

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2015

Bc. František Fráňa

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



Kombinované stroje pro zpracování půdy
Diplomová práce

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

Vypracoval:
Bc. František Fráňa

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci „**KOMBINOVANÉ STROJE PRO ZPRACOVÁNÍ PŮDY**“ vypracoval 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 ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, 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 odborné vedení, cenné rady a věcné připomínky při zpracování diplomové práce. Dále děkuji za umožnění polně-laboratorního měření v podniku Rolnická společnost Přeskače s.r.o. a laboratorních rozborů na Ústavu agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin.

ABSTRAKT:

Diplomová práce podává přehled současného stavu poznání v oblasti techniky na zpracování půdy. Pojednává o historii a vývoji těchto strojů a zaměřuje se na současnou metodiku zpracování půdy. Konkrétně o strojích na hluboké, středně hluboké a mělké kypření půdy. Dále je zaměřena na polně-laboratorní měření, kde se porovnává závislost pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky na různě volených pracovních podmínkách soupravy traktoru a kypřiče. Jsou porovnávány dva koncepčně podobné stroje na zpracování půdy. Z výsledků se posuzuje vliv strojů a použitých pracovních orgánů na výslednou pokryvnost povrchu půdy a vhodnost použití strojů v technologiích zpracování půdy.

Klíčová slova: zpracování půdy, talířový kypřič, radličkový kypřič, měření pokryvnosti

ABSTRACT:

The thesis provides an outline of the current state of knowledge in the area of machinery in tillage. It discusses the history and development of these machines and focuses on the current methodology of tillage. Specifically, the machines for deep, mid-deep and shallow soil cultivation. It also focuses on field-laboratory measurement, where the dependency of the soil surface covering by post-harvest residues on various working conditions of a tractor and cultivator. They compared two conceptually similar tillage machines. The results are assessing the impact of used machines and working bodies on the resulting soil surface covering and suitability of machines in tillage technologies.

Key words: tillage, disc cultivator, subsoiler, measurement of ground cover

OBSAH

ABSTRAKT:	3
ÚVOD:	8
CÍL PRÁCE:	9
1 PŮDA A JEJÍ ZPRACOVÁNÍ	10
1.1 Zpracování půdy	10
1.2 Rozdělení systémů a technologií zpracování půdy	11
1.3 Rozdělení půdoochranných (minimalizačních) technologií	12
2 HISTORIE A VÝVOJ STROJŮ NA ZPRACOVÁNÍ PŮDY	14
2.1 Vývoj používání minimalizačních technologií	15
2.2 Rozvoj a rozšíření minimalizačních technologií	16
3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ STROJŮ NA ZPRACOVÁNÍ PŮDY	17
3.1 Stroje s poháněnými pracovními nástroji	18
3.2 Stroje s nepoháněnými pracovními nástroji.....	19
3.2.1 Stroje pro mělké kypření a zpracování půdy do střední hloubky	19
3.2.2 Kypřiče pro hlubší kypření bez obracení půdy	31
3.2.3 Válce používané u kypřičů	33
4 METODIKA MĚŘENÍ	35
4.1 Cíl měření	35
4.2 Měřicí soupravy	35
4.2.1 Traktor John Deere 8330	35
4.2.2 Väderstad Cultus CS 420 (kypřič A)	37
4.2.3 Lemken Karat 9/300 (kypřič B).....	40
4.2.4 Stanovení procentuálního opotřebení použitých radliček.....	43
4.2.5 Vliv úhlů pracovních orgánů porovnávaných kypřičů na tok zeminy.....	45
4.3 Charakteristika pracoviště.....	48
4.3.1 Vytvoření výnosové mapy	49
4.3.2 Stanovení hmotnosti posklizňových zbytků na vybraném pokusném místě .	51
4.3.3 Charakteristika půdních poměrů	53
4.4 Měření pokryvnosti.....	58

5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....	59
5.1 Charakteristika metodiky	59
5.1.1 Určení přesnosti metody analýzy obrazu.....	60
5.2 Výsledné hodnoty pokrývností	62
5.3 Diskuse.....	65
6 ZÁVĚR.....	68
7 LITERATURA, POUŽITÉ ZDROJE.....	69
8 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	72

ÚVOD:

Z hlediska konkurenceschopnosti zemědělství je důležité snižovat náklady na technologické postupy, které nevedou k poklesu výnosu plodin a mají prokazatelný ekonomický přínos. Zpracování půdy je vzhledem k vysoké energetické náročnosti místem hledání možných úspor nákladů. Toho se dá dosáhnout zjednodušováním pracovních postupů, snižováním hloubky zpracování půdy a spojováním pracovních operací. Se zjednodušováním pracovních postupů však rostou nároky na kvalifikovanou volbu zásahů zpracování půdy a současně rostou nároky na kvalitu zpracování půdy. Nevhodné operace při zpracování půdy mohou snižovat účinnost hnojení a zhoršovat podmínky pro založení porostů plodin. Mohou však ohrozit i úrodnost půdy a mít nepříznivý vliv na životní prostředí. Například vodní a větrnou erozi, která je právě ovlivněna zvolenými postupy zpracování půdy. V praxi při zvolení vhodné technologie pro konkrétní výrobní podmínky není problém s nedostatkem vhodných strojů. Současná široká nabídka strojů pro zpracování půdy vytváří podmínky pro celkové zlepšení péče o půdu a snižování vynaložených nákladů na založení porostů následných plodin. [1]

V dnešní době rozhodují v rostlinné výrobě inovace více než kdy jindy, proto se stále investuje do výkonnějších a modernějších strojů. Investování do modernějších technologií a široké uplatnění různých forem technologií zpracování půdy umožňují nová konstrukční řešení strojů, které tak zajišťují kvalitní zpracování půdy a následné založení porostů. Zájem o zemědělskou půdu rozpoutává mezi zemědělci soutěživost, se kterou jdou ruku v ruce rostoucí nájmy pozemků. Rozloha zemědělsky využívané půdy se snižuje na úkor rozšiřujících se měst a průmyslových zón. Snažíme se využívat každý čtvereční metr úrodné půdy a její cena roste. Průměrné výměry zemědělských podniků se zvyšují i spolu s nedostatkem pracovních sil. Pro zvládnutí této situace je proto účinný způsob hospodaření na půdě nutnou podmínkou úspěchu. [2]

CÍL PRÁCE:

Cílem práce je podat přehled o současných technologiích zpracování půdy a strojích, které jsou k tomu využívány. Tyto stroje jsou vyráběny v mnoha variantách a specifikacích podle výrobců, technologií a požadavcích zákazníků. Cílem první části je rozdělení systémů a technologií zpracování půdy, historie a vývoj strojů a následné zařazení kypřičů v postupech základního zpracování půdy. Stroje budou následně rozděleny a jejich technické řešení popsáno. Dalším cílem je provedení polně-laboratorního měření, které bude porovnávat závislosti pokrývnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky na různě volených pracovních podmínkách soupravy traktoru a dvou kypřičů. Z výsledků budou následně posuzovány vhodnosti použití těchto kypřičů v technologiích zpracování půdy.

1 PŮDA A JEJÍ ZPRACOVÁNÍ

Půda je nenahraditelným přírodním bohatstvím naší země. Je stanovištěm pro pěstování plodin, které mají hlavní postavení v zemědělské výrobě, protože zajišťuje přímou výrobu potravin, výrobu surovin pro potravinářský průmysl a výrobu krmiv hospodářských zvířat. Rozhodující vlastností půdy je její úrodnost, kterou ovlivňuje mnoho faktorů. Kromě přirozené úrodnosti, která tvoří základ, rozhoduje o úrovni potencionální úrodnosti půdy člověk – zemědělec. Z historie jsme poučeni o tom, že zemědělec může vhodnými agrotechnickými zásahy úrodnost půdy podstatně zvyšovat. Naopak v případě nevhodných zásahů ji může nejen snižovat, ale ohrožovat půdní stanoviště – životní prostředí. [3]

Zpracování a kultivace půdy patří k faktorům, které rozhodujícím způsobem ovlivňují nejen její úrodnost, stabilizaci výnosu plodin a kvalitu produktů, ale i úroveň celého zemědělství. Má vliv na její fyzikální stav, biologickou činnost i chemické vlastnosti. Vytváříme tím seťové a sadbové lůžko pro zakládání nových porostů plodin. Kultivací půdy pak zlepšujeme a udržujeme optimální fyzikální stav půdy v době vegetace, hubíme plevely a zajišťujeme příznivé prostředí pro růst a vývoj rostlin. Zpracováním půdy také rušíme staré porosty. [3]

Zpracováním se má půda upravit do stavu, kdy jsou plodinám zajišťovány dobré podmínky pro růst a vývoj, současně se považuje minimalizace negativních dopadů na stanoviště. Právě zájem o důsledky hospodaření na půdě z dlouhodobého hlediska by mělo být trvalým zájmem toho, kdo na půdě hospodaří. [3]

1.1 Zpracování půdy

Obracení a kypření půdy, urovnávání povrchu a její ztužování, patří mezi nejdůležitější práce v rostlinné výrobě. V dobré, humózní a vyhnojené půdě se rostlinám lépe daří. Lépe rostou a jsou méně napadány škůdci a chorobami. Půda je neobnovitelným přírodním bohatstvím a je charakteristickou složkou krajiny. Pro zemědělství je půda stanovištěm pěstovaných rostlin, prostředkem k výrobě potravin rostlinného původu, krmiv pro hospodářská zvířata, ale i surovin pro průmyslové využití. [4]

Nové technologie zakládání porostů dbají na to, aby se především snižovalo nežádoucí zhutnění půdy, omezovaly se přejezdy traktorů a dalších strojů po poli. Zejména na jaře, kdy je půda na zhutnění velmi citlivá. Časté a nadměrné obdělávání půdy také působí destruktivně na strukturní výstavbu půdy, která vede k jejímu rozbití a následnému přesychání. Vytvoření správného lůžka pro osivo nebo sadbu nespočívá v maximálním obdělávání, ale v optimálně a kvalitně provedených operacích. Oproti konvenčním způsobům zakládání porostů, uplatněním nových technologií zpracování půdy, lze vliv nepřízně počasí na termínu výsevu zmírnit nebo zcela odstranit. [4]

1.2 Rozdělení systémů a technologií zpracování půdy

V nedávné minulosti se používalo více termínů, které odlišovaly různé formy zpracování půdy. Ty se liší hloubkou zpracování půdy, intenzitou, odlišnými způsoby kypření půdy a zacházením s rostlinnými zbytky (viz. obr.1.1). V mnoha případech docházelo k nedorozumění v důsledku nejednoznačnosti výkladů pojmů. Proto se zástupci výzkumu a praxe v Německu a USA sjednotili na rozdělení způsobů zpracování půdy do tří základních skupin. [5]

-Konvenční zpracování půdy

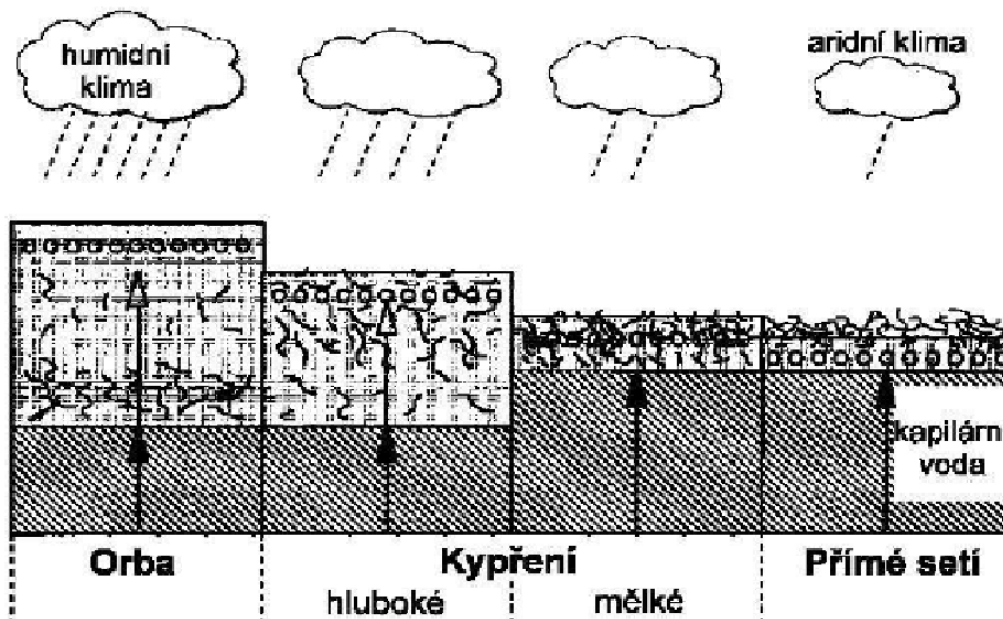
Založeno na každoročním zpracování půdy pluhem. Orbou se půda obrací, mísí, drobí a nakypřuje. Rostlinné zbytky a plevele na povrchu jsou zapraveny do půdy. [5]

-Zpracování půdy bez orby (konzervační, půdoochranné)

Bez použití pluhu. Orba je nahrazena kypřením bez obracení půdy a rostlinné zbytky zůstávají na povrchu půdy a v povrchové vrstvě. Půda by měla být pokud možno pokryta celoročně rostlinnou biomasou. Základním strojem je kypřič, u kterého se mění pracovní nástroje (radličky). Volí se podle potřeby nakládání se slámou (různý stupeň zapravení slámy nebo ponechání na povrchu půdy) a zvolené hloubky kypření. Samotné kypření lze spojit se setím. [5]

-Setí do nezpracované půdy

Setí bez zpracování půdy. Neuskutečňuje se žádný předchozí mechanický zásah do půdy. Používají se speciální secí stroje, které jsou schopny zapravit osivo do nezpracované půdy. [5]



Obr. 1.1 Technologie zpracování půdy a jejich vhodnost v klimatických oblastech [6]

1.3 Rozdělení půdoochranných (minimalizačních) technologií

Podle Americké půdoznalecké společnosti (Soil Science Society of America 1982):

Conservation-tillage (ochranné zpracování půdy) je zastřešující termín, který zahrnuje různé způsoby zpracování půdy bez orby i přímé setí do nezpracované půdy. Vyznačují se redukcí hloubky a intenzitou zpracování půdy. Hlavním znakem je, že nejméně 30 % povrchu půdy zůstane po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny. [5]

-Minimum-tillage (redukované zpracování půdy)

Zpracování půdy omezené na minimum, které je nezbytné pro založení porostu plodin nebo pro regulaci zaplevelení. [5]

-No-tillage (systémy bez zpracování půdy)

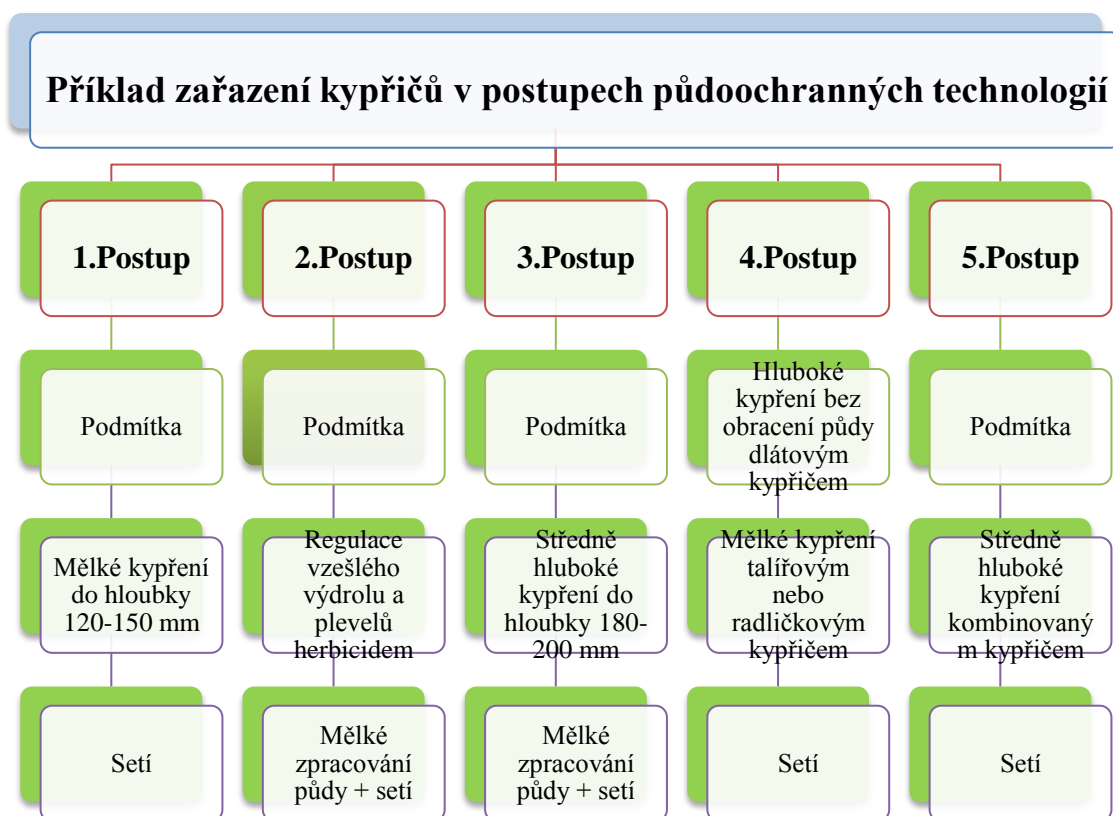
Půda se nezpracovává a setí plodin je napřímo. Setí se provádí speciálními secími stroji, které rozruší povrch půdy do 25 % plochy. V konečné fázi zůstává 80-90 % povrchu pokryto rostlinnými zbytky. [5]

