

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



**Hodnocení životnosti opotřebitelných částí strojů
na zpracování půdy**

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Autor práce: Bc. Vladimír Šťastný

Praha 2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vladimír Šťastný

Zemědělská technika

Název práce

Hodnocení životnosti opotřebitelných částí strojů na zpracování půdy

Název anglicky

Durability evaluation of expendable parts of tillage machines

Cíle práce

Cílem práce je hodnocení vlivu půdního prostředí na opotřebitelné díly strojů na zpracování půdy.

Metodika

Diplomant zpracuje přehled problematiky vlivu půdního prostředí na opotřebení pracovních nástrojů strojů na zpracování půdy. Pro hodnocení budou použita data získaná z provozního pozorování vybraných strojů na zpracování půdy, kdy bude hodnocen vliv půdy a způsob jejího zpracování na životnost opotřebitelných dílů, zejména u radličkových kypřičů. Součástí bude ekonomické hodnocení jednotlivých typů radliček z hlediska jejich životnosti.

Navržená osnova práce:

1. Úvod
2. Přehled stavu problematiky
3. Cíl práce
4. Materiál a metody
5. Vlastní práce
6. Závěr

Doporučený rozsah práce

80 – 85 stran textu včetně obrázků a grafů

Klíčová slova

opotřebenění, živostnost, kypřič, radlička,

Doporučené zdroje informací

Hůla, J., Procházková, B., a kol. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, Praha 2008, 246 s.

Chen, F. H., Soil Engineering: Testing, Design, and Remediation. CRC Press, 1999, 304 p.

Rattan, L., Stewart, B.A., Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems. CRC Press, 2013, 568 p.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 24. 1. 2017

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jiřího Maška, Ph.D. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Charvatcích, 30. 3. 2018

.....

Bc. Vladimír Šťastný

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval panu doc. Ing. Jiřímu Maškovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, cenné rady a připomínky. Dále bych rád poděkoval mým kolegům z firmy Agrofarma Jabkenice, s.r.o. za trpělivost a ohleduplnost k mému studijnímu vytížení. V neposlední řadě děkuji celé rodině a především své přítelkyni a nastávající manželce za podporu během celého studia, které si moc cením.

Hodnocení životnosti opotřebitelných částí strojů na zpracování půdy

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou životností opotřebitelných částí radličkových kypřičů Horsch. Hodnoceny jsou čtyři typy kypřících radliček, jak z hlediska jejich dosahované životnosti a stavu opotřebení, tak po stránce ekonomických dopadů jednotlivých typů hodnocených radliček na celkové měrné náklady zpracování půdy radličkovými kypřiči. První část práce je věnována obecnému seznámení s minimalizačními technologiemi zpracování půdy z pohledu historie a vývoje, důvodu jejich rozšíření a základního rozdělení. Dále navazuje obecný přehled používané techniky při minimalizačních technologiích zpracování půdy a stručné seznámení s technologickými postupy zemědělského podniku Agrofarma Jabkenice, s.r.o. Hlavním úkolem práce je provedení objektivního hodnocení dosahovaných životností a následného stavu opotřebení použitých kypřících radliček na základě dvouletého provozního měření současně na dvou konstrukčně odlišných radličkových kypřících značky Horsch v zemědělském podniku. Na hodnocení navazuje ekonomické porovnání jednotlivých typů radliček z hlediska celkových nákladů na opotřebitelné části pracovních nástrojů při jejich použití. Na základě osobních zkušeností autora s ekonomikou daného podniku je tato práce doplněna o vyčíslení celkových měrných nákladů pracovních operací zpracování půdy radličkovými kypřiči v konkrétním zemědělském podniku.

Klíčová slova

Radlička, kypřič, hodnocení, životnost, opotřebení, náklady

Durability evaluation of expendable parts of tillage machines

Summary

The diploma thesis deal with the topic of durability of expendable parts of Horsch cultivator. 4 types of barking tines are evaluated, as from the point of view of their achieved durability and the state of wear, as well as the economic impacts of individual types of rated coulters on the total specific costs of soil tillage by choppers. First part of this thesis is dedicated to general familiarization with minimization technologies of soil tillage from the point of view of history and development. Then comes a brief overview of the techniques used in minimizing soil tillage technology and a brief introduction to technological processes of the farm Agrofarma Jabkenice, s.r.o. The main task of the thesis is to carry out an objective evaluation of the achieved lifetime and the subsequent state of wear of the used cultivation tines based on two years of operation measurements at the same time on two structurally different Horsch groves on the farm. The evaluation follows the economic comparison of the individual types of coulters in terms of the total cost of wearable parts of the working tools in their use. Based on the author's personal experience with the economy of the given enterprise, this work is supplemented by the quantification of the total specific costs of the working operations of the soil cultivation by the choppers in a specific farm.

Keywords

tine, cultivator, evaluation, durability, wear, costs

Obsah

1 ÚVOD.....	1
2 MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY.....	3
2.1 Historie a vývoj minimalizačních technologií.....	3
2.2 Důvody rozšíření minimalizačních technologií.....	5
2.3 Způsoby minimalizačních technologií.....	6
2.3.1 Minimalizace s kypřením do zvolené hloubky.....	7
2.3.2 Půdoochranné zpracování půdy.....	7
2.3.3 Přímé setí.....	8
3 TECHNIKA PRO MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY.....	9
3.1 Talířové kypřiče.....	11
3.2 Radličkové kypřiče.....	11
3.3 Radličkové kypřiče Horsch.....	12
3.3.1 Radličkový kypřič Terrano.....	13
3.3.2 Radličkový kypřič Tiger.....	15
3.3.3 Pracovní nástroje radličkových kypřičů Horsch.....	17
4 ZEMĚDĚLSKÝ PODNIK AGROFARMA JABKENICE, s.r.o.	22
4.1 Technické vybavení firmy pro zpracování půdy.....	22
4.2 Technologické postupy zpracování půdy.....	25
5 CÍL PRÁCE.....	29
6 METODIKA PRÁCE.....	30
6.1 Půdní a klimatické podmínky.....	31
6.2 Hodnocené typy radliček.....	34
6.2.1 Radličky MulchMix.....	34
6.2.2 Radličky MulchMix HM.....	35
6.2.3 Radličky MulchMix HM plus.....	36
6.2.4 Radličky ClipOn 7,5.....	38
6.3 Rozmístění radliček.....	39
6.3.1 Terrano 6FG.....	40
6.3.2 Tiger 4AS.....	42
7 PRAKTICKÁ ČÁST.....	44
7.1 Naměřené hodnoty dosahované životnosti.....	44
7.1.1 Terrano 6FG.....	45

7.1.2 Tiger 4AS	47
7.1.3 Porovnání naměřených hodnot.....	49
7.2 Naměřené hodnoty stavu opotřebení	50
7.2.1 Terrano 6FG	51
7.2.2 Tiger 4AS	54
7.2.3 Porovnání naměřených hodnot.....	56
7.3 Osobní hodnocení kvality práce jednotlivých radliček.....	58
8 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	60
8.1 Měrné náklady na opotřebitelné díly	61
8.1.1 Radličky MulchMix HM plus	62
8.1.2 Radličky MulchMix HM.....	64
8.1.3 Radličky MulchMix	65
8.1.4 Radličky ClipOn 7,5.....	67
8.2 Celkové měrné náklady na zpracování půdy	69
8.2.1 Tažný prostředek	70
8.2.2 Radličkové kypřiče.....	71
8.2.3 Celkové měrné náklady pracovní soupravy	75
9 ZÁVĚR.....	77
10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	80
11 SEZNAM OBRÁZKŮ	85
12 SEZNAM TABULEK	86

1 ÚVOD

Půda je bezesporu životně důležitý a těžko obnovitelný přírodní zdroj, který zastává nenahraditelnou funkci z hlediska potravinové obživy celého lidstva, jehož produkční a mimoprodukční funkce jsou nezastupitelné. Právě s ohledem na dlouhodobé důsledky hospodaření na půdě je potřeba šetrně přistupovat k jejímu zpracování. Mezi největší negativní dopady, které pro půdu představují nevhodně zvolené postupy zpracování, patří zvýšené riziko půdní eroze, nadměrné zhutňování půdy, snížení biologické aktivity půdy a špatné hospodaření s půdní vláhou (Šťastný, 2016).

Jednou z možností, jak lze ovlivnit dlouhodobé negativní vlivy na půdní prostředí a tím i zvýšení půdní ochrany, je vhodné zvolení šetrné technologie zpracování půdy, které odpovídá konkrétním půdním podmínkám. Zpracování půdy je významnou součástí pěstitelských technologií polních plodin, kterými se mají vytvořit optimální podmínky pro růst, vývoj a tvorbu výnosu pěstovaných plodin a současně minimalizovat dopady negativních vlivů na půdní a životní prostředí. Správná volba technologie zpracování půdy a zakládání porostů musí vždy zohledňovat nejen agroekologické podmínky stanoviště, ale také nároky pěstovaných plodin na půdní prostředí, které uvádí ve své publikaci Urban a kol. (2014). Dále by měla zohledňovat časovou náročnost a ekonomickou nákladnost zvolených pracovních operací. Výsledkem má být vhodně zvolená technologie, která je ekonomicky efektivní a současně šetrná k půdnímu a životnímu prostředí.

Získáním nových poznatků o požadavcích pěstovaných plodin na půdní prostředí, společně s poznatky v oblasti výživy a chemické ochrany rostlin, došlo ke zjištění, že některé hlavní funkce orby, která byla považována za tradiční způsob zpracování půdy, lze nahradit jinými agrotechnickými zásahy. Alternativou ke konvenčnímu způsobu zpracování půdy jsou různé formy minimalizačních technologií, které mohou být přínosem k efektivnějšímu a šetrnějšímu hospodaření na půdě, jak uvádí Vach, Javůrek (2011), a zároveň představují možnost vhodnějšího zacházení s půdou vedoucí ke zlepšení dlouhodobých dopadů na půdní a životní prostředí. V porovnání s konvenčním způsobem zpracování půdy s orbou umožňují minimalizační technologie zjednodušit způsoby zakládání porostů, které jsou zpravidla mnohem rychlejší a současně umožňují kvalitnější přípravu seťového lůžka. Jedná se o různé formy mělkého zpracování půdy, náhrady orby hlubším a intenzivnějším kypřením a výsevy

plodin do povrchově zpracované, případně i nezpracované půdy. Minimalizační technologie zpracování půdy jsou často spojovány s očekávaným přínosem jak z hlediska lepší ekonomiky a celkové rentability pěstovaných plodin, tak z hlediska zachování, případně zvyšování půdní úrodnosti.

