

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**VOJTĚCH DVOŘÁČEK**



**Stroje pro zpracování půdy kypřením**

Bakalářská práce

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

*Vypracoval:*  
Vojtěch Dvořáček



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Vojtěch Dvořáček**  
Studijní program: Zemědělská specializace  
Obor: Provoz techniky  
Název tématu: **Stroje pro zpracování půdy kypřením**  
Rozsah práce: 30-40, obrázky a grafy podle potřeby práce

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rozdělení strojů na zpracování půdy. Uveďte novou metodiku pro zpracování půdy.
2. Popište technické řešení vybraných strojů na kypření a následnou úpravu půdy.
3. Navrhněte metodiku měření strojů pro kypření.
4. Polní měření vyhodnoďte a z výsledků vyvoďte úměrné závěry pro nasazení těchto strojů v zemědělském podniku.

Seznam odborné literatury:

1. ČERVINKA, J. *Technika a technologie rostlinné výroby (navody do cvičení I)*. Brno: Mendelova univerzita, 2010. 125 s. ISBN 978-80-7375-410-5.
2. HŮLA, J. – PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.
3. HŮLA, J. – BAUER, F. – ABRHÁM, Z. *Zpracování půdy*. Praha: Nakladatelství Brázda, 1997. 144 s.
4. PROCHÁZKOVÁ, B. – HRUBÝ, J. – HARTMAN, I. Minimalizační technologie zpracování půdy u ozimé pšenice. *Úroda*. 2006. sv. 54, č. 9, s. 14–15. ISSN 0139-6013.
5. NEUBAUER, K. a kol. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. 1. vyd. Praha: SZN, 1989. 716 s. ISBN 80-209-0075-6.

Datum zadání bakalářské práce: říjen 2015


Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2017

  
**Vojtěch Dvořáček**  
Autor práce



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

  
**prof. Ing. Jan Mareček, DrSc., dr. h. c.**  
Vedoucí ústavu

  
**doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.**  
Děkan AF MENDELU

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Stroje pro zpracování půdy kypřením vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

dne .....

podpis .....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Janu Červinkovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady, ochotu a trpělivost při konzultacích, které mi pomohly s vypracováním bakalářské práce.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce pojednává o strojích pro zpracování půdy pomocí kypření. Také je zde obsažen základní přehled technologií zpracování půdy v rostlinné výrobě.

U vybraných typů kypřičů je popsáno technické řešení strojů, pracovní sekce a jištění pracovních slupic. Součástí práce je i polně laboratorní měření velikosti hrud v závislosti na pojezdové rychlosti po jízdě soupravy traktoru s talířovým kypřičem. Hroudy zeminy jsou rozděleny do velikostních skupin a je procentuálně vyjádřeno jejich velikostní zastoupení. Výsledek měření je doplněn komentáři a grafy.

## **Klíčová slova**

Kypřič, radličky, talíř, půda, hrouda.

## **ABSTRACT**

Bachelor thesis deals with machines for soil cultivation using method loosening. There is also a basic overview of soil treatment technologies used in plant production. There is also a description of technical solution of selected cultivating machines, the work section and the protection of the working rakes. Part of the work is field measuring focused on sizes of the clusters in dependence on the travel speed while driving the tractor with the plate cultivator. Soil clusters are divided in groups according to their sizes expressed percentages. The measurement result is supplemented by comments and charts.

## **Keywords:**

Cultivator, coulters, plate, soil, the clod of clay.

## OBSAH

1	CÍL PRÁCE .....	9
2	ÚVOD .....	10
2.1	Problematika dnešního zemědělství.....	10
2.2	Problématica zpracování půdy v ČR .....	11
2.3	Politika dnešního zemědělství .....	12
3	ZPRACOVÁNÍ PŮDY .....	13
3.1	Historie.....	13
3.2	Způsoby zpracování půdy .....	14
3.2.1	Konvenční s orbou .....	15
3.2.2	Půdoochranné zpracování půdy .....	15
3.2.3	Přímé setí do nezpracované půdy .....	16
4	STROJE PRO ZPRACOVÁNÍ PŮDY .....	18
4.1	Kypřiče.....	18
4.1.1	Mělké kypření .....	19
4.1.1.1	Talířové podmítače .....	21
4.1.1.2	Radličkové kypřiče .....	25
4.1.2	Hluboké kypření .....	27
4.1.2.1	Kombinované kypřiče .....	27
4.1.2.2	Dlátové kypřiče .....	28
4.1.2.3	Hloubkové kypřiče.....	29
4.2	Stroje pro předset'ovou přípravu.....	30
4.2.1	Kompaktory .....	32
4.2.2	Anglický pěch .....	34
5	POLNÍ LABORATORNÍ MĚŘENÍ.....	36
5.1	Cíl.....	36
5.2	Použitá technika.....	36
5.3	Metoda měření .....	38
5.4	Podmínky měření .....	38



5.5	Naměřené hodnoty.....	41
5.5.1	Varianta 1.....	41
5.5.2	Varianta 2.....	42
5.5.3	Varianta 3.....	43
5.6	Vyhodnocení měření.....	43
5.7	Závěr z výsledku měření.....	50
6	ZÁVĚR.....	51
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ.....	53
8	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	55

## 1 CÍL PRÁCE

Cílem práce je popsat stroje na zpracování půdy. Popsat technické řešení vybraných strojů na zpracování půdy kypřením a zařadit je do příslušné pracovní kategorie.

Cílem práce je polní laboratorní měření. Toto měření posuzuje kvalitu zpracování půdy u soupravy traktoru Zetor Proxima 7441 s talířovým kypřičem.

Kvalita zpracování půdy je určena velikostí polních hrud po podmítce v závislosti na pojezdové rychlosti soupravy ( $v_p$ ) a také počtem hrud u různých velikostních skupin. Výsledek polně laboratorního měření posuzuje kvalitu zpracování půdy talířového kypřiče.

## 2 ÚVOD

### 2.1 Problematika dnešního zemědělství

Dnešní české zemědělství prochází změnou. Ministerstvo zemědělství se snaží více podporovat chovatele skotu a podporovat projekty zadržující vodu v krajině. Největší negativní stránkou zemědělství je úbytek zemědělské půdy a též pokles její kvality. V České republice v průměru denně ubyde 19 ha zemědělské půdy. Navíc klesá půdní úrodnost, a to především vlivem vodní a větrné eroze, nevracením humusu do půdy atd. Různými formami eroze je v ČR ohroženo až 67 % zemědělské půdy. Každý rok jen vlivem vodní a větrné eroze přicházíme o 21 milionů tun ornice, tato ztráta je vyčíslena na částku 4,3 miliard korun. Půda mizí i kvůli výstavbě budov, infrastruktury a sázení nových lesů. [4,5,12]

Prudký úbytek zemědělské půdy zvyšuje její cenu a také nájmy, takzvané pachty. Zemědělci se snaží úbytek půdy kompenzovat většími výnosy plodin. [4,5,12]

Další problém souvisí s ekonomikou zemědělských podniků. Jak je vidět v tabulce 1, zemědělci nejvíce pěstují tržní plodiny (pšenice, řepka, ječmen, kukuřice), které zemědělci mohou dobře zpeněžit, příroda si ovšem žádá rozmanitost. Domnívám se, že by zemědělci měli být více podporováni v pěstování meziplodin a rostlin podporujících půdní úrodnost, osevní postupy by měly být co nejvíce pestré a rozmanité. [4,5,12]

**Tabulka 1: Osevní plochy plodin v ČR 2016 v [ha] [19]**

Legenda: P – plocha

S – sklizeň

V – výnos

Plodina	MJ	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Pšenice	P [ha]	863 132	815 381	829 393	835 941	829 820	839 710
	S [t]	4 913 048	3 518 896	4 700 696	5 442 349	5 274 272	5 454 663
	V [t/ha]	5,69	4,32	5,67	6,51	6,36	6,50
Ječmen	P [ha]	372 780	382 330	348 992	350 518	365 946	325 725
	S [t]	1 813 679	1 616 467	1 593 760	1 967 049	1 991 415	1 845 254
	V [t/ha]	4,87	4,23	4,57	5,61	5,44	5,67
Kukuřice na zrno	P [ha]	121 006	119 333	96 902	98 749	79 972	86 407
	S [t]	1 063 736	928 147	675 380	832 235	442 709	845 765
	V [t/ha]	8,79	7,78	6,97	8,43	5,54	9,79
Cukrovka technická	P [ha]	58 328	61 161	62 401	62 959	57 612	60 736
	S [t]	3 898 887	3 868 829	3 743 772	4 424 619	3 421 035	4 118 356
	V [t/ha]	66,84	63,26	60,00	70,28	59,38	67,81
Řepka	P [ha]	373 386	401 319	418 808	389 298	366 180	392 991
	S [t]	1 046 071	1 109 137	1 443 210	1 537 320	1 256 212	1 359 125
	V [t/ha]	2,80	2,76	3,45	3,95	3,43	3,46
Jednoleté píce	P [ha]	231 846	253 391	280 058	285 307	294 496	293 788
	S [t]	8 631 198	9 176 089	8 497 098	10 709 211	8 076 503	10 863 560
	V [t/ha]	37,23	36,21	30,34	37,54	27,42	36,98
Kukuřice na zeleno a siláž	P [ha]	186 224	205 109	233 815	237 235	244 956	234 396
	S [t]	7 781 563	8 328 239	7 635 367	9 577 873	7 134 351	9 545 239
	V [t/ha]	41,79	40,60	32,66	40,37	29,13	40,72

## 2.2 Problematika zpracování půdy v ČR

Dobré zpracování půdy je nejdůležitější pro správné pěstování rostlin. Při pěstování rostlin je na zpracování půdy použito 35 až 50 % energie ze všech pracovních operací. To nutí zemědělce hledat stále nové úspory energie. Tyto úspory jsou dnes hledány v bezorebné technologii přípravy půdy a setím do nezpracované půdy – takzvané přímé setí. Větší výkoností strojů a spojování více pracovních sekcí do jednoho stroje je také uspořeno nemalé množství nákladů a lidské práce. Tím je dosažen menší požadavek na pracovní sílu. [5,8,9]

Bezorebný systém zpracování půdy má nejširší uplatnění na pozemcích s menší nadmořskou výškou u lehčích až středně těžkých půd. Výhody bezorebného zpracování půdy se projeví až v horizontu několika let, kdy dochází v půdě k lepší půdní struktuře, větší odolnosti proti utužení, půda dokáže lepe hospodařit s vodou a především je menší výskyt vodní a větrné eroze. Mezi další výhody patří úspora skleníkových plynů vypouštěných do ovzduší, tato úspora vychází z menší spotřeby nafty při zpracování půdy a nižší oxidaci uhlíku a dusíku obsaženého v půdní organické hmotě. Při pěstování rostlin v bezorebném systému je kladen větší důraz na chemickou ochranu rostlin před plevely a aplikaci hnojiv. [3,11,14]

Klasické zpracování půdy má také své výhody. Mezi ně patří vysoká univerzálnost orby. Dobré zapravení statkových hnojiv a rostlin plevelů, také dobře likviduje živočišné polní škůdce. Tyto nesporné výhody jsou zapláceny větší energetickou a pracovní náročností. [2,7,9]

### **2.3 Politika dnešního zemědělství**

Zemědělství je dnes dotováno dotacemi. Dotace pro české zemědělce pocházejí z největší míry z Evropské unie, která rozdělí každý rok mezi evropské zemědělce 40 až 50 % svého rozpočtu. Díky těmto dotacím má EU nástroj ke kontrole a řízení zemědělství a cen základních potravin. Bez těchto dotačních titulů by většina zemědělců prokazovala značné finanční ztráty. [18]

Mezi dotace řadíme i národní podpory financované z rozpočtu Ministerstva zemědělství ČR, které se snaží svými podporami o soběstačnost ČR v produkci základních potravin. [18]

## 3 ZPRACOVÁNÍ PŮDY

### 3.1 Historie

Primitivní zpracování půdy sahá až do 8. tisíciletí před naším letopočtem, kdy si první zemědělci upravovali půdu před setím pomocí ohně – vypalovali lesní a travnaté porosty. Na těchto vypálených pláních jednoduše rozhazovali semena, která posléze zašlapovali do země nebo je jednoduše větvemi zahrnovali do půdy. [1]

Později kolem 3. tisíciletí před naším letopočtem začali tehdejší zemědělci používat dřevěné nástroje k obdělávání půdy. Jimi půdu rozrývali a kypřili. Později nástroje vylepšili bronzovými hroty. [1]

V 1. tisíciletí před naším letopočtem se začaly objevovat kypřicí nástroje osazené kovovými částmi. V tomto období se půda při kypření už i částečně obracela, a to na obě strany od pracovního nástroje. Takto rozrytou půdu lidé připravovali k setí pomocí motyk a dřevěných trámů, které po ní vláčely. Tento způsob zpracování se s drobnými vylepšeními u nás udržel až do 18. století. [1]

