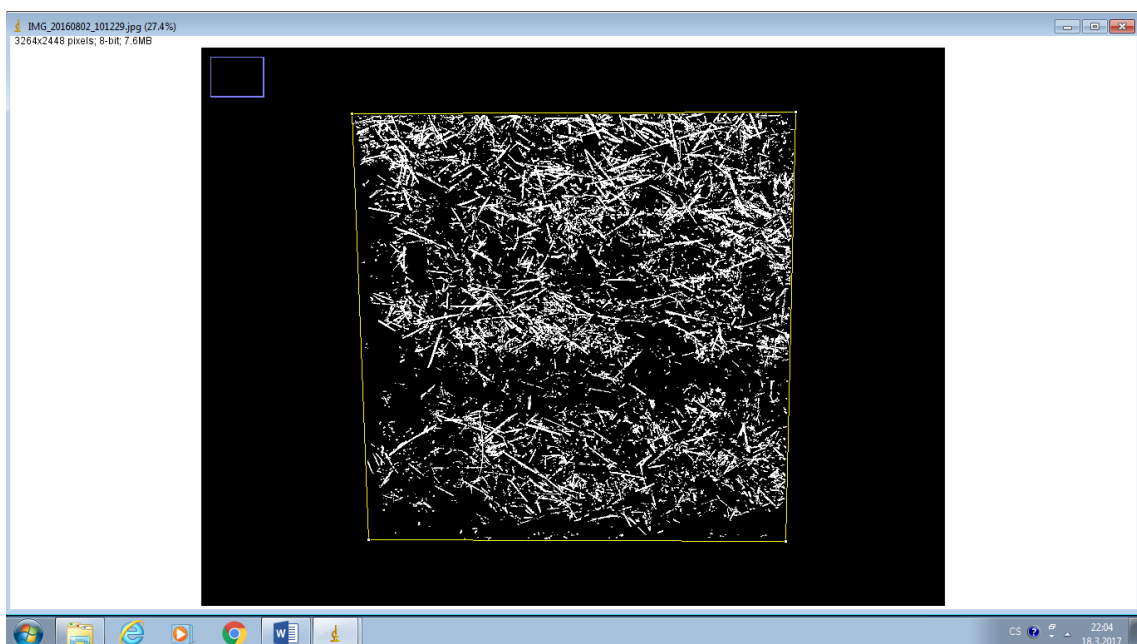




*Obr. 49 Prahování (binarizace) obrazu (Auer, 2017).*

#### **5.1.4 Editace binárního obrazu**

Editace binárního obrazu (viz obr. 50) je poslední fází před měřením. Použitím různých filtrů nebo jejich kombinací dochází k závěrečnému vymezení objektu zájmu.



*Obr. 50 Editace binárního obrazu (Auer, 2017).*

### 5.1.5 Měření

V případě interaktivního měření ploch je nejprve nutné provést kalibraci měřítka, tj. nastavit kolik pixelů odpovídá např. 1cm. Následně je možné naměřené hodnoty odečítat. Pro hodnocení posklizňových zbytků po podmítce se použilo v programu měření plochy bílé barvy (posklizňových zbytků) v procentech.

### 5.1.6 Statistická analýza

*Tab. 6 Hodnoty měření plochy posklizňových zbytků v procentech při pracovní rychlosti 8 km.h<sup>-1</sup> (Auer, 2017).*

Měření	Pracovní hloubka kypřiče [mm]		
	80	120	160
1.	23,72	20,04	18,11
2.	20,71	20,81	17,64
3.	21,1	20,21	18,88
4.	20,83	21,25	16,91
5.	24	19,7	18,4
$\bar{x}$	<b>22,07</b>	<b>20,4</b>	<b>17,99</b>

Tab. 7 Hodnoty měření plochy posklizňových zbytků v % při pracovní rychlosti 10 km.h<sup>-1</sup>(Auer, 2017).

Měření	Pracovní hloubka kypřiče [mm]		
	80	120	160
1.	16,65	15,45	14,81
2.	17,7	16,31	14,79
3.	17,14	16,69	14,85
4.	16,52	14,54	15,19
5.	17,26	16,48	14,42
$\bar{x}$	<b>17,05</b>	<b>15,89</b>	<b>14,81</b>