-Strip-tillage

V tomto systému se zpracovává půda pouze v úzkých pásech širokých 100-200 mm, do nichž je uloženo osivo. Mezi těmito pásy je půda mechanicky nezasazena. Spolu se zpracováním půdy se může provádět aplikace průmyslových hnojiv. Stroje pro tuto půdoochrannou technologii mají většinou jako pracovní orgán sadu tří zvlněných kotoučů, které mohou být doplněny podrývákem. [5]

-Ridge-tillage / ridge-till (zpracování půdy s vytvořením hrábků)

Půda se zpracovává do hrábků, kam jsou vysety širokořádkové plodiny. Příkladem je kukuřice. Tyto hrábky mohou zůstat na pozemku i několik sezón nebo jsou každoročně obnovovány. Velká část rostlinných zbytků zůstává po zasetí na povrchu půdy. Setí se provádí speciálními secími stroji na upravený vrchol hrábků. Posklizňové zbytky jsou umístěny většinou na spodu hrábků a povrch půdy kryjí ze 40-70 %. [5]



Obr. 1.2 Schéma zařazení kypřičů v půdoochranných technologiích

2 HISTORIE A VÝVOJ STROJŮ NA ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Vývoj prostředků na zpracování půdy se začal vyvíjet od motyk a rýčů k náradí na orbu. Nejstarší vyobrazení rádla je na hliněné destičce z Uruk – Wark v Mezopotámii ze 4. tisíciletí př.n.l. První kovové nástroje byly z mědi a byly použity v Egyptě v letech 2800 až 2700 př.n.l. Později se používaly kovové nástroje litinové a železné, v 8. až 9. století n.l. Římská orební technika byla do značné míry základem současné techniky. Pluh z prvního století n.l. měl opěrná kola a orební těleso mělo nůž a odhrnovačku. Postupnou úpravou částečně železných, později až celokovových oradel tak, aby půda nebyla jen rozrývána, ale i obrácena. Tyto jednoduché pluchy se začaly používat v jižní Evropě. Nejprve bez plazu, později s opěrnými plazy (asi 6. až 7. století n.l.). Rozrytá a odsunutá část půdy byla rozkopávána motykami a urovnávána branami s železnými hřebíky. Tento způsob obdělávání půdy se udržel v evropských podmínkách do 18. až 19. století. V 18. až 19. století se náradí na zpracování půdy orientovalo na zdokonalení funkce pluhů za účelem kvalitního obracení skývy. Snaha o zvýšení produkce a úpravy podmínek pro růst rostlin se odrazily ve vynálezu nového orebního náradí, ruchadla bratrance Veverkovými. Spojení kováře a rolníka v letech 1824 – 1827 přetvořila do té doby používané české pluchy v ruchadlo. [4]

Na konci 19. století se projevují i prvky racionalizace, jako jsou jednoduchá spojování náradí, např. dvoje brány za sebou nebo dvojradičné pluchy. Dvacáté století je pak obdobím racionalizace ve zpracování půdy. Ve vyspělých státech Evropy měla produkce v zemědělství znaky vyšší intenzity, což ovlivnilo i vývoj náradí a strojů na zpracování půdy. Zatímco v první polovině století převládá potažní obdělávání půdy, druhá polovina je ve znamení zemědělské techniky. Dochází především k vývoji traktorů a víceradičných soustav. Agregací různých strojů (smyku, brány, kypřiče a válce) vznikají variabilní kombinační soustavy a následně i systémy zpracování půdy. Jejich hlavním cílem je úprava a následné setí pozemků s minimálním počtem přejezdů. Převládají trendy zjednodušených technologických postupů ve zpracování půdy, které mají dobré ekonomické výsledky i příznivější ekologické dopady na zemědělskou krajinu. [2]

2.1 Vývoj používání minimalizačních technologií

Orba byla vždy znakem pokrokových systémů pěstování zemědělských plodin. První snahy nahradit pluh zařízením podobným kultivátoru se datují v 18. století. V suchých oblastech USA a jižní a východní Evropy se v 19. století rozvinuly různé systémy zpracování půdy, které povrchově půdu kypřily, podrývaly a jen málo obracely, aby nedocházelo k velké ztrátě vody z ornice. Například systém „dry farming“ (USA) spočíval v použití mělké a středně hluboké orby ošetřené kroužkovým válcem s funkcí pěchu nebo systém „Stubble – mulchfarming“ vyvinutý výzkumnou stanicí v USA. Tento systém nahrazoval orbu speciálními kultivátory se šípovými radličkami, které se používaly po sklizni obilovin. Část strniště po této pracovní operaci zůstala na povrchu ornice jako mulčový pokryv. [2]

V padesátých letech proběhly první pokusy se zpracováním půdy bez orby. Ty ukázaly, že plodiny je možné pěstovat bez hlubšího zpracování půdy radličným pluhem, aniž by se při tom snížil výnos. Zavedení minimalizačních postupů do praxe umožnilo teprve vyvinutí vhodných herbicidů k regulaci zaplevelení pozemků. Od druhé poloviny minulého století dochází po celém světě k postupnému přechodu od tradičních způsobů zpracování půdy s orbou k různým formám minimalizačních technologií. Celosvětově je prováděn rozsáhlý výzkum technologií zpracování půdy bez orby. Výsledky ukazují, že snížení hloubky a intenzity zpracování půdy má převážně příznivý vliv na půdní prostředí. Vede ke zvyšování obsahu a kvality půdní organické hmoty, zvýšení biologické aktivity půdy, zlepšování strukturního stavu půdy, zmírnění vodní a větrné eroze, snížení emise oxidu uhličitého z půdy do ovzduší apod. [2]

2.2 Rozvoj a rozšíření minimalizačních technologií

Volba způsobů zpracování půdy je ovlivňována nejen agroekologickými podmínkami, ale také používáním různých pěstitelských systémů, ekonomickými a kulturními bariérami v různých zemích. Technologie zpracování půdy bez použití orby je známa desítky let. Jejich největší rozvoj a zavedení bylo zaznamenáno až po roce 1990, kdy snižování výrobních nákladů, výkonná technika a účinné herbicidy byly hlavním impulzem pro jejich rozšíření. [2]

Hlavní důvody rozvoje a rozšíření minimalizačních technologií zpracování půdy je možné hledat v oblasti ekologické, ekonomické a technické. K ekologickým důvodům patří především vliv těchto technologií na strukturní stav půdy, šetrné hospodaření s půdní vodou, zlepšení stavu půdní organické hmoty a omezení vodní a větrné eroze. Dále jsou pro zemědělce velmi významné ekonomické dopady, kdy minimalizační postupy přináší úspory práce a energie. Snížení počtu pracovních sil a vyšší výkonnost strojů využívaných v minimalizačních technologiích snižují nároky na organizaci práce. V současné době je pro minimalizační technologie na trhu široká nabídka strojů umožňujících přizpůsobit volbu technologických postupů konkrétním podmínkám a zajistit tak kvalitní zpracování půdy a založení porostu. [2]

3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ STROJŮ NA ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Současná nabídka strojů na zpracování půdy a setí je široká. Při rozhodování o investování do této skupiny je důležité ujasnit si, jaké technologie budou využívány. Volba strojů je ovlivněna tím, zda budou používány metody s orbou (tzv. konvenční zpracování půdy) nebo postupy bez orby. Technologie bez orby se využívají v řadě variant, liší se zejména hloubkou prokypření půdy a zacházením s rostlinnými zbytky předplodin, nebo biomasou meziplodin. Důležitým znakem je cílené využívání rostlinných zbytků na povrchu půdy – nejméně 30% povrchu půdy zůstává pokryto rostlinnými zbytky předplodiny po zasetí následné plodiny. [2, 7]

Nejčastějším důvodem pro přechod k technologiím bez orby je snížení nákladů na založení porostů. Ekologické přínosy půdoochranného zpracování půdy jsou nedostatečně doceněny. Snížení nákladů lze provést zejména úsporou času, stroje pro zpracování půdy bez orby mají především vyšší výkonnost než pluh. Nižší pracnost technologií bez orby se projevuje i v potřebě menšího počtu pracovníků. Vysoká plošná výkonnost strojních souprav umožňuje vykonávat práce včas a snížit tím riziko nedodržení agrotechnických termínů. Dalším přínosem technologií bez orby (minimalizačních technologií) je úspora pohonných hmot. Při celkové bilanci nákladů je však nezbytné kalkulovat i s vyššími náklady na přípravky na ochranu rostlin než v případě konvenčních technologií s orbou. [2, 7]

V dnešní době je k dispozici široká nabídka strojů na zpracování půdy, které lze využít v systémech zpracování půdy bez orby. Patří sem různé typy kypřičů pro mělké zpracování půdy, které mohou být vybaveny talířovými nebo radličkovými pasivními nástroji. Můžeme se setkat s různými typy prutových bran, které lze použít také pro mělké kypření povrchu půdy. Kromě strojů s pasivními pracovními nástroji je možné pro zpracování půdy v bezorebných systémech využít i stroje s poháněnými pracovními nástroji a stroje pro hlubší kypření bez obracení půdy. V minimalizačních a půdoochranných technologiích závisí kvalita práce strojů pro zpracování půdy na kvalitě provedených předchozích operací. Jestliže při sklizni obilovin nebo jiných plodin zůstane na pozemku nedostatečně rovnoměrně rozvrstvená sláma, nemůže být při mělké podmtce a setí zajištěno, aby osivo nebylo v půdě ve styku se slámou. Pokud se

nevyhneme těmto problémům v plošném rozptýlení slámy, je nutné při technologii bez orby použít kypřiče pro středně hluboké kypření, které promísí slámu se zeminou tak, že v místě zasetí osiva se sláma nachází minimálně. Hlavním požadavkem na stroje pro mělké zpracování půdy je vysoká plošná výkonnost, která umožňuje dodržení včasnosti pracovních operací zpracování půdy. [2]

3.1 Stroje s poháněnými pracovními nástroji

Stroje s poháněnými pracovními nástroji jsou použitelné pro orbu, kypření i meziřádkovou kultivaci porostu. Jen výjimečně se používají nástroje, které půdu odkopávají, jako např. motyky. [4]



Obr. 3.1 Schéma rozdělení aktivních pracovních nástrojů

Stroje s aktivními pracovními nástroji mají pohon odvozen od vývodového hřídele traktoru. Jejich uplatnění je zejména při předseťové přípravě půdy na středně těžkých a těžkých půdách. Především se využívají ve spojení se secími stroji. Nože rotoru mají většinou tvar písmene L. Mohou být také vyrobeny ve tvaru radliček nebo háčků. Soustava nožů bývá připojena ke kotouči, který je na hřídeli naklínován nebo je připojen pomocí třecích kotoučů pro jištění nožů v případě najetí na kámen. V některých případech bývá jištěn celý rotor stroje. Zejména u rotavátorů bývá v pohonu rotoru vložena zubová spojka, kterou lze pohon frézy přerušit v případě jejího náhlého zastavení. V pohonu rotoru bývá také dvou až čtyřstupňová převodovka. Tyto stroje bývají většinou nesené na třibodovém závěsu traktoru, případně návěsné připojené k ramenům tohoto závěsu. Stroje se svislou osou otáčení nástroje (viz. obr. 3.2) jsou používány pro předseťovou přípravu půdy. Kypří půdu až do hloubky 0,2 m.

Bývají doplněny opěrným zubovým válcem, kterým se nastavuje hloubka zpracování půdy. Účinek poháněných pracovních orgánů, který je velmi razantní, se uplatňuje při drobení a mělnění hrud. Hlavní nevýhodou je nízká pojezdová rychlost a s tím související nižší výkonnost, než u kypřičů s pasivními pracovními orgány. [2, 4]



Obr. 3.2 Stroj s vodorovnou kolmou osou rotace ke směru jízdy [16]



Obr. 3.3 Stroj se svislou osou rotace [17]

3.2 Stroje s nepoháněnými pracovními nástroji

3.2.1 Stroje pro mělké kypření a zpracování půdy do střední hloubky

V postupech bezorebných technologií zpracování půdy jsou používány skupiny kypřičů, které mají různá konstrukční řešení. Některé se vyznačují určitou univerzálností. Jejich použití může být v systémech konvenčního zpracování půdy orbou, kde se využívají

jako podmítače, jiné zase v systémech bez orby pro mělké kypření půdy. Hlavním požadavkem, který je kladen na všechny stroje a strojní soupravy, je vysoká plošná výkonnost. Ta je důležitá pro zajištění včasného provedení pracovních operací v agrotechnických termínech. Včasná a kvalitní podmínka je také důležitým opatřením pro hospodaření s půdní vláhou. Přerušuje se vztlínání vody kapilárními póry a zlepšuje se vsakování vody do půdy. Rostlinné zbytky jsou smíchány s povrchovou vrstvou ornice a regulují se plevele. Rozmanité půdní podmínky si pak vyžadují odlišné konstrukční provedení těchto strojů. Při primárním zpracování půdy se v současné době používají kypřiče s pasivními pracovními nástroji, jako jsou talířové kypřiče a radličkové kypřiče. [2]

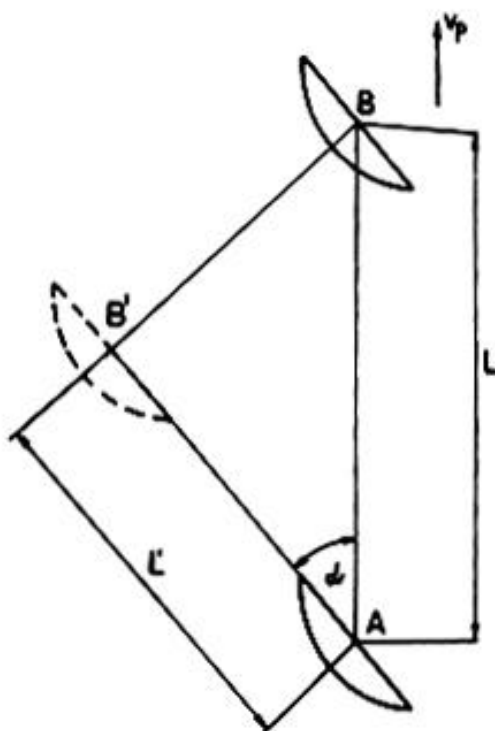
3.2.1.1 Kombinované talířové kypřiče

Talířové pracovní nástroje

Talíř je na svém obvodu zakalen a nabroušen. Rovina otáčení talíře je natočena ke směru jízdy pod úhlem α , který je nazýván jako úhel náběhu. Pohyb talíře podle obrázku (viz. obr. 3.4) vypadá tak, že se střed talíře pohybuje ve směru jízdy. Bod na obvodu talíře se kromě toho ještě otáčí v rovině postavení talíře pod úhlem náběhu. Kdyby se talíř po určitý čas pouze otáčel, přemístil by se po bodu B. Vzhledem k tomu, že je tažen dopředu, přemístí se do bodu B'.