Rozvoj minimalizačních technologií byl umožněn a dále je podporován neustálým technickým vývojem potřebné zemědělské techniky pro zpracování půdy a zakládání porostů. Široká nabídka konstrukčních řešení strojů pro zpracování půdy a jejich pracovních nástrojů umožňuje volbu vhodného způsobu zpracování půdy jak z hlediska intenzity prokypření půdy v různých hloubkách zpracování, tak z pohledu nakládání s rostlinnými zbytky po stránce možnosti výběru požadované zapravovací schopnosti pracovních nástrojů. Neustálou snahou o snižování výrobních nákladů zemědělských podniků je stále více pozornosti věnováno úsporám v oblasti zpracování půdy, neboť náklady vynaložené na tyto pracovní operace představují významnou částku z celkových výrobních nákladů zemědělské rostlinné výroby. Možné úspory v této oblasti lze hledat vzhledem k vysoké energetické náročnosti těchto pracovních činností v úspoře pohonných hmot, které lze dosáhnout zvolením vhodné technologie zpracování půdy, která bude zohledňovat nejen konkrétní stanovištní požadavky půdního prostředí a minimalizovat tak ekologické dopady na půdní prostředí, ale zároveň také bude efektivní z hlediska úspory práce a celkových ekonomických přínosů.

Zpracování půdy radličkovými kypřiči je téma, kterému se tato diplomová práce věnuje, a to z hlediska hodnocení dosahované životnosti a stavu opotřebení pracovních radliček a současně z pohledu jejich závislosti na životnostech ostatních opotřebitelných částí pracovních nástrojů radličkových kypřičů Horsch. Získané hodnoty měřených typů kypřících radliček byly použity pro vyčíslení celkových ekonomických dopadů při použití jednotlivých typů pracovních radliček na celkové měrné náklady pracovních operací zpracování půdy radličkovými kypřiči Horsch. Životnost pracovních nástrojů je téma, které současné zemědělce velmi zajímá. Dříve byla věnována pozornost hlavně na výši pořizovací ceny nových opotřebitelných dílů, ale v současnosti se klade mnohem větší důraz také na úsporu času, který je nezbytný na výměnu opotřebovaných radliček, což potvrzuje ve svém článku Falta (2012). Úspory vyplývající z vhodného výběru pracovních radliček v podobě nižších nákladů na opotřebitelné části pracovních nástrojů mohou částečně přispět ke snížení celkových měrných nákladů pracovních operací zpracování půdy a tím přispět k lepší ekonomické rentabilitě celé zemědělské rostlinné výroby.

2 MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Minimalizační technologie zpracování půdy jsou dnes v zemědělské rostlinné výrobě velmi rozšířeným pojmem, který představuje širokou alternativu ke konvenčnímu (klasickému) zpracování půdy s orbou. V současnosti stále více využívané minimalizační technologie se vyznačují redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a záměrným ponecháním rostlinných zbytků na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy, jak je znázorněno na obr. 1. Jedná se o energeticky méně náročné formy mělkého zpracování půdy, případně o náhradu orby hlubším kypřením, o výsevy plodin do povrchově zpracované nebo nezpracované půdy, případně o výsevy do vymrzajících nebo chemicky likvidovaných meziplodin. Hlavním cílem zavádění minimalizačních technologií je snaha o dosažení efektivnějšího a šetrnějšího hospodaření na obhospodařované půdě a tím také ke snížení dlouhodobých negativních dopadů hospodaření na půdní a životní prostředí (Procházková a kolektiv, 2011).

Jak zmiňuje Mašek a kol. (2012): „Zpracováním se má půda upravit do stavu, kdy plodinám jsou poskytovány dobré stanovištní podmínky pro růst i vývoj se současným požadavkem na minimalizaci negativních dopadů na kvalitu půdy. Zájem o důsledky hospodaření na půdě by měl být trvalým zájmem toho, kdo na ní hospodaří.“

2.1 Historie a vývoj minimalizačních technologií

Hlavním znakem vyspělých systémů pěstování zemědělských plodin byla po staletí orba jako dominující pracovní operace při zpracování půdy. Již v 18. století byly zaznamenány první pokusy o nahrazení pluhu jiným podobným kultivátorem. První systémy zpracování půdy, které půdu jen povrchově kypřily a pouze minimálně obracely, se rozvíjely už v 19. století převážně v suchých oblastech Evropy a USA a to z důvodu, aby nedocházelo k velkým ztrátám půdní vláhly z ornice (Šťastný, 2016).

První systematické posouzení zemědělského hospodaření bez orby proběhlo ve 20. a 30. letech 20. století. Jeho výsledek poukázal na skutečnost, že výnosy pěstovaných plodin nejsou ve větší míře závislé na systému zpracování půdy, a jako hlavní problém při zpracování půdy bez orby se ukázala nízká schopnost mechanické likvidace plevelů. Na základě teorie, že při dostatečné likvidaci plevelů lze upustit od konvenčního zpracování půdy, proběhly v 50. letech 20. století

první oficiální pokusy se zpracováním půdy bez orby. Ty potvrdily, že plodiny lze pěstovat bez využití hlubšího zpracování půdy orbou, aniž by se snížil výnos (Köller, Linke, 2006). Zavedení minimalizačních pokusů do praxe však umožnilo teprve vyvinutí vhodných herbicidních přípravků na chemickou likvidaci plevelu.

K postupnému přechodu od konvenčního způsobu zpracování půdy s orbou k různým formám minimalizačních technologií dochází po celém světě od 60. let minulého století. V roce 1962 byly založeny na státní univerzitě v Ohiu dlouhodobé pokusy s různými způsoby zpracování půdy, které jsou nejdéle trvajícím pokusy s technologiemi zpracování půdy bez orby na světě. Celosvětově prováděný výzkum technologií zpracování půdy bez orby je zaměřený především na hodnocení vlivu různých systémů zpracování půdy a zakládání porostů, na kvalitu půdního a životního prostředí, na růst, kvalitu a výnosy pěstovaných plodin a také na ekonomiku a trvalou udržitelnost rostlinné produkce. Zjištěné výsledky obecně prokazují, že při snížení hloubky a intenzity zpracování půdy má pozitivní vliv na půdní a životní prostředí. To také může vést ke zvyšování kvality a obsahu půdní organické hmoty, zlepšování strukturního stavu půdy, zvyšování biologické aktivity půdy a také hlavně k regulaci vodní a větrné eroze (Hůla, Procházková, 2008).

Minimalizační technologie zpracování půdy bez využití orby jsou známy již mnoho desítek let, ale k jejich největšímu rozvoji a uplatnění dochází v našich podmínkách až po roce 1990 díky snaze o snižování výrobních nákladů, rozvoji výkonné zemědělské techniky a hlavně zavedení účinných herbicidů. Minimalizační technologie se nejvíce rozšířily v Severní Americe, kde snižování státních dotací, drahá pracovní síla, silná konkurence na trhu a velké problémy s vodní a větrnou erozí, vedly americké farmáře ke změně v systému zpracování půdy. Mělké zpracování půdy je zde uplatňováno na téměř 50 % půdy a používání přímého setí plodin do nezpracované půdy se pohybuje okolo 20 %. Také v Jižní Americe převládají minimalizační technologie. Nejvíce jsou používány v Brazílii, Argentíně a Chile. Afrika také patří mezi oblasti, kde je podíl konvenčního zpracování půdy velmi malý především zásluhou nedostatku pluhů a vhodné tažné síly. Půda je zde zpracovávána mělkým kypřením bez obracení nebo je uplatňováno přímé setí nejčastěji po odstranění předchozích porostů vypálením. V Austrálii také převažuje zpracování půdy pomocí minimalizačních technologií. Mezi světové oblasti, kde i nadále převládá konvenční zpracování půdy, patří středoasijská oblast dřívějšího Sovětského svazu, kde se sice pěstební podmínky v mnohém podobají podmínkám v Severní Americe nebo v Austrálii, ale stále převážná většina ploch je zde zpracovávána orbou. Příčinou je především

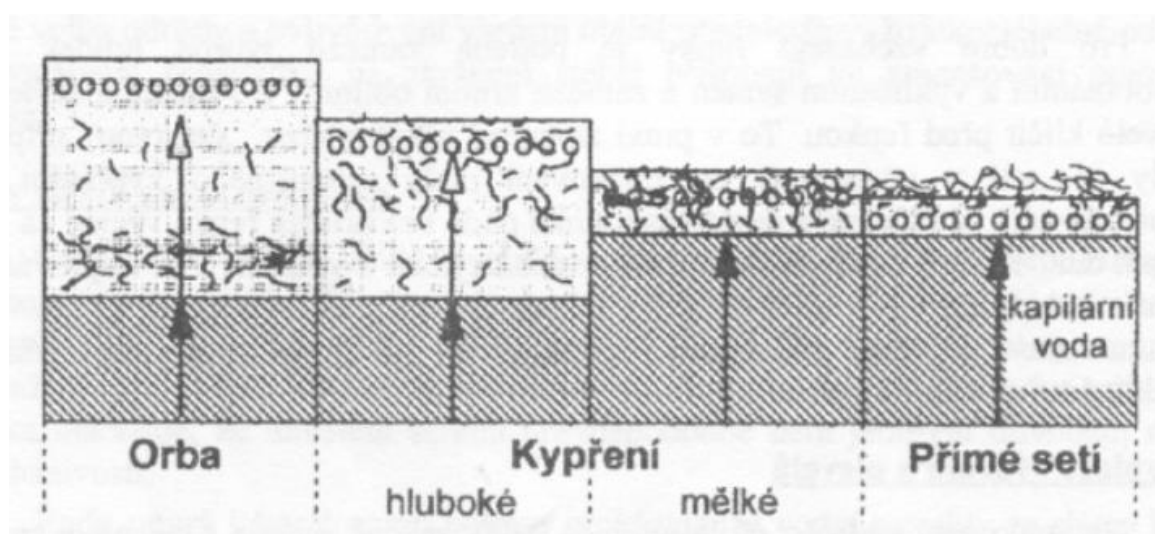
nedostatek účinných herbicidů a vhodné techniky. Další významnou pěstitelskou oblastí s konvenčním zpracováním půdy je Čína, která dosahuje relativně vysokých výnosů zásluhou velmi intenzivního zpracování půdy, které má za následek velké problémy s půdní erozí. V Evropě také nadále převažuje tradiční zpracování půdy s orbou. V současné době je využívána minimalizační technologie na přibližně 10 % půdy. V některých oblastech Francie a Německa je tento podíl mnohem vyšší. Přímé setí do nezpracované půdy nenašlo v Evropě dosud příliš velké uplatnění. Významné rozšíření zaznamenaly minimalizační technologie v posledních letech v oblastech východního Německa, kde jsou k dispozici více než dvacetileté zkušenosti s těmito technologiemi, které potvrzují, jak ekologické, tak i ekonomické přednosti minimalizačních technologií oproti konvenčnímu zpracování půdy pluhem (Köller, Linke, 2006).