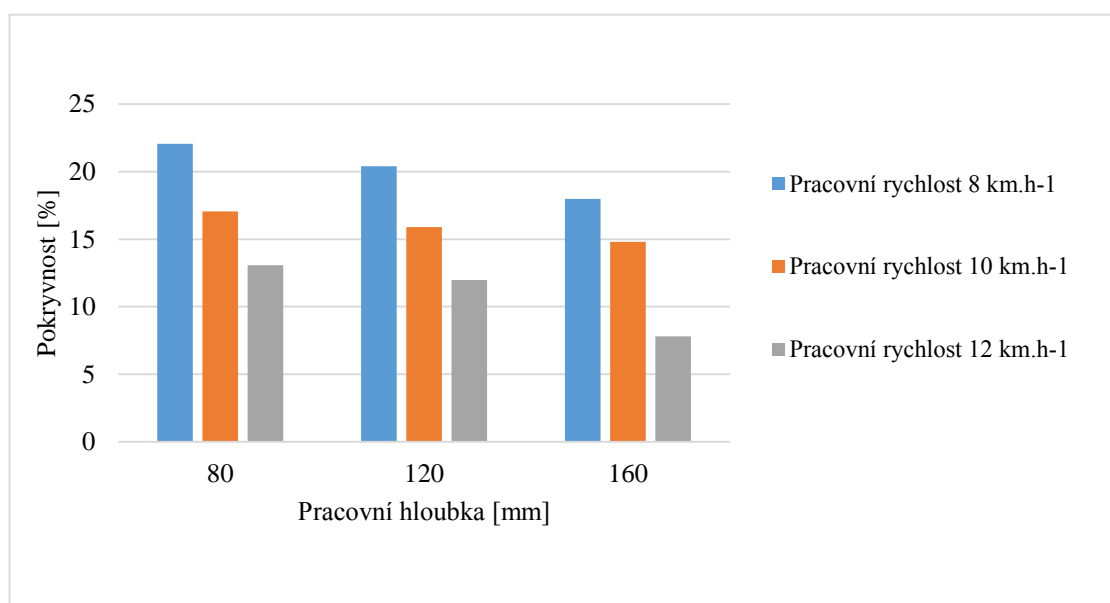
Tab. 8 Hodnoty měření plochy posklizňových zbytků v % při pracovní rychlosti 12 km.h<sup>-1</sup>(Auer, 2017).

Měření	Pracovní hloubka kypřiče [mm]		
	80	120	160
1.	13,45	11,88	6,05
2.	13,56	12,5	4,14
3.	12,19	12,2	7,51
4.	12,7	11,96	9,84
5.	13,38	11,39	11,40
$\bar{x}$	<b>13,06</b>	<b>11,99</b>	<b>7,79</b>

## 5.2 Interpretace výsledků

Tab. 9 Hodnoty plochy pokryvnosti půdy posklizňovými zbytky [%] (Auer, 2017).

Pracovní rychlost [km.h <sup>-1</sup> ]	Pracovní hloubka kypřiče [mm]		
	80	120	160
8	<b>22,07</b>	<b>20,4</b>	<b>17,99</b>
10	<b>17,05</b>	<b>15,89</b>	<b>14,81</b>
12	<b>13,06</b>	<b>11,99</b>	<b>7,79</b>



Obr. 51 Graf pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky [%](Auer, 2017).

## 6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ STROJŮ

Výkonnostní parametry stroje spolu s jeho technickým řešením patří k jeho základním technickým parametrům. Lze konstatovat, že pracovní rychlost výrazně ovlivňuje nejen použitý energetický prostředek, ale také tvar a velikost sklizených pozemků a samozřejmě i osobnost traktoristy. Na hodnocení ekonomiky provozu každého mechanizačního prostředku a tedy i podmiťáče má vliv řada faktorů. Jedná se především o pořizovací cenu stroje, jeho roční využití a pochopitelně i spotřebu pohonných hmot (Červinka, 2001).

V tabulkách je pro porovnání znázorněna pracnost, spotřeba nafty a provozních nákladů u podmiťky.

Kvalitu zpracování půdy ovlivňuje řada faktorů, mezi které patří také pracovní rychlost  $v_p$  [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ], ta by měla být optimální pro daný typ stroje a teoretická výkonnost  $W_1$  [ $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ], která je součinem pracovní rychlosti a šířky pracovního záběru stroje  $B_p$  [m] (viz obr. 53). Opačnou hodnotou výkonnosti je pracnost, která charakterizuje výši produktivity práce a měří se celkovým vynaložením pracovní doby na jednotku plochy.

### 6.1 Podmiťka a mělké zpracování půdy

Pro podmiťku se používají talířové a radličkové kypřiče, které pracují při vyšších rychlostech, 10 - 15  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Podmiťáče mají velký pracovní záběr, a proto dosahují vysoké výkonnosti. Pro urovnání povrchu půdy a zlepšení plošného rozmístění posklizňových zbytků se doporučuje jezdit šikmo na směr setí. U moderních talířových a radličkových kypřičů si lze vybrat mezi několika různými typy drobicích válců. Jejich výběr by měl být zvolen podle převažujících půdních podmínek a určení kypřiče. Radličkové podmiťáče se šípovitými radličkami mají výrazný podřezávací efekt a jsou vhodné pro opakované kypření k likvidaci plevelů a vzešlého výdrolu po sklizni. Tyto kypřiče umožňují rovnoměrně nakypřit půdu i při nastavení malé hloubky kypření od 8 až 10 cm. K radličkovým kypřičům se dodávají radličky různé konstrukce pro různé zrnitostní složení půd (od těžkých půd až po půdy lehké) a různého způsobu zpracování půdy (Kovaříček et al., 2014).