Vzdálenost $AB' = L' < AB = L$. $L' = L \cdot \cos\alpha$

Talíř se tedy otáčí pomaleji, než jak odpovídá jeho ujetá dráha. To znamená, že prokluzuje. Obvodová rychlost talíře od obvodu ke středu klesá, dále vlivem tření mezi talířem a skývou dochází k částečnému vynášení částic od dna brázdy na povrch. Dno brázdy pak odpovídá tvaru talíře, proto je hřebenité. [4]



Obr. 3.4 Schéma pohybu talíře [4]

Předností talířových kypřičů je jejich velká univerzálnost a plošná výkonnost. Ta je dána pracovní rychlostí soupravy, která může dosahovat až 15 km.h^{-1} . Tyto stroje odvádí kvalitní práci na lehkých půdách. Lepšího drobení a urovnání povrchu se dosahuje při vyšší jezdové rychlosti. Talířové kypřiče dobře rozřežou drny, rozdrtí hroudy, prokypří a urovnají ornici do požadované hloubky. Naopak nevhodné jsou tam, kde se vyskytují kořenové plevele. V těchto případech by napomohly zaplevelování pozemku. Další problém nastává při tvrdém povrchu půdy a při častějším výskytu shluků posklizňových zbytků předplodiny. V takových případech nedodrží nastavenou hloubku zpracování půdy a dochází k nepravdělnostem v zapravení posklizňových zbytků. To komplikuje zakládání porostů plodin. Mimo jiné zanechávají hřebenité dno pod zpracovanou půdou, proto se doporučuje v případech opakovaného kypření půdy měnit směr jízdy soupravy šikmo na směr předchozí jízdy. Energetická náročnost se pohybuje v rozmezí $26 - 40 \text{ kW.m}^{-1}$. [1, 2, 4, 8]



Obr. 3.5 Schéma rozdělení talířových kypřičů podle konstrukčních řešení

- ***Uložení talířů na společné hřídeli***

Talíře jsou upevněny na společné hřídeli, která je uložena v ložiscích. Takto byly konstruovány první talířové podmítače. Uložení hřídele je nakloněno do úhlu 15° až 30° vůči směru jízdy. Talíře jsou uspořádány ve dvou řadách do písmene „V“ (viz. obr. 3.6) nebo uspořádání do písmene „X“ (viz. obr.3.7). Průměry talířů se pohybují od 600-800 mm. Zpravidla tvoří první řadu talíře s ozubeným obvodem. Ty snadněji vnikají do půdy a za nimi většinou následují talíře s hladkým obvodem. [2, 8]



Obr. 3.6 Uspořádání talířů do tvaru „V“ [18] Obr. 3.7 Uspořádání talířů do tvaru „X“ [19]

Výhody:

- Jednoduchá konstrukce = nízké výrobní náklady.

Nevýhody:

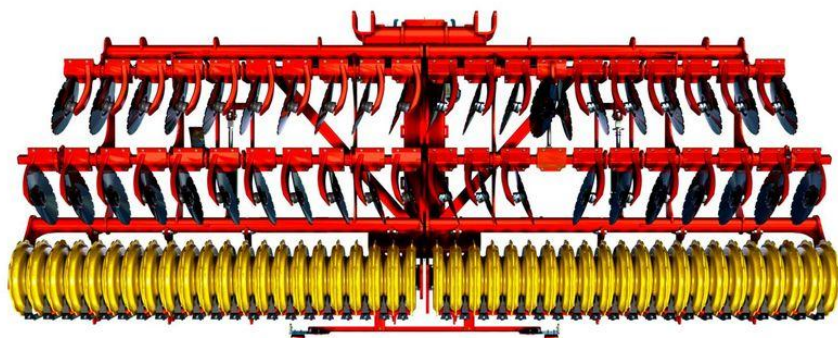
- Jejich konstrukční provedení omezuje nastavení pracovní geometrie talíře, lze nastavit pouze pracovní úhel a nelze nastavit odklon talířů od svislé osy = vyšší tahový odpor.
- Konstrukčně jsou tyto stroje delší.

- Mezi jednotlivými disky musí být škrabky, které zabraňují ucpávání.
- Vlivem sil působících kolmo na směr jízdy stroj tzv. „plave“ = obtížné nastavení a udržení konstantní hloubky zpracování půdy.
- Není možné jištění proti poškození při najetí na pevnou překážku. Stroj tedy není schopen ani dokonale kopírovat terén.
- Pracovní rychlost soupravy dosahuje 8 až 10 km.h⁻¹.

Je zcela zřejmé, že nevýhody převažují nad výhodami, proto je více využíván koncept samostatně uložených talířů i přes to, že je to finančně náročnější investice. [8]

- ***Samostatné uložení talířů***

S tímto provedením přišla na trh jako první švédská firma Väderstad. Každý talíř je na samostatné slupici uložen v ložisku. Slupice jsou tvarově uspořádány tak, aby talíř byl nakloněn o pracovní úhel vůči směru jízdy a odkloněn od svislé osy. Pracovní orgány je pak možné doplnit samostatným jištěním proti přetížení při najetí na překážku. Jištění je možné gumovými silentbloky, listovou, tvarovou nebo vinutou pružinou. Takovéto uložení pracovních orgánů umožňuje bezpečné vyklopení disku při najetí na překážku. Talíře je možné uspořádat do řady kolmé ke směru jízdy, díky tvarově uspořádané slupici. Tím se podstatně zkrátí délka stroje. Dále nedochází k ucpávání stroje rostlinnými zbytky a zpracovávanou půdou, protože je mezi disky volný pracovní prostor, který je u varianty společné hřídele omezen. Rozměry talířů jsou od 450 až 800 mm. Za druhou řadou talířů se obvykle nachází drobný válec, kterým se také zajišťuje nastavení pracovní hloubky stroje. [2, 8]



Obr. 3.8 Talířový podmiťáč se samostatným uložením talířů [20]

Výhody:

- Délka stroje je kratší než u varianty uložení talířů na společné hřídeli.
- Nižší tahový odpor díky lepšímu nastavení geometrie talíře.
- Talíře nemusí být doplněny škrabkami.
- Dobře pracují i v půdě s vyšší vlhkostí.
- Dokáží zapravit velké množství posklizňových zbytků.
- Velká plošná výkonnost, která je dána vyšší pracovní rychlostí 10-15 km.h⁻¹
- Při dlouhodobém používání nevytváří nerovnosti na pozemku, ale povrch pole urovnávají. [8]

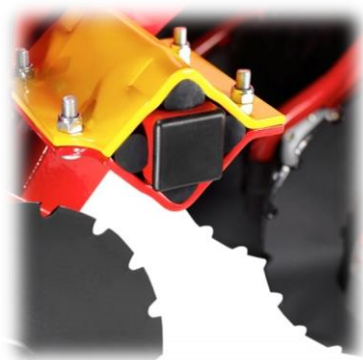
Nevýhody:

- Složitější konstrukce, která se odráží ve vyšší ceně.
- Větší váha stroje. [8]

Konstrukce uložení a jištění proti přetížení u „krátkých“ talířových kypřičů

- **Pevné slupice jištěné gumovými silentbloky:**

Toto provedení je vhodné především pro talíře menších průměrů od 450 až 550 mm. Konstrukce je jednoduchá, bez čepových spojení. Problémem je, že maximální možný úhel vyklopení slupice je velmi malý. Uložení umožňuje vychýlení do boku (až 5°), což je příznivé při najetí na překážku. Na druhou stranu to způsobuje vychylování talíře za plynulého chodu stroje. Tím se mění pracovní úhel talíře, což je nežádoucí jev. [8]



Obr. 3.9 Jištění disku gumovými silentbloky [21]

- **Pevné slupice jištěné vinutou pružinou:**

U tohoto provedení je možné použít talíře s většími průměry až 800 mm. Při najetí na překážku se může slupice vyklopit o větší úhel. Ten je dán kinematikou mechanismu a může být konstruován podle potřeby. Odjištění pracovního orgánu lze zkonstruovat tak, aby s rostoucím vyklopením klesala přítlačná síla. Za chodu stroje nedochází k bočním výkyvům talíře, kterými se snižuje pracovní úhel. Nevýhodou je složitější konstrukce stroje. Od té se odvíjí vyšší cena než u jiných koncepcí. Stroj je také náročnější na údržbu díky většímu počtu funkčních částí, které vyžadují údržbu plastickým mazivem. [8]



Obr. 3.10 Pevné slupice jištěné vinutou pružinou [22]

- **Slupice tvořené tvarovou nebo listovou pružinou**

U tohoto provedení lze použít talíře většího průměru od 550 do 700 mm. Vyznačuje se jednoduchým konstrukčním řešením, bez čepových spojení. Úhel vychýlení slupic je větší než u varianty gumových silentbloků. Naopak má nevýhodu, že s rostoucím vyklopením při odjištění roste přítlačná síla. Dále umožňuje vychýlení do boku při najetí na překážku ($5-10^\circ$), které způsobuje nežádoucí vychýlení disku za plynulého chodu stroje a změnu pracovního úhlu. Výroba těchto slupic je náročnější než u ostatních variant. [8]



Obr. 3.11 Slupice tvořené tvarovou pružinou [23]

3.2.1.2 Kombinované radličkové kypřiče

Používají se jako náhrada orby kypřením půdy a při podmítce pro zapravení rostlinných zbytků. Způsob zpracovávání půdy těmito kypřiči, které jsou doplněny drobcím a urovnávacím zařízením je rozdílný od orby radličným pluhem. To je dáno zejména změnou intenzity mísení půdy, hřebenitým dnem brázdy a.j. Účinně urovnávají půdu, což se příznivě projevuje při víceletém využívání technologií založených na mělkém kypření půdy bez orby. Podle konstrukčních řešení je můžeme rozdělit na:

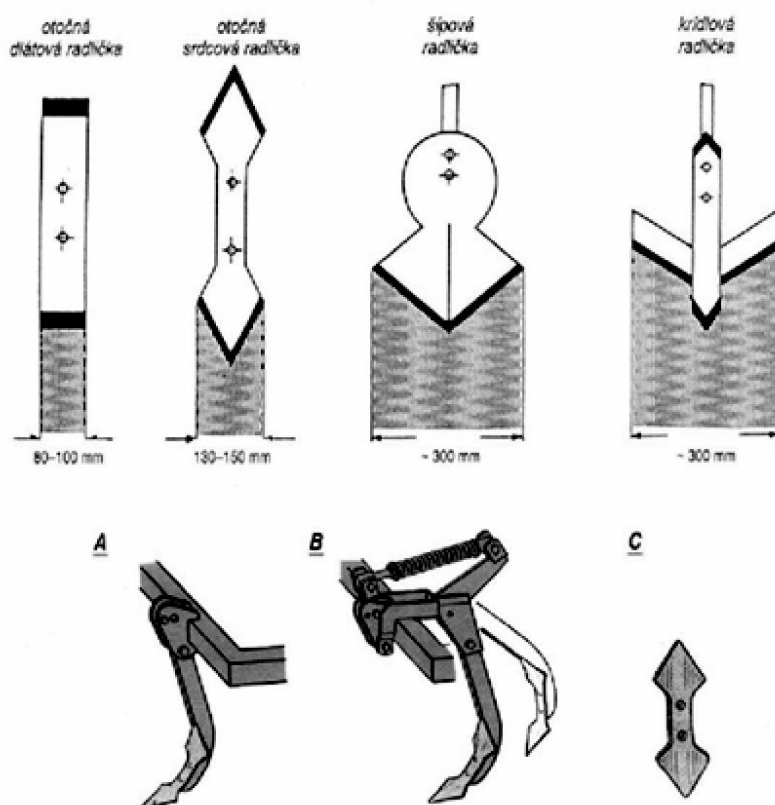


Obr. 3.12 Schéma konstrukčních řešení radličkových kypřičů

Kvalita práce, potřebná tahová síla, výkonnost, ale i možné ucpávání kypřičů je dáno stavbou stroje, pracovní rychlostí, druhem radliček, jejich rozmístěním a vlastnostmi půdy. Aby se zabránilo ucpávání stroje půdou a posklizňovými zbytky, je třeba vysoká světlost rámu (více než 0,7 m) a dostatečná vzdálenost mezi radličkami. To se řeší rozmístěním radliček do více řad. Dalším parametrem radličkového kypřiče je vzdálenost brázdíček, které kypřič zanechává na dně brázdy. Jsou to vzdálenosti stop sousedních radliček. Přibližně platí, že vzdálenost brázdíček je shodná s hloubkou

kypření. Z toho vyplývá, že pro mělké kypření musí mít radličky menší vzdálenost a naopak. [9]

Šířka radliček (viz. obr. 3.13) ovlivňuje požadované zahloubení stroje a energetickou náročnost. Čím je radlička užší, tím musí být více zahloubena při stejné vzdálenosti se sousedními radličkami. Kypřicí dlátová radlička (80 – 100 mm) se používá pouze u pluhových kypřičů. Může zpracovávat půdu do hloubky až 0,25 m. Prakticky ji jen načechrává, aniž by ji promísila. Tento typ zpracování půdy šetří půdní vláhu, protože vlhčí půdní částice nejsou vynášeny z nižších horizontů na povrch, kde se voda snadno vypařuje. Otočná srdcová radlička je univerzální typ. Šípová radlička se šířkou záběru okolo 0,3 m je vhodná na podmítku. Má masivnější konstrukci a pro zvýšení kypřicího účinku má poměrně strmou pracovní plochu. Může kypřit půdu do hloubky 0,18 m. Při větších hloubkách zpracování půdy je však šípová radlička energeticky náročná. [2, 4, 9]



Obr. 3.13 Druhy radliček a slupic pro kombinované kypřiče: A-pevná slupice se střížným šroubem, B-slupice s pružinovým jištěním, C-otočná srdcová radlička [9]

Pluhové kypřiče

Vycházíme-li ze současných zkušeností, pluhový kypřič je schopen jen částečně nahradit práci radličného pluhu. Především se používá na těžkých půdách, kde jsou pro orbu radličným pluhem nevhodné půdní podmínky a následné zpracování zoraného pole na setí by bylo časově a finančně náročné. Pluhové kypřiče s tří nebo čtyřřadým rozmístěním dlátových nebo srdcových radliček, se doporučují jako alternativa základního zpracování půdy do hloubky 0,25 m. Aby bylo dosaženo dostatečného drobicího efektu, musí být vlhkost půdy minimální. V porovnání s radličným pluhem je pluhový kypřič schopný odvést přibližně dvojnásobnou výkonnost při stejném výkonu tažného prostředku. Energetická náročnost pluhových kypřičů se pohybuje v rozmezí 35 – 50 kW.m⁻¹. [9]



Obr. 3.14 Pluhový kypřič v kombinaci s urovnávacími talíři a gumovým pěchem [24]

Podmítací kypřiče

Skupina podmítacích kypřičů představuje stroje, které jsou určeny především pro mělké kypření v postupech půdoochranného zpracování půdy. V současnosti je nejvíce rozšířené dvojřadé uspořádání křídlových radliček v kombinaci s podélně předsazenými talíři a trubkovým aj. válcem. [9]



Obr. 3.15 Podmítací kypřič [25]

Výhody:

- vysoká pracovní rychlost, tím i výkonnost
- jednoduchost, univerzální použití (podmítka x kypření), nízká cena
- při víceřadém uspořádání radliček má stroj větší průchodnost a neucpává se rostlinnými zbytky
- intenzivní promíchání půdy a rostlinných zbytků
- nízké provozní náklady [9]

Nevýhody:

- dobrá kvalita práce jen při vhodné vlhkosti půdy [9]

Nevýhody radličkových kypřičů se řeší kombinací s různým ústrojím, jako jsou například talíře, prutové válce, dlátové rotační brány atd. Optimální pracovní rychlost kypřiče se pohybuje v rozmezí od 8 do 12 km. h⁻¹, to vyžaduje měrný příkon 25 až 30 kW.m⁻¹. [1, 9]

Krátké kypřiče

Za účelem snižování nákladů zpracování půdy byly vyvinuty krátké kypřiče. Ty půdu neotáčejí, nepromíchávají, pouze ji nadzvedávají a drobí. Radličky jsou křídlové, uspořádané v jedné nebo ve dvou řadách. Při působení radliček, každé o záběru 0,5 m, dochází k celoplošnému podřezání půdy. Tyto stroje jsou zpravidla používány v kombinaci s rotačními bránami a secím strojem (viz. obr. 3.16). V tomto případě hovoříme o tzv. kombinovaných kypřičích. [9]



Obr. 3.16 Krátký kypřič s rotačními bránami a secím strojem [26]



Obr. 3.17 Části radličky vrstvého kypřiče [26]

Aby docházelo k dobrému kypření půdy, je důležité nastavení kypřicího uhlu radličky (1). V sušší půdě dosahuje radlička s menším kypřícím úhlem dostatečného prokypření půdy, naopak při normální nebo zvýšené vlhkosti může docházet jen k podřezání půdy. Proto je potřebné volit kypřicí úhel o hodnotě až 35 °. Krátké kypřiče zařazujeme do skupiny kypřičů pro mělké až středně hluboké zpracování půdy, jejich zahloubení může však přesahovat hloubku ornice. Pro lehčí zahloubení kypřiče musí

mít radličky více skloněné špice (2). Tyto kypřiče se dají použít jako náhrada orby pluhem na těžkých půdách, půdách ohrožených půdními prísušky a erozí. [9]