Poměrně velký rozvoj a uplatnění minimalizačních technologií nastal v posledních pětadvaceti letech v České republice. Důvodem jsou, stejně jako ve východní části Německa, lepší podmínky pro uplatnění těchto výkonných technologií ve větších zemědělských podnicích a na větších půdních blocích, a v neposlední řadě také snaha zemědělců o snížení výrobních nákladů a celkové zlepšení ekonomiky rostlinné výroby. Tento významný rozvoj a rozšíření minimalizačních technologií v nedávné minulosti úzce souvisí s vývojem a dobrou dostupností potřebné kvalitní techniky. Minimalizační technologie bez použití orby jsou v České republice používány na více než 40 % orné půdy. Jedná se převážně o mělké formy zpracování půdy a různé náhrady orby hlubším kypřením, dále také výsevy plodin do povrchově zpracované, případně nezpracované půdy, a také do vymrzajících nebo chemicky likvidovaných meziplodin. V celkovém měřítku lze říci, že z celosvětového hlediska převažují systémy zpracování půdy bez orby ve všech svých různých formách. Podíl takto obdělávané půdy se neustále zvyšuje. Posledními oblastmi, kde stále ještě převažuje konvenční zpracování půdy s orbou, jsou Evropa, středoasijská oblast bývalého Sovětského svazu a Čína (Šťastný, 2016).

2.2 Důvody rozšíření minimalizačních technologií

Mezi hlavní důvody rozvoje a rozšiřování minimalizačních technologií patří především ekologické, ekonomické a technické aspekty (Procházková a kol., 2011). Primárními důvody pro zavádění minimalizačních technologií byly a jsou ekologické vlivy. Jedná se o pozitivní vliv těchto technologií na strukturní stav půdy, lepší hospodaření s půdní vodou, redukce půdní

eroze, snížení množství vyplavování pohyblivých forem dusíku a zlepšení stavu půdní organické hmoty. Od minimalizačních technologií a především, jedná-li se o půdoochranné zpracování půdy, se očekává, že přispějí ke zlepšení půdního a životního prostředí. Každá změna technologie zpracování půdy přispívá ke změnám půdního prostředí, které závisí na prováděné hloubce a intenzitě kypření a také na podílu rostlinných zbytků zanechaných na povrchu zpracované půdy, jak je znázorněno na obrázku 1. Dalšími, z pohledu zemědělců velmi důležitými důvody, jsou ekonomické dopady. Jde především o úsporu práce a energie, která je způsobena snížením počtu pracovních operací a také vyšší výkonností využívaných strojů. Následkem jsou také klesající nároky na organizaci práce a především nižší počty pracovníků v zemědělské výrobě. V neposlední řadě má svou zásluhu na rozvoji minimalizačních technologií také vývoj a dostupnost stále nových konstrukčních řešení strojů, které umožňují uzpůsobit volbu technologických postupů konkrétním půdním a klimatickým podmínkám a zajistit tak kvalitní zpracování půdy a založení porostů pěstovaných plodin (Procházková a kol., 2011).



Obrázek 1 Schéma profilu zpracované půdy a uložení rostlinných zbytků

Zdroj: Upraveno podle Šařec P., Šařec, O. (2003)

2.3 Způsoby minimalizačních technologií

V oblasti zpracování půdy dochází v poslední době k většímu zájmu o důsledky hospodaření na půdě z dlouhodobého hlediska. Zavedení minimalizačních technologií může být přínosem efektivnějšího hospodaření na půdě a šetrnějšího zacházení s půdou, které přináší právě

dlouhodobé pozitivní důsledky. Pod označením minimalizační zpracování půdy, které může zahrnovat různé hloubky a intenzitu kypření, způsoby kypření a odlišné zacházení s rostlinnými zbytky, se v současné době nacházejí pro podmínky České republiky tři postupy zpracování půdy a to: minimalizace s kypřením půdy do zvolené hloubky, půdoochranné zpracování a přímé setí (Hůla a kolektiv, 2010).

2.3.1 Minimalizace s kypřením do zvolené hloubky

Minimalizace s kypřením do zvolené hloubky je postup zpracování půdy, který je nejbližší alternativou konvenčního zpracování půdy, a proto je jeho uplatnění v českých podmínkách v porovnání s ostatními minimalizačními postupy nejrozšířenější. Kypření se zpravidla provádí do malé hloubky, v případě potřeby lze provést jednorázové hlubší prokypření ornice bez obracení. Tato minimalizační technologie umožňuje vyhovět požadavkům i plodinám s náročnějšími požadavky na hlubší a intenzivnější prokypření půdy, kterými jsou například řepka ozimá, cukrová řepa nebo kukuřice. Právě možnost přizpůsobení se těmto plodinám vedlo k rozšíření minimalizačních technologií na celé obhospodařované výměry podniků a dokázaly tak plnohodnotně nahradit konvenční způsob zpracování půdy, který byl dlouhodobě preferován právě u těchto na hloubku a intenzitu náročnějších plodin.

2.3.2 Půdoochranné zpracování půdy

Charakteristickým prvkem půdoochranného zpracování půdy je ponechání rostlinných zbytků předplodiny nebo meziplodiny na povrchu půdy jako mulč, který účinně chrání vrchní vrstvu půdy před případnými prudkými dešti a také proti odnosu půdy větrem, což významně redukuje půdní erozi. Odolností půdy proti erozi se blíže zabývá ve svém článku Novák a kol. (2011). Při půdoochranném zpracování půdy je základní podmínkou této technologie pokrytí nejméně 30 % povrchu půdy rostlinnými zbytky v době vzcházení zaseté plodiny. Ponechaný mulč na povrchu půdy také významně přispívá k omezení neproduktivního výparu vody z půdy a tak napomáhá k lepšímu hospodaření s půdní vodou. K půdoochranným technologiím můžeme zařadit i způsoby zakládání porostů širokořádkových plodin (kukuřice, cukrová řepa) do vymrzající nebo chemicky likvidované meziplodiny. Další technologií, které je v poslední době věnována velká pozornost a můžeme ji zařadit do půdoochranného zpracování půdy, je

technologie pásového zpracování půdy Strip-Till, kterou blíže popisuje ve článku Kolektiv (duben 2013).

Hlavní uplatnění půdoochranných technologií je především v sušších a teplejších oblastech. V oblastech mírného pásu s lepšími vláhovými podmínkami jsou tyto technologie v menším rozsahu. V České republice byly půdoochranné technologie zpracování půdy s výsevem plodin do nezpracované půdy nebo vymrzajících, případně chemicky likvidovaných meziplodin, používány ve velmi malém měřítku. Až zásluhou nedávných změn v dotačních podmínkách pro pěstování širokořádkových plodin a zavedením dotační podpory na pěstování meziplodin dochází k nárůstu podílu půdoochranných technologií v pěstebních postupech. Jeden z pozitivních vlivů při využití půdoochranných postupů je možnost zařazení širokořádkových plodin do osevních postupů na pozemky, kde vlivem velké svažitosti a tím i vysokým rizikem půdní eroze neumožňuje legislativa pěstování těchto plodin jinými možnými technologiemi, než je právě půdoochranná technologie zpracování půdy.

2.3.3 Přímé setí

Přímým setím rozumíme technologii zakládání porostů do nezpracované půdy, která se po sklizni nijak nezpracovává, a plodina se seje speciálními secími stroji do nezpracované půdy s rostlinnými zbytky předplodiny. Za hlavní přínos přímého setí do nezpracované půdy je většinou považována ochrana půdy před vodní, případně větrnou erozí, což potvrzují výsledky polního pokusu, které ve svém článku uvádějí Novák, Mašek (2015) a zmiňují: „Výsledky měření jednoznačně prokazují význam pokrytí půdy organickou hmotou, jakožto účinného prostředku k omezení erozních procesů. Organická hmota na povrchu půdy může mít velmi různorodý charakter. Přesto v jakékoliv podobě funguje jako ochranný prvek.“ Aby bylo dosaženo tohoto požadovaného přínosu, musí po sklizni předplodiny zůstat na povrchu půdy dostatečné množství posklizňových zbytků. Pokud po sklizni předplodiny zůstane na povrchu jen minimum posklizňových zbytků, je půdoochranný efekt přímého setí nižší. Proto je v této technologii důležitý způsob nakládání s posklizňovými zbytky předplodiny a také případně využívání meziplodin. Zařazení meziplodiny do postupu přímého setí je zvláště vhodné při dlouhém meziporostovém období, například při zakládání porostu kukuřice po obilovině. V tomto případě meziplodina zajistí dostatečné množství rostlinných zbytků na povrchu půdy v období setí (Hůla, Abrahám, Bauer, 1997).