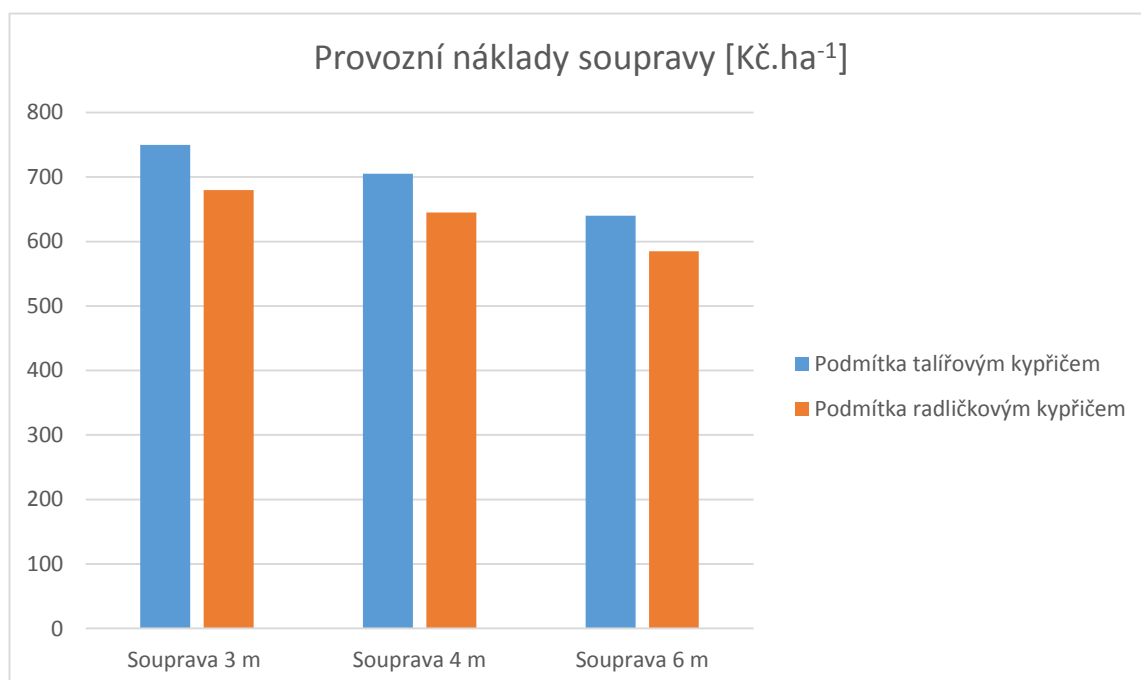


Tab. 10 Podmítka talířovým kypříčem (Zdroj Agronormativy.cz, 2015).

Energetický prostředek	Mechanizační prostředek	Pracnost	Spotřeba nafty	Provoz. náklady
		h.ha <sup>-1</sup>	l.ha <sup>-1</sup>	Kč.ha <sup>-1</sup>
90 kW	Talířový podmítač 3 m	<b>0,56</b>	<b>8,0</b>	<b>750</b>
120 kW	Talířový podmítač 4 m	<b>0,43</b>	<b>8,0</b>	<b>705</b>
180 kW	Talířový podmítač 6 m	<b>0,25</b>	<b>8,6</b>	<b>640</b>

Tab. 11 Podmítka radličkovým kypříčem (Zdroj Agronormativy.cz, 2015).