3.2.2 Kypřiče pro hlubší kypření bez obracení půdy

V minimalizačních a půdoochranných technologiích lze využít kypřiče, které kypří půdu do hloubky 0,3 až 0,4 m, případně i do větší hloubky, bez obracení a vynášení zeminy z hlubších vrstev k povrchu půdy. Tyto kypřiče jsou používány především v systémech ochranného zpracování půdy a jsou používány pro periodické podpovrchové kypření a narušování zhutněných vrstev v půdním profilu. Takovéto stroje jsou vysoce energeticky náročné, proto jejich použití musí vycházet ze znalostí vlastností půdy. Jinak provedené zásahy v půdě mohou být nedostatečné, ekonomicky neúnosné a při vysoké vlhkosti půdy můžou dokonce způsobovat škody. Půda musí být proto v době zásahu drobivá. [2, 9, 10]

3.2.2.1 Dlátové kypřiče se šikmo postavenými slupicemi

Konstrukce dlátových kypřičů se šikmo skloněnými slupicemi zabraňuje vzniku rýhy při kypření půdy. Dláto v půdě působí tak, že zvedá blok zeminy, rozlamuje ho a drobí. Při zpětném pohybu se proces narušení semknutosti zeminy od povrchu půdy do hloubky kypření dokončuje. Podmínkou úspěšnosti zásahu kypření je zmíněná vhodná vlhkost půdy. [2,10]



Obr. 3.18 Dlátový kypřič v kombinaci s trubkovým válcem [27]

Dlátové kypřiče jsou vyráběny v různých konstrukčních variantách v kombinaci s diskovým, trubkovým nebo jiným válcem. Tyto válce mohou současně sloužit k hloubkovému vedení stroje. Potřebný příkon kypřiče je závislý na mnoha faktorech. Mezi ně patří vlastnosti půdy a hloubka kypření. Pokud bude hloubka zpracování půdy do 0,45 m, je potřeba měrný příkon kolem $50 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-1}$. [9]

3.2.2.2 Kombinované kypřiče pro postupné kypření půdy do narůstající hloubky

Hlavním znakem těchto strojů je, že půda je postupně kypřena do narůstající hloubky. Nejprve dochází k mělkému zpracování půdy talířovými pracovními nástroji, poté následují dláta, která zpracují půdu až do hloubky 0,2 – 0,25 m. Poslední řada pracovních nástrojů bývá tvořena dláty s bočními křídly, která zpracovávají půdu do hloubky 0,45 m. Výhodou několikaúrovňového kypření půdy je, že při jednom přejezdu soupravy tažený prostředek přejíždí po nenakypřené půdě, což chrání půdu před zhutňováním. Další výhodou je, že při postupném zvětšování hloubky kypření zajišťuje dobré podmínky pro zvětšení objemu půdy, snižuje riziko tvorby velkých hrud a minimalizuje počty pracovních operací. [4, 10]

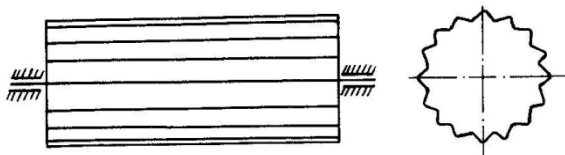


Obr. 3.19 Kombinovaný kypřič pro postupné kypření do narůstající hloubky [28]

3.2.3 Válce používané u kypřičů

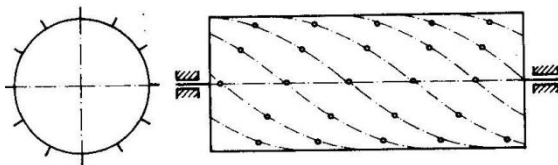
Hlavním úkolem válců je utužení nakypřeného povrchu půdy, obnovení kapilarity, drobení hrud, urovnání pole a držení hloubky pracovních orgánů stroje. Podle konstrukce a funkce válců rozeznáváme základní typy:

- **hladký válec**; pracovním orgánem je dutý hladký válec otáčející se volně vzhledem k rámu
- **rýhovaný válec**; je podobný hladkému válci s rozdílem povrchu, který tvoří podélné rýhy



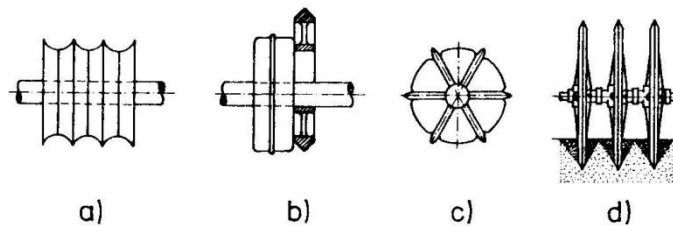
Obr. 3.20 Rýhovaný válec [11]

- **hřbový válec (ježek)**; na plášti válce jsou rozmístěny hřeby. Používá se k rozrušení půdního škraloupu. Hřeby se postupně zapichují do půdy, při tom se půdní škraloup rozruší. [11]



Obr. 3.21 Hřbový válec (ježek) [11]

- **článkový válec**; pracovní orgán tvoří jednotlivé články. Patří sem:
 - kotoučový válec**; skládá se z řady klínových kotoučů, které jsou navlečeny na společné hřídeli. Většinou bývají dvousledové, takže se obě řady kotoučů vzájemně čistí od nalepené půdy. Půda je hlouběji utužená než u válců hladkých.
 - prstencový válec (cambridge)**; na společné hřídeli jsou navlečeny střídavě úzké klínové nebo hladké válce a ozubené prstence, které mají větší průměr než prstence hladké nebo klínové. Jsou používány k utužení povrchu za současného drcení hrud.
 - hrudořez**; činnou částí jsou kotouče s hroty, které jsou uloženy na společné hřídeli. Obvykle se používají jako dvousledové a slouží k rozřezání pevnějších hrud.
 - pěchovací válce**; jsou úzké kotouče, jejichž obvod je buď hladký nebo ozubený. Vnikají do ornice až do hloubky 0,15 m a utužují spodnější vrstvy. Povrch půdy zůstává kyprý. [11]

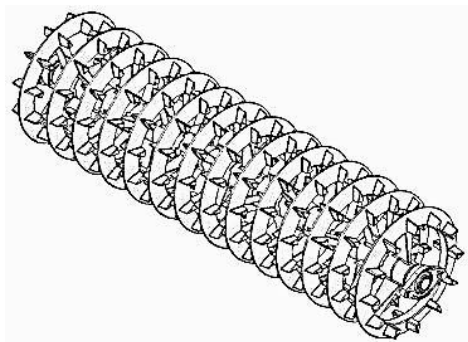


Obr. 3.22 Článkové válce: a)kotoučová válec, b)prstencový válec, c)hrudořez, d)pěchovací válec [11]

- **prutové válce**; pruty se zaboří do půdy, přitom spodnější vrstvy mírně stlačují a vrchní vrstvu rozdrobí a prokypří. Používají se při předseťové přípravě půdy.
- **kombinované válce**; pracovní orgán je kombinací dvou a více válců, které byly uvedeny výše. [11]

Další varianty válců, které vychází ze základních typů:

- **Crosskill válec**; na společné hřídeli jsou ve vzdálenosti cca 100 mm od sebe nasazeny úzké ocelolitěné kotouče o průměru 500 až 600 mm se stranovými zuby kapkovitého tvaru, obvodový břit bývá hladký. Při práci utužují spodní vrstvy půdy, postranní zuby drtí hroudy.



Obr. 3.23 Crosskill válec [29]

- **gumový válec (pneumatikový)**; provedení pneumatikových válců:
 - a) samostatné pneumatiky na jednokloubovém závěsu, plněné vzduchem nebo polyuretanovou pěnou
 - b) pneumatiky nasazené na ocelovém válci vyztužené plastovými kroužky

Pneumatikové válce dobře drtí hroudy na povrchu půdy a zároveň utužují půdu do hloubky 30 až 50 mm.

4 METODIKA MĚŘENÍ

4.1 Cíl měření

Cílem měření bylo porovnat vliv úhlů pracovních orgánů radliček na výsledné promíchání posklizňových zbytků ozimé pšenice. Stupeň promíchání byl vyhodnocován stanovením výsledné pokrývnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky po přejetí soupravy traktoru a kypřiče při rozdílných pracovních hloubkách stroje a rychlostech. V polně-laboratorním měření byly posuzovány kombinované kypřiče Väderstad Cultus (kypřič A) a Lemken Karat (kypřič B). Jako energetický prostředek pro oba stroje byl zvolen traktor John Deere 8330. Měření předcházela výběr pokusného místa, ke kterému byla jako pomůcka použita výnosová mapa pozemku. Vhodně zvolené stanoviště pro měření se podrobilo odběrům vzorků půdy pro stanovení fyzikálních vlastností půdy na pokusném místě. Vzhledem k tomu, že na kypřičích nemohly být použity nové pracovní orgány, bylo také stanoveno jejich procentuální opotřebení a další pomocná měření. Poté mohlo být provedeno samotné měření pokrývnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky. Výsledky byly vyhodnoceny a tyto stroje byly zařazeny do technologií zpracování půdy.

4.2 Měřicí soupravy

4.2.1 Traktor John Deere 8330

Jako energetický prostředek pro oba kypřiče byl zvolen traktor John Deere 8330. Rozhodujícím kritériem pro volbu bylo splnění požadavku na výkon traktoru pro agregaci s měřenými kypřiči. Bližší technické údaje o traktoru jsou uvedeny v tab. 4.1.



Obr. 4.1 Traktor John Deere 8330

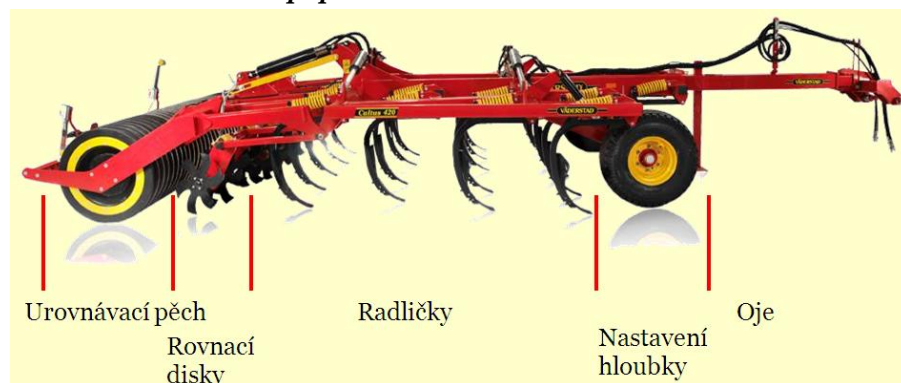
Tab. 4.1 Technické údaje traktoru John Deere 8330 [34]

Motor		
Typ		přepíňovaný
Chlazení		kapalinou
Objem	cm ³	9000
Počet válců	ks	6
Jmenovitý výkon	kw/k při 2100 min ⁻¹	199/270
Maximální kroutící moment	Nm při 1600 min ⁻¹	1235
Převodovka		
Model		AutoPower
Typ		plynulá
Konstrukční rychlost (max.)	km.h ⁻¹	42
Třibodový závěs		
Maximální zvedací síla	kN	52
Hydraulika		
Jmenovitý tlak	Mpa	20
Rozměry		
Délka	mm	5640
Šířka	mm	2480
Výška	mm	3360
Světlá výška	mm	610
Rozvor	mm	3020
Hmotnosti		
Pohotovostní hmotnost	kg	10100 - 13850

4.2.2 Väderstad Cultus CS 420 (kypřič A)

Radličkový kypřič Cultus je určen pro různé pracovní operace při zpracování půdy. Je vhodný pro všechny typy půd. Pracovní hloubky stroje jsou závislé na použitých pracovních orgánech (radličkách) a jsou v rozmezí od 0,08 do 0,25 m. Stroj je určen především pro minimalizační postupy zpracování půdy jako náhrada pluhu. Pro polně-laboratorní měření je nazván jako „kypřič A“. [30, 31]

4.2.2.1 Konstrukce a popis



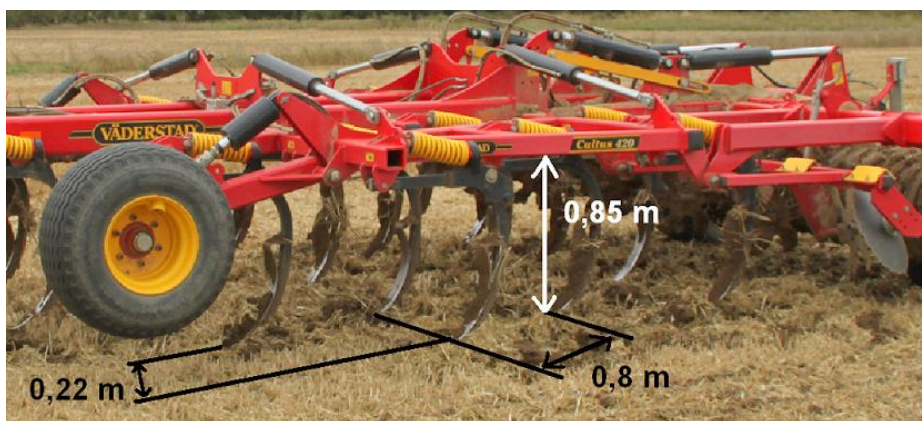
Obr. 4.2 Popis funkčních částí kypřiče Cultus CS 420 [30]

- Radličky

Kypřič má čtyři nosníky radliček a ojedinělé řešení, kdy dvě radličky jsou přesunuté dopředu na pátý, přídavný nosník. Stroj má díky tomu velmi dobrou průchodnost posklizňových rostlinných zbytků i v mokřích podmínkách. Ta je dána také vysokou světlostí rámu, rozstupem radliček a roztečí mezi řadami (viz. tab. 4.2 a obr. 4.3). [31]

Tab. 4.2 Technické údaje kypřiče Väderstad Cultus CS 420

Požadavek na tahový výkon	k	210 – 290
Pracovní záběr	m	4,2
Pracovní hloubka	m	0,05 – 0,25
Počet pracovních orgánů	ks	19
Rozteč mezi radličkami v řadě	m	0,8
Rozteč mezi řadami	m	0,8
Rozestup radliček	m	0,2
Světlost-průchodnost pod rámem	m	0,85
Hmotnost	kg	5 600



Obr. 4.3 Popis rozměrů kypřiče Väderstad Cultus

Pracovní orgán měřeného kypřiče se skládá ze tří částí – slupice, odhrnovačky a ostří (viz. obr. 4.4). Díky tvaru a zahnutí slupice je průchod zeminy nasměrován nahoru podél radličky. Ostří láme půdu, která směřuje volně nahoru (viz. obr. 4.4 (bod 1)). Díky úhlu zahnutí odhrnovaček je půda odhrnována dopředu a cirkulační pohyb dále zvyšuje stupeň promíchání, dokud zemina nedosáhne povrchu (bod 2) a je znovu vytahována směrem nahoru. Tím se výrazně zvětšuje stupeň promíchání posklizňových zbytků s půdou v celém zpracovávaném průřezu ornice. [31]



Obr. 4.4 Popis pracovního orgánu a znázornění cirkulačního pohybu půdy[31]

Stroj byl vybaven pružinovým jištěním proti přetížení při najeť na překážku. Vypínací tlak u tohoto provedení je 400 – 450 kPa. Slupice je schopná se vychýlit o 0,25 m směrem nahoru. Při překonání překážky se opět vrací do původní pracovní polohy. Použitý typ ostří radličky bylo tzv. dláto se šířkou 80 mm. Vhodná pracovní hloubka pro tento typ je 0,05 – 0,25 m. Má široké spektrum nasazení, při kterém může být použito od lehkých po těžké půdy. Použitý typ odhrnovačky byl pod obchodním názvem MixIn. [30, 31]

- Rovnací disky

Urovňovací disky jsou uloženy za radličkami, aby nedocházelo k nahromadění materiálu. Rozdělují vyhozenou ornici a urovňávají půdu před urovňovacím pěchem. Talíře jsou pružně uloženy variantou jištění pomocí gumových silentbloků (viz. obr. 3.9) a mohou se tak vyhnout pevným překážkám. [31]

- Rovnací ocelový pěch

Tento pěch je vhodný pro těžší typy půd, kdy je nutno více a agresivněji drobit a utužovat povrch půdy. Pěch má průměr 0,6 m a může pracovat i ve vlhkých podmínkách. Má totiž dobrou schopnost se neustále čistit. [31]