3 TECHNIKA PRO MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Na oblast vývoje techniky pro minimalizační technologie je v poslední době soustředována velká pozornost, která vyplývá z neustále nových poznatků a zkušeností ze stále zvyšujícího se používání minimalizačních technologií v praxi. Požadavky kladené na techniky jsou především z oblasti schopnosti přizpůsobení se různým půdním podmínkám. Hlavním požadavkem a limitujícím kritériem je schopnost vytvoření kvalitního výsevního lůžka, které blíže popisuje Kroulík a kol. (2016), a tím zajištění optimálního uložení osiva do půdy. Velmi důležitým požadavkem na dosažení vhodných podmínek pro zakládání porostů při minimalizačních technologiích je také rovnoměrnost rozmístění rostlinných zbytků předplodiny na povrchu půdy, kterým se blíže zabývá ve svém článku Mašek (2006). Z dlouholetých zkušeností s minimalizačními technologiemi vyplývá další v současnosti dost důležitý požadavek na vývoj a konstrukci strojů se stále vyšší plošnou výkonností, která zahrnuje zvětšování pracovních záběrů strojů a navyšování pracovních rychlostí. Právě vysoká plošná výkonnost významně ovlivňuje důležitý faktor včasnosti pracovních operací, který je silnou stránkou minimalizačních technologií, což potvrzuje také ve svém článku Mašek (2017), a ukazuje se jako velká výhoda oproti konvenčnímu zpracování půdy, protože největším přínosem v každém agrotechnickém postupu má včas provedená práce.

V technologiích minimalizačního zpracování půdy se využívají různé skupiny kypřičů s odlišným konstrukčním řešením. Řadu kypřičů lze využívat jak při konvenčním zpracování půdy, kde se používají jako podmítače, případně pro předseťovou přípravu půdy, tak u minimalizačních technologií pro mělké, střední, případně hlubší kypření půdy. Používané stroje můžeme rozdělit na kypřiče pro mělké a střední kypření, kombinátory a kypřiče pro hlubší kypření bez obracení půdy (Hůla, Procházková, 2008). V současnosti je stále více věnována pozornost negativnímu vlivu používaných kypřičů na přemísťování půdních částic při zpracování půdy, kterému se podrobně věnuje ve svém článku Novák (2016), a na základě výzkumného řešení konstatuje skutečnost: „Zpracování půdy může v různé míře přemísťovat půdní částice ve směru jízd strojů i ve směru příčném. Při studiu erozních procesů by měla být zohledněna i eroze zpracováním půdy. Volbou strojů na zpracování půdy lze výrazně ovlivnit intenzitu nežádoucího přemísťování zeminy na svažitých pozemcích.“

Do skupiny kypřičů pro mělké a střední kypření patří především dvě nejpoužívanější konstrukční řešení kypřičů, které našly v minimalizačních technologiích nejširší uplatnění. Jedná se o talířové a radličkové kypřiče, jejichž podrobným porovnáním se zabývá Podpěra a kol. (2007) a Salajka (2014). Dále řadíme do této skupiny strojů prutové kypřiče a stroje s poháněnými pracovními nástroji. Významným požadavkem na kypřiče pro mělké a střední zpracování půdy je vysoká plošná výkonnost, která umožňuje včasné provedení pracovních operací zpracování půdy. Včasná a kvalitní mělká podmítka je hlavním opatřením při správném hospodaření s půdní vláhou, jak popisují ve svém článku Hůla, Mašek a Novák (2017), kdy je nutné, aby došlo k přerušení vztlínání vody kapilárními póry k povrchu půdy, který není chráněn porostem. A také dochází při srážkách k lepší infiltraci vody do půdy. Pro primární zpracování půdy převažuje v současnosti používání kypřičů s pasivními pracovními nástroji, které ve svém článku podrobně představuje Javorek (2016). Kypřiče s aktivními pracovními nástroji, uvedené v publikaci Kumhála a kol. (2007), se pro primární zpracování půdy používají jen výjimečně z důvodu právě nízké plošné výkonnosti. Své uplatnění nacházejí převážně při sekundárním zpracování půdy v těžších půdních podmínkách, kde zvláště za suchých podmínek dokáží zastat nenahraditelnou funkci v předseťovém zpracování půdy.

Další skupinou strojů pro výhradně mělké zpracování půdy jsou kombinátory, které se využívají pro přípravu seťového lůžka při sekundárním zpracování půdy především při zakládání porostů jarních plodin, kde je půdní struktura vlivem zimního období snadno zpracovatelná. Jedná se o stroje složené z více druhů pracovních nástrojů, které plní odlišné funkce při zpracování půdy (urovnání povrchu půdy, prokypření do zvolené hloubky, rozdrobení hrud a zpětné utužení výsevního lůžka) a nahrazují dříve samostatně používané jednoduché stroje. Zásluhou velkých pracovních záběrů a minimální požadovanou pracovní rychlostí $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ mají kombinátory vysokou plošnou výkonnost (Hůla, Abrahám, Bauer, 1997).

Využití dlátových kypřičů, které popisuje Hůla a kol. (2008), pro hlubší kypření bez obracení půdy do hloubky 0,2 – 0,4 m je další možností kypření půdy mezi minimalizačními technologiemi zpracování půdy, která se využívá především pro periodické kypření zhutnělých vrstev půdy, které popisuje ve své publikaci Lhotský (2000). Tyto zhutnělé vrstvy v ornici nebo v podorniči mohou být následkem víceletého uplatňování pouze mělkého kypření půdy. Využívají se především dlátové kypřiče, které jen minimálně narušují povrch půdy, a rostlinné zbytky tak mohou plnit ochrannou funkci na povrchu půdy. Základní podmínkou pro kypření půdy, které má narušit zhutnělé vrstvy, je drobitost půdy během zásahu.

3.1 Talířové kypřiče

Talířové kypřiče patří mezi dvě nejrozšířenější a nejpoužívanější konstrukční provedení kypřičů. Používají se dvě konstrukční řešení uspořádání talířů, jednak s talíři na společné hřídeli a s talíři na samostatných hřídelích. Hlavní uplatnění talířových kypřičů při minimalizačních technologiích je především mělká podmítka prováděná nejlépe ihned po sklizni předplodiny. Tyto kypřiče se mohou používat i pro opakované, zpravidla mělké kypření. Talířové kypřiče se vyznačují velmi dobrou schopností zapravení rostlinných zbytků do půdy a jejich promícháním se zeminou. Z tohoto důvodu není příliš vhodné používání talířových kypřičů při půdoochranném zpracování půdy. Současné talířové kypřiče jsou většinou vybaveny drobicími a případně utužovacími válci, které společně s možností využití vyšší pracovní rychlosti těchto kypřičů způsobují velmi dobrý drobicí efekt. Talířové kypřiče s takto dobrou drobicí schopností se mohou u minimalizačních technologií používat také pro předset'ovou přípravu (sekundární zpracování půdy), kde dokáží částečně nahradit funkci kombinátoru. Dobrým důvodem použití talířových kypřičů k předset'ové přípravě je jejich dobrá schopnost mechanické likvidace vzešlých plevelů či výdrolu předplodiny před setím. Výhodou talířových kypřičů je vysoká plošná výkonnost, která je dána velkým pracovním záběrem a vysokou pojezdovou rychlostí (Kumhála a kol., 2007).

3.2 Radličkové kypřiče

Druhou skupinou ze dvou nejrozšířenějších a nejpoužívanějších konstrukčních provedení jsou radličkové kypřiče, které představují stroje s různě řešenými pracovními nástroji. Možnost z velkého výběru pracovních nástrojů umožňuje u těchto kypřičů volbu intenzity kypření a mísení rostlinných zbytků se zeminou. Zásluhou možnosti poměrně rychlé výměny pracovních nástrojů se radličkové kypřiče vyznačují velkou univerzálností použití, které zahrnuje možnosti od mělké podmítky s nízkou schopností zapravení rostlinných zbytků do půdy vhodné pro půdoochranné zpracování půdy až po hlubší kypření s dobrou schopností promístit rostlinné zbytky v celém kypřeném profilu zpracované půdy. Pro mělké kypření vhodné při půdoochranném zpracování půdy se používají šípové podřezávací radličky, které umožňují dobré zpracování půdy s nízkou schopností zapravení rostlinných zbytků do půdy i při malé hloubce zpracování (Šťastný, 2016).

Uspořádání radliček je ve dvou a více řadách podle konstrukčního řešení kypřiče. Čím více je řad uspořádání radliček, tím má kypřič větší průchodnost materiálu především rostlinných zbytků mezi jednotlivými pracovními nástroji. Každý pracovní nástroj je jistěn pojistným mechanismem proti přetížení při najetí na pevnou překážku. Radličkové kypřiče mohou být kromě kypřících radliček vybaveny také talíři pro urovnávání povrchu půdy za poslední řadou radliček nebo sekcí prutových bran a také utužovacím, případně drobicím válcem.

Ke skupině radličkových kypřičů můžeme zařadit také kombinované kypřiče pro intenzivní prokypření půdy až do hloubky srovnatelné s hloubkou orby. Účelem kombinovaných kypřičů je intenzivně prokypřit půdu až do hloubky 0,3 m, promísit rostlinné zbytky v celé kypřené vrstvě, urovnat povrch půdy a zpětně přiměřeně utužit povrchovou vrstvu půdy pro přípravu výsevního lůžka osiva. Mají tedy velmi dobrou zapravovací schopnost a po zpracování půdy zůstává na povrchu jen velmi málo rostlinných zbytků. Kombinované kypřiče se používají pro kvalitní hlubší zpracování půdy, hlavně pro následné zakládání porostů plodin, které vyžadují hlubší a intenzivnější zpracování půdy, jako jsou řepka ozimá a cukrová řepa (Hůla, Procházková, 2008).

3.3 Radličkové kypřiče Horsch

Základní myšlenkou společnosti Horsch od jejího vzniku bylo navázat na snahu svého zakladatele o nacházení a uplatňování nových technologií při zpracování půdy, které vedou k efektivnějšímu a šetrnějšímu hospodaření na obdělávané půdě. Zkoušení nových postupů zpracování půdy vždy vedlo k nutnému vývoji požadované techniky, která byla schopna splnit nové požadavky.

V průběhu devadesátých let, kdy docházelo k prvnímu zavádění minimalizačních technologií zpracování půdy v našich podmínkách, se firma Horsch zaměřila vedle stálého vývoje secích strojů také na zavádění technologie mělkého zpracování půdy do maximální hloubky 0,1 m, které představovalo první méně energeticky náročné nahrazení orby. Vlivem velké plošné výkonnosti, které bylo při mělkém kypření dosahováno, nastalo velké rozšíření této technologie zejména v oblastech s těžšími půdními podmínkami, kde mělké zpracování půdy umožňovalo lepší dodržení agrotechnických termínů při zakládání porostů plodin (Šťastný, 2016).