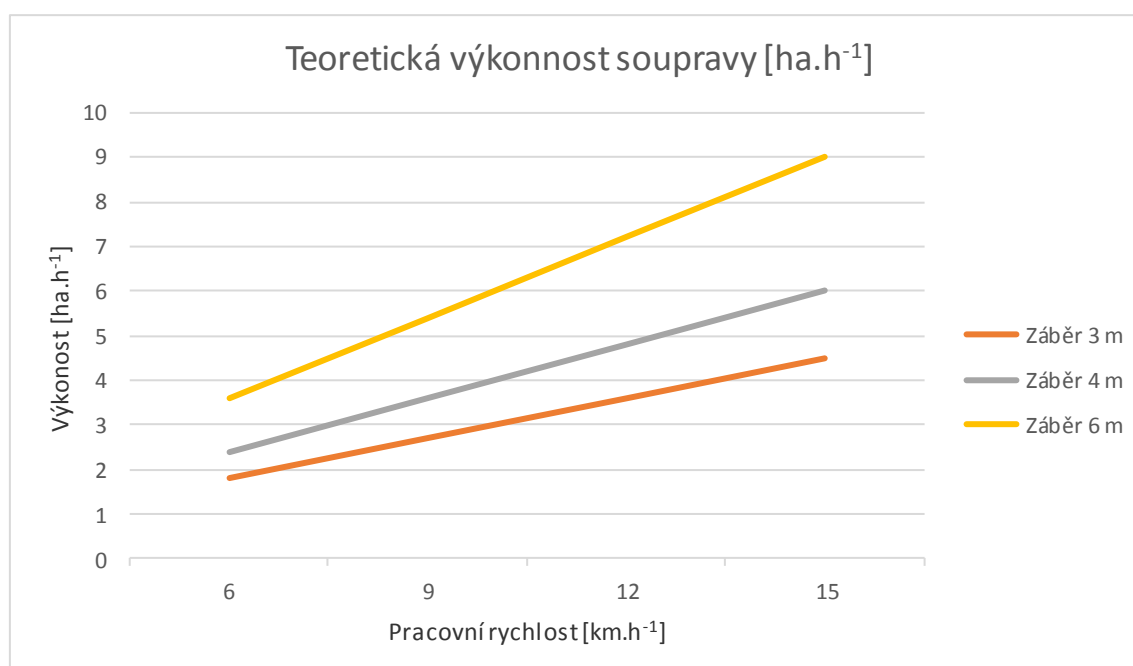
Energetický prostředek	Mechanizační prostředek	Pracnost	Spotřeba nafty	Provoz. náklady
		h.ha <sup>-1</sup>	l.ha <sup>-1</sup>	Kč.ha <sup>-1</sup>
90 kW	Radličkový podmítač 3 m	<b>0,56</b>	<b>7,8</b>	<b>680</b>
120 kW	Radličkový podmítač 4 m	<b>0,43</b>	<b>7,7</b>	<b>645</b>
180 kW	Radličkový podmítač 6 m	<b>0,25</b>	<b>7,5</b>	<b>585</b>



Obr. 52 Provozní náklady soupravy traktoru a kypříče (Auer, 2017).

Tab. 12 Teoretická výkonnost soupravy traktoru a kypřiče [ha.h<sup>-1</sup>](Auer, 2017).

Energetický prostředek	Mechanizační prostředek	Pracovní rychlost [km.h <sup>-1</sup> ]			
		6	9	12	15
90 kW	Radličkový podmítač 3 m	<b>1,8</b>	<b>2,7</b>	<b>3,6</b>	<b>4,5</b>
120 kW	Radličkový podmítač 4 m	<b>2,4</b>	<b>3,6</b>	<b>4,8</b>	<b>6</b>
180 kW	Radličkový podmítač 6 m	<b>3,6</b>	<b>5,4</b>	<b>7,2</b>	<b>9</b>



Obr. 53 Graf výkonnosti soupravy traktoru a kypřiče (Auer, 2017).

## 7 DISKUSE

Z uvedených výsledků pokrývnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky v tabulkách a grafech lze vyvodit, že s narůstající hloubkou a zároveň pracovní rychlostí se snižuje procento pokrývnosti povrchu půdy. Z ekonomického hlediska je pro podmínku doporučena nejvyšší pracovní rychlost soupravy  $12 \text{ km.h}^{-1}$  s nejmenší pracovní hloubkou radliček 80 mm při pokrývnosti 13,06 %. Z ekologického hlediska snižování rizika eroze půdy je vhodné zvolit nejnižší pracovní rychlost  $8 \text{ km.h}^{-1}$  a nejmenší hloubku radliček 80 mm, při které je nejvyšší pokrývnost povrchu půdy rostlinnými zbytky 22,07 %. Pro základní zpracování půdy kypřením a potřeby zapravení maximálního množství rostlinných zbytků je vhodné použít úzké oboustranné radličky 70 mm šíře, nejvyšší pracovní rychlost soupravy a největší nastavení pracovní hloubky radliček kypřiče, při které se dostáváme na hodnotu pokrývnosti 7,79 %. Tyto radličky byly nasazeny na kypřiči i při polně-laboratorním měření. Nevýhodou úzkých radliček při podmítce je nedokonalé podříznutí celého profilu, vzniku hřebenovitého dna brázdy, a tím k horšímu vzcházení výdrolu a ničení plevelů. Výhodou úzkých radliček je dobré pronikání do půdního profilu i za sucha, které při měření bylo. Dobré zapravení posklizňových zbytků je kromě pracovních podmínek také ovlivněno tvarem a velikostí radličky a konstrukčním řešením radličkového kypřiče, zejména roztečí slupic mezi sebou, vzdáleností mezi jednotlivými řadami slupic a průchodností pod rámem.

Použitý radličkový kypřič nevykazoval při žádné kombinaci pracovních podmínek pokrývnost půdy posklizňovými zbytky 30 % a více, a proto tento kypřič, respektive použité radličky nelze doporučit k půdoochrannému zpracování půdy, ale pro podmínku i základní zpracování půdy v minimalizačních systémech zpracování půdy a pro podmínku pro konvenční zpracování půdy ano.