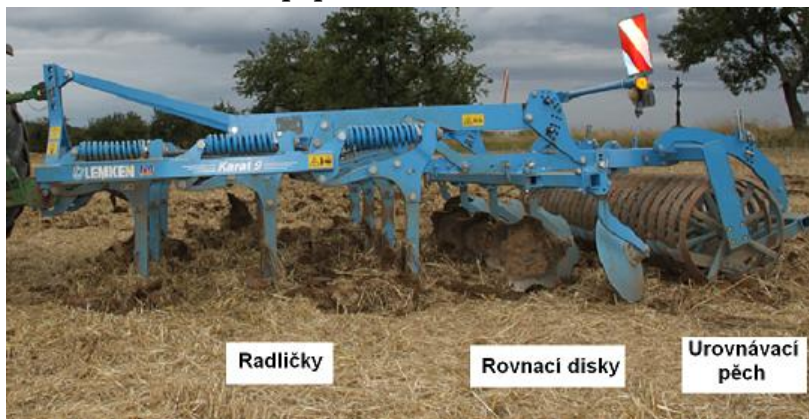
- **Nastavení pracovní hloubky**

Pracovní hloubka se snadno nastavuje pomocí hydrauliky z kabiny traktoru. Široká přední opěrná kola zajišťují kypřiči spolu se zadním válcem (rovnací ocelový pěch) přesné vedení stroje v nastavené pracovní hloubce. Tyto dvě funkční části kypřiče jsou spojeny v jednom hydraulickém okruhu, tím pádem není zapotřebí žádné oddělené nastavování. [31]

4.2.3 Lemken Karat 9/300 (kypřič B)

Radličkový kypřič je určen pro různé pracovní operace při zpracování půdy. Je vhodný jak pro první mělké a celoplošné zpracování strniště po přejezdu mlátičky, tak i pro následné hlubší operace zpracování půdy s intenzivním promísením. Pracovní hloubky stroje jsou závislé na použitých pracovních orgánech (radličkách) a jsou v rozsahu od 0,05 do 0,3 m. Stroj je určen především pro univerzální použití jak pro mělké zpracování půdy (podmítka) tak pro minimalizační postupy zpracování půdy jako náhrada pluhu. Pro polně-laboratorní měření je nazván jako „kypřič B“. [32]

4.2.3.1 Konstrukce a popis



Obr. 4.5 Popis funkčních částí kypřiče Karat 9/300

- **Radličky**

Kypřič má tři řady radliček. Díky velké světlosti rámu má stroj velmi dobrou průchodnost posklizňovým rostlinným zbytkům, i v mokřích podmínkách. Ta je dána také rozstupem radliček a roztečí mezi řadami (viz. tab. 4.3 a obr. 4.6). [32]

Tab. 4.3 Technické údaje kypřiče Lemken Karat 9/300

Požadavek na tahový výkon	k	105 – 150
Pracovní záběr	m	3
Pracovní hloubka	m	0,05 – 0,3
Počet pracovních orgánů	ks	11
Rozteč mezi řadami	m	0,7
Rozestup radliček	m	0,27
Světlost-průchodnost pod rámem	m	0,85
Hmotnost	kg	850



Obr. 4.6 Popis rozestupu pracovních orgánů kypřiče Lemken Karat

Pracovní orgán měřeného kypřiče se skládá ze tří částí – slupice, odhrnovačky a ostří (viz. obr. 4.7). Díky tvaru a zahnutí slupice je průchod zeminy nasměrován nahoru podél radličky. Ostří láme půdu, která směřuje volně nahoru (viz. obr. 4.7 (bod 1)) a je odhrnována odhrnovačkou. Úhel zahnutí slupice a odhrnovačky udává směr toku půdy. Ten proudí směrem nahoru a částečně dopředu bez tzv. cirkulačního pohybu (bod 2), jako byl u pracovního orgánu druhého měřeného kypřiče Väderstad Cultus.



Obr. 4.7 Popis pracovního orgánu a znázornění odlišného pohybu půdy oproti cirkulačnímu [31, 32]

Stroj byl vybaven pružinovým jištěním proti přetížení při najetí na překážku. Vypínací tlak u tohoto provedení je 550 kPa. Slupice se díky jištění vychýlí směrem nahoru a dozadu. Při překonání překážky se opět vrací do původní pracovní polohy. Použité ostří radličky bylo se šířkou 80 mm, typ K8P. Má široké spektrum nasazení, při kterém může být použita od lehkých po těžké půdy. Vhodná pracovní hloubka pro tento typ je 0,05 – 0,3 m. Typ odhrnovačky byl univerzální pro široké použití s produktovým označením KL8. [32]

- **Rovnací disky**

Urovnávací disky jsou uloženy za radličkami, aby nedocházelo k nahromadění materiálu. Rozdělují vyhozenou ornici a urovnávají půdu před urovnávacím pěchem. Talíře jsou uloženy napevno, jištěné střížným šroubem a jsou uloženy na společném nosníku se zadním válcem. [32]

- **Urovnávací pěchovací válec**

Průměr válce je 0,6 m. Sestává z prstenců vzdálených 125 mm, mezi kterými jsou škrabky. Ty zajišťují čištění válce a zabraňují nalepení půdy a jeho ucpání. Je vhodný především pro použití do těžkých půd a při setí do mulče. [32]

- Nastavení pracovní hloubky

Pracovní hloubka se nastavuje pomocí zadního válce, který zajišťuje přesné vedení stroje v nastavené pracovní hloubce. Rovnoměrné nastavení hloubky v celé délce stroje nezáleží pouze na zadním válci, ale také na správném seřízení tříbodového závěsu traktoru, ke kterému je kypřič připojen. To záleží konkrétně na nastavení třetího bodu.

4.2.4 Stanovení procentuálního opotřebení použitých radliček

Na měřených kypřičích nebyly použity nové radličky, proto bylo zapotřebí stanovit procentuální opotřebení pracovních orgánů. Opotřebení se stanovovalo vážením nových radliček, radliček opotřebovaných a radliček použitých na kypřičích při měření. Každá z variant byla měřena v pěti opakováních. Výsledky jsou uvedeny v tab. 4.4 a 4.5. Z naměřených hodnot se určilo, jakou hmotnost průměrně ztratí radlička dokud není vyměněna za nový neopotřebovaný kus. Tuto hodnotu je možné zjistit při odečtení průměrné hmotnosti nových radliček a průměrné hmotnosti radliček určených k vyřazení (opotřebovaných). Další důležitou hodnotou při výpočtu byla hmotnost radliček použitých při měření. Z každé této váhy byla odečtená váha průměrně opotřebované radličky, aby se mohla určit zbytková životnost použité radličky (viz. Výpočet opotřebení radličky), který nebyl čerpán z žádné literatury, ale byl odvozen pouze pro tento způsob stanovení opotřebení.

Výpočet opotřebení radličky:

$$x = 100 - \frac{100}{\check{z}r} * Z\check{z}r$$

$$x = 100 - \frac{100}{(\sum N - \sum Op)} * P - \sum Op$$

Žr.....průměrná hmotnost, kterou radlička ztratí při 100 % opotřebení

Zžr.....hmotnost, která udává zbytek životnosti u konkrétní radličky

Tab. 4.4 Radličky kypříče A

Poř. číslo	Hmotnost nové radličky N [g]	Hmotnost opotřebené radličky Op [g]	Hmotnost radličky použité při měření P [g]	Opotřebení použitých radliček x [%]
1	2559	1325	2384	15,6
2	2593	1109	2230	26,7
3	2608	1378	2268	24
4	2619	1285	2179	30,4
5	2627	968	2210	28,2
\bar{x}	2601	1213	2254	25

Tab. 4.5 Radličky kypříče B

Poř. číslo	Hmotnost nové radličky N [g]	Hmotnost opotřebené radličky Op [g]	Hmotnost radličky použité při měření P [g]	Opotřebení použitých radliček x [%]
1	2359	1187	1828	42
2	2427	813	1915	35,6
3	2419	1002	2034	26,9
4	2391	1238	1985	30,5
5	2405	946	2129	19,9
\bar{x}	2400	1037	1978	31

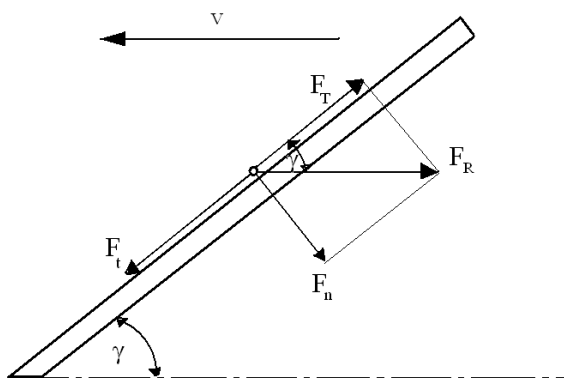
Výsledné opotřebení radliček použitých na kypřících v době měření bylo v případě kypříče A 25 %. V případě kypříče B 31 %. Z výsledků je stanoveno, v jakém stádiu opotřebení byly radličky použité při měření.

4.2.5 Vliv úhlů pracovních orgánů porovnávaných kypřičů na tok zeminy

Porovnávané kypřiče v polně-laboratorním měření měly použity odlišné pracovní orgány. Odlišnost byla dána jak konstrukčními úhly slupic, tak úhly odhrnovaček.

- Vliv jednotlivých úhlů na práci radličky

Pokud je hodnota úhlu γ příliš velká (viz. obr. 4.8), třecí síla, která vzniká mezi stéblem a ostřím zabraňuje klouzání stébla po ostří. Stébla se začnou na něm hromadit a hrnout zeminu. Naopak při velmi malém úhlu γ by radlička byla pro určitou šířku záběru velmi dlouhá. To by způsobovalo z konstrukčního hlediska problémy, proto velikost úhlu γ bude ohraničená dvěma mezními hodnotami: $\gamma_{\min} < \gamma_{\text{opt}} < \gamma_{\max}$. Úhel γ_{\max} můžeme vyjádřit z podmínky kluzkého řezu. [35]



Obr. 4.8 Síly působící na ostří radličky

Při pohybu radličky narazí ostří na kořen rostliny, který bude proti pohybu radličky působit odporem F_R , (viz. obr. 4.8). Rozložením odporu F_R na složky dostaneme normálovou složku F_n a tečnou složku F_T . Ta se bude snažit posouvat kořen po ostří radličky. Proti posouvání kořene bude působit síla F_t . [35]

Její velikost je: $F_t = F_n \cdot \text{tg } \varphi$

Hodnota třecího úhlu (φ) kořene na ostří je $40 - 45^\circ$. Kořeny se plynule přerézávají, pokud $F_T > F_t$.

Z obrázku vyplývá:

$$F_T = F_R \cdot \cos \gamma$$

$$F_n = F_R \cdot \sin \gamma$$

$$F_R \cdot \cos \gamma > F_R \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$$\operatorname{cotg} \gamma > \operatorname{tg} \varphi$$

$$\operatorname{tg} (90 - \gamma) > \operatorname{tg} \varphi$$

$$90^\circ - \gamma > \varphi$$

$$\gamma < 90^\circ - \varphi$$

Pokud vezmeme v úvahu, že maximální hodnota třecího úhlu $\varphi = 45^\circ$, potom:

$$90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$$

$$\gamma_{\max} = 45^\circ$$

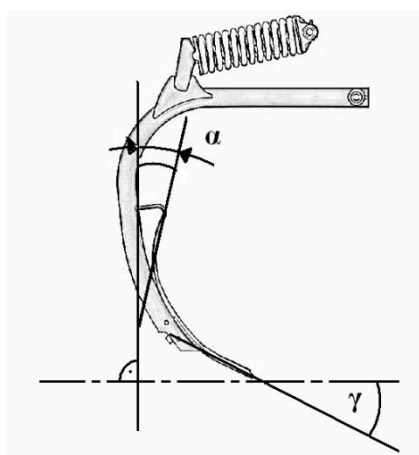
Zkouškami se však zjistilo, že na pohyb kořenů po ostří radličky má velký vliv nalepování zeminy na radličku. To závisí na tvaru a stavu povrchu radličky a na vlhkosti půdy. Pokud budeme brát v úvahu tyto faktory, pak úhel γ musí být menší než γ_{\max} . Za minimální hodnotu úhlu γ je doporučovaná hodnota 30° , která se určila praktickými a konstrukčními podmínkami. Hodnota postavení radličky ke směru pohybu bude potom $30^\circ < \gamma < 45^\circ$. [35]

V případě kypřiče A, tvar uzpůsobení pracovního orgánu má vliv na tok zeminy a způsoboval tzv. cirkulační pohyb (viz. obr. 4.4). Ostří radličky láme půdu, která směřuje volně nahoru. Díky úhlu zahnutí slupice spolu s odhrnovačkou je půda odhrnována dopředu před pracovní orgán, dokud zemina nedosáhne povrchu půdy. Poté je znovu vytahována směrem nahoru a promíchávána. V případě kypřiče B, tvar zahnutí slupice a odhrnovačky ovlivňuje tok zeminy odlišně. Ten je nasměrován nahoru podél radličky. Ostří tedy láme půdu, která směřuje volně nahoru a je odhrnována odhrnovačkou. Zemina tedy proudí směrem nahoru a částečně dopředu bez tzv. cirkulačního pohybu, (viz. obr. 4.7). [31]



Obr. 4.9 Znárodnění toku zeminy u porovnávaných kypřičů [31, 32]

Šířka pracovních orgánů u měřených kypřičů byla stejná. Ta činila u ostří radliček a odhrnovaček 80 mm. Úhly pracovních orgánů byly na kypřičích měřeny podle obrázku 4.10. V případě kypřiče B byl naměřen úhel $\alpha = 0^\circ$ a úhel $\gamma = 30^\circ$. Kypřič A měl naměřen úhel $\alpha = 30^\circ$ a úhel $\gamma = 45^\circ$.



Obr. 4.10 Schéma měření úhlů na pracovních orgánech

Předmětem polně-laboratorního měření bylo prokázat, zda takto odlišné úhly pracovních orgánů mají vliv na zapravení posklizňových zbytků do půdy. Tento vliv se prokazoval výslednou pokryvností povrchu půdy posklizňovými zbytky po přejetí kypřiči při různě volených hloubkách zpracování půdy a rychlostech.

4.3 Charakteristika pracoviště

Měření bylo provedeno na vybraném pozemku zemědělské společnosti Rolnická společnost Přeskače s.r.o., která hospodaří na 1150 ha v Jihomoravském kraji v 8 katastrech na okrese Znojmo. Společnost uplatňuje od roku 1991 minimalizační postupy zakládání porostů plodin. Z větší části byly porosty zakládány po mělkém zpracování půdy do 0,15 m talířovými kypřiči. Později se začaly využívat také kypřiče radličkové, kterými se půda zpracovává až do dnešní doby.

Pro polně-laboratorní měření byl vybrán pozemek nedaleko hlavního sídla společnosti. Podle historického lidového pojmenování se pozemek nazývá Velké Žleby. Jeho výměra je podle katastrální mapy v LPIS 20,13 ha. Půdní typ je hnědozem. Samotnému měření předcházelo vytvoření výnosové mapy pozemku. Důvodem pro vytváření této mapy je, že na jakémkoli pozemku jsou více či méně odlišné výnosy plodin, které ovlivňují množství posklizňových zbytků. Je to dáno tím, že půdní bloky mohou mít heterogenní vlastnosti v zásobenosti půdy živinami. Dalšími rozdíly mohou být i rozdíly v půdním druhu a půdním typu. Proto bylo za pomoci výnosové mapy vybráno nejvhodnější měřicí místo, kde se nachází stejné množství posklizňových zbytků.



Obr. 4.11 Půdní blok vybraný k polně-laboratornímu měření

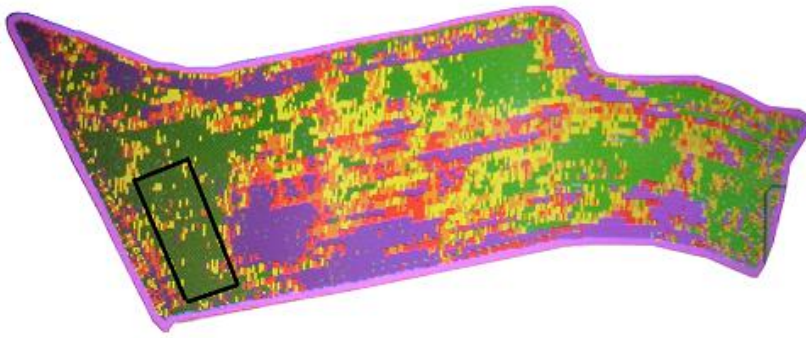
4.3.1 Vytvoření výnosové mapy

Aby bylo měření co nejpřesnější, byla pro výběr pokusného místa na měření pokrývnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky použita jako pomůcka výnosová mapa pozemku. Pomocí mapy bylo vybráno pokusné místo se stejným množstvím posklizňových zbytků.

V praxi je známo, že každý půdní blok má heterogenní vlastnosti. Znamená to, že se mohou na pozemku nacházet místa s odlišným půdním typem, půdním druhem, podložím nebo s rozdílnými obsahy živin zastoupených v půdě. Vlastnosti jednotlivých míst v mnoha případech výrazně ovlivňují výnos pěstované plodiny a porosty nejsou vyrovnané. Různé výnosy plodin na pozemku mají přímý vliv na celkové množství posklizňových zbytků. Vliv může být nejen v hustotě porostu (počet rostlin na m^2), ale i na velikosti rostlin a jejich objemu. Aby nedocházelo ke zkreslování výsledků pokrývnosti, byla vytvořena výnosová mapa za pomoci sklízecí mlátičky vybavené pro tvorbu těchto map. Díky signálu GPS a výnosovému senzoru může stroj při pohybu po pozemku vytvářet mapu z aktuálně naměřených dat výnosu. Výnosové mapy se v praxi dále využívají ke stanovování aplikačních map, které udávají zásobu živin v půdě. Takto zpracované informace se používají k dodávání potřebného množství hnojiva do půdy, aby porost pěstované plodiny byl co nejvíce výnosově vyrovnaný.