Největší změna v zemědělství přišla s vynálezem ruchadla v letech 1824 až 1827. Bratřenci Václav a František Veverkové tak dlouho zkoušeli způsoby zpracování půdy, až přišli na tento nevídaný vynález. Ruchadlo se od předešlých pracovních nástrojů lišilo především zesílenou slupicí, mělo upravenou délku plazu a rovněž zcela novou kovovou ohrnovačku, která již obracela půdu pouze na jednu stranu. Ruchadlo stejně jako dnešní pluh navíc fungovalo tak, že odpočatou půdu ze spodnějších vrstev vyneslo na povrch. Do této doby se půda jen kypřila, ruchadlo dovedlo půdu obracet a zaorávat organické zbytky a hnůj, v tomto byl tento vynález tak převratný. Tento významný vynález bratřenců Veverkových se brzy rozšířil po celém světě a v upravených modifikacích a vylepšeních je používán zemědělci dodnes. [1]








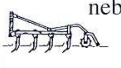




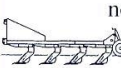



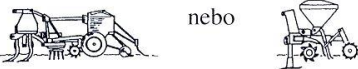





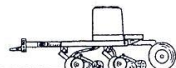
V 19. a 20. století se samotné zpracování půdy příliš nezměnilo. Došlo ovšem k mechanizaci, konkrétně k nahrazení potahových zvířat traktory. Stroje ke zpracování půdy se také dál vyvíjely a vylepšovaly. Konstrukteři je upravovali i z toho důvodu, aby bylo možné spojit víc pracovních operací, takže vznikaly kombinované stroje s vícero

pracovními sekcemi. Tím se stala práce efektivnější a také to přispělo k rostoucím výnosům. [1]

Dnes v roce 2017 ve 21. století je veškerá polní práce mechanizována. V rostlinné výrobě jsou používány traktorové, automobilové a samojízdné soupravy. Tyto moderní soupravy pomáhají s precizním obděláváním, setím, hnojením, ochranou rostlin i se sklizní. [1]

### 3.2 Způsoby zpracování půdy

Jak je vidět na obrázku 1, rozeznáváme tři hlavní způsoby zpracování půdy. Konvenční zpracování pomocí pluhu, dále půdoochranná příprava půdy bez použití pluhu – tato kategorie se dále dělí na zpracování půdy s kypřením a zpracování půdy bez kypření – a poslední způsob je přímé setí do nezpracované půdy. [2,4]

Postupy zpracování a přípravy půdy	Pracovní úkony			Pracovní postupy
	Základní příprava půdy	Příprava setového lože	Setí	
Konvenční příprava půdy pluhem		 nebo 		oddělené
		 nebo 		redukované, příprava setového lože a setí kombinovány
				redukované, všechny pracovní postupy kombinované
Půdoochranná příprava bez pluhu	 nebo 	 nebo 		oddělené
	 nebo 	 nebo 		redukované, kombinace přípravy setového lože a setí
				redukované, všechny pracovní postupy kombinované
s kypřením		 nebo 		redukované, všechny pracovní postupy kombinované
bez kypření		 nebo  nebo 		redukované, příprava setového lože a setí kombinovány
Přímé setí Žádná příprava půdy				jen setí

**Obrázek 1 Způsoby zpracování půdy [4]**

Na obrázku 1 jsou znázorněny základní typy zpracování půdy a jejich následné pracovní úkony potřebné pro vytvoření seťového lůžka. [2,4]

### **3.2.1 Konvenční s orbou**

Základním pracovním strojem je pluh. Půda se kypří, míchá, drobí a především obrací pomocí pluhu. Konvenční zpracování půdy má mnoho výhod, mezi něž patří dobré zaklápění veškeré organické hmoty na povrchu, což je velikou výhodou oproti ostatním druhům zpracování půdy, orba nám vytváří takzvaný čistý stůl, kdy je na povrchu pole jen půda a žádné organické materiály, jako jsou posklizňové zbytky, rostliny plevelů, organický hnůj atd. Obracením půdy se také ve značné míře redukuje plevel, plísňově to vede k menší potřebě chemických postřiků na ochranu rostlin, což je také nesporná výhoda oproti půdoochrannému režimu pěstování rostlin. Orba důsledně reguluje množství polních hrabošů. [2,3]

Nevýhodou orby je energetická náročnost obdělávání oproti hloubkovému kypření půdy. Při špatně zvolené hloubce orby může navíc docházet k vynášení mrtvé, neúrodné půdy neboli jílu na povrch. Vzniklá skýva je také v podzimních měsících v těžkých až jílovitých půdách velice energeticky náročná na přípravu seťového lůžka pro setí ozimů. Oproti tomu u kypření se tento problém nevyskytuje. [2,3]

### **3.2.2 Půdoochranné zpracování půdy**

Pojem půdoochranné zpracování půdy znamená přípravu půdy bez použití orby. U tohoto zpracování půdy je kladen důraz na částečné zachování organické hmoty na povrchu pole po zasetí plodiny, konkrétně asi 30 %. Obsažené množství zbytků na povrchu pozemku je nejméně 1,2 t.ha<sup>-1</sup> v suché hmotě. Zbytek posklizňových zbytků se může zapravit do půdního profilu. [1,4,8]

Půdoochranné zpracování půdy probíhá s kypřením a bez použití kypřičů. U použití kypřičů se půda neobrací, nýbrž se pouze kypří, nadzvedává, míchá a drobí. Posklizňové zbytky rostlin, hnůj, ale i zelené hnojení se nezaklápí, tudíž se netvoří na poli čistý stůl. Při přípravě půdy bez kypřičů se půda pouze povrchově připraví k setí bez hlubšího zásahu do půdního profilu. [1,4,8]



Popisované zpracování půdy má mnoho výhod i nevýhod a svou stránku ekologickou, finanční i technickou. Mezi hlavní ekologické přínosy řadíme příznivý stav půdy, mnohonásobně lepší hospodaření s půdní vodou a menší ohrožení vodní a větrnou erozí. Dosahujeme lepší skladby půdního profilu a lepšího využití dusíku obsaženého v půdním profilu. Z finančního hlediska je tento postup přínosný díky vyšší denní plošné výkonnosti pracovníka, z čehož vyplývá potřeba nižšího počtu pracovníků na stejně velké obdělávané plochy. Tím šetříme lidskou práci i energii v podobě úspory pohonných hmot. U minimalizačního hospodaření je také snazší dodržet agrotechnické lhůty. [1,4,8]

Dnes je na trhu celá řada kombinovaných strojů pro půdoochranné zpracování půdy. Při jejich výběru je třeba zohlednit podmínky konkrétní lokality a polních stanovišť. K těmto úkonům neslouží pluh, nýbrž pouze talířový kypřič, radličkový kypřič, hloubkový kypřič, dlátový kypřič, kombinovaný kypřič či různé druhy kompaktovatů. [11,12,13,14]

Nevýhodou půdoochranného zpracování půdy je častější výskyt chorob a škůdců na pozemku, s tím je spojen větší požadavek na chemickou ochranu rostlin. [1,4]

### **3.2.3 Přímé setí do nezpracované půdy**

Tento způsob hospodaření s půdou se využívá především na velkých pozemcích, kde mají jednotlivé půdní bloky stovky hektarů. U nás se tento způsob hospodaření příliš nevyužívá. Díky tomu, že se půda nijak nepřipravuje k setí, šetříme mnoho času i pohonných hmot. Není potřeba vlastnit stroje na zpracování půdy, tím klesají pořizovací náklady na použité strojní linky. Naproti tomu jsou zde menší výnosy plodin a vyšší požadavky na chemickou likvidaci plevelů a škůdců. Je zde největší plošná výkonnost obdělávaných ploch. [3,4]

Seje se do rýh nebo pruhů po sklizené plodině přímo do strniště. K tomu slouží speciální secí stroj, který dovede osivo zaset do neprokypřené půdy plné povrchových posklizňových zbytků. [1,4]

U tohoto způsobu zpracování půdy se často využívá speciální obdělávání půdy v řádcích takzvaný Strip-tillage, kde je uloženo osivo pouze v řádcích. K obdělávání používáme k tomu určené speciální stroje, které půdu nezpracovávají celoplošně, ale jen v řádcích, (obrázek 2). Mimo tyto řádky je půda nezpracovaná a neosetá, toho si můžeme všimnout na obrázku 2. Každý rok se tyto řádky mohou vytvořit nové, nebo se mohou použít řádky z minulých let. Tento styl obdělávání půdy je rozšířen především v Severní Americe a Austrálii. [1,4]



**Obrázek 2 Strip-tillage** [14,16]

## 4 STROJE PRO ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Na trhu je dnes v roce 2017 mnoho strojů pro zpracování půdy, mnohé z nich mají i vícero uplatnění v technologických procesech rostlinné výroby. Tato bakalářská práce ukazuje jen vybrané stroje pro zpracování půdy pomocí kypření, které se v praxi nejvíce vyskytují a jsou bez rotačních pracovních členů poháněných od vývodového hřídele traktoru. [11,12,13,14]

Následující tabulka 3 ukazuje u vybraných pracovních operací zpracování půdy parametry výkonnosti, spotřeby nafty a pracovního času. Tyto parametry se mohou značně lišit u různých druhů půd a dostupnosti pracovního terénu. [6]

**Tabulka 2 Spotřeba nafty a lidské práce v RV u vybraných pracovních operací [6]**

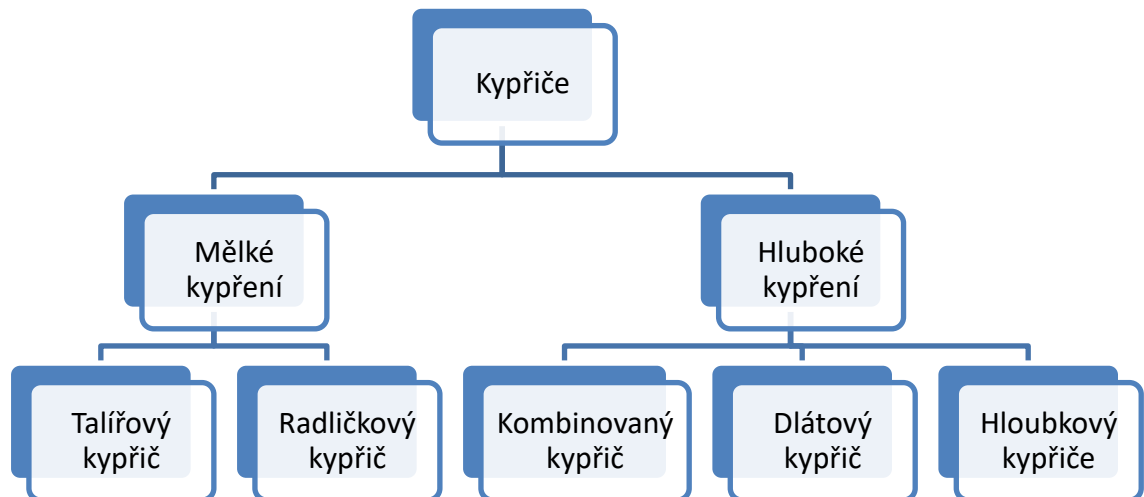
<i>Operace</i>	<i>Výkonnost</i> [ha.h <sup>-1</sup> ]	<i>Spotřeba nafty</i>		<i>Pracovní čas</i> [h.ha <sup>-1</sup> ]
		<i>od</i> [l.ha <sup>-1</sup> ]	<i>do</i> [l.ha <sup>-1</sup> ]	
Podmítka – talářový kypřič	3,00	6,50	7,50	0,33
Podmítka – radličkový kypřič	3,50	5,50	6,50	0,29
Orba	1,30	17,00	20,00	0,77
Kombinovaná seťová příprava půdy po podmítce	3,50	7,00	9,00	0,29
Kombinovaná seťová příprava půdy po orbě	2,50	9,00	10,00	0,40

### 4.1 Kypřiče

Kypřiče jsou stroje určené pro zpracování půdy před setím a sázením. Jsou používané jak pro celoplošné kypření pole, tak i pro pásové kypření půdy tzv. Strip-tillage. Kypřiče půdu narušují, provzdušňují, drobí a míchají bez obracení půdních vrstev půdy. [2,8,9]

Historicky se jedná o nejstarší zemědělské stroje zpracovávající půdní vrstvy skývy. Tyto různé kypřicí nástroje se používaly už v 3. tisíciletí před naším letopočtem, kdy

jako primitivní nástroje sloužily k rozrývání a kypření půdy. Od této doby se jejich konstrukce postupně zdokonalovala až do dnešní moderní podoby. [1,2,8]



**Obrázek 3 Schéma kypřičů** [2,3,7,8,9,11]

Organizační diagram na obrázku 2 nám ukazuje různé typy kypřičů, tyto kypřiče slouží k podmítce, mělkému kypření, hlubokému kypření, dlátování, provzdušnění půdního bloku, zaklopení organické hmoty, zapravení hnojiv do půdy, narušení vrchní půdní vrstvy atd. Některé se mohou použít i k přípravě set'ového lůžka před setím. Toto široké uplatnění získaly díky konceptu vyměnitelných radliček podle pracovní hloubky a druhu pracovní operace. Dnes již v některých podnicích nahradily orbu, nebo jsou využívány alespoň jako její doplněk. [2,11]