Získáním dlouholetých zkušeností s technologií mělkého zpracování půdy se ukázalo, že tento postup může v některých půdních podmínkách, zejména na těžkých půdách, způsobovat z dlouhodobého hlediska nežádoucí dopady na půdní prostředí, které blíže popisuje Lhotský (2000). Tento zjištěný fakt přispěl v některých půdních oblastech ke změně této technologie na technologii více zaměřenou na požadavky kypření jednotlivých pěstovaných plodin. Technologie mělkého zpracování půdy v dnešní době zůstává v některých oblastech, zvláště v sušších oblastech s lehkými půdními podmínkami, jednou z uplatňovaných technologií. Své významné uplatnění má také při půdoochranném zpracování půdy, kdy je hlubší kypření nežádoucí.

Nová technologie vychází hlavně z dlouholetých poznatků o strukturním stavu půdy. Poznatky vedly ke zjištění, že půda je zpracovatelná jen v určitém rozpětí vlhkosti, které je dáno závislostí na podílu vody a jílovitých částic v půdě, která je znázorněna na obr. 8. Těžké půdy mají právě toto rozpětí mnohem menší než půdy lehčí, jak uvádí Šabatka (2009) a říká: „Spoléhat se na to, že stihneme obdělávat půdu za příznivých podmínek, je nereálné. Proto budou úspěšní při obdělávání půdy jen ti, kteří udrží půdu co nejdéle ve zpracovatelném stavu. Prakticky to znamená, že zabrání, aby rychle vysychala, když neprší a naopak, aby se nerozplavila, pokud se srážky dostaví.“ Z toho vyplývá, že čím je půda těžší, tím máme méně času na její zpracování.

3.3.1 Radličkový kypřič Terrano

Firma Horsch preferovala od začátku zavádění technologie mělkého zpracování půdy výhradně radličkové kypřiče řady Terrano, které svou možností velkého výběru z různých variant výměnných radliček, viz obrázek č. 4, jsou velmi univerzální a dokáží se přizpůsobit různým půdním podmínkám. Ve výrobním sortimentu Horsch jsou nabízeny čtyři varianty. Mezi nejdéle nabízené patří verze Terrano FG uvedená na obr. 7, kterou je možné využít od mělké podmínky až po středně hluboké kypření v rozmezí pracovní hloubky 0,03 až 0,2 m. Čtyřřadé uspořádání radliček s roztečí 0,3 m umožňuje dosažení bezkonkurenční vzdálenosti mezi jednotlivými pracovními nástroji v jedné řadě, která činí 1,2 m. Zásadou tohoto uspořádání radliček staví tento model mezi radličkové kypřiče s nejlepší průchodností rostlinných zbytků na trhu. Jedním ze specifických znaků Terrano FG, který z něj dělá velmi univerzální stroj, je absence integrovaného utužovacího pčechu, která umožňuje jeho práci i ve velmi vlhkých půdních podmínkách. Je-li potřeba zpětného utužení půdy a dovolují-li to půdní vláhové

podmínky, je možné model Terrano FG doplnit samostatným přípojným pneumatikovým pěchem Horsch Optipack, který svou vysokou hmotností (420 kg na metr záběru) dokáže účinně zpětně utužit půdu i při vysokých pracovních rychlostech v celé kypřené vrstvě. Nastavení požadované pracovní hloubky je zajištěno pomocí tandemového podvozku uvnitř rámu, což umožňuje klidný pohyb stroje i po nerovném povrchu půdy. Čtyři řady kypřících radliček jsou doplněny sekcí prutových zavlačovačů, které zajišťují částečné urovnání povrchu půdy bez zpětného utužení. Terrano FG je charakteristické svou vysokou plošnou výkonností, které je podřízena

i nabídka velkých pracovních záběrů kypřičů, které jsou od 6 m do 12 m, a pro podmínky například Severní Ameriky až 18 m (Šťastný, 2016).

Druhou dlouhodobě nabízenou verzí je Terrano FX, které díky vyšší světlé výšce rámu (0,85 m) umožňuje hlubší kypření až do hloubky 0,3 m. Tuto verzi blíže popisují Peterka, Stach (2007). Rozteč radliček je stejná s předchozí verzí, tedy 0,3 m, ale uspořádání radliček je pouze ve třech řadách, které umožnilo doplnit kypřící radličky o sekci urovnávacích talířů za poslední řadou kypřících radliček. Dalším rozdílem této verze je integrovaný utužovací pěch, pomocí kterého je nastavována pracovní hloubka stroje. Možnost výběru z rozsáhlé nabídky různých variant pěchů umožňuje široké využití v mnoha půdních podmínkách. Tato verze je vyráběna v pracovních záběrech od 3 m do 8 m.

Další variantou této řady kypřičů je Terrano FM, která kombinuje výhody obou předcházejících verzí. Tuto verzi podrobně popisuje Malina (2016). Využívá čtyřřadého uspořádání radliček s roztečí pouze 0,28 m, čímž je stále zaručena velmi dobrá průchodnost rostlinných zbytků. Užší rozteč radliček umožňuje intenzivnější prokypření půdy a i přes menší světlou výšku rámu (0,75 m) je maximální konstrukční hloubka zpracování půdy 0,3 m. Typickou charakteristikou této verze kypřiče je možnost volby použití utužovacího pěchu jako u verze FX, který zároveň slouží pro nastavení pracovní hloubky nebo možnost jeho odpojení od kypřiče a provádět kypření bez zpětného utužení jako u verze FG. Pro nastavení pracovní hloubky se pak používá kolový podvozek umístěný uvnitř rámu, který díky šípovému dezénu dobře funguje i v mokřích půdních podmínkách (Kolektiv, listopad 2012).

Poslední představenou verzí těchto radličkových kypřičů je v roce 2018 nové Terrano GX, které navazuje na dlouholetou tradici těchto univerzálních kypřičů. Jedná se o tři nebo čtyřřadé uspořádání pracovních radliček. Zejména čtyřřadé provedení si zachovalo tradiční vysokou

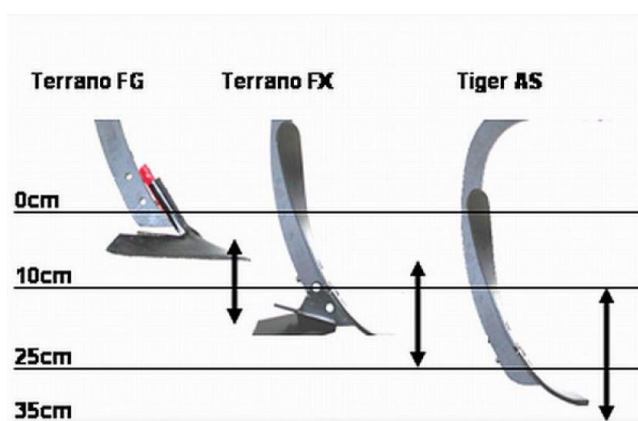
průchodnost rostlinných zbytků, kterou se vyznačuje předchozí provedení Terrano FG. Nová verze kypřiče Terrano GX taktéž umožňuje využití všech nabízených typů kypřících radliček Horsch. Stroj je možné vybavit jedním ze šesti nabízených opěrných utužovacích válců, který může být jak jednoduchý, tak i zdvojený. Koncept podvozku uloženého mezi sekcí radliček a následnými urovnávacími nivelačními talíři převzala nová verze Terrano GX od kypřičů Terrano FM. Kypřič využívá podvozek nejen k přepravě po silnici, ale také při otáčení na souvrati, což poskytuje výhodu dobré manévrovatelnosti stroje při otáčení. Nová modelová řada je nabízena v návěsném provedení s pracovním záběrem od čtyř do šesti metrů. Novým konstrukčním řešením jsou zdvojená přední opěrná kola s vysoce robustním uložením, které je využíváno u konstrukce talířových kypřičů Joker RT. Univerzálnost nového radličkového kypřiče Terrano GX umožňuje jeho využití od mělké podmítky až po kypření do hloubky zpracování 0,25 m (Beneš, 2018).

3.3.2 Radličkový kypřič Tiger

Přechod na nový přístup ke zpracování půdy znamenal lepší přizpůsobení se aktuálním půdním podmínkám a provádění individuální hloubky a intenzity kypření půdy. Tímto přístupem vznikly rovněž nové požadavky na používanou techniku, která musela být schopna umožnit proces hlubšího a intenzivnějšího kypření půdy. Dobrý předpoklad pro uplatnění v této nové technologii měly v sortimentu nabízené techniky Horsch doposud velmi rozšířené radličkové kypřiče Terrano, které svou velkou univerzálností jsou schopny provádět hlubší kypření až do hloubky 0,3 m v závislosti na použité verzi kypřiče. Společnost Horsch ovšem velmi rychle zareagovala na zvýšenou poptávku po kypřících zejména pro hlubší a intenzivnější zpracování půdy a přišla s novým radličkovým kypřičem Tiger, který je hlavním produktem pro hlubší zpracování půdy. Na obr. 2 je orientačně znázorněno vhodné rozmezí pracovní hloubky kypření pro použití jednotlivých kypřičů Horsch s určitými typy pracovních radliček. Uplatňování technologie hlubšího a intenzivnějšího zpracování půdy již představuje mnohem vyšší nároky na energetickou a tahovou spotřebu a zároveň dochází u používané techniky ke snížení plošné výkonnosti (Šťastný, 2016).

Radličkový kypřič Tiger je vyráběn ve dvou hlavních verzích Tiger AS a Tiger LT. Velmi oblíbenou verzí pro těžší půdní podmínky je Tiger AS, který bývá často označován jako chytřejší náhrada pluhu a blíže ho popisuje Peterka, Stach (2007). Svou robustní konstrukcí

a uspořádáním radliček ve čtyřech řadách o rozteči pouze 0,23 m dokáže provést velmi intenzivní prokypření půdního profilu se zapravením velkého množství posklizňových rostlinných zbytků až do hloubky 0,35 m. Kypřicí radličky jsou doplněny jednořadým talířovým systémem pro rovnoměrné urovnání povrchu půdy před pěchem. Posledním pracovním nástrojem je integrovaný pneumatikový utužovací pěch, který je možné na přání doplnit ještě drobicím pěchem TopRing vhodným pro kvalitnější přípravu set'ového lože. Nabízen je v rozmezí pracovních záběrů od 3 m až do 8 m. Vlivem vysoké hustoty pracovních nástrojů, čímž je docíleno požadované kvality práce, se jedná o kypřič s poměrně vysokými energetickými nároky, které mohou v extrémních podmínkách dosahovat hodnoty až 75 kW na jeden metr záběru (Šťastný, 2016).