Ve vyhodnoceném polně-laboratorním měření mohlo výsledky ovlivnit mnoho aspektů, od nepřesnosti ve snímání plochy pokrývnosti fotoaparátem a také následné úpravě a vyhodnocení obrazu, ale hlavně z důvodů heterogenity pozemku, kdy posklizňové zbytky po ozimé pšenici jsou na pozemku nerovnoměrně rozmístěny. Pro výběr nejvhodnějšího místa pro měření na pozemku se uplatnili zkušenosti a znalosti soukromého zemědělce, který na pozemku hospodaří a dobře zná z praxe stav jeho pozemků. Dalším problémem v měření posklizňových zbytků je nerovnoměrnost

rozptylu rostlinných zbytků při sklizni sklízecí mlátičkou. Pro sklizeň ozimé pšenice byla použita sklízecí mlátička značky New Holland s typovým označením L626. Tento stroj neměl rozmetadlo plev, a proto se při sklizni vytyčili a po podmítce snímali pouze meziřadí, které nebylo pokryto plevami. Také kvalita práce drtiče je při správné údržbě, především naostřením nožů a protiostrí, a nastavením úhlu rozptylovacích desek rozhodující. Nepříznivý vliv během sklizně může hrát i počasí – směr a rychlost větru. V praxi při měření plochy pokryvnosti ideální stav neexistuje, ale pro dosažení co nepřesnějších výsledků měření povrchu pokryvnosti půdy rostlinnými zbytky se doporučuje sklízecí mlátička s možností poskytnutí výnosové mapy pro přesnější zvolení měřeného úseku na pozemku. Dále by měla mít rozmetadlo plev, u kterého jde podle potřeby nastavit geometrie rozhazovacích lopatek, případně otáčky rozmetadla. Důležitý je také stav ostrí nožů na rotoru a protiostrí, a také možnost nastavení rozptylovacích desek z kabiny řidiče sklízecí mlátičky pro případnou redukcí směru rozptylu slámy při silnějších poryvech větru. Rozhodujícím aspektem pro rovnoměrné rozmístění podrcené slámy na poli je podle Hůly et al. (2008) použití prutového kypřiče. Tato technologie je vhodná pro zlepšení plošného rozmístění podrcené slámy, jestliže se volí jízda šikmo ke směru jízd sklízecí mlátičky.

Z uvedených hodnot provozních nákladů a výkonosti lze v tabulkách a grafech určit, že s rostoucím pracovním zátěží strojí soupravy klesá pracnost a tím se snižují i provozní náklady na jednotku plochy (viz obr. 52), přičemž spotřeba pohonných hmot na hektar se téměř nemění. Dalším faktorem, který ovlivňuje výkonnost soupravy je optimální pracovní rychlost (viz obr. 53), která by měla být konstantní, a proto traktor určený k agregaci musí disponovat dostatečným výkonem. Hodnoty v tabulkách a grafech jsou použity z normativů pro zemědělskou výrobu pro rok 2015. Proto je nutné vždy vycházet z aktuálních cen pohonných hmot, nákladů na mzdy, ceny pořízení stroje, spotřebě náhradních dílů a hlavně na konkrétních podmínkách měřených pozemků.

## 8 ZÁVĚR

Diplomová práce podává přehled o současném rozdělení strojů na zpracování půdy podle nové metodiky a popisuje technické řešení vybraných strojů na kypření a následnou úpravu půdy. Jsou zde uvedeny způsoby zpracování půdy a jejich základní charakteristika se zaměřením na zpracování půdy bez orby, popsány stroje na kypření a kombinované stroje pro zpracování půdy. Dále je zaměřena na polně-laboratorní měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky po podmítce. Z hodnot pokryvnosti se porovnává závislost na různě volených pracovních podmínkách soupravy kolového traktoru a kypřiče. V práci jsou vyhodnoceny stroje pro podmítku po stránce technické, technickoekonomické.

Předmětem polně-laboratorního měření bylo prokázat, jaký vliv na výslednou pokryvnost povrchu půdy posklizňovými zbytky po přejetí kypřiče má různě volená hloubka zpracování půdy a pracovní rychlost. Z uvedených hodnot v tabulkách a grafech vyplývá snaha o prezentaci výrobních technologií v rostlinné výrobě, konkrétně měření pokryvnosti posklizňových zbytků po podmítce, včetně odpovídajících ekonomických kalkulací na bázi normativů, které byly počítány pro podmínky, kdy podnik je zajištěn odpovídající strojovou technikou, která má parametry na úrovni roku 2016.