#### **4.1.1 Mělké kypření**

Mělké kypření se provádí zpravidla po sklizni hlavní plodiny do hloubky 0,06 až 0,15 metrů. Tomuto mělkému kypření se říká podmítka. Podmítka se provádí hlavně z důvodu likvidace plevelů a lepšímu hospodaření s půdní vodou. Podmítka se provádí

s podmítači, mohou být talířové, radličkové, nebo se využívá podmítací pluh. Tyto stroje mohou částečně zapravit do půdy organické zbytky po sklizni, zapravit hnojiva, zelené hnojení a připravit půdu k setí. [1,2,3]

#### **4.1.1.1 Talířové podmítače**

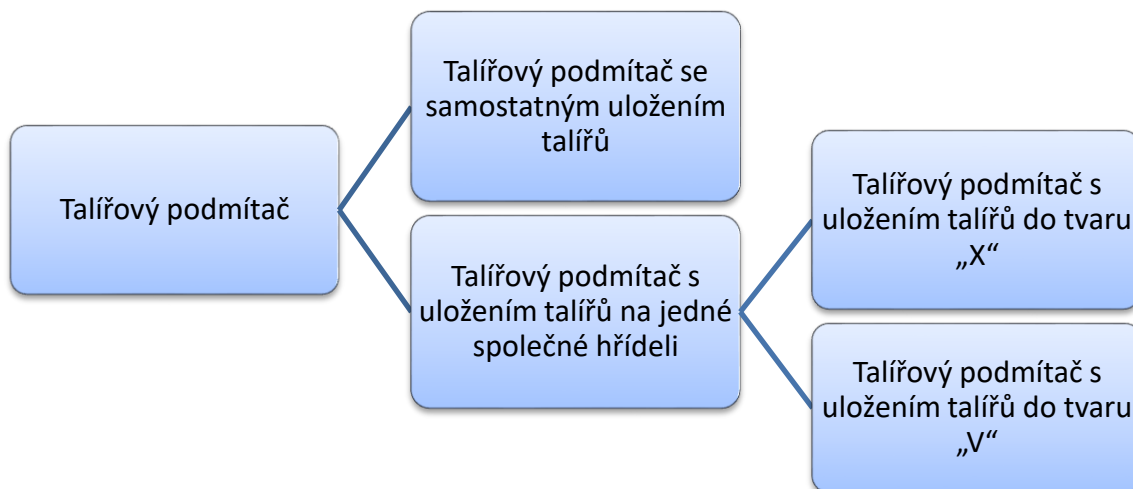
Tento druh kypřičů je konstrukčně velice jednoduchý. Jedná se o stroj, kde pracovním nástrojem je talíř, který vykonává požadovanou práci díky odvalování talíře. Tento talíř je zčásti zakrojen v půdě. Talíř má tvar kruhového vrchlíku a může být po okraji ozubený pro lepší vnikání do půdy, nebo může být po okraji hladký. Talířové kypřiče se vyrábějí ve dvou základních provedeních lišících se způsobem uložení talířů (viz obrázek 4). První z nich je samostatné uložení talířů, kde každý talíř má své vlastní ložisko a své vlastní upevnění k rámu stroje. Ve druhém případě jsou talíře uloženy na jedné společné hřídeli, nemají každý své vlastní ložisko ani své vlastní upevnění k rámu stroje. [1,2,3]

Tyto stroje vynikají vysokou plošnou výkonností, ta je dána vysokou pojezdovou rychlostí až 14 km.h<sup>-1</sup>. Při správném nastavení stroje zůstává v půdě za strojem hřebenovité dno brázdy. Požadovaný příkon traktoru na jeden metr záběru stroje je 25 až 40 kW, dle zvolené pracovní hloubky zpracování a druhu zpracovávané půdy. [1,2,3,7]

Dnes jsou na trhu stroje s různým průměrem talířů (0,45 až 0,8 m). Na velikosti talířů závisí možná pracovní hloubka stroje i efektivita při průchodu organických zbytků. [1,2,3,7]

U větších průměrů talířů se talíře osazují dál od sebe. Dovolují pracovat ve větších hloubkách, a to i nad 0,12 m, a mají lepší průchodnost organických zbytků. Ty ovšem hůře rozprostírají po pozemku. Také mají hůře zpracované hřebenovité dno brázdy, dochází k nerovnoměrnému odříznutí dna brázdy. [1,2,3,7]

U talířových kypřičů s menšími průměry se talíře osazují blíže k sobě. To má za následek lepší drobení hrud a lepší rozmělnění posklizňových zbytků. Nevýhodu tohoto stroje je však omezená pracovní hloubka jen 30 až 120 mm a menší průchodnost organických zbytků. [1,2,3,7]

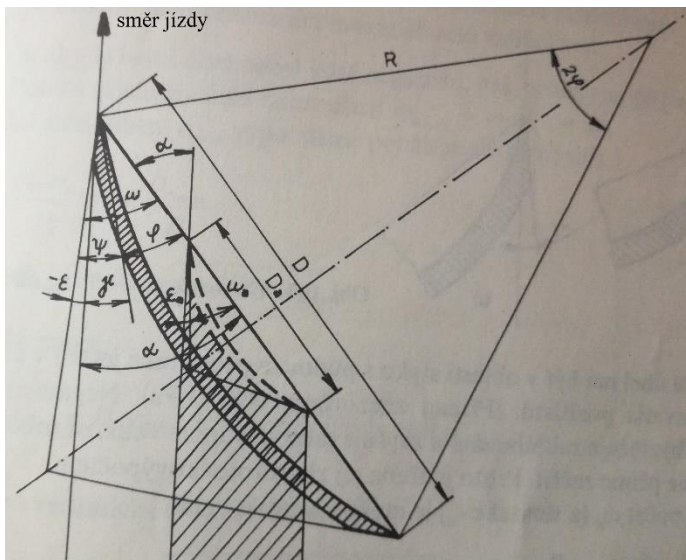


**Obrázek 4 Schéma talířových podmítačů [2,3]**

- **Talířový podmítač se samostatným uložením talířů**

U těchto strojů má každý talíř své ložisko a může mít i své jištění či kopírovací pružinu. Talíře jsou seřazeny vedle sebe většinou ve dvou řadách za sebou. Za druhou řadu talířů se doplňuje kypřič válcem. Válec má nejčastěji funkci drobicí a funkci utužovací. [2,7,8,9,11]

Jediná nevýhoda oproti druhé variantě je vyšší pořizovací cena. Výhody jsou: konstrukčně kratší stroj, který má větší průchodnost půdou a organickými zbytky, lepší kopírování terénu, menší tahový odpor díky lepšímu uložení talíře a velkou plošnou výkonnost. Jelikož výhody převažují nad nevýhodami, objevuje se tento stroj v praxi častěji než druhá varianta. [2,7,8,9,11]



**Obrázek 5** Charakteristické úhly talíře [9]



**Obrázek 6** Kypřič se samostatným uložením talířů [vlastní foto]

- **Talířový podmítač s uložením talířů na jedné společné hřídeli**

Toto provedení stroje je konstrukčně jednodušší, tím je dána jeho nižší cena v porovnání s druhou variantou, avšak má větší rozměry, především větší délku, a to kvůli šikmé hřídeli s talíři. Mezi největší nevýhody patří horší průchodnost organických



zbytků, kdy snadno dochází k ucpávání talířů, větší tahový odpor, větší rozměry stroje, což způsobuje horší manévrovatelnost soupravy, a horší vnikání talířů do půdy. V důsledku toho pole není tak rovně zpracované jako u předešlé varianty. [2,10]

Hřídele s talíři vůči rámu stroje svírají nejčastěji úhel  $15^\circ$  až  $30^\circ$ . Tento úhle je možné na stroji nastavit, díky tomu je možné nastavit hloubku zpracování. [2,10]

Stejně jako u předešlé varianty má stroj obvykle dvě řady talířů a obvykle jeden válec. Válec má stejnou funkci i stejné konstrukční provedení jako předešlá varianta. Odklon řad s talíři se konstrukčně osazuje na stroj v provedení do tvaru písmene V a do tvaru písmene X. [2,10]



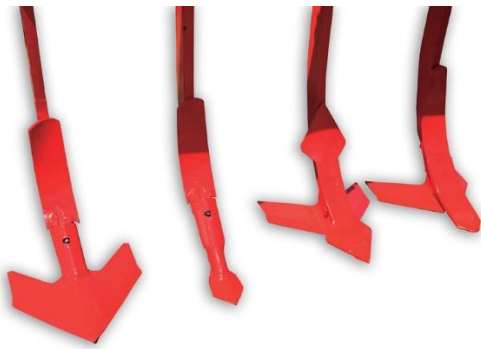
**Obrázek 7 Talířový kypřič s uložením talířů do tvaru „X“ [13]**



**Obrázek 8 Talířový kypřič s uložením talířů do tvaru „V“ [13]**

#### 4.1.1.2 Radličkové kypřiče

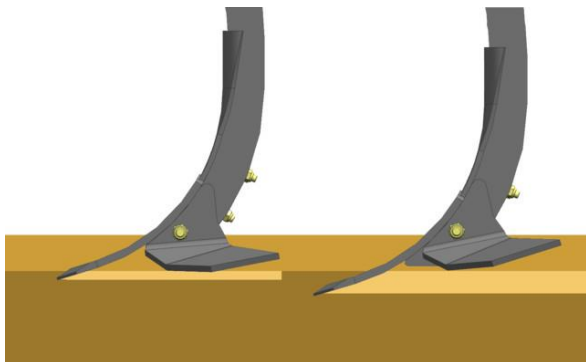
Radličkové kypřiče se používají se k mělkému kypření a podmítání půdy až do hloubky 0,2 m dle typu zvolené radličky (obrázek 9). Požadovanou pracovní operaci vytváří v půdě radlička. Radlička se kotví na slupici zpravidla pomocí rychloupínacího mechanismu, který zaručuje rychlou výměnu radličky. Slupice s radličkou je připevněna k rámu stroje. Slupice s radličkou musí zajišťovat ochranu proti přetížení, aby nedošlo k poškození stroje. Nejjednodušší jištění slupice s radličkou se provádí pomocí střížného šroubu, mezi další velice oblíbené jištění patří jisticí pružina, hydraulické jištění a jištění pomocí listových pružin. [2,3,8,9,14]



**Obrázek 9 Typy radliček [15]**

Na obrázku 9 jsou zobrazeny různé typy radliček. První na obrázku (na levé straně) je radlička určená pro mělké zpracování půdy, ta se používá na podmítku díky její šířce a vysokému překrytí radliček. Druhá radlička je určena pro hlubší zpracování půdy, je to dáno jejím úzkým profilem. Další radlička je takzvaná dělená, používají se pro mělké zpracování půdy do 60 mm. Dělená je z důvodu možnosti rychlého otočení radličky při jejím opotřebení. Poslední typ radličky na obrázku je také dělená radlička, ta je ovšem určena do větší pracovní hloubky 0,05 m až 0,3 m. Tato radlička je osazena polohovatelným hrotem pro správné nastavení hloubky do různých vlhkostních podmínek pozemku. Toto nastavení vysunutí hrotu radličky je patrné na obrázku 10. Stejně jako předešlý typ dělené radličky se radličky doplňují stranovými bočními

radličkami, ty nejsou zpravidla upevněny rychloupínacím mechanismem, ale pouze šrouby. Správné nastavení stranové radličky je vidět na obrázku 10. [4,15]



**Obrázek 10** Stranové radličky [15]

Radličky se osazují v několika řadách pro lepší průchodnost organické hmoty, nejčastěji se řadí do dvou až tří řad. Při práci nesmí zůstat nezpracované pásy půdy, radličky se v řadě nesmí vzájemně překrývat. Za dvěma až třemi řadami radliček se osazuje na rám stroje další pracovní sekce. Tyto pracovní sekce mají za úkol pole srovnat, rozdrtit hrudy a zpětně utužit vrchní vrstvu ornice. K urovnání povrchu se používají rovnací smyky nebo urovnávací talíře. Poslední pracovní operací je válec, jehož funkcí je drobit hrudy, utužovat povrch pole, případně kombinovat obě tyto funkce. [2,3,8,9,14,15]



**Obrázek 11** Radličkový kypřič [15]

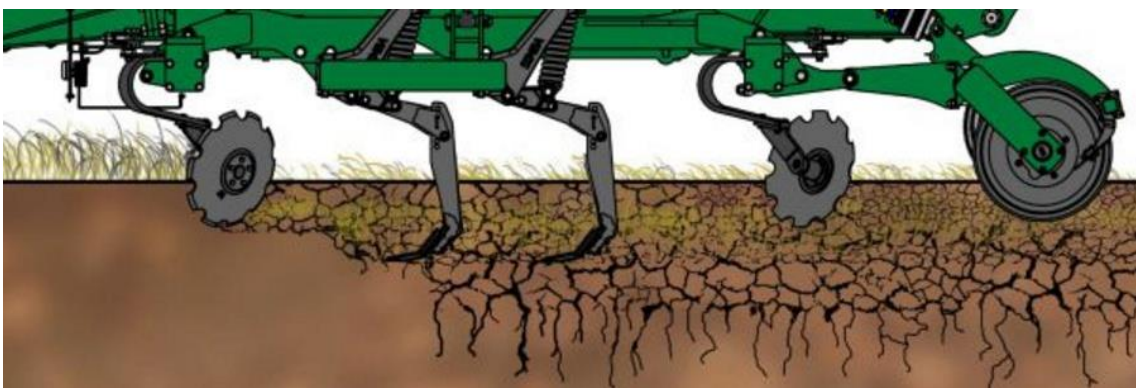
## 4.1.2 Hluboké kypření

Hlubkové kypření již dnes v některých podnicích zcela nahradilo orbu nebo se stalo alespoň jejím nepostradatelným doplňkem. Tyto zemědělské stroje dokáží s půdou pracovat v podorniční vrstvě od 0,3 až do 0,8 metrů hloubky. Některé z nich dokáží sloučit více pracovních operací do jednoho přejezdu, a tím nám zabezpečují vysokou plošnou výkonost. Tyto stroje se dělí na kombinované kypřiče, dlátové kypřiče a hlubkové kypřiče. [1,4,8]