Obrázek 2 Varianty použití radličkových kypřičů pro určité hloubky kypření

Zdroj: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-indexf635.html?id=711&action=news_cz

Druhou energeticky méně náročnou verzí je Tiger LT, jehož cílem je poskytovat dostačující kvalitu hlubokého prokypření půdy s možností dosažení hloubky zpracování až 0,35 m při současném snížení tahových nároků. Důvodem nižší energetické náročnosti je menší počet pracovních nástrojů, které mají na rozdíl od předchozí verze rozteč 0,3 m. Druhou a poslední zásadní odlišností je uspořádání kypřicích radliček pouze ve třech řadách, které při změně jejich rozteče zaručují téměř shodnou vzdálenost mezi jednotlivými radličkami v jedné řadě, čímž je zachována odpovídající průchodnost materiálu strojem s předchozí verzí. Provedení urovnávacích talířů a utužovacího pěchu jsou naprosto shodná s verzí Tiger AS. Rozdíl je ve vyráběných pracovních záběrech, které jsou u verze Tiger LT pouze dvě a to 6 m a 8 m. V nabízeném sortimentu kypřičů řady Tiger je ještě jedna speciální verze označovaná jako

Tiger DT, která je používána výhradně pro zpracování půdy při hrůbkové technologii zakládání porostů Ridge-Till. Jedná se o speciálně upravenou verzi bez urovnávacích talířů a utužovacího pěchu s roztečí pracovních nástrojů 0,375 m tak, aby rozteč požadovaných hrůbků byla za poslední řadou pracovních radliček 0,75 m. Pro zajištění přesného směrového vedení stroje je kypřič vybaven říditelnými kotoučovými kroidly (Kolektiv, listopad 2011).

3.3.3 Pracovní nástroje radličkových kypřičů Horsch

Primárním pracovním nástrojem radličkových kypřičů jsou kypřicí radličky, které jsou rovnoměrně rozmístěné ve třech nebo čtyřech řadách v závislosti na konstrukčním řešení jednotlivých kypřičů Horsch. K upevnění pracovních radliček k rámu slouží slupice, které jsou nonstop jistěny proti přetížení pružinovým systémem jednotky TerraGrip. Jedná se o vertikální systém dvou vinutých pružin uvedený na obr. 3. Jistící síla pružin je uváděna 5 000 N, jejíž hodnota vlivem rostoucího charakteru působících sil pružin dosahuje až 7 500 N a celkový zdvih slupice činí 0,3 m.



Obrázek 3 Jistící jednotka TerraGrip

Zdroj: <https://www.horsch.com/>

Energetická náročnost pracovních nástrojů kypřičů je většinou hodnocena na základě zjišťování jejich měrného odporu, jak uvádí ve své dizertační práci Kroulík (2004). Měrný odpor je síla potřebná k obdělání jednotky plochy půdy měřená ve svislé rovině kolmé na směr jízdy (Neubauer a kol., 1989). Měrný odpor je v případě pasivních nástrojů rozhodující pro určení celkové energetické náročnosti celé pracovní operace. Jak uvádí Hůla a Mayer (1995), je významně ovlivněn momentálním stavem půdy, tvarem a konstrukcí pracovního nástroje

a pracovní rychlostí. Také samotný tvar a zakřivení slupice, které určuje úhel, pod kterým vniká do půdy pracovní radlička při větší hloubce zpracování půdy více jak 0,12 – 0,15 m, významně ovlivňuje celkový měrný odpor. Hlavním požadavkem je, aby pracovní radlička společně se slupicí vnikala do půdy pod ostrým úhlem a v celém rozsahu pracovní hloubky zpracování, jak uvádí ve svém článku Malina (2008). Kypřiče Horsch tento požadavek splňují zásluhou optimálního zakřivení slupice, které umožňuje dodržení ostrého úhlu vnikání do půdy i při maximální hloubce zpracování 0,2 m v případě kypřiče Terrano 6FG a 0,35 m v případě kypřiče Tiger 4AS. Dalším vlivem na pracovní odpor má také tvar a šířka používané radličky, tuhost jištění slupice a také hmotnost kypřiče (Malina, 2008).

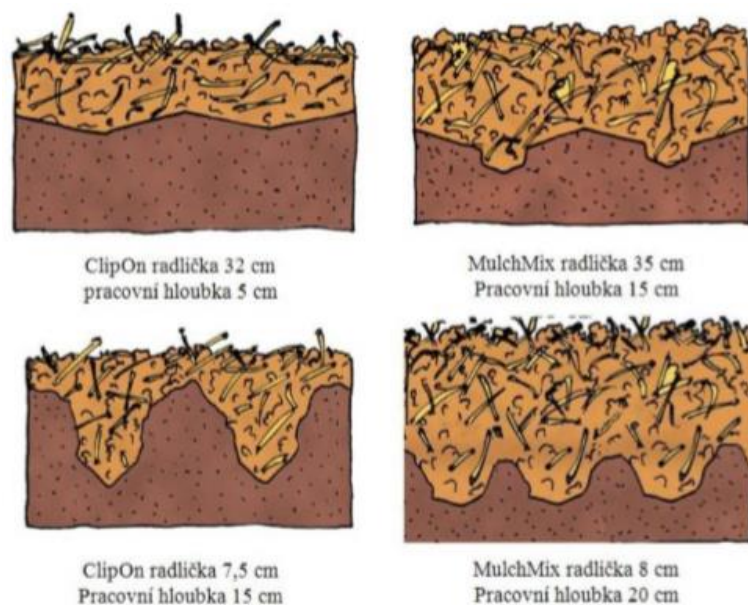
Kvalita práce radličkových kypřičů je dána druhem radliček, a jejich uchycením na rámu, rozmístěním radliček a jejich zahloubením do půdy a pracovní rychlostí (Páltik a kol., 2003). Celková kvalita zpracování půdy je posuzována podle velikostního zastoupení půdních agregátů, množstvím půdních zbytků ponechaných na povrchu půdy a hřebenitostí (hrubostí) povrchu zpracované půdy (Kroulík, 2004). Správný výběr kypřících radliček je vhodné přizpůsobit požadované hloubce kypření a také požadavku na zapravování rostlinných zbytků do půdy, jak uvádí ve svém článku Hůla a kol. (2014). Všechny radličkové kypřiče Horsch je možné osadit stejnými typy kypřících radliček, které výrobce nabízí a jsou uvedeny na obr. 4. Nabízené typy radliček lze rozdělit do tří skupin.



Obrázek 4 Varianty výměnných radliček strojů Horsch

Zdroj: Značkový magazín Horsch č. 2, březen 2007.

První skupinu tvoří kypřící radličky rychloupínacího naklepávacího systému ClipOn. Jedná se o naklepávací radličky, které se na slupici připevňují pomocí klínového mezikusu, který je namontován pomocí dvou šroubů ke slupici. Radlička je zajištěna proti samovolnému uvolnění pružnou pojistkou. Tyto varianty radliček disponují ostrým úhlem, pod kterým vnikají do půdy, a proto se dokáží udržet v půdě i při malé hloubce zpracování (0,05 – 0,08 m). Naklepávací radličky ClipOn jsou nabízeny ve čtyřech variantách provedení a to o pracovní šířce záběru 37 cm, 32 cm, 22 cm vhodné pro celoplošnou mělkou podmítku a také v provedení o šířce 7,5 cm vhodné nejen pro mělkou podmítku, ale také pro hlubší zpracování těžkých půd. Celoplošné radličky ClipOn vytvářejí téměř rovné dno zpracovaného půdního profilu, viz obr. 5, čímž nejlépe a nejrovnoměrěji zabraňují úniku půdní vláhy. Rovněž jejich rovnací a drobní schopnost je vynikající. Pozitivní vlastností radliček ClipOn je také nízká schopnost tvorby nežádoucích hrud za vlhkých půdních podmínek, kterou také zmiňuje ve svém článku Malina (2016). Nevýhodou radliček ClipOn, kterou uvádí Malina (2010), je větší míra opotřebení, neboť jsou vyráběny z menšího množství materiálu. Proto není vhodné za suchých podmínek pracovat vyšší pracovní rychlostí než 15 km.h⁻¹, což díky poměrně nízkému měrnému odporu těchto radliček k dosahování vysokých pracovních rychlostí obsluhu často svádí (Malina, 2010).



Obrázek 5 Půdní profily při zpracování radličkami ClipOn a MulchMix

Zdroj: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-indexf635.html?id=711&action=news_cz

Druhou skupinou nabízených radliček jsou kypřící radličky výměnného systému MulchMix. Už z názvu MulchMix vyplývá, že jsou určeny k intenzivnímu kypření půdy s dobrou zapravovací schopností rostlinných zbytků. Někteří uživatelé je používají i pro podmítku, jejich hlavní určení je ale pro hlubší zpracování půdy (Šabatka, 2011). Radličky MulchMix vnikají do půdy pod úhlem 35 stupňů, který je větší než u předchozích radliček ClipOn, čímž půdu drobí a míchají intenzivněji. Systém radliček MulchMix je nabízen, jak je patrné z obr. 6, ve dvou základních šířkách provedení radliček a jejich slupicových odhrnovaček, a to v šířce 8 a 12 cm, ke kterým je možné namontovat dvě varianty bočních křídel o celkové šířce záběru zpracování 37 nebo 25 cm. Samotné radličky i křídla mohou být v provedení opatřeném karbidovými plochami pod označením HM (Hartmetall), jejichž výhody použití blíže popisuje Habr (2014). Z jednotlivých dílů systému MulchMix lze sestavit celou řadu kombinací pracovních nástrojů. Možné varianty jsou od nejširšího provedení o celkové šířce záběru 37 cm vhodného pro hloubku zpracování v rozmezí 0,08 – 0,15 m až po nejúžší provedení bez přídatných křídel o šířce 8 cm, při využití radliček HM nebo HM plus i méně vzhledem k jejich zúžené špičce na 5 cm, které je vhodné pro kypření půdy až do hloubky zpracování 0,3 m. Přídatná boční křídla lze namontovat ke slupici ve dvou variantách. První možností je umístění bočních křídel do polohy, při které pracují o 3 cm v menší hloubce než samotné radličky, nebo varianta umístění o 7 cm menší hloubky než radličky. Geometrie radličky je taková, aby v každém bodě byl úhel její pracovní plochy k půdě menší než 90 stupňů. Tak je zajištěno, že může půda po radličce vždy „téct“ směrem vzhůru a po slupicové odhrnovačce odcházet do strany. Tím se důsledně zabraňuje nežádoucímu stlačování půdy a zároveň se snižuje celkový pracovní odpor kypřiče (Kolektiv, listopad 2017). Obecně lze říci, že s postupně se zvětšující hloubkou zpracování půdy se celková šířka pracovních radliček zužuje, což potvrzuje také Javorek (2013). Podle něj také platí, že čím větší hloubka, ve které chceme pracovat, tím užší typ radličky volíme.