V našem případě byla vytvořena mapa, která znázorňovala místa s výnosy ozimé pšenice v barevném odlišení s hodnotami:

- a) fialová barva: $<4,5 \text{ t.ha}^{-1}$
- b) červená barva: $4,5 - 5 \text{ t.ha}^{-1}$
- c) oranžová barva: $5 - 5,5 \text{ t.ha}^{-1}$
- d) žlutá barva: $5,5 - 6 \text{ t.ha}^{-1}$
- e) zelená barva: $6 - 6,5 \text{ t.ha}^{-1}$



Obr. 4.12 Výnosová mapa získaná ze sklízecí mlátičky s vybraným pokusným místem

Na základě získaných informací o pozemku bylo vybráno nejvhodnější pokusné místo. Výběr nespočíval pouze ve vybrání místa se stejným výnosem. Vybrané místo muselo dále splňovat požadavky na minimální rozměry. Za minimální rozměr byla určena délka parcely 100 m ve směru, v jakém je pozemek zpracováván. Důvodem bylo, aby souprava traktoru s kypřičem dosáhla bez problémů požadovaných rychlostí bez jejich kolísání. Kolísání rychlosti může být ovlivněno překonáváním změny nadmořské výšky terénu, proto bylo měřicí místo vybráno na rovině. Tyto požadavky nejlépe splňovalo místo znázorněné černým rámečkem na obr. 4.12.

Pro polně-laboratorní měření byla dále přizpůsobena sklizeň tak, aby sklizňová linka co nejméně ovlivnila utužení půdy. Po půdním bloku se tedy pohybovala pouze jedna sklízecí mlátička. Odvozové prostředky na pole nevjížděly. Tím se zabránilo dodatečnému nežádoucímu utužení půdy mimo místa po přejetí sklízecí mlátičkou, kolejové řádky a místa, kde přejížděly stroje při zakládání porostu ozimé pšenice na podzim loňského roku. Místa přejetí sklízecí mlátičkou a kolejové řádky byly na vybraném pokusném místě viditelně označeny, aby nebyly zpracovávány kypřiči a neovlivňovaly výsledky měření. Na takto vybraném pokusném místě byly dále odebírány a váženy posklizňové zbytky v několika opakováních pro stanovení jejich průměrné hmotnosti z určené plochy a odběry vzorků půdy pro stanovení fyzikálních vlastností půdy zkoumaného místa.

4.3.2 Stanovení hmotnosti posklizňových zbytků na vybraném pokusném místě

Z výnosové mapy bylo zjištěno, že se výnos ozimé pšenice na vybraném pokusném místě pohyboval v rozmezí 6 až 6,5 t.ha⁻¹. Vážení posklizňových zbytků bylo prováděno pro kontrolu, zda má výnos zrna sklizené plodiny vliv na množství posklizňových zbytků. Určilo se tím, zda nejsou na měřeném úseku místa s výrazným výkyvem množství posklizňových zbytků, které by mohly ovlivnit výsledky měření. Tyto výsledky jsou však částečně ovlivněné rovnoměrným rozvrstvením podrcené slámy sklízecí mlátičkou. Na pokusném místě byly odebrány posklizňové zbytky z plochy 0,5 m². Tuto plochu vymezoval měřicí rámeček, který byl dále použit při stanovování pokryvnosti, (viz. obr. 4.13). Vzorky byly odebrány v pěti opakováních, vysušeny a zváženy. Před odběrem každého vzorku byl pořízen fotografický snímek pro stanovení procentuální pokryvnosti povrchu půdy před zpracováním půdy kypřiči. Metoda stanovení pokryvnosti je popsána v kapitole Charakteristika metodiky. Vážení vzorků bylo provedeno na digitální váze s uváděnou přesností ± 1 g. V tab. 4.6 jsou uvedeny výsledky odebraných vzorků.



Obr. 4.13 Vymezení plochy pro odběr slámy měřicím rámečkem

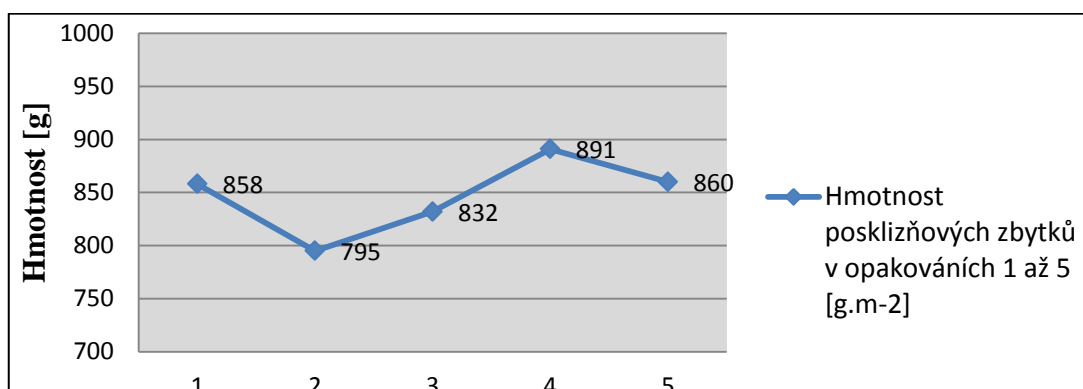
Tab. 4.6 Výsledky odběrů posklizňových zbytků

Poř. číslo (i)	Hmotnost sušiny posklizňových zbytků x [g.m ⁻²]	Pokryvnost [%]	Rozdíl hodnot $\overline{(x - x_i)}$ [%]	Relativní směrodatná odchylka σ_r [%]
1	858	100	11	3,6 %
2	795	100	52	
3	832	100	15	
4	891	100	44	
5	860	100	13	
\overline{x}	847	100	-	-

Vzorec pro výpočet relativní směrodatné odchylky:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \overline{x})^2}$$

$$\sigma_r = \frac{\sigma}{\overline{x}} 100 \%$$



Obr. 4.14 Graf znázornění rozdílného množství posklizňových zbytků z odebraných vzorků na pokusném místě

Z výsledků je patrné, že hmotnosti posklizňových zbytků se od průměru pohybovaly se směrodatnou odchylkou 3,6 %. Pokryvnost byla v každé z měřených variant stanovena jako 100 %. Vzhledem k tomu, že možné rozdíly v množství posklizňových zbytků na celém pozemku by teoreticky podle výnosové mapy byly značné, rozdíly naměřených hodnot na měřicím místě jsou minimální.

4.3.3 Charakteristika půdních poměrů

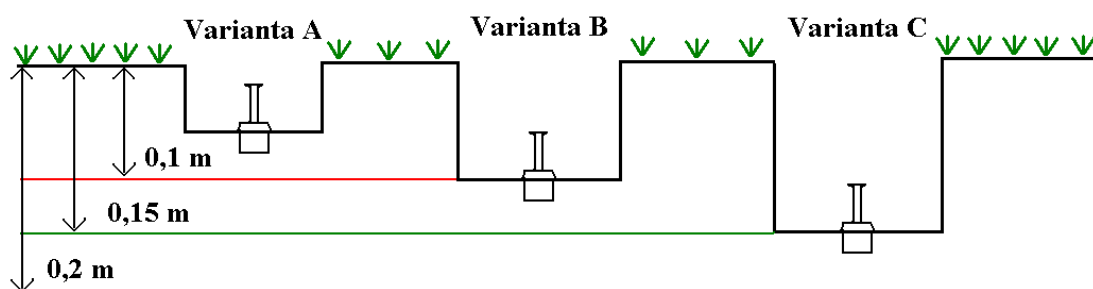
Půdní poměry byly stanovovány pomocí odběru neporušených půdních vzorků tzv. Kopeckého válečků. Neporušený půdní vzorek znamená, že se půda ve vzorku nachází ve svém přirozeném uložení. Tato metoda slouží k určení základních fyzikálních vlastností půdy. Můžeme tím určit nejen hmotnostní, ale i objemový poměr pevné, kapalné a plynné fáze půdy. [15]

4.3.3.1 Odběr vzorků

Vzorky byly odebírány z míst, které byly vytyčeny pro následné měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky po přejetí kombinovanými kypřiči. Závislost pokryvnosti se stanovuje podle vlivu kypřiče na půdu při rozdílných pracovních podmínkách, jako je hloubka zpracování půdy, rychlost soupravy traktoru a kypřiče, druh použitých pracovních orgánů atd. Měření bylo prováděno ve třech variantách podle hloubek v rozmezí: 0 – 0,1 m; 0,1 – 0,15 m; 0,15 – 0,2 m, (viz. tab. 4.7). Odběry vzorků půdy byly tedy prováděny v těchto hloubkách, každý v pěti opakováních. Jako pomůcky byly použity odběrné válečky s víčky, rýč, odběrová hlava, gumová palička, metr, nůž a sáčky s popisky. Pro odebrání každého vzorku byla odstraněna potřebná vrstva ornice do určité hloubky tak, aby bylo možné odebrání neporušeného vzorku z půdního profilu, (viz. obr. 4.15).

Tab. 4.7 Označení variant odběrů neporušených vzorků půdy

Varianta odběru		Pořadové číslo opakování
označení	hloubka odběru h [m]	
A	0 – 0,1	1 - 5
B	0,1 – 0,15	
C	0,15 – 0,2	



Obr. 4.15 Schéma odebírání vzorků půdy

Vhodná hloubka odběru byla stanovována pomocí metru. Každý z odebíraných válečků se opatrně zatlačoval do půdy pomocí odběrné hlavy a gumové paličky. Váleček se vyrýpl a přebytečná zemina byla odstraněna, popřípadě seříznuta ostrým nožem (viz. obr. 4.16). Takto zpracovaný vzorek byl zavíčkovaný, popsán a uložen do přepravní bedny na následné laboratorní rozbory.



Obr. 4.16 Postup odběru neporušeného vzorku

4.3.3.2 Výsledky rozboru neporušených půdních vzorků

Ze vzorků byly stanovovány tyto parametry: objemová hmotnost redukovaná, pórovitost, retenční vodní kapacita, póry kapilární, póry semikapilární, póry nekapilární, vlhkost půdy a minimální vzdušná kapacita.

- Objemová hmotnost redukovaná:

Udává hmotnost jednotky objemu půdy vysušené a neporušené. Objemové hmotnosti se v průběhu vegetačního období mění. Její změny jsou způsobené bobtnáním a smršťováním půdy při změnách vlhkosti, mrazem, změnou půdní struktury, obděláváním, rozvojem kořenového systému. Patří mezi základní data pro posuzování půdní kvality jako indikátor půdní struktury a pevnosti ve stříhu. Hodnoty objemové hmotnosti mají tendenci vzrůstat směrem do hloubky. V tab. 4.8 jsou uvedeny průměrné hodnoty objemové hmotnosti pro hnědozemě v ČR v porovnání se zjištěnými hodnotami ze vzorků odebraných na půdním bloku, kde bylo provedeno měření. [12]

Tab. 4.8 Průměrné objemové hmotnosti hnědozemí v ČR(Kňakal, 2000) v porovnání s měřenými vzorky

Horizont	Průměrné hodnoty v ČR [kg.m ³]	Varianta měření	\bar{x} [kg.m ³]
Ornice	1 400	Varianta A (0,1 m)	1 266
		Varianta B (0,15 m)	1 392
		Varianta C (0,2 m)	1 618
Podorničí	1 510	neměřeno	-
Spodina	1 490	neměřeno	-

Kritické hodnoty objemové hmotnosti redukované indikují škodlivé zhutnění podorničí (a tím spíše ornice). Hodnota, při kterých jsou vyžadovány agromeliorační zásahy, je pro hnědozemě stanovená $>1\,450\text{ kg.m}^3$. Z tab. 4.8 je patrné, že v případě varianty C (0,2 m) je vytvořená zhutnělá vrstva půdy.

- Pórovitost:

Půda není hmotou kompaktní, ale porézní. Mezi tuhou fází půdy a jejich shluky (agregáty) jsou volné prostory, které označujeme jako půdní póry. Ty umožňují pronikání vody a vzduchu do půdy. To ovlivňuje pochody v půdě (zvětrávání, půdotvorné procesy), umožňují pronikání kořenových systémů, život edafonu aj. Pórovitost je charakterizována celkovým objemem pórů, jako souhrnem všech pórů vyjádřených v objemových procentech a zastoupením velikostních skupin pórů (kapilárních, nekapilárních a semikapilárních). [12, 13]

Kapilární póry (jemné) jsou póry, v nichž voda je ovládána kapilárními silami. Zadržují vodu a umožňují její pohyb proti působení gravitace. Pohyb vzduchu je v nich omezený a probíhají v nich chemické, fyzikálně chemické a biologické pochody. [12]

Semikapilární póry (střední) jsou přechodem mezi kapilárními a nekapilárními póry. [12]

Nekapilární póry (hrubé) jsou takové, v nichž působí neomezeně gravitace. Vlivem její síly se voda volně pohybuje do spodiny a na její místo se dostává vzduch. Jejich význam je hlavně pro provzdušnění půdy a vzájemnou výměnu plynů mezi půdou a ovzduším. [12]

Pórovitost je značně ovlivněna obděláváním půdy, objemovými změnami při bobtnání, smršťování a působením mrazu. Dále ji ovlivňuje edafon, kořenový systém rostlin, zrnitostní složení u jednotlivých půdních druhů a půdní struktura. Velký význam má zhutnění půdy, které je vyjádřeno ve stupních ulehlosti, (viz. tab. 4.9).

Tab. 4.9 Porovnání pórovitosti odebraných vzorků s klasifikací půd podle pórovitosti Bretfeld [14]

Označení ulehlosti ornice	Pórovitost středně těžkých a těžkých půd [%]	Kritická hodnota pórovitosti pro hnědozem [%]	Varianty měřených hloubek	Statistický průměr pórovitosti vzorků [%]
kyprá	nad 65	< 45	Varianta A (0,1 m)	52
mírně ulehlá	65 – 55			
ulehlá	55 – 45		Varianta B (0,15 m)	47
velmi ulehlá	pod 45		Varianta C (0,2 m)	39

Z tab. 4.9 je patrné, že se zvyšující se hloubkou vzrůstá ulehlost půdy. V případě varianty B je hodnota 47 % klasifikována jako ulehlá vrstva ornice. Varianta C s hodnotou 39 % je pod kritickou hodnotou pórovitosti. Můžeme tedy říci, že v této hloubce je vytvořena utužená vrstva, která přesahuje škodlivou míru utužení.

4.3.3.3 Shrnutí výsledků půdních rozborů

Z výše uvedených výsledků lze říci, že půda se v době polně-laboratorního měření nacházela ve stavu, který je klasifikován jako kritická mez škodlivého zhutnění půdy.

To bylo vytvářeno díky nevhodně prováděným pracovním operacím v době, kdy má půda vyšší vlhkost a špatně volenou technologií zpracování půdy. Nelze vyvrátit, že tento stav mohl mít dopad na výsledné měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky po zpracování půdy kombinovanými kypřiči.

4.4 Měření pokryvnosti

Na vybraném pokusném místě byly vytyčeny trasy dlouhé 100 m proto, aby souprava traktoru s kypřičem bez problémů dosáhla požadovaného zahloubení kypřiče a rychlosti. Na kypřičích byly nastavovány hloubky zpracování půdy ve třech hodnotách: 100, 150 a 200 mm. Požadované zahloubení kypřičů bylo kontrolováno v průběhu měření pomocí metru a latě, aby nedocházelo ke změnám při měření. Pro každou hloubku zpracování půdy byla měněna rychlost soupravy ve třech hodnotách: 5, 7 a 9 km.h⁻¹. Pro každou z měřících parcel byla tedy zvolena jedna rychlost s nastavenou hloubkou zpracování půdy, (viz. tab. 4.10). Teoreticky byly předpokládány změny působení ověřovaných kypřičů na intenzitu promísení rostlinných zbytků. Předpokládalo se, že tento vliv promísení bude mít dopad na rozdílnou pokryvnost povrchu půdy posklizňovými zbytky. K vyhodnocování výsledků byla vybrána metoda počítačové analýzy obrazu. Tato metoda spočívá v tom, že na měřeném úseku je vymezen povrch o dané ploše. V tomto případě byla zvolena plocha 0,5 m², která byla vymezena měřícím rámečkem. Takto vymezená plocha povrchu pozemku pokrytém posklizňovými zbytky na měřených variantách byla fotografována v šesti opakováních. Snímky byly poté zpracovávány pomocí vytvořeného programu na počítání pokryvnosti.