Kvalitu práce podmítačů a jejich provozní náklady ve vztahu ke kvalitě zpracování půdy nelze jednoznačně hodnotit bez podrobných měření. Dnes zemědělci stále více používají radličkové kypřiče jako náhradu radličných podmítacích pluhů nebo talířových podmítačů. Vzhledem k specifické konstrukci a způsobu zpracování půdy je potřeba na radličkové kypřiče nahlížet při nákupu vlastního stroje a doplňujících zařízení rozvážněji (Podpěra et al., 2009).

Pozitivním aspektem je kromě finančního přínosu i operativnost a časová nenáročnost této technologie. Navýšený zisk a z něj plynoucí finanční prostředky lze dále investovat do výživy, ochrany rostlin nebo k pořízení nových strojů. Pozitivní vliv půdoochranných technologií zpracování půdy na půdní úrodnost či protierozní efekt je pro životní prostředí jen těžko vyčíslitelný (Smutný et al, 2015).



## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AUER P.: *Stroje pro zpracování půdy kypřením. Bakalářská práce*, Brno, 2015, 43 s.

ČERVINKA J., POSPÍŠIL J.: *Sběrací návěsy v technologiích sklizně píce*. Online [cit. 2015-04-20]. Dostupné na: <http://mechanizaceweb.cz/sberaci-navesy-v-technologiich-sklizne-pice/>

ČERVINKA J.: *Technika a technologie rostlinné výroby (návody od cvičení)*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2010, 125 s. ISBN 978-80-7375-410-5.

DEMO M., KOLLÁR B., HRAŠKO J.: *Obrábanie pody*. Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, 1995, 315 s. ISBN 80-7137-255-2.

eKatalog BPEJ: Online [cit. 2017-03-11]. Dostupné na: <http://bpej.vumop.cz/41200>.

FRANZLUEBBERS A. J.: *Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth*. Soil & Tillage Research, 2002, 66(2): 197-205.

HŮLA J. a kol.: *Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí: uplatněná certifikovaná metodika*. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha, 2010, 60 s. ISBN 978-80-86884-53-0.

HŮLA J., BAUER F., ABRAHÁM Z.: *Zpracování půdy*. Nakladatelství Brázda, Praha, 1997, 144 s. ISBN 80-2090265-1.

HŮLA J., PROCHÁZKOVÁ B. a kol.: *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Profi Press, Praha, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.

JANDÁK J., PRAX A., POKORNÝ E.: *Půdoznalství*. Mendelova Univerzita v Brně, Brno, 2001, 142 s. ISBN 80-7157-559-3.

KOVAŘÍČEK P. a kol.: *Systém hospodaření s cílem omezit nežádoucí zhutnění půdy a zvýšit propustnost půdy pro vodu: uplatněná certifikovaná metodika*. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha, 2014, 42 s. ISBN 978-80-86884-78-3.

KŘEN J. a kol.: *OBECNÁ PRODUKCE ROSTLINNÁ – 2. ČÁST Zpracování půdy, Herbologie*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2015, 152 s, ISBN 978-80-7509-327-1

KŘEN J.: Poznámky k současným trendům v zakládání porostů polních plodin. *Úroda*, 2001, 48 (7): s. 6-9

LUKÁŠ J. a kol.: *Využití obrazové analýzy v rostlinolékařské praxi: uplatněná metodika*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha, 2008, 82 s. ISBN: 978-80-87011-69-0.

NEUBAUER K. a kol.: *Stroje pro rostlinnou výrobu*. 1. vyd. SZN, Praha, 1989, 716 s. ISBN 80-209-0075-6.

NEUDERT L., PROCHÁZKOVÁ B.: Zpracování půdy a zakládání porostů. *Zemědělec - týdeník moderního hospodáře*. 2009. sv. XVII, č. 26: 11-14.

Normativy pro zemědělskou výrobu: Online [cit. 2017-04-17]. Dostupné na: <http://www.agronormativy.cz/genframes;jsessionid=D9D4387B97CE9CD4F91E40DD09F97635?thl=2&snid=7706&otn=str1>

PODPĚRA V. a kol.: Energetická náročnost radličkových kypřičů. *Mechanizace zemědělství*, 2009, 59 (2): s. 66-71.

Prospekt firmy Agrall: Online [cit. 2017-04-25]. Dostupné na: <http://www.agrall.cz/produkt/102/seed-hawk>

Prospekt firmy Amazone: Online [cit. 2015-03-14]. Dostupné na: <http://www.amazone.de/672.asp>.

Prospekt firmy Kverneland: Online [cit. 2015-03-12]. Dostupné na: [http://www.kverneland.cz/userdata/files/kverneland/priprava-pudy/KVERNELAND\\_CLC-CLCpro\\_.pdf](http://www.kverneland.cz/userdata/files/kverneland/priprava-pudy/KVERNELAND_CLC-CLCpro_.pdf)

Prospekt firmy Simba: Online [cit. 2015-03-12]. Dostupné na: <http://www.agrics.cz/zpracovanipudy>.