Obrázek 6 Varianty radliček systému MulchMix

Zdroj: <https://www.horsch.com/>

Posledním trendem ve vývoji pracovních radliček Horsch jsou úzké kypřicí radličky pod označením LD, LD+ a ULD, které mají minimalizovat pohyb půdy při jejím hlubokém prokypření, aby se zamezilo vzniku velkých nežádoucích hrud na povrchu půdy především při zpracování těžkých až velmi těžkých půd za vlhkých podmínek. Vhodnost použití těchto typů radliček doporučuje ve svém článku Malina (2013), který uvádí, že své uplatnění nacházejí při zpracování půdy na pozemcích ovlivněných vysokým zhutněním podorničí a kdy je zapotřebí provést prokypření půdy ve větší hloubce. Radličky označené LD a LD+ jsou jen 4 cm široké v celé své délce a jejich současná funkce je ochrana slupice před jejím abrazivním opotřebením. Radličky LD jsou opatřeny karbidovým štítem na špici radličky a provedení radliček LD+ je chráněno před opotřebením karbidovou ochranou celoplošně. Speciální varianta radliček ULD se skládá ze dvou částí. Hlavní část je špice s plnou karbidovou ochranou o šířce pouze 25 mm. Druhou částí radličky ULD je její tělo s hlavní funkcí ochrany slupice, které rozráží kypřenou půdu, aby obtékala kolem slupice jen s minimálním vertikálním pohybem půdy. Tato radlička byla vyvinuta pro čistě kypřicí účel bez mísící schopnosti. Geometrie radličky je konstruována tak, aby bylo minimalizováno promíchávání půdy a jejího přesouvání z hloubky na povrch (Kolektiv, listopad 2017).



Obrázek 7 Radličkový kypřič Terrano 6FG

4 ZEMĚDĚLSKÝ PODNIK AGROFARMA JABKENICE, s.r.o.

Hodnocení životnosti opotřebitelných částí radličkových kypřičů Horsch bylo provedeno ve vlastní firmě autora zaměřené převážně na zemědělskou rostlinnou výrobu a částečně také na poskytování agrotechnických služeb v zemědělství. Pro celkové hodnocení byly také použity získané poznatky autora vycházející z více než dvanáctiletých zkušeností s uplatňováním různých forem minimalizačních technologií, které podnik využívá na celé obhospodařované výměře včetně zpracování půdy pro pěstování cukrové řepy.

Soukromý podnik Agrofarma Jabkenice, s.r.o. vznikl v roce 2008 a jedná se o nástupnický subjekt rodinné farmy hospodařící od počátku devadesátých let v řepařské oblasti na Mladoboleslavsku. V současnosti obhospodařuje 550 ha orné půdy. Hlavním zaměřením bylo až do roku 2005 pěstování zeleniny na celkové výměře dosahující až 100 ha, na zbývajících výměře byly pěstovány s nižší intenzitou obiloviny, případně řepka ozimá. Postupné změny v ekonomické rentabilitě pěstování zeleniny vedly v roce 2005 k úplnému přeorientování osevních postupů a zaměření se na intenzivní pěstování klasických plodin rostlinné výroby. Současná struktura osevního plánu představuje 150 ha řepky ozimé, 220 ha pšenice ozimé, 80 ha ječmene jarního a 100 ha cukrové řepy.

Obhospodařovaná výměra je z větší části na těžkých, někde i velmi těžkých až jílovitých půdách, které jsou velmi obtížně zpracovatelné. Orientační zastoupení půdních druhů v obhospodařované výměře je uvedeno v tabulce 2. Právě jedním z hlavních důvodů přechodu na minimalizační technologie byla snaha o dosažení optimální zpracovatelnosti půdy, která je zejména v těžkých půdních podmínkách ve velmi krátkém časovém rozmezí v závislosti na půdní vláze, viz obr. 8, jak potvrzuje také Šabatka (2009). Pro zajištění zpracování půdy v její optimální zpracovatelnosti je hlavním předpokladem dostatečně plošně výkonná technika, která zajišťuje včasné zpracování i při nepříznivém průběhu klimatických podmínek.

4.1 Technické vybavení firmy pro zpracování půdy

Vysoká plošná výkonnost společně z těžkými půdními podmínkami, kterými podnik disponuje, vyžaduje používání výkonných tažných prostředků, neboť pro zpracování velmi těžkých půd radličkovými kypřiči je zapotřebí 40 až 75 kW výkonu na jeden metr záběru stroje. Proto podnik

používá pro hlavní agrotechnické pracovní operace, jakými jsou zpracování půdy a zakládání porostů, dva traktory vyšší výkonnostní třídy CASE Magnum 310 o výkonu 260 kW a CASE Magnum 340 o výkonu 300 kW. Oba tyto traktory jsou kombinovaně agregovány, jak se stroji na zpracování půdy, tak se secími stroji. Oba traktory jsou vybaveny autonomním satelitním řídicím systémem AccuGuide pro zvýšení efektivity jejich využití.

Zpracování půdy je v podniku prováděno stroji firmy Horsch, které se na základě nejen dlouholetých osobních zkušeností, ale také zkušeností okolních zemědělských subjektů osvědčily a dokazují svou dobrou kvalitu prováděné práce a dokonalou odolnost při práci v extrémně těžkých půdních podmínkách. Prvním pořízeným strojem již v roce 2005 a doposud velmi využívaným je radličkový kypřič Horsch Terrano 6FG (viz obr. 7), který svou univerzálností využití byl dlouhou dobu používán jako jediný stroj na zpracování půdy.

V roce 2011 došlo k rozhodnutí o zařazení cukrové řepy do osevních postupů, které nově vedlo ke zvýšení snahy o provádění hlubšího a intenzivnějšího kypření půdy nejen pro zakládání porostů cukrové řepy, ale také k neustále více uplatňovanému u pěstování řepky ozimé. Pro naplnění této snahy bylo nutné rozšířit stávající strojové vybavení o další radličkový kypřič Horsch Tiger 4AS, který patří v těžkých půdních podmínkách za plnohodnotnou náhradu pluhu. Tento poznatek je podložen skutečností, že ve většině sousedních podnicích s obdobnými půdními podmínkami je využíván právě radličkový kypřič Tiger AS jako náhrada za orbu pro hlubší a intenzivnější zpracování půdy pro cukrovou řepu nebo řepku ozimou.

Současně s tímto kypřičem byl také pořízen půdní pěch Horsch Optipack 4DD, který je agregován právě s kypřičem Tiger 4AS. I přes nemalé pořizovací náklady tohoto relativně jednoduchého stroje se jeho pořízení bezesporu vyplatilo. Tento dvouřadý půdní pěch je vhodný pro vytvoření optimálního seťového lůžka hlavně v těžkých půdních podmínkách pro podzimní setí. Svou robustností a velmi vysokou hmotností (600 kg na 1 m záběru) dosahuje účinného zpětného utužení půdy v celém kypřeném profilu a hlavně nekompromisně drtí vzniklé hroudy o jakékoli velikosti. Doplněním technologie zpracování půdy o používání tohoto půdního pěchu umožnilo mnohem lepší hospodaření s půdní vláhou zejména při zakládání porostů řepky ozimé a také vedlo k zakládání porostů bez nutnosti předseťové přípravy v extrémních půdních podmínkách.

Pro dosažení optimálního strojového vybavení pro všechny podmínky zpracování půdy byl v roce 2016 pořízen talířový kypřič Horsch Joker 6RT, který je vhodný pro mělkou podmítku

prováděnou nejlépe ihned po sklizni. Zároveň umožňuje případnou předset'ovou přípravu pro zlepšení půdní struktury hlavně v suchém období na těžkých půdách, na které byl doposud používán vířivý kypřič s nízkou plošnou výkonností. Pro dobrou zapravovací schopnost talířového kypřiče je také vhodnou alternativou při likvidaci předplodinového výdrolu před setím. V neposlední řadě je v současnosti velmi aktuální problematika rychlého zakládání porostů meziplodin, které je pomocí kypřiče Joker 6RT ve spojení s jednoduchou výsevní nástavbou APV také možné současně při provádění mělké podmítky. Výhody včasného zakládání porostů meziplodin současně při provádění mělké podmítky blíže popisují ve svém článku Hůla, Mašek a Novák (2017) a uvádějí, že se jedná o jedno z opatření vyplývající ze standardů DZES (Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy). Dále zmiňují, že hlavní výhodou takto zakládaných porostů meziplodin je včasnost, která zaručuje nejen využití půdní vláhy pro klíčení osiva, ale také možnost vytvoření dostatečného množství potřebné biomasy pro uplatnění protierozních účinků meziplodiny.

Posledním strojem na zpracování půdy, který přibyl do strojového parku firmy na konci roku 2017, je radličkový kypřič Horsch Terrano 4FX. Jedná se o nesenou verzi, která umožňuje pracovní činnost i při demontovaném půdním pěchu. Právě tato vlastnost kypřiče společně s nižším počtem pracovních radliček a tedy s nižším tahovým odporem byla hlavním důvodem k jeho pořízení. Protože vlivem velmi špatného průběhu klimatických podmínek v druhé polovině roku 2017, společně s velmi těžkými půdními podmínkami, nebylo možné provést zpracování půdy na téměř polovině obhospodařované výměry doposud používanými kypřiči. Tento nesený kypřič umožňuje rozšíření vláhového rozmezí půdy, při kterém je ještě možné pro zpracování půdy použít kypřiče.