Tab. 4.10 Označení variant měření

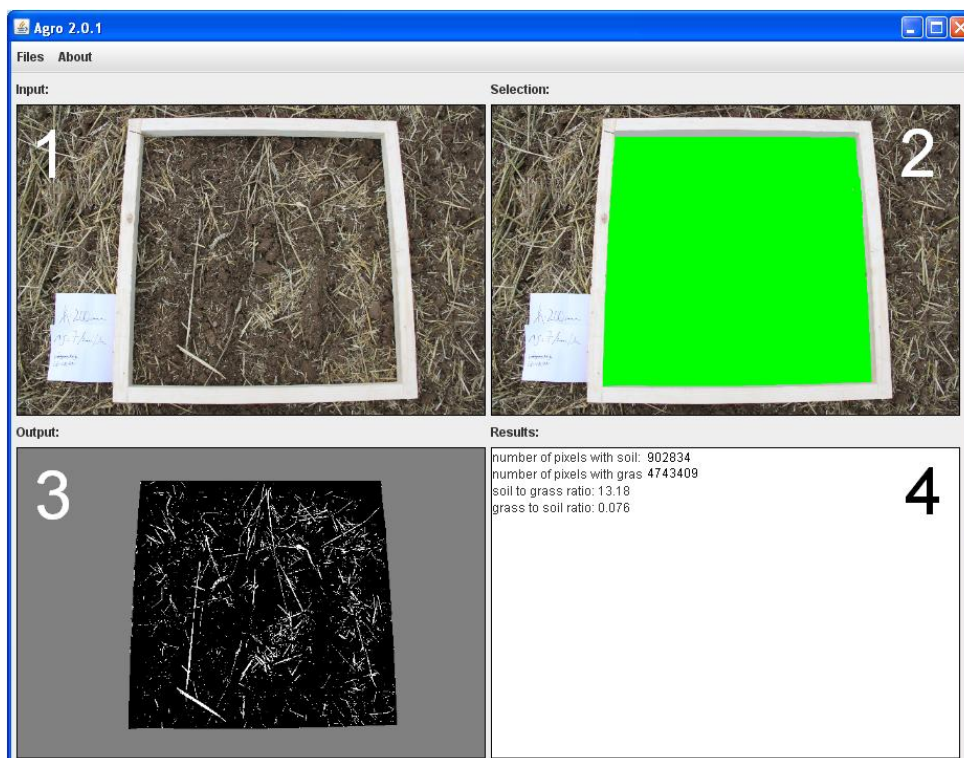
Varianta	Označení kypřiče	Označení hloubky zpracování půdy h		Označení rychlosti soupravy vp	
		označení	hloubka h [mm]	označení	rychlost vp [km.h ⁻¹]
A (Väderstad Cultus)	I	100	1	5	
					II
	III	200	3	9	
B (Lemken Karat)					

5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

5.1 Charakteristika metodiky

K vyhodnocování výsledků byla vybrána metoda počítačové analýzy obrazu. Tato metoda spočívá v tom, že na měřeném úseku je vymezen povrch o dané ploše. V tomto případě byla zvolena plocha $0,5 \text{ m}^2$, která byla vymezena rámečkem o daných rozměrech. Takto vymezená plocha povrchu pozemku pokrytém posklizňovými zbytky na měřených variantách byla fotografována v šesti opakováních. Snímky se poté zpracovávaly pomocí vytvořeného programu na počítání pokryvnosti. Pro měření byl vytvořen program s názvem Agro2.0.1. Tento program byl zdokonalován po předchozích zkušenostech z měření pro bakalářskou práci. Způsob vyhodnocování výsledků se však nezměnil. Principem je, že při fotografování povrchu půdy pokryté posklizňovými zbytky jsou na barevném snímku odlišná spektra barev zeminy a posklizňových zbytků. Při dostatečně odlišných barevných spektrech můžeme takový snímek převést na dvě základní barvy: bílá – rostlinné zbytky, černá – zemina. Z takto upraveného barevného snímku se vyjádřením procentuálního zastoupení barvy bílé a černé určí pokryvnost povrchu půdy posklizňovými zbytky. Procentuální zastoupení barev se dá zjistit jednoduchým způsobem. Každá fotografie se skládá z bezrozměrných barevných bodů o stejné velikosti, nazývaných pixely. Tyto body tvoří na obraze čtvercovou síť. Pokud máme na fotografii vymezenou plochu, v našem případě $0,5 \text{ m}^2$, ze které určíme počet bodů barvy bílé a černé, můžeme jednoduše stanovit výslednou pokryvnost.

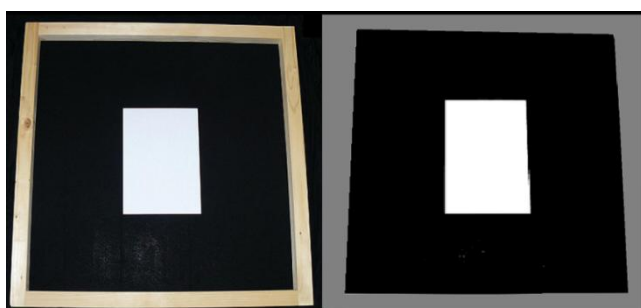
Úpravu barevných fotografií a vyhodnocování procentuálního zastoupení barev bylo prováděno za pomoci zmíněného programu Agro2.0.1. Fotografie se jednotlivě nahrávaly do programu (viz. obr. 4.17 (bod 1)). Ten na nich sám vyhledal plochu uvnitř rámečku a ořízl ji (bod 2). Tuto oříznutou plochu převedl na zmíněné dvě základní barvy (bod 3) a z takto zpracovaného snímku spočítal počet pixelů barvy bílé a barvy černé (bod 4).



Obr 4.17 Fáze zpracování fotografií programem

5.1.1 Určení přesnosti metody analýzy obrazu

Pro určení přesnosti vyhodnocování snímků touto metodou byl vytvořen tzv. etalon. V našem případě to byla uměle vytvořená černá a bílá plocha v měřicím rámečku, která se fotografovala v několika opakováních. Cílem bylo určit, jak velká může být odchylka měření v ideálních podmínkách od skutečného stavu. K vytvoření černé plochy byla použita látka. Do středu rámečku byl položen bílý papír A4, který má rozměry podle ISO standardu 210×297 mm, (viz. obr. 4.18).



Obr. 4.18 Analýza obrazu u etalonu

Papír uprostřed rámečku tedy zaujímá plochu 0,06237 m², což je v ploše 0,5 m² 12,5 %. V tab. 4.11 jsou uvedeny výsledky a rozdíl správné hodnoty od hodnoty naměřené.

Tab. 4.11 *Výsledky analýzy obrazu u etalonu*

Poř. číslo (i)	Pixelů barvy bílé [ks]	Pixelů barvy černé [ks]	Bílá b [%]	Pravdivá hodnota x [%]	Rozdíl hodnot $\overline{(x - b_i)}$ [%]
1	347802	2344164	12,9	12,5	0,4
2	330004	2220262	12,9		0,4
3	352706	2358334	13		0,5
4	344484	2319736	12,9		0,4
5	337196	2282817	12,9		0,4
\bar{x}	342438	2305063	12,9	-	0,4

Z výsledků vyplývá, že při vyhodnocování pokryvnosti za ideálních podmínek se rozdíly měřených hodnot od hodnoty pravdivé v průměru pohybují v rozmezí $\pm 0,4$ %. Rozdíl má spíše tendenci pokryvnost zvyšovat. To může být ovlivněno oříznutím plochy uvnitř rámečku od zbytku fotografie, kdy při nedokonalém oříznutí, které provede program, nedosahuje plocha přesně 0,5 m².

5.2 Výsledné hodnoty pokryvnosti

Výsledky hodnocení pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky ozimé pšenice po zpracování půdy kypřiči za různých pracovních podmínek jsou uvedeny v tab. 5.1 pro kypřič A. Pro kypřič B jsou uvedeny v tab. 5.2. Hodnoty jsou seřazeny podle měřených hloubek zpracování půdy a rychlostí soupravy pro každou z variant v šesti opakováních s výslednou průměrnou hodnotou pokryvnosti.

Tab. 5.1 Hodnoty výsledných pokryvností kypřiče A

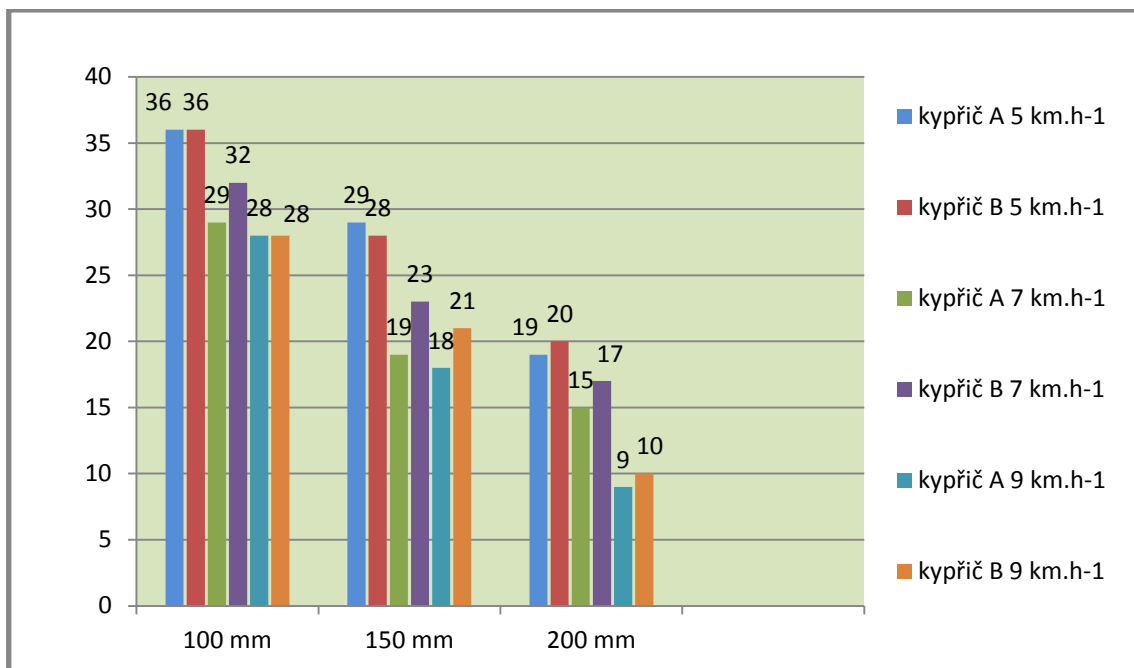
Pracovní hloubka kypřiče h[mm]	Pracovní rychlost kypřiče vp [km.h ⁻¹]	Pořadové číslo opakování – výsledné pokryvnosti [%]						\bar{x}
		1	2	3	4	5	6	
100	5	34,16	33,84	28,48	40,41	35,01	41,3	35,5
	7	28,25	28,55	26,63	31,29	29,98	30,58	29,2
	9	27,55	30,35	29,44	26,71	29,52	26,66	28,4
150	5	32,06	28,1	29,13	27,83	26,82	29,51	28,9
	7	17,15	22,92	19,76	18,79	18,46	17,67	19,1
	9	20,98	15,64	18,48	16,14	17,9	19,54	18,1
200	5	20,66	18,22	19,96	18,69	16,15	20,16	19
	7	17,67	13,35	15,1	12,9	15,55	17,3	15,3
	9	11,36	8,56	11,44	8,17	9,52	7,31	9,4

Tab. 5.2 Hodnoty výsledných pokryvností kypřiče B

Pracovní hloubka kypřiče h [mm]	Pracovní rychlost kypřiče vp [km.h ⁻¹]	Pořadové číslo opakování – výsledné pokryvnosti [%]						\bar{x}
		1	2	3	4	5	6	
100	5	34,26	32,84	29,48	40,41	36,11	40,02	35,5
	7	30,73	31,75	33,47	33,76	29,82	30,31	31,6
	9	26,31	31,22	34,6	32,9	19,95	23,39	28,1
150	5	31,06	28,1	26,13	24,83	27,8	29,51	27,9
	7	25,91	21,61	23,55	22,99	21,16	20,42	22,6
	9	25,91	21,61	19,55	19,99	21,16	20,42	21,4
200	5	18,41	18,49	21,41	19,17	20,49	24,47	20,4
	7	16,57	19,7	15,99	17,11	14,69	20,61	17,4
	9	11,74	9,39	8,17	11,2	10,39	11,64	10,4

Tab. 5.3 Porovnání výsledných pokryvností

Pracovní hloubka kypřiče [mm]	Pracovní rychlost kypřiče [km.h ⁻¹]	Porovnání výsledných pokryvností [%]		Rozdíl hodnot $\overline{(V - L)}$ [%]
		kypřič A	kypřič B	
100	5	36	36	0
	7	29	32	3
	9	28	28	0
150	5	29	28	1
	7	19	23	4
	9	18	21	3
200	5	19	20	1
	7	15	17	2
	9	9	10	1
\bar{x}	-	22,4	23,9	1,5
Směrodatná odchylka σ	-	8,03	7,53	0,5



Obr. 5.1 Graf výsledných pokryvností povrchu půdy posklizňovými zbytky v [%]

5.3 Diskuse

Během měření se uplatňují vlivy, které mohou ovlivnit výsledky měření odchylkou mezi skutečnou a naměřenou hodnotou. Obecně lze říci, že každé měření je zatíženo nějakou chybou a ke správné hodnotě se pouze přibližuje. Do jaké míry je rozdílnost správné a naměřené hodnoty, ovlivňuje přesnost měřících přístrojů a použitých metod.

V případě měření pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky po přejetí strojem na zpracování půdy může docházet k velkému množství vlivů, které mají dopad na výsledky. Nejvíce ovlivňují výsledky posklizňové zbytky na povrchu půdy. Ty nejsou nikdy rovnoměrně rozprostřeny a vlivem heterogenních vlastností půdy pozemku nejsou ani v celé ploše pozemku ve stejném množství. Proto je nejdůležitějším faktorem pro polní měření výběr měřícího místa. Aby bylo vybráno místo se stejným množstvím těchto zbytků, předcházel samotnému měření výběr z mnoha pozemků za pomoci tvorby výnosových map. Tímto se podstatně eliminovala chyba měření pokryvnosti, která mohla mít na výsledky značný vliv. Dalším faktorem je hodnocení stavu zkoumaného místa – půdy. Půda je v měření pokryvnosti předmětem zkoumání a její negativní fyzikální vlastnosti mají bezpochyby vliv na výsledné hodnoty. Proto byl proveden půdní rozbor, při kterém výsledky ukázaly, že aktuální stav půdy je klasifikován jako kritická mez škodlivého zhutnění půdy. Tento stav mohl podstatně ovlivnit některé z hodnot, protože už ve hloubce 0,10 – 0,15 m byla půda ulehlá. S rostoucí hloubkou se tento stav zhoršoval. Dalším vlivem může být odlišné opotřebení pracovních orgánů u měřených kypřičů. U kypřiče A byly radličky opotřebené z 25 % a u kypřiče B z 31 %. Pokud by byly použity radličky nové, byl by rozdíl nulový. V tomto případě byl rozdíl v opotřebení mezi kypřiči 6 %. V případě měření pokryvnosti, kdy byly hloubky zpracování půdy měřeny a nebyly teoreticky nastavovány na stroji, můžeme tento rozdíl brát jako zanedbatelný.

Možné chyby ve vyhodnocování výsledků pokryvnosti pomocí metody analýzy obrazu mohou být také zanedbatelné. Abychom určili, jaká odchylka může být v ideálních podmínkách při vyhodnocování snímků programem Agro2.0.1, byl vytvořen tzv. etalon. Tím byla stanovená chyba měření použitého programu, která dosahovala hodnoty $\pm 0,4$ %. V praxi však při měření pokryvnosti ideální stav neexistuje. Problém nastává při snímání měřené plochy fotoaparát. Tak, aby bylo dosaženo co nejmenší chyby měření, je potřeba vytvářet fotografie v co nejvyšší kvalitě za dobrých světelných

podmínek, které se nemění. Dále abychom mohli provádět redukci barevného snímku na snímek o dvou barvách, je zapotřebí dosáhnout dvou dostatečně rozdílných spekter barev. To znamená, že všechna spektra barev, které mají posklizňové zbytky za světelných podmínek, nesmí být podobná barvám půdy. Zde může docházet k problému, kdy stébla posklizňových zbytků, na které dopadá světlo, vrhají stín. Ten může být při redukci obrazu vyhodnocen jako barva zeminy a ne posklizňového zbytku. V opačném případě může zemina, která na povrchu oschla, mít barvu ze spektra barev posklizňových zbytků. Tím pádem mohou nastat různé odchylky měření pokryvnosti u odlišných typů půdy, vzhledem k jejich barevným rozdílům. Řešením problému může být umělé osvětlování povrchu tak, aby nedocházelo k tvoření stínů a používání optických filtrů na fotoaparátu. Ty dokáží odfiltrovat např. intenzivní světlo, udělat na fotografii sytější barvy atp.