PROCHÁZKOVÁ B. a kol.: *Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny: uplatněná certifikovaná metodika*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2011, 39 s. ISBN 978-80-7375-524-9.

PROCHÁZKOVÁ B., HRUBÝ J., HARTMAN I.: Minimalizační technologie zpracování půdy u ozimé pšenice. *Úroda*, 2006, 54 (9): s. 14-15. ISSN 0139-6013.

SMUTNÝ V. a kol.: *Význam technologií zpracování půdy a dalších agrotechnických opatření při pěstování obilnin: certifikovaná metodika*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2015, 56 s. ISBN: 978-80-7509-369-1.

TITI E. A. et al.: *Soil Tillage in Agroecosystems*. The U.S.A.: CRC Press, 2002, 367 s. ISBN 0-8493-1228-0.

## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Rozdělení zpracování půdy (Smutný, 2014).</i> .....	11
<i>Obr. 2 Pluh polonesený otočný s předradličkami Kverneland a dvanácti radličný pluh s páskovými odhrnovačkami Sukov ArcoAgro (Auer, 2016).</i> .....	13
<i>Obr. 3 Hlubkový kypřič Agrisem Cultiplow (Auer, 2016).</i> .....	13
<i>Obr. 4 Nesený smyk 6 m Kovo Novák (Auer, 2016).</i> .....	14
<i>Obr. 5 Cambridgeské válce SMS Rokycany a kotoučové válce Güttler (Auer, 2016).</i> ...	15
<i>Obr. 6 Radličková plečka Kongskilde a plečka Hatzenbichler (Auer, 2016).</i> .....	16
<i>Obr. 7 Rotační prutové brány Einböck Aerostar Rotation a kombinace prutových bran se smykovou lištou a přísevem (Auer, 2016).</i> .....	17
<i>Obr. 8 Rotační kypřič (Lemken) a kypřič s horizontálním rotorem (Struik).</i> .....	18
<i>Obr. 9 Pracovní nástroje rotačního kypřiče a kypřiče s horizontálním rotorem (Auer, 2015).</i> .....	18
<i>Obr. 10 Kombinátor Kőckerling Allrounder a nesený kombinátor Lemken (Auer, 2016).</i> .....	19
<i>Obr. 11 Polonesený kompaktor Lemken a Farmet Kompaktomat K1000 (Auer, 2016).</i> 20	
<i>Obr. 12 Radličky pro kombinátory (Auer, 2015) a pro kompaktory (Auer, 2016).</i> .....	20
<i>Obr. 13 Dlátový kypřič Farmet Digger s dvojitým hřebovým válcem (Auer, 2016).</i> .....	21
<i>Obr. 14 Kombinace talířového a radličkového kypřiče (Auer, 2014).</i> .....	22
<i>Obr. 15 Talířový kypřič s pasivním mulčovacím válcem (Auer, 2016).</i> .....	23
<i>Obr. 16 Kombinace dlátového a talířového kypřiče s přísevem meziplodin (AGRICs).</i> 23	
<i>Obr. 17 Kombinace dlátového a talířového kypřiče Maschio a Simba (Auer, 2016).</i> ....	23
<i>Obr. 18 Rotační kypřič s pasivními kypřičími tělesy a secím strojem (Amazone).</i> .....	24
<i>Obr. 19 Systémy pásového zpracování půdy Strip-tillage (Auer, 2016).</i> .....	25
<i>Obr. 20 Eroze půdy (Auer, 2017).</i> .....	26
<i>Obr. 21 Secí stroj Väderstad Seed Hawk pro přímé setí se zařízením pro aplikaci minerálních hnojiv (Agrall).</i> .....	27
<i>Obr. 22 Radličkový kypřič Farmet Fantom o záběru 12,5 m a kypřič Horsch Terrano 5FM s možností zapravení hnojiva do půdy (Auer, 2016).</i> .....	29