### 4.1.2.1 Kombinované kypřiče

Tyto stroje vykonají více pracovních operací při jednom přejezdu. Kombinovaný kypřič je osazen více pracovními sekcemi spojenými v jeden celek, jedná se o vertikální zpracování půdy. Výrobci kombinovaných kypřičů zpravidla osazují stroj dvěma řadami talířů, dvěma řadami slupic a jedním pěchem. Hloubku kypření je možno nastavit až na hodnotu 0,4 m. Řady talířů dobře mísí posklizňové zbytky a částečně je zapravují do půdy a starají se o správnou povrchovou strukturu. Velice důležitý je i pěch, ten zajišťuje zpětnou konsolidaci půdy. [14]

Stroj je možno použít ihned po sklizení předplodiny. V praxi se osazuje kombinovaný kypřič sečí jednotkou pro výsev meziplodin a drobnozrnných plodin. [14]



**Obrázek 12** Kypření pracovních sekcí v půdním profilu [14]

Na obrázku 12 je vidět půdní schéma práce kombinovaného kypřiče Simba SL od firmy Great Plains. První pracovní sekci stroje tvoří talíře zapracovávající organické zbytky, následuje hloubkové kypření půdy pomocí kypřících radliček upevněných na slupici, dále je stroj osazen další řadou talířů pro správnou přípravu povrchu půdy, poslední pracovní sekci je pých. Takto je půda připravena po jednom přejezdu pro setí meziplodiny či setí jiné plodiny. [14]

#### **4.1.2.2 Dlátové kypřiče**

Dlátové kypřiče slouží pro středně hluboké kypření až do hloubky 0,45 m. Dnes se tyto stroje často používají jako náhrada orby především pro setí ozimů a setí cukrové řepy, kde je důležité odstranění zhutněného podbrázdí. Jedná se tedy o meliorační zásah, který vhodně odstraní zhutněné podorniční vrstvy. [3,8,11]

Stroj je osazen šikmými nebo rovnými kypřícími slupicemi. Ty se na rám stroje osazují ve dvou řadách. Slupice s radličkami dokáží půdu mísit, provzdušnit, prokypřit a částečně ji nadzvednout. Jejich konstrukce umožňuje zapravení organických zbytků a meziplodin. Za dvěma řadami kypřících slupic je stroj osazen hrotovým válcem pro drobení hrud. Někteří výrobci nabízejí možnost osazení stroje vícero druhy válců či zahrnovacími talíři. [3,8,11]

Energetická náročnost stroje je v porovnání s orbou menší, dosahuje 60 až 90 kW na jeden metr záběru stroje. Tento tahový odpor vztažený na jeden metr záběru stroje se dále mění v závislosti na druhu půdy, pracovní hloubce stroje a pojezdové rychlosti soupravy. Pojezdová pracovní rychlost je 8 až 12 km.h<sup>-1</sup> ta se může v různých částech pole lišit z důvodu různého zhutnění půdy od předešlých pracovních operací, například v místě svozu pěstované plodiny a na souvratích bývá utužení největší. [3,8,11]



*Obrázek 13 Dlátový kypříč Bednar TERRALAND TN PROFI [11]*

#### **4.1.2.3 Hlubkové kypříče**

Hlubkové kypříče pracují do hloubky 0,5 až 0,8 m. Energeticky se jedná o velmi náročnou operaci. Radličky mají takový tvar, aby se půdní blok nadzvednul, hluboko prokypřil, došlo k jeho provzdušnění, drobení a vytvoření kapilár v půdě. V půdě nedochází k intenzivnějšímu mísení. Touto operací se odstraní utužení ornice i podorničí. Protože toto výrazné utužení nastává především na místech častých přejezdů a na souvratích, používají se hlubkové kypříče nejčastěji právě na těchto místech. Organické zbytky rostlin zůstávají na povrchu, nejsou zapraveny do půdy, půda je na povrchu jen minimálně narušena. [4,11,14]

Hlubkový kypříč (obrázek 15) je tvořen jednou řadou slupic s kypřícími radličkami, které se obvykle osazují na rám do tvaru písmene V. Za slupicemi je na konci stroje většinou válec pro zpětnou konsolidaci půdy a pro drcení hrud. [4,11]

Každý výrobce dlátových kypříčů si volí jiný tvar radličky a jinou stavbu slupice (obrázek 14). Každý typ hlubkových radliček je vhodný do jiných podmínek a do jiné pracovní hloubky. Jištění slupice proti přetížení obstarává střížný šroub, nebo se používá hydraulické jištění. [4,7,11,14]



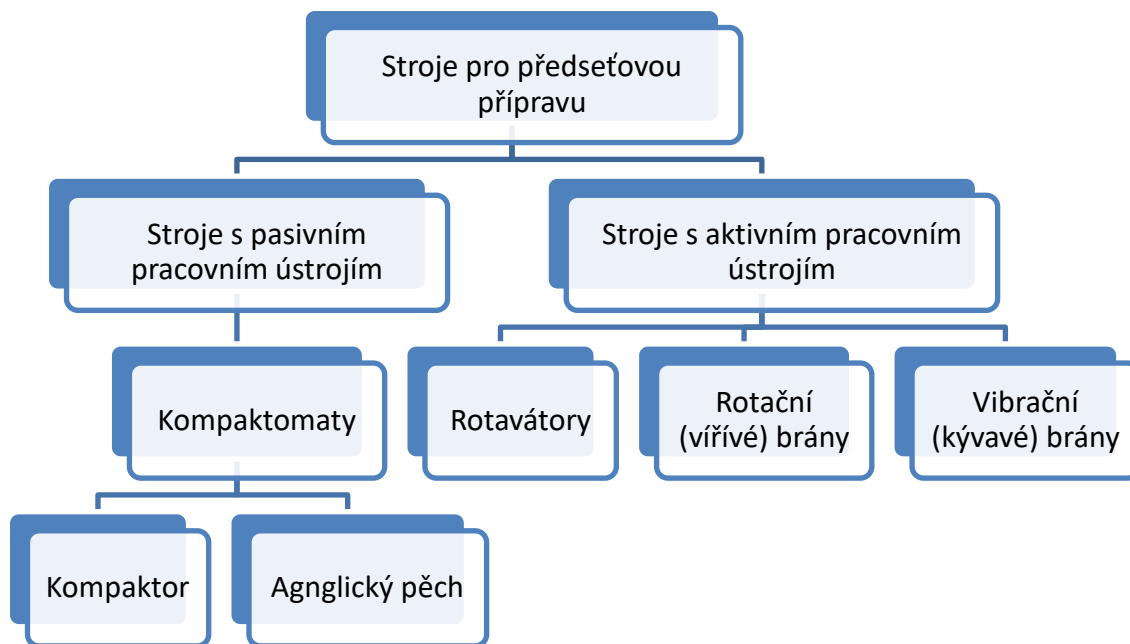
*Obrázek 14 typy radliček hloubkového kypřiče [14,15,16,17]*



*Obrázek 15 Hloubkový kypřič [14]*

## **4.2 Stroje pro předset'ovou přípravu**

Moderní stroje pro přípravu set'ového lůžka popisované v této práci nevyužívají pohon vývodové hřídele traktoru pro svoji práci, jsou to stroje s pasivním pracovním ústrojím. Rozdělení těchto strojů je na obrázku 16, kde jsou přehledně rozděleny v organizačním diagramu. [2,3,7]

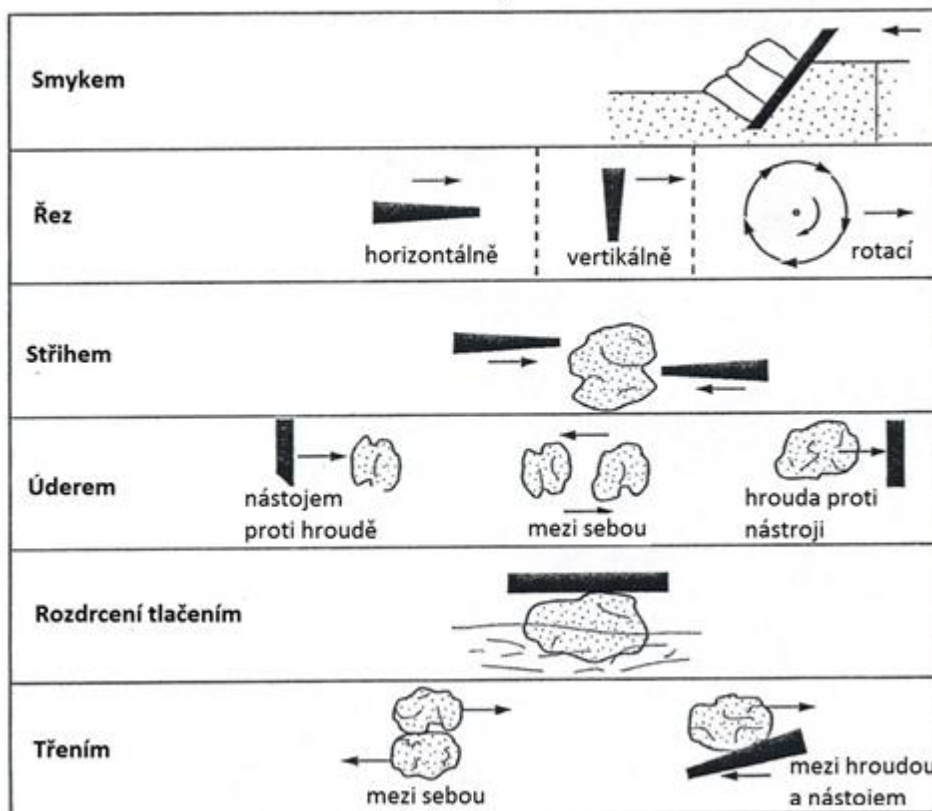


**Obrázek 16** Schéma strojů pro předset'ovou přípravu půdy [2,3,9,10]

Pracovní sekce strojů s pasivním pracovním ústrojím pracují několika způsoby a je dosahováno mechanického drcení polních hrud. Různé typy drcení polních hrud si můžeme prohlédnout na obrázku 17. [2,3,9,10]



## Mechanické nástroje drcení hrud



**Obrázek 17** Mechanické nástroje drcení hrud [7]

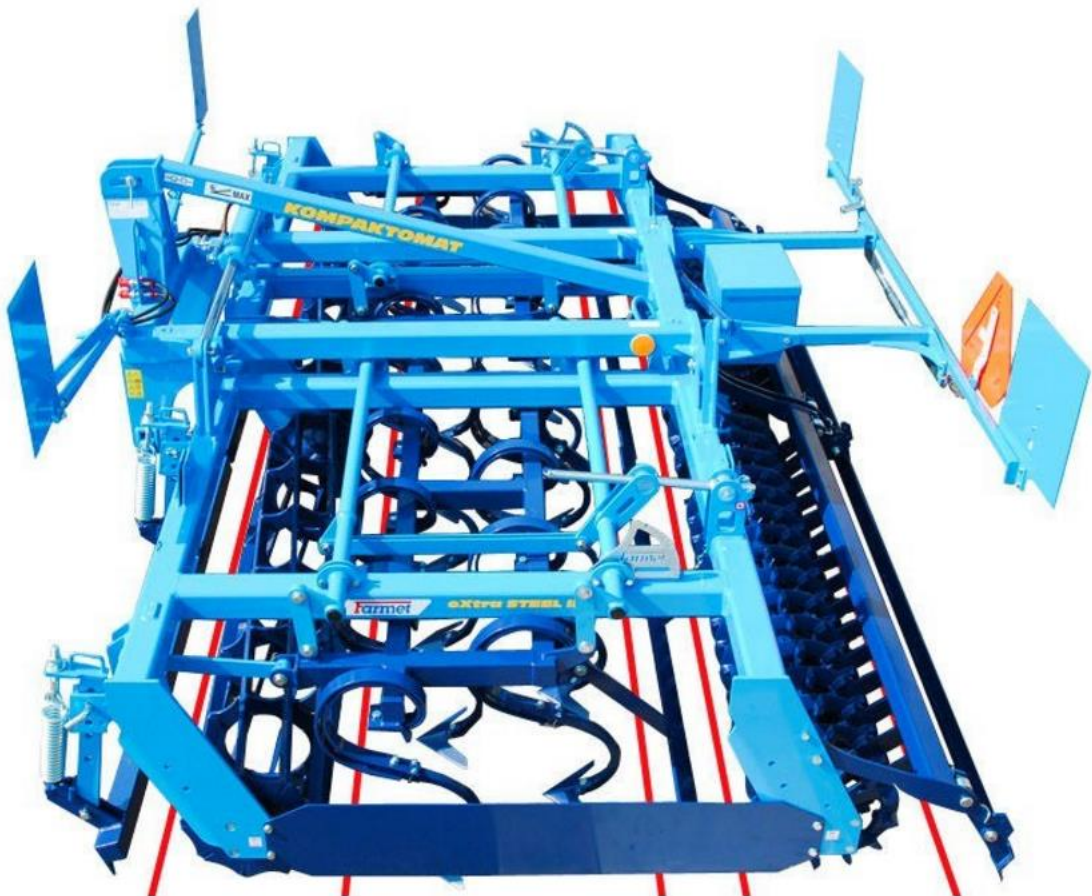
V praxi se vyskytují kombinované stroje pro přípravu půdy, které využívají vícero druhů mechanického drcení hrud (obrázek 17). Tyto stroje se nazývají kompaktory. [2,3,7]