Ze zjištěných výsledků polně-laboratorního měření jsou patrné rozdíly pokryvnosti povrchu půdy posklizňovými zbytky při odlišných pracovních podmínkách kypřičů, jako je rychlost soupravy a hloubka zpracování půdy. Nejvyšší procentuální hodnoty pokryvnosti, tzn. největšího množství zbytků, bylo dosaženo u variant A/B.I.1, tj. při nejnižší pracovní hloubce 100 mm a nejnižší rychlosti 5 km.h⁻¹. Zde bylo dosaženo 36 % pokryvnosti, shodně u obou měřených strojů. Vliv rozdílných úhlů pracovních orgánů se v této variantě měření neprojevil. To mohlo být způsobeno tím, že rychlost 5 km.h⁻¹ není dostačující k tvorbě tzv. cirkulačního pohybu při obracení půdy pracovním orgánem, jak je u kypřiče A. Nejnižší pokryvnosti bylo dosaženo u varianty A/B.III.3 s nejvyšší rychlostí soupravy 9 km.h⁻¹ a nejvyšší hloubkou zpracování půdy 200 mm. V této variantě je už patrný rozdíl v pokryvnosti, kdy pracovní orgány kypřiče A zapravily více posklizňové zbytky než druhý kypřič B. Zde je však rozdíl pouhé 1 %. Další zajímavostí je, že při hloubce zpracování půdy 150 mm dochází k nejvyšším rozdílům v pokryvnosti mezi kypřiči, mimo variantu s rychlostí 5 km.h⁻¹. Tento stav mohl teoreticky nastat z důvodu, že nebylo obraceno velké množství zeminy a vliv tzv. cirkulačního pohybu mohl mít vyšší efekt na zapravení zbytků než vliv pohybu obracení půdy u druhého kypřiče. Druhou možností mohlo být zkreslení výsledků vlivem utužení půdy, které s rostoucí hloubkou bylo výraznější. To by odpovídalo podle výsledků fyzikálních vlastností půdy na měřicím místě. Dále stojí za zmínku porovnání výsledků při rychlosti 7 km.h⁻¹ a variant třech měřených hloubek zpracování půdy. Zde

jsou výsledky takové, že je pokrývnost vyšší u kypřiče B. Rozdíly jsou největší u všech měřených variant hloubek při této rychlosti. U varianty hloubky 100 mm je rozdíl 3 %. S rostoucí hloubkou se rozdíl mezi kypřiči zvyšuje, kdy při hloubce 150 mm je rozdíl hodnot 4 %. Mimo variantu s hloubkou 200 mm, kterou mohla opět ovlivnit ulehlost půdy, rozdíl zde byl 2 %. Podle obr. 5.1, kde je graf výsledných pokrývností, můžeme říci, že celkový stupeň zapravení posklizňových zbytků do půdy se s rostoucí hloubkou zvyšoval. Rozdíly mezi kypřiči ve variantách měření byly takové, že pracovní orgány kypřiče A v průměru zapravily o 1,5 % více posklizňových zbytků než u kypřiče B. Tyto rozdíly jsou však minimální a mohly být značně ovlivněny ulehlostí půdy.

Vzhledem k tomu, že na povrchu půdy dosahovaly posklizňové zbytky 30 % pokrývnosti jen v několika málo variantách měření, nelze tyto kypřiče zařazovat do půdoochranných technologií zpracování půdy. Mohou být používány při mělkém zpracování půdy, které předchází konvenčnímu zpracování půdy radličným pluhem nebo jako stroje pro uplatňování minimalizačních technologií. V případě kypřiče A, který teoreticky lépe promíchává biomasu v celém půdním profilu, se tento stroj dá využívat pro efektivnější zapravování statkových hnojiv lépe, než v případě zpracování radličným pluhem. Ten zapraví velké množství biomasy, ale bez rovnoměrného promísení. To má negativní vliv na rozklad biomasy a následný vývoj rostlin.

6 ZÁVĚR

Diplomová práce podává přehled o kypřících, které jsou používány v různých technologiích zpracování půdy. Tyto technologie se od sebe liší jak hloubkou, tak i intenzitou zpracování půdy. Každá z nich využívá různé typy strojů, které mají své specifické účinky na zapravení a promíchání posklizňových zbytků do půdy. To je ovlivněno celkovým konstrukčním řešením strojů a jejich pracovních orgánů. Výrobci zemědělské techniky stále více pracují na technických zlepšeních a jejich kvalitě. Minimalizační technologie, při kterých jsou používány kypřiče, jsou u nás stále více rozvíjeny. Je to dáno díky ekonomickým a technickým výhodám, přináší totiž úspory práce a energie. Pokles počtu pracovních operací a vyšší výkonnosti strojů pak snižují nároky na organizaci práce a i počty pracovních sil. Dále mají příznivý vliv na strukturní stav půdy a redukuje vodní a větrné eroze. Jejich využívání může být přínosem k efektivnímu hospodaření na půdě. Současně je důležité si uvědomovat rizika, která mohou nastat při používání těchto technologií. Mezi ně patří např. rozšiřování vytrvalých plevelů, vyšší výskyt houbových chorob, škůdců, okyselování půdy a povrchové vrstvy. Při nevhodně volených pracovních operacích v době, kdy má půda vyšší vlhkost, dochází k nežádoucím jevům zhutňování půdy a podorničí. Že tento stav může nastat, je v závěrečné práci potvrzeno výsledky fyzikálních rozborů půdy před provedením polně-laboratorního měření. Zemědělský podnik, na jehož pozemku bylo měření provedeno, uplatňuje minimalizační / půdoochranné postupy zpracování půdy od r. 1991. Od začátku byla půda pouze mělce zpracovávána kombinovanými talířovými kypřiči a poté se selo do mulče. Posledních pár let se začaly používat stroje radličkové, kterými se půda zpracovávala do střední hloubky. I po těchto letech je však půda značně ulehlá. Podstatný vliv na tento stav mají hmotnosti dnešních zemědělských traktorů, sklízecích mlátiček a celková doprava po pozemku. V každém směru je tendence zvyšovat efektivitu pracovních operací, která jde ruku v ruce se zvětšováním strojů a převážením větších množství materiálů po pozemcích. Zdravotní stav půdy bude stále více tématem do budoucna, které bude potřeba řešit. Je tedy důležité si uvědomovat vážnost této situace, kdy nevhodným chováním k půdě ničíme naše nenahraditelné přírodní bohatství.

7 LITERATURA, POUŽITÉ ZDROJE

[1] HŮLA, Josef, Zdeněk ABRHAM a František BAUER. Zpracování půdy. Vyd. 1. Praha: Brázda, 1997, 140 s. ISBN 80-209-0265-1.

[2] HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. Minimalizace zpracování půdy. 1. vyd. Praha: Profi press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.

[3] HŮLA, Josef. Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Vyd. 1. V Praze: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha 6 – Ruzyně, 2010, 58 s. ISBN 978-80-86884-53-0

[4] KUMHÁLA, František. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7.

[5] HŮLA, Josef a Václav MAYER. Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy. Vyd. 1. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1999, 35 s. Mechanizace. ISBN 80-710-5187-X.

[6] Výukové prezentace [online]. 1.4.2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/ke_stazeni/minimalizace/

[7] PASTOREK, Zdeněk. Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií. 1. Vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002, 144 s. ISBN 80-902413-4-4

[8] SMOLA, Tomáš. Pracovní orgán diskového podmiťáče. Brno, 2009. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=15634.
Bakalářská práce. VUT. Vedoucí práce Ing. Jan Brandejs, Csc.

[9] PÁLTIK, Jaroslav. Stroje pre rastlinú výrobu: Obrábanie pody, sejba. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2003. ISBN 80-8069-200-9.

- [10] HŮLA, Josef. Půdoochranné technologie zakládání porostů plodin: Technika v půdoochranných technologiích. 2000. ISBN 80-7271-060-5.
- [11] NEUBAUER, Karel. Stroje pro rostlinnou výrobu. 1. vyd. Praha: SZN, 1989, 716 s. ISBN 80-209-0075-6
- [12] STUDNIČKOVÁ, Tereza. Vliv působení pomocných půdních látek na fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti půdy. Brno, 2010. Bakalářská práce. Mendelova univerzita. Vedoucí práce Ing. Jiří Jandák, Csc.
- [13] JANDÁK, Jiří, PRAX, Alois a POKORNÝ, Eduard. Půdoznalství. 1. vydání: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2001. 142 s.
- [14] KUTÍLEK, M. Vodohospodářská pedologie. 2. vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, n.p., 1978. 296 s
- [15] Odběr neporušeného půdního vzorku. [online]. [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: <http://hydropedologie.agrobiologie.cz/neporuseny.html>
- [16] Obrazová dokumentace [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.agroseznam.cz/images_inzeraty/4271_1.jpg
- [17] Obrazová dokumentace firmy ZV Agro [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.zvagro.cz/products/2014080685644_0.jpg
- [18] Obrazová dokumentace firmy Martinik [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.martinikzemedelskatechnika.cz/admin/upload_tinymce/52.jpg
- [19] Obrazová dokumentace firmy AGS Židlochovice [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.svetpostrikovacuz/_data/s_1671/shop/big_talirova-brana-akpil-u-239-1-2c8-m-v2.jpg
- [20] Obrazová dokumentace firmy Agrall [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/gal/1328520843.jpg>
- [21] Obrazová dokumentace firmy Agrall [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/upload/1388662655.jpg>
- [22] Obrazová dokumentace firmy Daňhel [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.danhel.cz/files/gallery/1024/dsc_0266.JPG

- [23] Obrazová dokumentace firmy Unimarco [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.unimarco.cz/wch/photogallery/123/photo/dom2.jpg>
- [24] Obrazová dokumentace firmy Horsch [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: https://www.horsch2.com/typo3temp/pics/Tiger-AS_0ce7c36ab8.jpg
- [25] Obrazová dokumentace firmy Agrowest [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.agrowest.com/AGROWEST.cz/repository/Image/Zemedelska%20technika/Stroje%20pro%20zpracovani%20pudy%20a%20seti/radlickove-kyprice-podmitace/synkro3003.jpg>
- [26] Prospekt firmy Agroexpo [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: http://www.agroexpo.sk/media/620/img/large/lemken_dolomit_9_3.jpg
- [27] Prospekt firmy Agrisem [online]. [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.agrisem-nederland.nl/wordpress/wp-content/uploads/2010/02/cultiplow51+.jpg>
- [28] Obrazová dokumentace firmy Horsch [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: https://www.horsch2.com/uploads/pics/PDP_Terrano_MT_2015.jpg
- [29] Obrazová dokumentace firmy Opall-agri [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.opall-agri.cz/kombinovane-kyprice-saturn-iii>
- [30] Prezentace firmy Agrall: Väderstad Cultus. Bantice, 2015.
- [31] Prospekt firmy Väderstad: Cultus - intenzivní zpracování půdy hluboko nebo mělce [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/upload/126245638.pdf>
- [32] Obrazová galerie firmy Daňhel [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.danhel.cz/files/gallery/m168-112/dsc_0281.JPG
- [33] Prospekt firmy Lemken: Intenzivní radličkový kypřič Karat [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: http://www.lemken.cz/files_zbozi/28-prospekt-karat-cz.pdf
- [34] Výzkumný ústav zemědělské techniky: Katalog zemědělské techniky. [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://svt.pi.gin.cz/katalog/index.php>
- [35] FRIEDMAN, Mikuláš. Zemědělské stroje I.: Teorie a výpočet. v Praze: Státní zemědělské nakladatelství, 1973.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obr. 1.1 Technologie zpracování půdy a jejich vhodnost v klimatických oblastech [6]	12
Obr. 1.2 Schéma zařazení kypřičů v půdoochranných technologiích.....	13
Obr. 3.1 Schéma rozdělení aktivních pracovních nástrojů	18
Obr. 3.2 Stroj s vodorovnou kolmou osou rotace ke směru jízdy [16].....	19
Obr. 3.3 Stroj se svislou osou rotace [17].....	19
Obr. 3.4 Schéma pohybu talíře [4].....	21
Obr. 3.5 Schéma rozdělení talířových kypřičů podle konstrukčních řešení	22
Obr. 3.6 Uspořádání talířů do tvaru „V“[18].....	21
Obr. 3.7 Uspořádání talířů do tvaru „X“[19].....	22
Obr. 3.8 Talířový podmítač se samostatným uložením talířů [20]	23
Obr. 3.9 Jištění disku gumovými silentbloky [21].....	24
Obr. 3.10 Pevné slupice jištěné vinutou pružinou [22].....	25
Obr. 3.11 Slupice tvořené tvarovou pružinou [23]	26
Obr. 3.12 Schéma konstrukčních řešení radličkových kypřičů	26
Obr. 3.13 Druhy radliček a slupic pro kombinované kypřiče [9].....	27
Obr. 3.14 Pluhový kypřič v kombinaci s urovňovacími talíři a gumovým pčhem [24]	28
Obr. 3.15 Podmítací kypřič [25]	29
Obr. 3.16 Krátký kypřič s rotačními bránami a secím strojem [26].....	30
Obr. 3.17 Části radličky vrstevného kypřiče [26]	30
Obr. 3.18 Dlátový kypřič v kombinaci s trubkovým válcem [27].....	31
Obr. 3.19 Kombinovaný kypřič pro postupné kypření do narůstající hloubky [28].....	32
Obr. 3.20 Rýhovaný válec[11].....	33
Obr. 3.21 Hřebový válec (ježek) [11]	33
Obr. 3.22 Člákové válce [11].....	34
Obr. 4.1 Traktor John Deere 8330	35
Tab. 4.1 Technické údaje traktoru John Deere 8330 [34]	36
Obr. 4.2 Popis funkčních částí kypřiče Cultus CS 420 [30].....	37
Tab. 4.2 Technické údaje kypřiče Väderstad Cultus CS 420	38
Obr. 4.3 Popis rozměrů kypřiče Väderstad Cultus	38

Obr. 4.4 Popis pracovního orgánu a znázornění cirkulačního pohybu půdy[31]	39
Obr. 4.5 Popis funkčních částí kypřiče Karat 9/300	40
Tab. 4.3 Technické údaje kypřiče Lemken Karat 9/300.....	41
Obr. 4.6 Popis rozestupu pracovních orgánů kypřiče Lemken Karat.....	41
Obr. 4.7 Popis pracovního orgánu a znázornění odlišného pohybu půdy oproti cirkulačnímu [31, 32].....	42
Tab. 4.4 Radličky kypřiče A	44
Tab. 4.5 Radličky kypřiče B	44
Obr. 4.8 Síly působící na ostří radličky	45
Obr. 4.9 Znázornění toku zeminy u porovnávaných kypřičů [31, 32].....	47
Obr. 4.10 Schéma měření úhlů na pracovních orgánech	47
Obr. 4.11 Půdní blok vybraný k polně-laboratornímu měření.....	48
Obr. 4.12 Výnosová mapa získaná ze sklízecí mlátičky s vyb. pokusným místem.....	50
Obr. 4.13 Vymezení plochy pro odběr slámy měřicím rámečkem.....	51
Tab. 4.6 Výsledky odběrů posklizňových zbytků.....	52
Obr. 4.14 Graf znázornění rozdílného množství posklizňových zbytků z odebraných vzorků na pokusném místě	52
Tab. 4.7 Označení variant odběrů neporušených vzorků půdy.....	54
Obr. 4.15 Schéma odebrání vzorků půdy	54
Obr. 4.16 Postup odběru neporušeného vzorku	55
Tab. 4.8 Průměrné objemové hmotnosti hnědozemí v ČR(Kňakal, 2000) v porovnání s měřenými vzorky.....	56
Tab. 4.9 Porovnání pórovitosti odebraných vzorků s klasifikací půd podle pórovitosti Bretfeld [14].....	57
Tab. 4.10 Označení variant měření	58
Obr. 4.17 Fáze zpracovávání fotografií programem.....	60
Obr. 4.18 Analýza obrazu u etalonu	60
Tab. 4.11 Výsledky analýzy obrazu u etalonu.....	61
Tab. 5.1 Hodnoty výsledných pokryvností kypřiče A	62
Tab. 5.2 Hodnoty výsledných pokryvností kypřiče B	63
Tab. 5.3 Porovnání výsledných pokryvností	63
Obr. 5.1 Graf výsledných pokryvností povrchu půdy posklizňovými zbytky v [%].....	64