<i>Obr. 23 Kypřicí radličky oboustranné o šířce 130, 70, 100 stočená, 110 mm, šípová kypřicí radlička a sestavy kypřících těles o různém tvaru a pracovní šířce (Auer, 2015).</i>	29
<i>Obr. 24 Jištění pružnou slupicí a jištění listovým perem (Auer, 2016).</i>	30
<i>Obr. 25 Jištění slupic vinutými pružinami, jištění střížným šroubem a hydraulické jištění slupic Kuhn (Auer, 2016).</i>	30
<i>Obr. 26 Talířový kypřič do V - Kovo Novák a do X – Kuhn Discolander (Auer, 2016).</i>	31
<i>Obr. 27 Talířový kypřič Bednar Swifterdisc o záběru 14 m s jednotlivě uloženými talíři na slupici, nesený kypřič Horsch Joker 5CT s přívěsem meziplodin (Auer, 2016).</i>	32
<i>Obr. 28 Zvlněný talíř – koltr a vykrajovaný talíř (Auer, 2016).</i>	32
<i>Obr. 29 Jištění slupic vinutými pružinami a jištění gumovými bloky (Auer, 2016).</i>	33
<i>Obr. 30 Jištění pružnými slupicemi Lemken a Maschio (Auer, 2016).</i>	33
<i>Obr. 31 Model prutového kypřiče Strom Striegel-Pro (Auer, 2016) a prutový kypřič o záběru 12 m při práci (Strom).</i>	34
<i>Obr. 32 Diskový pěch a kotoučový válec (Auer, 2016).</i>	34
<i>Obr. 33 Trubkový a prutový válec (Auer, 2015).</i>	35
<i>Obr. 34 Protierozní válec a válec s pružnými segmenty (Auer, 2016).</i>	35
<i>Obr. 35 Dvojitý kotoučový válec a dvojitý válec se zvlněnými talíři–koltry (Auer, 2016).</i>	35
<i>Obr. 36 Dvojitý hřebový válec a dvojitý diskový pěch (Auer, 2016).</i>	36
<i>Obr. 37 Dvojitý válec s pružných kotoučů a válec s pneumatik (Auer, 2016).</i>	36
<i>Obr. 38 Prutové brány, zahrnovač a rovnací talíře nakypřené půdy (Auer, 2014).</i>	36
<i>Obr. 39 Traktor kolový John Deere 7530 Premium (Auer, 2016).</i>	37
<i>Obr. 40 Radličkový kypřič při práci (Auer, 2013).</i>	40
<i>Obr. 41 Výkresová dokumentace prototypu radličkového kypřiče RKN 4 H (Auer, 2013).</i>	40
<i>Obr. 42 Šípová radlička pro podmínku a oboustranná radlička vhodná na hlubší kypření (Auer, 2016).</i>	41
<i>Obr. 43 Přeprava kypřiče po pozemních komunikacích (Auer, 2014).</i>	42
<i>Obr. 44 Zahrnovací pera u radličkového kypřiče (Auer, 2014).</i>	43
<i>Obr. 45 Nastavení pracovní hloubky kypřiče a rovnací válec (Auer, 2013).</i>	43
<i>Obr. 46 Díl půdního bloku s vyznačeným vybraným místem k polně-laboratornímu měření (LPIS, 2016).</i>	44



<i>Obr. 47 Záznam obrazu pomocí digitálního fotoaparátu (Auer, 2016)</i> .....	47
<i>Obr. 48 Úprava barevného obrazu (Auer, 2017)</i> . ....	48
<i>Obr. 49 Prahování (binarizace) obrazu (Auer, 2017)</i> . ....	49
<i>Obr. 50 Editace binárního obrazu (Auer, 2017)</i> . ....	49
<i>Obr. 51 Graf pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky [%](Auer, 2017)</i> . ....	52
<i>Obr. 52 Provozní náklady soupravy traktoru a kypřiče (Auer, 2017)</i> . ....	54
<i>Obr. 53 Graf výkonnosti soupravy traktoru a kypřiče (Auer, 2017)</i> . ....	55

## 11 SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Rozdělení podmínky podle hloubky (Křen, 2015).</i> .....	12
<i>Tab. 2 Redukce eroze při různé pokrývnosti rostlinnými zbytky (Schertz, 1994)</i> .....	26
<i>Tab. 3 Technický popis traktoru John Deere 7530 Premium (zdroj: TP vozidla).</i> .....	38
<i>Tab. 4 Technický popis kypřiče RKN 4H (Auer, 2013).</i> .....	39
<i>Tab. 5 Postup analýzy obrazu od získání digitálního obrazu až po interpretaci výsledků.</i> .....	46
<i>Tab. 6 Hodnoty měření plochy posklizňových zbytků v procentech při pracovní rychlosti 8 km.h<sup>-1</sup> (Auer, 2017).</i> .....	50
<i>Tab. 7 Hodnoty měření plochy posklizňových zbytků v % při pracovní rychlosti 10 km.h<sup>-1</sup>(Auer, 2017).</i> .....	51
<i>Tab. 8 Hodnoty měření plochy posklizňových zbytků v % při pracovní rychlosti 12 km.h<sup>-1</sup>(Auer, 2017).</i> .....	51
<i>Tab. 9 Hodnoty plochy pokrývnosti půdy posklizňovými zbytky [%] (Auer, 2017).</i> .....	52
<i>Tab. 10 Podmítka talířovým kypřičem (Zdroj Agronormativy.cz, 2015).</i> .....	54
<i>Tab. 11 Podmítka radličkovým kypřičem (Zdroj Agronormativy.cz, 2015).</i> .....	54
<i>Tab. 12 Teoretická výkonnost soupravy traktoru a kypřiče [ha.h<sup>-1</sup>](Auer, 2017).</i> .....	55