### 4.2.1 Kompaktory

Kompaktory jsou stroje pro přípravu set'ového lůžka, používají se jak po klasické orbě, tak i po práci různých kypřičů. Jedním přejezdem při správně nastaveném stroji můžeme získat dokonalé set'ové lože. Plocha pole se urovná, rozdrtí se hrudy, půda se prokypří a provzdušní do nastavené hloubky a ornice se poté zpětně utuží na povrchu. Stroj zvládne tyto operace díky pasivním pracovním sekcím, které jsou na stroji upevněny. Na kompaktor lze upevnit až sedm pracovních sekcí za sebou, jejich skladba

se volí dle požadavků a podmínek pracovního prostředí. Jedná se o sekce smykových lišt, radliček a drobicích či pýchovacích válců. Všechny pracovní sekce jsou spojeny v jeden stroj a jsou upevněny na jednom společném rámu stroje. Tyto stroje jsou velice variabilní a je možné je nastavit přesně podle daných podmínek. Nejčastější nastavení se provádí pomocí výměny radliček pro jarní a ozimou přípravu půdy. [1,2,3,8,9,12]

Potřebný tahový výkon traktoru pro správnou funkci kompaktoru je 23 kW na 1 metr pracovního záběru. Tento údaj se může měnit v závislosti na podmínkách konkrétního pole, na hloubce zpracování a na počtu osazených pracovních sekcí. Pojezdová rychlost soupravy musí být alespoň 10 km.h<sup>-1</sup>. Plošná pracovní výkonnost při záběru 1 metru je 0,8 až 1,2 ha.h<sup>-1</sup>, tato hodnota se může lišit podle náročnosti pracovního prostředí. [1,2,3,8,9,12]



**Obrázek 18 Kompaktor** [12]

Na obrázku 18 je kompaktor, kde jsou červenou čarou odděleny jeho jednotlivé pracovní sekce. Jako první přichází do kontaktu s procházející půdou smyková lišta, která má za úkol provést hrubé urovnání povrchu. Následuje přední prutový válec, ten dokáže hrubě rozdrobit hroudy zeminy. Další v pořadí je sekce radliček, která půdu podřízne a zkypří. Za radličkami je další smyková lišta pro urovnání prokypřené půdy. Poslední válec je na stroj osazen z důvodu jemného zpracování půdy. Přední i zadní válec slouží k nivelizaci povrchu a k nastavení pracovní hloubky stroje. Na závěr je kompaktor osazen další smykovou lištou pro poslední dorovnání půdy. [7,12]

#### **4.2.2 Anglický pěch**

Anglický pěch (obrázek 20) je stroj určený pro přípravu set'ového lože. Je vhodný především pro přípravu v konvenčním zpracování půdy s orbou a v těžkých půdách. Také se v praxi velmi dobře osvědčil pro přípravu set'ového lůžka v letních měsících, kdy půda bývá suchá a tvrdá. [14]

Pracovním orgánem tohoto stroje jsou dvě řady vzájemně se překrývajících radliček. Tyto radličky rozruší vrchní vrstvy půdy. Mohou být jistěny střížným šroubem, avšak pro lepší drobicí schopnost je vhodné použít pružné slupice. Za řadami radliček se stroj osazuje těžkým DD pěchem, do lehčích půd se používá jednořadý pěch a do těžkých půd se používá dvojitý DD pěch. DD pěch je zobrazen na obrázku 19, je typický svojí ostrou hranou, která rozřezává hroudy zeminy a zároveň je stlačuje do půdy. Pro lepší urovnávací a drobicí funkci je možno stroj doplnit dalšími pracovními sekcemi, jako jsou smyková lišta či prutový zavlačovač. [14]



**Obrázek 19 DD pěch [14]**

Oproti kompaktoru má tento stroj výhodu v pojezdové pracovní rychlosti. Zatímco kompaktor potřebuje pro správnou funkci minimální pracovní rychlost  $10 \text{ km.h}^{-1}$ , tento anglický pěch pracuje dobře ve všech pracovních rychlostech. [14]



**Obrázek 20 Anglický pěch [14]**

## 5 POLNÍ LABORATORNÍ MĚŘENÍ

### 5.1 Cíl

Posouzení kvality práce talířového kypřiče a určení optimální pojízdové rychlosti soupravy tak, aby se na pozemku nacházely hroudy zeminy v co nejmenší velikosti. Dále také vyhodnocení počtu hroud zastupujících velikostní skupiny.

### 5.2 Použitá technika

Traktor Zetor 7441 Proxima + talířový kypřič, šířka záběru 2,1 m, značka AG.

*Tabulka 3 Parametry traktoru [10]*

<i>Motor</i>	<i>Popis</i>
Typ motoru	Z 1104 Řadový vznětový s přímým vstřikem paliva, přeplňovaný turbodmychadlem
Počet válců	4
Objem válců [cm <sup>3</sup> ]	4156
Vrtání / zdvih	105/120
Výkon [KW]	53
<i>Převodovka</i>	<i>Popis</i>
Druh	Mechanická plně synchronizovaná s násobičem
Převodové stupně	20 rychlostí vpřed (deset silničních a deset redukovaných) a čtyři vzad
<i>Rozměry</i>	<i>Popis</i>
Přední pneu	12,4 R 24

Zadní pneu	13,9 R 34
Hmotnost [kg]	3630
<b><i>Hydraulika, náprava</i></b>	<b><i>Popis</i></b>
Typ	Zetormatic – polohová, smíšená a silová regulace
Pření náprava	Výkyvná na středním čepu, hnaná typ Carraro

***Tabulka 4 Parametry talířové podmiítače AG [20]***

<b><i>Technické parametry</i></b>	<b><i>Jednotky</i></b>	<b><i>Hodnoty</i></b>
Pracovní šířka stroje	mm	2100
Přepravní šířka stroje	mm	2120
Pracovní hloubka stroje	mm	30–150
Přepravní rychlost	km.h <sup>-1</sup>	30
Pracovní rychlost	km.h <sup>-1</sup>	3–15
Průměr vykrojených talířů	mm	560
Počet talířů	ks	12
Průměr trubkového zadního válce	mm	540
Hmotnost stroje	kg	820
Svahová dostupnost	°	12

### 5.3 Metoda měření

Pro polní měření byly stanoveny tři varianty souprav. Popis použité soupravy je v tabulce 3 a 4.

*Tabulka 5 Varianty měření*

<i>Varianty</i>	<i>Souprava</i>	$v_p$ <i>[km.h<sup>-1</sup>]</i>
Varianta 1	Zetor Proxima 7441 + talířový podmítač AG	3
Varianta 2	Zetor Proxima 7441 + talířový podmítač AG	6
Varianta 3	Zetor Proxima 7441 + talířový podmítač AG	9

### 5.4 Podmínky měření

*Tabulka 6 Parametry při polním laboratorním měření*

Datum měření	28.10.2016
Lokalita měřené plochy	Letovice, Kochov (okres Blansko), 2 ha
Teplota vzduchu	13 °C
Tlak vzduchu	972,4 hPa
Vlhkost vzduchu	81 %
Vlhkost půdy	26 %
Hloubka zpracování	120 mm
Půda	Hlinitá
BPEJ	3.30.41
Plocha	2 ha



Měření probíhalo na pozemku 100 x 200 m, kde byla sklizena ozimá pšenice s výnosem  $4,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  zrna a  $4,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  slámy, ta byla odvezena a na pozemku se nacházelo pouze strniště. Pozemek byl dále vytyčen na tři stejně velké části o rozloze  $200 \times 33,33 \text{ m}$ , každá vytyčená plocha zastupovala jednu pracovní rychlost soupravy. Pracovní rychlosti soupravy byly zvoleny takto:

- varianta 1  $v_{p1} = 3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$
- varianta 2  $v_{p2} = 6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$
- varianty 3  $v_{p3} = 9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Rychlosti byly zvoleny s ohledem na malý výkon traktoru a hlubokou pracovní hloubku soupravy. Talířový kypřič byl nastaven na pracovní hloubku 0,12 m.



**Obrázek 21** Traktor Zetor 7441 Proxima v agregaci s talířovým podmítačem AG  
[vlastní foto]

Vyhodnocení kvality práce talířové podmítače probíhalo tak, že na půdu byl pokládán normovaný měřicí rámeček o velikosti  $0,5 \times 0,5 \text{ m}$  se stupnicí po 50 mm.



Rámeček ohraničující vždy určitý výsek zpracované půdy včetně hrud byl vyfotografován. Na fotografiích je vidět stupnice usnadňující vyhodnocování velikosti hrud a v rohu také pracovní rychlost. U každé rychlostní skupiny bylo pořízeno 10 digitálních fotografií s rámečkem.



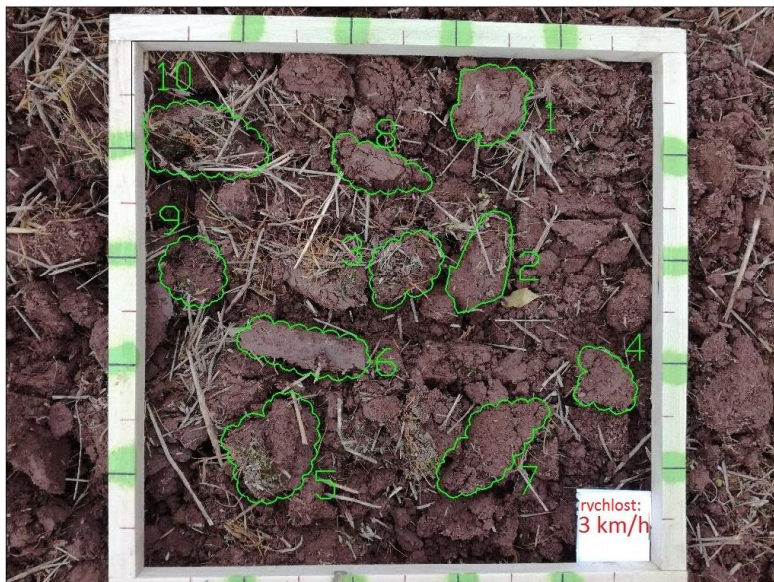
**Obrázek 22 Měřicí rámeček** [vlastní foto]

Na obrázku 22 je vidět měřicí rámeček opatřený stupnicí. Stupnici tvoří černé čáry zvýrazněné zelenou barvou vzdálené od sebe vždy 100 mm. Pomocná červená stupnice dělí každý stupeň na poloviny.

Vyhodnocování velikostí jednotlivých hrud spočívalo v poměrovém měření. Jelikož hrouda zeminy může mít různou plochu z různých stran, přesnější by bylo jednotlivé hroudy zvážit nebo určit jejich objem. Přesto zvolená metoda měření pomocí digitální fotografie poskytuje při takto zvoleném postupu relevantní závěry.

Hodnota plochy půdorysu byla zjištěna z digitální fotografie pomocí počítačového programu AutoCAD 2007. Digitální fotografie byly převedeny do tohoto programu, měřítko programu bylo nastaveno tak, aby odpovídalo měřítku na rámečku. Na každé fotografii bylo vybráno deset hrud, obvykle těch největších a nejvíce zřetelných, ty byly

obkresleny zelenou čarou, popsány a vypočítána jejich plocha (obrázek 23). Zjištěné hodnoty byly zaznamenány do záznamových tabulek (tabulka 7,8,9).



**Obrázek 23** Ukázka způsobu vyhodnocení plochy hrud [vlastní foto]

## 5.5 Naměřené hodnoty

### 5.5.1 Varianta 1

**Tabulka 7** Naměřené hodnoty pro rychlost varianta 1 ( $v_{p1} = 3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )

	[mm <sup>2</sup> ]									
	foto 1	foto 2	foto 3	foto 4	foto 5	foto 6	foto 7	foto 8	foto 9	foto 10
<b>1</b>	6453	6443	11689	5298	9741	9719	11896	12899	4035	4138
<b>2</b>	1782	8870	8441	7974	8150	5012	9403	7189	4814	10177
<b>3</b>	3387	8055	10161	7237	7300	9484	4617	4615	4810	8347
<b>4</b>	6346	7834	7047	7202	5930	3731	2548	2386	12879	4105
<b>5</b>	4999	7752	4610	2371	7962	6696	16578	3817	3445	3815
<b>6</b>	2717	4754	7144	4354	7501	8082	5538	17211	5921	4643
<b>7</b>	7086	3735	4920	2346	4925	8016	1955	4374	3947	3258
<b>8</b>	5229	2742	4245	1582	5942	3735	4646	3091	3149	9768
<b>9</b>	3816	6562	4904	1988	6230	3966	3102	10227	4973	5476
<b>10</b>	3947	2272	4595	2118	7210	1549	2317	1777	3183	1965
<b>průměr</b>	<b>4576</b>	<b>5902</b>	<b>6776</b>	<b>4247</b>	<b>7089</b>	<b>5999</b>	<b>6260</b>	<b>6759</b>	<b>5116</b>	<b>5569</b>

Tabulka 7 u varianty 1 ukazuje naměřené plochy hrud zeminy, plocha je v jednotkách mm<sup>2</sup>. Pracovní rychlost pro tuto variantu byla 3 km.h<sup>-1</sup>. V tabulce jsou ve sloupcích hodnoty z pořízených fotografií 1 až 10, každá naměřená hodnota je opatřena číslem fotografie a pořadovým číslem.

### 5.5.2 Varianta 2

*Tabulka 8 Naměřené hodnoty pro rychlost varianta 2 ( $v_{p2}= 6 \text{ km.h}^{-1}$ )*

	[mm <sup>2</sup> ]									
	foto 1	foto 2	foto 3	foto 4	foto 5	foto 6	foto 7	foto 8	foto 9	foto 10
<b>1</b>	10459	11300	10688	5453	6255	5662	7565	9266	6782	7978
<b>2</b>	8755	4892	8297	7378	4252	4308	6564	2730	8184	6200
<b>3</b>	12784	3763	6203	5136	4979	12074	4620	3341	7481	4828
<b>4</b>	3896	10338	5464	6761	5527	4131	5280	1064	3287	15079
<b>5</b>	5526	7039	3493	2943	2575	2435	5050	7072	2232	11532
<b>6</b>	6131	4013	6142	1676	4295	5768	5222	2145	3068	8983
<b>7</b>	7735	1947	2959	5588	4905	2472	6777	3001	3511	6388
<b>8</b>	5058	3784	9354	3459	1746	3687	5775	1545	3366	2341
<b>9</b>	4513	2576	4347	2461	1413	1764	5633	5126	9044	6117
<b>10</b>	2668	4335	2223	3311	1514	3823	6010	2411	10145	8206
<b>průměr</b>	<b>6753</b>	<b>5399</b>	<b>5917</b>	<b>4417</b>	<b>3746</b>	<b>4612</b>	<b>5850</b>	<b>3770</b>	<b>5710</b>	<b>7765</b>

Tabulka 8 nám ukazuje naměřené hodnoty pro variantu 2, pracovní rychlost byla nastavena na 6 km.h<sup>-1</sup>. Jednotlivé naměřené hodnoty jsou zařazeny stejně jako u předešlé varianty 1.

### 5.5.3 Varianta 3

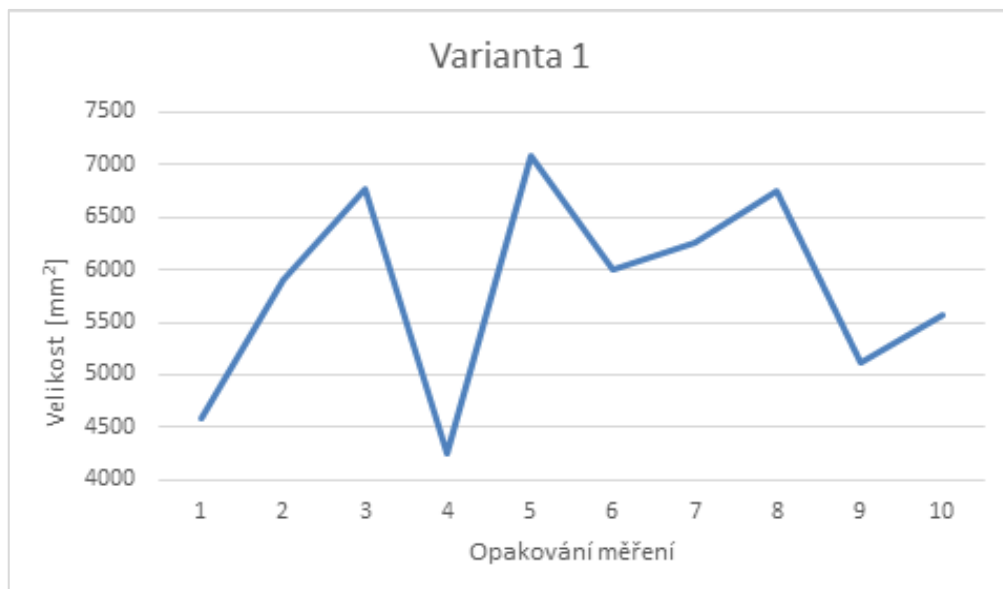
Tabulka 9 Naměřené hodnoty pro rychlost varianta 3 ( $v_{p3} = 9 \text{ km.h}^{-1}$ )

	[mm <sup>2</sup> ]									
	foto 1	foto 2	foto 3	foto 4	foto 5	foto 6	foto 7	foto 8	foto 9	foto 10
1	6384	2079	5101	5525	4535	4268	6207	7061	16023	10848
2	5676	3912	5382	2494	4842	5335	4388	2940	2577	2644
3	2500	4918	4951	4529	3448	3728	4098	3238	1811	6260
4	2858	5412	5701	3704	2843	4550	3785	5551	2665	4530
5	2530	5527	2748	1523	5029	1661	2411	3622	4032	2915
6	4035	1959	1565	3715	2966	3055	1757	3694	2233	2346
7	1539	2465	1834	1446	5613	6649	1302	1704	1581	2770
8	2056	1083	5815	1645	9624	966	3367	2264	1255	3114
9	6618	450	5025	2175	3553	2212	2827	2549	1516	4887
10	2109	1099	2420	1403	1791	6764	7681	3434	3347	2554
průměr	3631	2890	4054	2816	4424	3919	3782	3606	3704	4287

Tabulka 9 nám ukazuje poslední zvolenou pracovní rychlost soupravy  $9 \text{ km.h}^{-1}$ . U všech variant tyto hodnoty ploch vypočítal počítačový program AutoCAD 2007.

### 5.6 Vyhodnocení měření

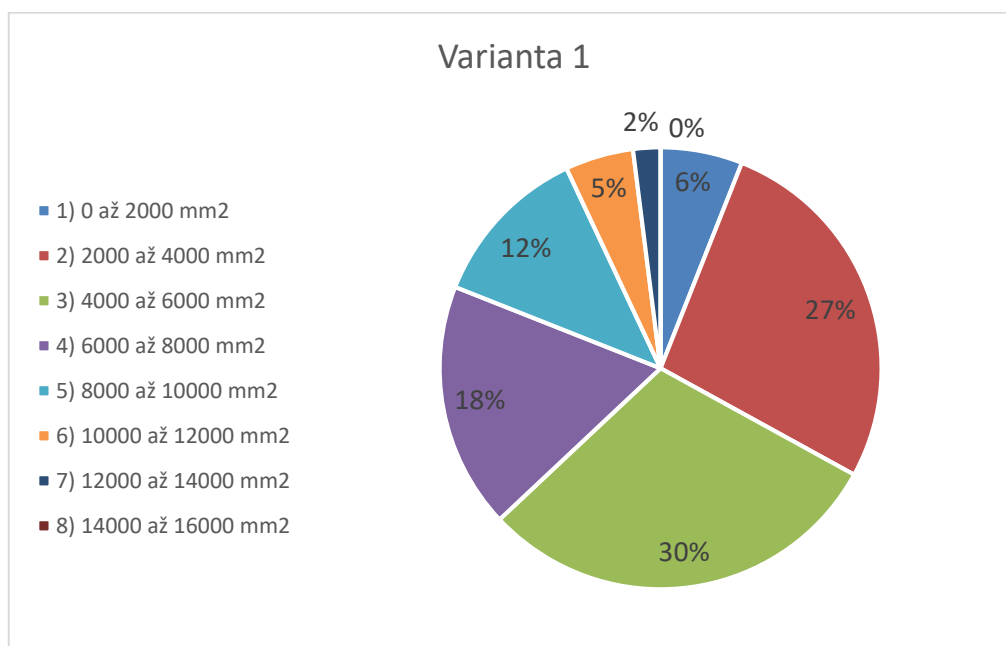
Naměřená data byla zpracována v programu Microsoft Excel, pomocí tohoto programu byly také vytvořeny následující grafy.



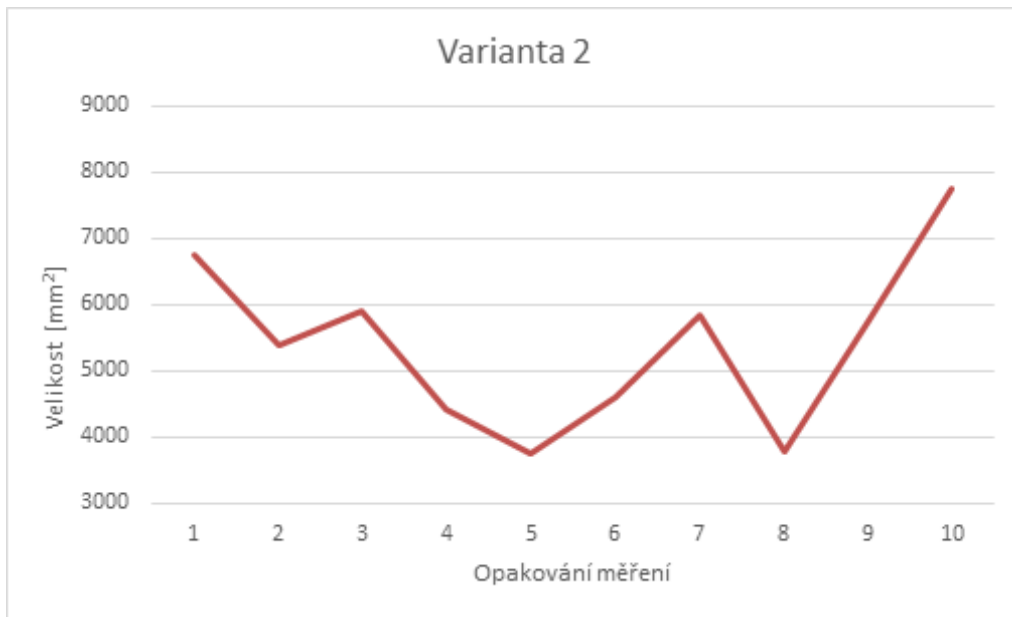
Obrázek 24 Graf varianta 1

Různé velikosti hrud byly rozděleny do 8 intervalů stoupajících po 2000 mm<sup>2</sup> velikosti jejich plochy.

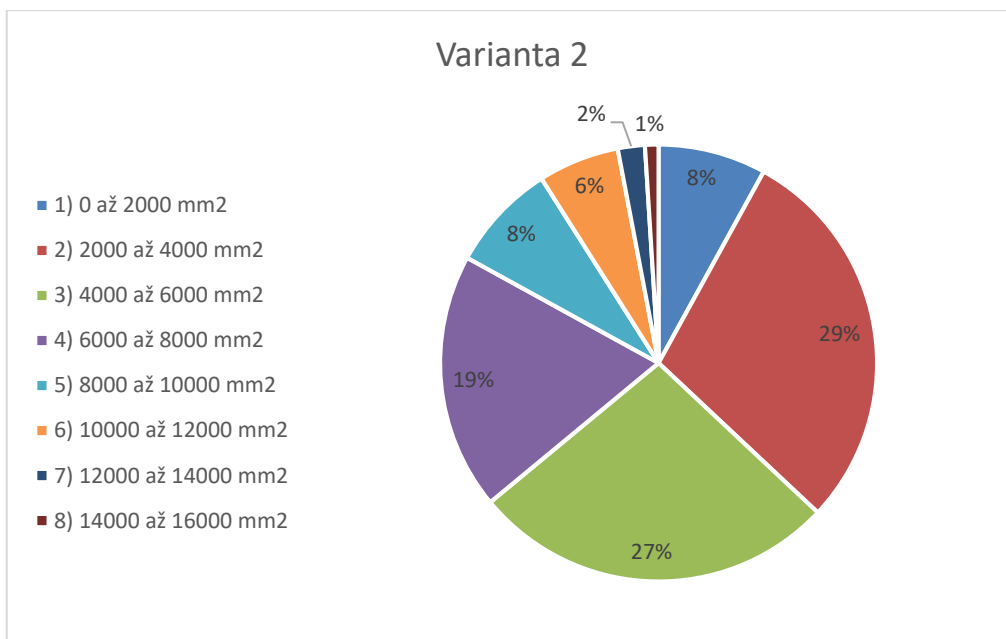
- 1) Nejmenší hrudy 0 až 2 000 mm<sup>2</sup>
- 2) Malé hrudy 2 000 až 4 000 mm<sup>2</sup>
- 3) Středně malé hrudy 4 000 až 6 000 mm<sup>2</sup>
- 4) Střední hrudy 6 000 až 8 000 mm<sup>2</sup>
- 5) Středně velké hrudy 8 000 až 10 000 mm<sup>2</sup>
- 6) Velké hrudy 10 000 až 12 000 mm<sup>2</sup>
- 7) Větší hrudy 12 000 až 14 000 mm<sup>2</sup>
- 8) Největší hrudy 14 000 až 16 000 mm<sup>2</sup>



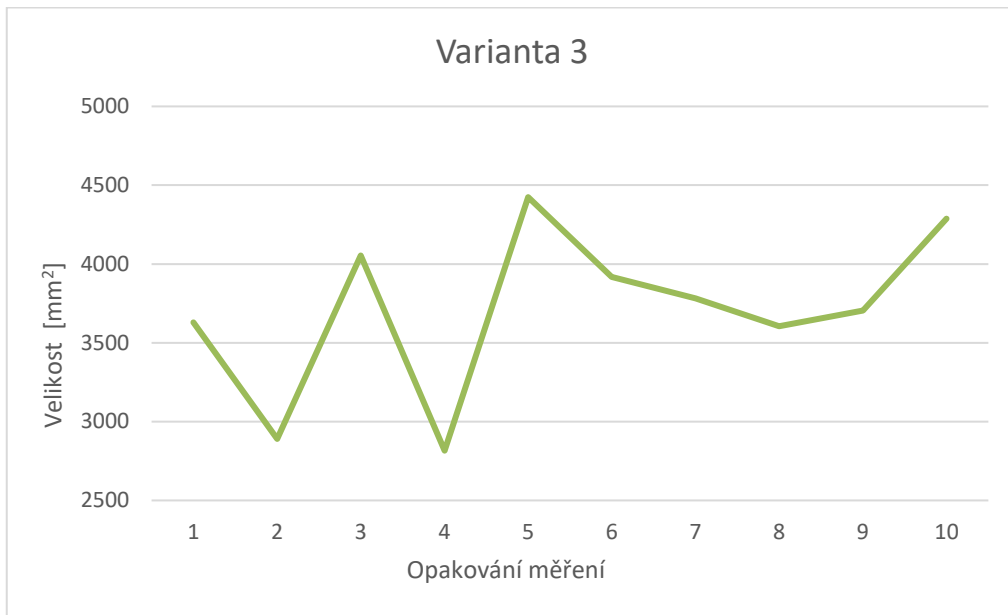
**Obrázek 25 Graf varianta 1 procentuální zastoupení velikostí jednotlivých hrud**



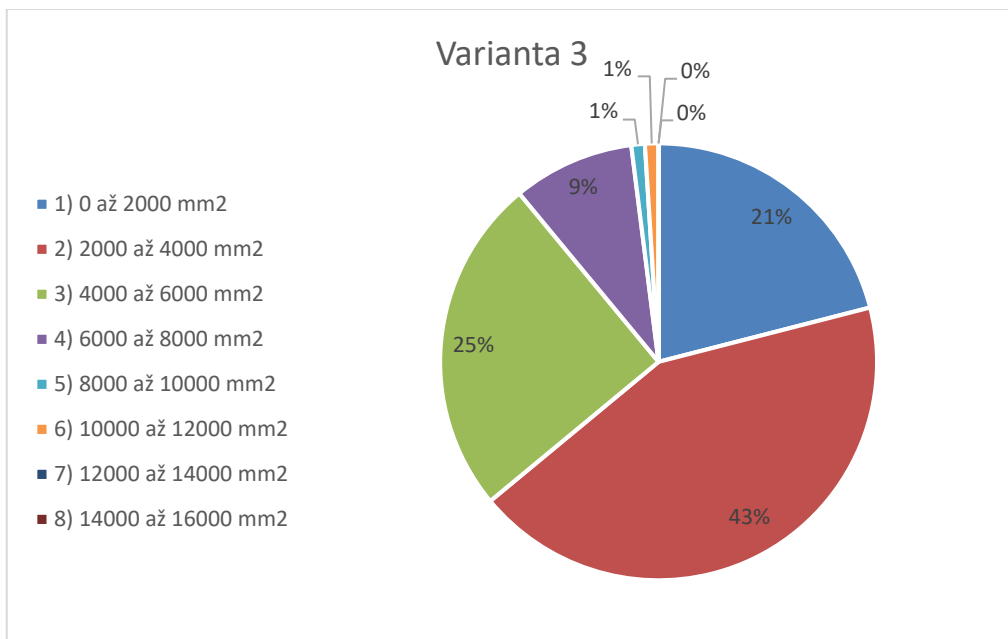
**Obrázek 26** Graf varianta 2



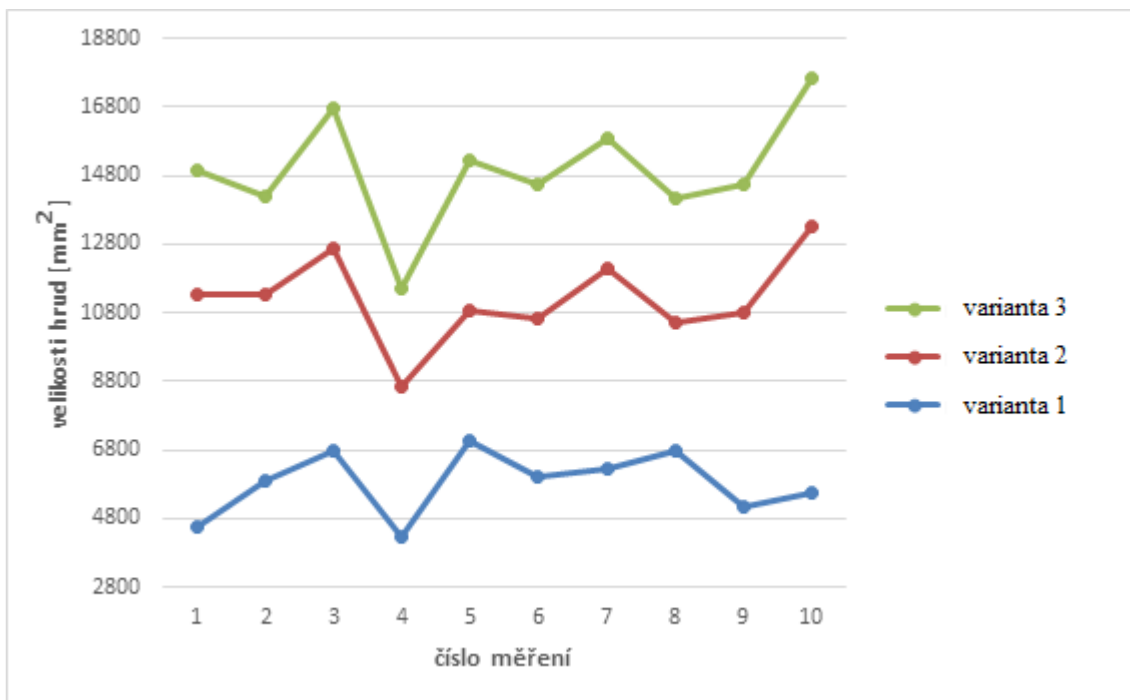
**Obrázek 27** Graf varianta 2 procentuální zastoupení velikostí jednotlivých hrud



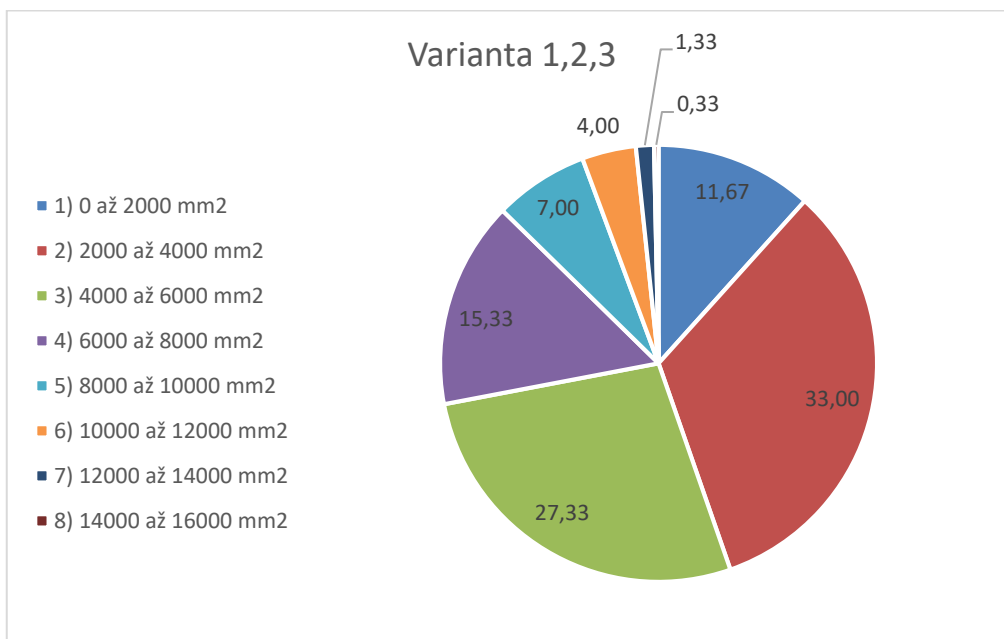
**Obrázek 28 Graf varianta 3**



**Obrázek 29 Graf varianta 3 procentuální zastoupení velikostí jednotlivých hrud**



**Obrázek 30 Graf Varianta 1,2,3**



**Obrázek 31 Graf varianta 1,2,3 procentuální zastoupení velikostí jednotlivých hrud**

Na obrázku 30 je graf zobrazující hodnoty průměrů jednotlivých měření. Na ose y je udávána velikost hrud v mm<sup>2</sup> a na ose x je číslo měření. Tento graf vychází z grafů



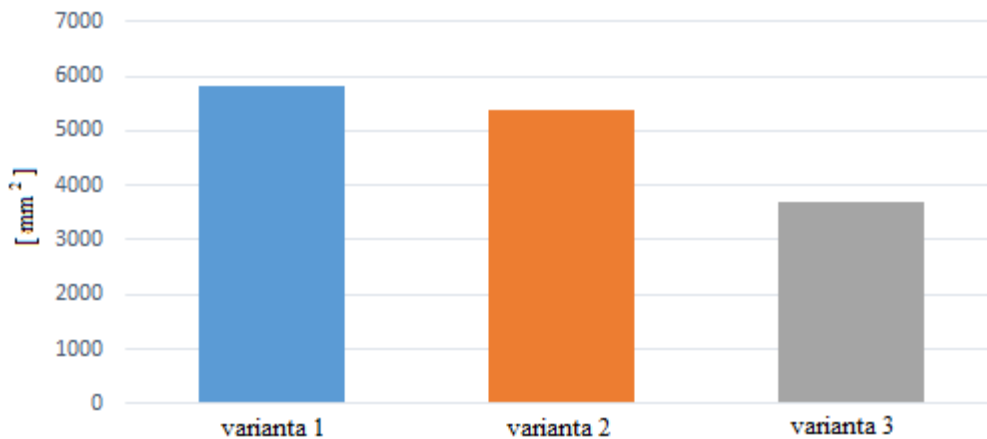
varianty 1 až 3. Z tohoto grafu je patrné, že čím máme vyšší rychlost pojezdové soupravy, tím jsou hrudy zeminy menší. Také je vidět, že na každém měřeném místě na pozemku se velikost hrud liší. Měřené pole není po celém svém povrchu homogenní, proto výsledek měření pracuje s průměrnými hodnotami u každé pracovní pojezdové rychlosti.

Na obrázku 31 je zobrazen graf, který ukazuje procentuální zastoupení jednotlivých velikostních skupin hrud zeminy. Z tohoto grafu je patrné, že na pozemku se po práci vyskytovalo nejvíce malých hrud zeminy, následovaly středně malé hrudy a hrudy střední.

**Tabulka 10 Výsledné hodnoty měření**

<i>Varianta</i>	<i>Průměr [mm<sup>2</sup>]</i>
Varianta 1	5829
Varianta 2	5394
Varianta 3	3711

Tabulka 10 ukazuje celkovou průměrnou plochu hrud zeminy v jednotlivých rychlostních variantách ( $v_{p1} = 3 \text{ km.h}^{-1}$ ,  $v_{p2} = 6 \text{ km.h}^{-1}$ ,  $v_{p3} = 9 \text{ km.h}^{-1}$ ). Z této tabulky je patrné, že průměrně nejmenší plocha hrud je naměřena u pracovní rychlosti  $9 \text{ km.h}^{-1}$  (varianta 3), následuje pracovní rychlost  $6 \text{ km.h}^{-1}$  (varianta 2) a největší hrudy zeminy jsou při pracovní rychlosti  $3 \text{ km.h}^{-1}$  (varianta 1).



**Obrázek 32 Graf Průměrná velikost hrud v jednotlivých skupinách rychlostí**

Kvalita práce talířového podmiáče na pozemku je dána:

- Narušením vrchní vrstvy zeminy za účelem vytvoření kypré vrstvy zeminy zabraňující vztlínání vody, zlepšení infiltrace dešťové vody a omezení výparu vláh
- Rovnoměrnosti zapravení organických zbytků rostlin, popřípadě zapravení hnojiv
- Požadavkem na minimální velikost hrud zeminy
- Požadavkem na minimální hřebenovitost dna brázdy
- Zapravení semen plevelů do půdy

Správná konstrukce stroje je stejně důležitá jako jeho správná obsluha, stroj musí být správně seřízen a nastaven, pracovní rychlost musí být správně zvolena, a to tak, aby stroj splňoval zmiňované body a jeho provoz byl hospodárný. Jak již ukazuje graf na obrázku 30, zadaným pracovním kritériím nejvíce vyhovuje pracovní rychlost 9 km.h<sup>-1</sup> a větší (varianta 3). U této varianty jsou velikosti plochy hrud zeminy nejmenší. Podle grafu na obrázku 29 je procentuální zastoupení malých hrud u této varianty nejmenší, tudíž je pro práci nejvhodnější.

Čím je rychlost větší, tím dostávají hrudy procházející strojem větší nárazy, stroj naráží větší kinetickou energií do hrud a ty se proto více lámou a drobí. Kvalita práce

zkoumaného talířového podmiřáče AG je dobrá při dodržení vysoké pracovní rychlosti od  $9 \text{ km.h}^{-1}$  a výše ( $15 \text{ km.h}^{-1}$ ) z důvodu minimální velikosti hrud zeminy.

## **5.7 Závěr z výsledku měření**

Měření prokázalo, že čím máme větší pojezdovou rychlost soupravy, tím se hrudy zeminy více lámou, drobí a jsou menší. Čím jsou menší, tím je jich na pozemku více, jsou nejvíce zastoupeny malými hradami, následují středně malé hrudy a střední hrudy, největší hrudy nám na pozemku takřka nevznikají, to vše při dodržení správné pracovní rychlosti soupravy.

## 6 ZÁVĚR

Stroje pro zpracování půdy kypřením začínají být v praxi více uplatňovány, mnoho podniků již ve svých agrotechnických postupech již nevyužívá orbu, anebo jen minimálně. Rozšíření těchto strojů v praxi je dáno několika důležitými faktory. Mezi nejdůležitější faktor jistě patří změna dnešního klimatu, to se odráží hlavně na srážkové vodě, ta dnes již v mnoha případech přichází v letních měsících na pole v prudkých přívalových deštích. Při špatném hospodaření s půdou se nám tyto přívalové deště na pozemku neudrží, odcházejí z pole a berou s sebou cennou ornici. Mnou popisované stroje na obdělávání půdy dokáží oproti pluhu lépe těmto přívalovým deštům odolávat. Dokáží kvalitně připravit půdu na prudké deště a díky hloubkovému kypření ji připravit na období sucha. Oproti pluhu dokáží udržet dlouhodobě lepší půdní profil. Rostliny pěstované v hluboce prokypřené půdě dokáží lépe zakořenit a potřebnou vodu si najít v hlubších vrstvách půdy. Tím jsou méně stresovány v období sucha, což se pozitivně odráží na dobrém výnosu.

Součástí této bakalářské práce je také polně laboratorní měření. Měření posuzuje kvalitu práce talířového podmítače AG. Byly stanoveny body kvalitní podmínky, které musí talířový podmítač splňovat. Mnou zkoumaný faktor zjišťoval vhodnou pracovní rychlost soupravy pro naplnění jednoho z bodů. Zkoumaným faktorem byla velikost polních hrud, ty mají být po podmítnutí na pozemku v co nejmenší velikosti ve vysokém počtu. Zvolené pracovní varianty byly vyhodnoceny pomocí tabulek a grafů.

Z výsledku plyne, že při nejvyšší pracovní rychlosti u varianty 3, kde byla rychlost zvolena  $9 \text{ km.h}^{-1}$  a vyšší, byla práce stroje nejspokovanější. Talířový podmítač AG splňuje kvalitu práce za předpokladu dodržení vysoké pracovní rychlosti. Tento výsledek vyplývá z grafů, a to především z grafu procentuálního zastoupení počtu nejmenších hrud vyskytujících se na pozemku (obrázek 31). U vysoké pracovní rychlosti se hroudy vyskytují v malé velikosti a ve vysokém počtu.

Tyto popisované kypřiče se v budoucnosti budou ke zpracování půdy stále častěji používat. Budou muset především zvládat kvalitně, hluboce prokypřit půdy a zpětně utužit vrchní vrstvy půdy, a to při dodržení vysoké plošné výkonosti. Modernizace

těchto strojů spočívá ve spojování více pracovních operací a získávání co největší plošné výkonosti.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

- [1] HŮLA, J. a PROCHÁZKOVÁ B. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Profi press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1
- [2] KUMHÁLA, F a kol. *Zemědělská technika stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007, 426 s. ISBN: 978-80-213-1701-7
- [3] KŘEN, J. *Obecná produkce rostlinná – 1. část*. 1. vyd. Brno: Mendlova univerzita v Brně, 2015, 145 s. ISBN: 978-80-7509-325-7
- [4] HŮLA, J. *Obecná produkce rostlinná – 2. část, zpracování půdy, Herbologie*. 1. vyd. Brno: Mendlova univerzita v Brně, 2015, 150 s. ISBN: 978-80-7509-327-1
- [5] TOMAN, M. *České zemědělství očima těch, kteří u toho byli*. 1. vyd. Praha: Národní zemědělské muzeum Praha, 2012, 203 s. ISBN: 978-80-86874-39-5
- [6] KAVKA, M. *Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu technologické, technické a ekonomické normativní ukazatele*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003 Praha, 2003, 344 s. ISBN: 80-7271-136-9
- [7] ČERVINKA, J. *Technika a technologie rostlinné výroby (návody do cvičení I)*. 1. vyd. Brno: Mendlova univerzita v Brně, 2015, 125 s. ISBN: 978-80-7375-410-5
- [8] KÖLLER, K. *Úspěch bez pluhu*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ZT, 2006, 190 s, ISBN: 80-87002-00-8
- [9] NEUBAUER, K. *Stroje pro rostlinou výrobu*. 1. vyd. Praha: SZN, 1989, 716 s. ISBN: 80-209-0075-6

- [10]SEDLÁK, M. *Velká kniha traktorů Zetor. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Vladimír Pícha 2014, 182 s. ISBN: 978-80-904879-4-9*
- [11]Prospekt firmy Bednar – machinery [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.bednar-machinery.com>
- [12]Prospekt firmy Farmet [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.farmet.cz>
- [13]Prospekt firmy SMS CZ [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.smscz.cz>
- [14]Prospekt firmy AgriCS [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz>
- [15]Prospekt firmy Pottinger [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: [https://www.poettinger.at/cs\\_cz](https://www.poettinger.at/cs_cz)
- [16]Prospekt firmy Horsch [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <https://www.pekass.eu/produkty/zemedelska-technika/horsch/>
- [17]Prospekt firmy Lemken [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://bvtechnika.cz/lemken/>
- [18]Stránky Ministerstva zemědělství [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://eagri.cz/>
- [19]Český statistický úřad, zemědělské statistiky [online]. [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/zemedelstvi\\_zem](https://www.czso.cz/csu/czso/zemedelstvi_zem)
- [20]Návod k obsluze talířový podmítač AG

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

<i>OBRÁZEK 1 ZPŮSOBY ZPRACOVÁNÍ PŮDY</i> .....	14
<i>OBRÁZEK 2 STRIP-TILLAGE</i> .....	17
<i>OBRÁZEK 3 SCHÉMA KYPŘIČŮ</i> .....	19
<i>OBRÁZEK 4 SCHÉMA TALÍŘOVÝCH PODMÍTAČŮ</i> .....	22
<i>OBRÁZEK 5 CHARAKTERISTICKÉ ÚHLY TALÍŘE</i> .....	23
<i>OBRÁZEK 6 KYPŘIČ SE SAMOSTATNÝM ULOŽENÍM TALÍŘŮ</i> .....	23
<i>OBRÁZEK 7 TALÍŘOVÝ KYPŘIČ S ULOŽENÍM TALÍŘŮ DO TVARU „X“</i> .....	24
<i>OBRÁZEK 8 TALÍŘOVÝ KYPŘIČ S ULOŽENÍM TALÍŘŮ DO TVARU „V“</i> .....	24
<i>OBRÁZEK 9 TYPY RADLIČEK</i> .....	25
<i>OBRÁZEK 10 STRANOVÉ RADLIČKY</i> .....	26
<i>OBRÁZEK 11 RADLIČKOVÝ KYPŘIČ</i> .....	26
<i>OBRÁZEK 12 KYPŘENÍ PRACOVNÍCH SEKČÍ V PŮDNÍM PROFILU</i> .....	27
<i>OBRÁZEK 13 DLÁTOVÝ KYPŘIČ BEDNAR TERRALAND TN PROFI</i> .....	29
<i>OBRÁZEK 14 TYPY RADLIČEK HLOUBKOVÉHO KYPŘIČE</i> .....	30
<i>OBRÁZEK 15 HLOUBKOVÝ KYPŘIČ</i> .....	30
<i>OBRÁZEK 16 SCHÉMA STROJŮ PRO PŘEDSEŤOVOU PŘÍPRAVU PŮDY</i> .....	31
<i>OBRÁZEK 17 MECHANICKÉ NÁSTROJE DRCENÍ HRUD</i> .....	32
<i>OBRÁZEK 18 KOMPAKTOR</i> .....	33
<i>OBRÁZEK 19 DD PĚCH</i> .....	35
<i>OBRÁZEK 20 ANGLICKÝ PĚCH</i> .....	35
<i>OBRÁZEK 21 TRAKTOR ZETOR 7441 PROXIMA V AGREGACI S TALÍŘOVÝM PODMÍTAČEM AG</i> .....	39
<i>OBRÁZEK 22 MĚŘICÍ RÁMEČEK</i> .....	40
<i>OBRÁZEK 23 UKÁZKA ZPŮSOBU VYHODNOCENÍ PLOCHY HRUD</i> .....	41
<i>OBRÁZEK 24 GRAF VARIANTA 1</i> .....	43
<i>OBRÁZEK 25 GRAF VARIANTA 1 PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ VELIKOSTÍ JEDNOTLIVÝCH HRUD</i> .....	44
<i>OBRÁZEK 26 GRAF VARIANTA 2</i> .....	45
<i>OBRÁZEK 27 GRAF VARIANTA 2 PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ VELIKOSTÍ JEDNOTLIVÝCH HRUD</i> .....	45



<i>OBRÁZEK 28 GRAF VARIANTA 3 .....</i>	<i>46</i>
<i>OBRÁZEK 29 GRAF VARIANTA 3 PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ VELIKOSTÍ JEDNOTLIVÝCH HRUD.....</i>	<i>46</i>
<i>OBRÁZEK 30 GRAF VARIANTA 1,2,3 .....</i>	<i>47</i>
<i>OBRÁZEK 31 GRAF VARIANTA 1,2,3 PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ VELIKOSTÍ JEDNOTLIVÝCH HRUD.....</i>	<i>47</i>
<i>OBRÁZEK 32 GRAF PRŮMĚRNÁ VELIKOST HRUD V JEDNOTLIVÝCH SKUPINÁCH RYCHLOSTÍ.....</i>	<i>49</i>
<i>TABULKA 1: OSEVNÍ PLOCHY PLODIN V ČR 2016 V [HA] .....</i>	<i>11</i>
<i>TABULKA 2 SPOTŘEBA NAFTY A LIDSKÉ PRÁCE V RV U VYBRANÝCH PRACOVNÍCH OPERACÍ .....</i>	<i>18</i>
<i>TABULKA 3 PARAMETRY TRAKTORU .....</i>	<i>36</i>
<i>TABULKA 4 PARAMETRY TALÍŘOVÉ PODMÍTAČE AG .....</i>	<i>37</i>
<i>TABULKA 5 VARIANTY MĚŘENÍ.....</i>	<i>38</i>
<i>TABULKA 6 PARAMETRY PŘI POLNÍM LABORATORNÍM MĚŘENÍM.....</i>	<i>38</i>
<i>TABULKA 7 NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO RYCHLOST VARIANTA 1 (<math>V_{P1} = 3 \text{ KM.H}^{-1}</math>) .....</i>	<i>41</i>
<i>TABULKA 8 NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO RYCHLOST VARIANTA 2 (<math>V_{P2} = 6 \text{ KM.H}^{-1}</math>) .....</i>	<i>42</i>
<i>TABULKA 9 NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO RYCHLOST VARIANTA 3 (<math>V_{P3} = 9 \text{ KM.H}^{-1}</math>) .....</i>	<i>43</i>
<i>TABULKA 10 VÝSLEDNÉ HODNOTY MĚŘENÍ.....</i>	<i>48</i>