Nejdůležitější pracovní operací celého agrotechnického postupu je zakládání porostů. V případě zakládání porostů plodin plynulým výsevem (obiloviny, řepka ozimá) používá podnik dva secí stroje Horsch o dvou různých technických a konstrukčních řešeních. První pořízený byl radličkový secí stroj Horsch Sprinter 6ST s technologií cíleného hnojení „pod patu“ PPF, který firma pořídila již v roce 2009 a dodnes je využíván nejen na vlastních pozemcích, ale také pro každoroční poskytování služeb na výměře téměř 800 ha. Vysoká míra poskytovaných služeb secím strojem Sprinter 6ST přispěla v roce 2017 k rozhodnutí o pořízení druhého secího stroje Horsch Pronto 6KR. Jedná se o diskový secí stroj, jehož součástí je vířivý kypřič vhodný pro sekundární předset'ové zpracování půdy zejména za suchých podmínek na těžkých půdách. Tato varianta provedení secího stroje Pronto není příliš rozšířená a pro český

trh nebyla až do roku 2011 nabízena. Nejrozšířenější variantou diskových secích strojů Pronto je provedení s dvěma řadami talířů pro předset'ové zpracování půdy pod označením Pronto AS nebo DC. Hlavní výhodou disponování oběma secími stroji je jednak vysoká plošná výkonnost zaručující splnění včasnosti založení porostu, a také možnost výběru vhodnějšího technického řešení jednotlivých secích strojů v závislosti na aktuálních půdních a klimatických podmínkách.

4.2 Technologické postupy zpracování půdy

Podnik Agrofarma Jabkenice, s.r.o. se snaží preferovat minimalizační technologie zpracování půdy na celé obhospodařované výměře včetně zpracování půdy v technologickém postupu pěstování cukrové řepy. Využívání minimalizačních technologií ve více jak dvanáctiletém horizontu neprokázalo ani v dlouhodobém měřítku negativní dopady na dosahované výnosy pěstovaných plodin a naopak z celkového ekonomického hlediska se jedná o pozitivní přínos nejen v podobě nižších výrobních nákladů, ale především v podobě lepší schopnosti včasného dodržení všech agrotechnických termínů, která má nezpochybnitelně příznivý dopad na celkovou rentabilitu zemědělské rostlinné výroby. Výhody minimalizačních technologií v podobě lepší schopnosti dodržení agrotechnických lhůt také uvádí ve svém článku Mašek (2017) a zmiňuje: „Vlivem rozšíření minimalizačních a půdoochranných technologií dochází k výrazné redukci potřeby času na provedení jednotlivých pracovních operací, což se příznivě odráží v nákladech na zakládání porostů a současně přispívá k naplnění agrotechnických lhůt.“ Dále připomíná, že zásluhou minimalizačních technologií lze zakládat i porosty po předplodinách, po kterých by to nebylo v systému konvenčního zpracování půdy z časového hlediska možné.

Podmítka

Primárním zpracováním půdy je u všech technologických postupů pěstovaných plodin mělká podmítka do hloubky zpracování 0,1 m prováděná nejlépe bezprostředně po sklizni předplodiny, aby se přerušila kapilární vzlínavost půdní vláhy a zamezilo se tak nežádoucímu vysychání celého půdního profilu, neboť jak uvádějí ve svém článku Hůla, Mašek a Novák (2017), měřením bylo prokázáno, že ponechání nepodmítnutého pozemku po sklizni obilovin může znamenat pokles půdní vlhkosti ornice o 1 až 2 % za jediný den. A proto doporučují provedení kvalitní a včasné podmítky, která vytvoří v povrchové vrstvě ornice izolační vrstvu,

čímž zabrání vysychání půdy při suchém počasí a v případě období dešťových srážek zajistí vytvořená povrchová vrstva lepší podmínky pro infiltraci vody do půdy (Hůla, Mašek a Novák, 2017). Tato prvotní podmínka byla prováděna doposud výhradně radličkovým kypřičem Horsch Terrano 6FG osazeným dříve naklepávacími radličkami ClipOn 7,5 a v posledních třech letech používání dlátovými radličkami MulchMix bez bočních křídel. Dlouhodobá praxe prokázala, že pro mělkou podmínku všemi doporučované celoplošné široké radličky ClipOn 37 nebo 32, stejně tak jako boční křídla u systému radliček MulchMix, nejsou pro půdní podmínky, kterými disponuje firma Agrofarma Jabkenice, s.r.o., příliš vhodné. Široké radličky, které mají zajistit celoplošné podříznutí zpracované půdní vrstvy, mají velmi omezené rozmezí podmínek použití. V případě zpracovávání velmi těžkých půd za suchých podmínek neumožňují tyto celoplošné radličky požadované zahloubení a v případě naopak vlhkých podmínek dochází při zpracování velmi těžkých půd k nežádoucí tvorbě velkých hrud. Také snížení průchodnosti posklizňových zbytků rostlin je negativní vlastností celoplošných radliček. Využívání výhradně úzkých radliček dlátového typu zajišťuje maximální univerzálnost použití kypřiče za všech půdních a pracovních podmínek. Od roku 2017 je kromě radličkového kypřiče Terrano 6FG pro prvotní mělkou podmínku využíván také nově pořízený talířový kypřič Horsch Joker 6RT, který má v porovnání s radličkovým kypřičem lepší zapravovací schopnost rostlinných zbytků do půdy. Současné a budoucí využívání radličkového kypřiče Terrano 6FG pro podmínku bude vhodné před zakládáním porostů řepky ozimé a cukrové řepy, kde je již při prvním zpracování půdy kladen zvýšený důraz na větší hloubku zpracování (0,1 až 0,15 m), kterou lépe umožňuje právě radličkový kypřič.

Ozimé obiloviny

Opakované hlubší kypření je prováděno už výhradně radličkovými kypřiči a to v případě technologického postupu pěstování ozimých obilovin, jak doporučuje ve své publikaci Zimolka (2005), nejlépe bezprostředně před termínem jejich výsevu po chemické likvidaci výdrolu předplodiny převážně opět radličkovým kypřičem Terrano 6FG do hloubky zpracování maximálně 0,15 m. Při extrémních podmínkách zpracování velmi těžkých půd, kdy hrozí riziko tvorby nežádoucích hrud, je používán radličkový kypřič Horsch Tiger 4AS a vyžadují-li to podmínky, je s ním také současně agregován půdní pěch Horsch Optipack 4DD. I v případě tohoto kypřiče je požadovaná hloubka zpracování půdy maximálně 0,15 m v závislosti na aktuálních půdních podmínkách.

Řepka ozimá

Technologický postup zpracování půdy před zakládáním porostů řepky ozimé obsahuje kromě první podmínky prováděné po sklizni předplodiny ještě dvě následná hlubší kypření radličkovým kypřičem Tiger 4AS v případě potřeby společně s půdním pěchem Optipack 4DD se snahou o dosažení co největší hloubky zpracování v rozmezí 0,2 – 0,25 m. Výsledná hloubka zpracování je individuální a je velmi závislá na půdních podmínkách konkrétního půdního bloku. Na velmi těžkých půdách za vlhkých podmínek se ani druhým opakovaným kypřením nedosahuje hloubky zpracování 0,2 m. Mezi těmito třemi operacemi zpracování půdy bývají týdenní rozestupy. V případě pozdní sklizně předplodiny mohou jednotlivé operace kypření půdy na sebe téměř bezprostředně navazovat z důvodu dodržení agrotechnického termínu výsevu řepky ozimé. Právě včasnost založení porostu je v případě pěstování řepky ozimé klíčovým faktorem pro vytvoření vysokého výnosového potenciálu a tím i ekonomické rentability jejího pěstování, což potvrzuje ve svém článku také Javorek (2011). Následuje setí diskovým secím strojem Pronto 6KR se současným sekundárním zpracováním půdy vířivým kypřičem. Použití tohoto secího stroje se jeví jako vhodnější s ohledem na lepší schopnost vytvoření optimálního výsevního lůžka, které právě řepka ozimá vyžaduje (Baranyk, 2007).

Cukrová řepa

Náhrada konvenčního zpracování půdy v agrotechnickém postupu pěstování cukrové řepy minimalizačními technologiemi byla dlouhou dobu považována pěstiteli za nevhodný způsob zpracování půdy z hlediska nedostatečné hloubky a intenzity jejího zpracování. Tento názor však v poslední době vyvracejí poznatky a výsledky pěstitelů uplatňující dlouhodobě minimalizační technologie také v agrotechnických postupech pěstování cukrové řepy, které neprokázaly negativní dopady minimalizačního zpracování půdy na dosahované výnosy. Podnik Agrofarma Jabkenice, s.r.o. také provádí zpracování půdy pro zakládání porostu cukrové řepy pomocí minimalizačních technologií se snahou o dosažení požadované hloubky a intenzity prokypření půdního profilu. Využitím vhodného kypřiče pro opakované hlubší kypření, jakým je například právě radličkový kypřič Tiger 4AS, lze tohoto požadavku dosáhnout.

Konkrétní agrotechnický postup zpracování půdy pro pěstování cukrové řepy se v podniku Agrofarma Jabkenice, s.r.o. skládá z prvotní podmínky po sklizni předplodiny se střední hloubkou zpracování 0,1 – 0,15 m v závislosti na půdních podmínkách radličkovým kypřičem

Terrano 6FG se současným zakládáním porostů meziplodin pomocí jednoduché výsevní nástavby APV umístěné na kypřiči. Po zhruba šedesáti dnech a chemické likvidaci meziplodiny následují dvě opakovaná hlubší kypření radličkovým kypřičem Tiger 4AS do požadované hloubky zpracování 0,2 – 0,25 m opět v závislosti na půdních podmínkách. Jako poslední pracovní operace primárního zpracování půdy, která je prováděna na konci vegetačního období, tedy na přelomu měsíců října a listopadu, je opakované kypření radličkovým kypřičem Terrano 6FG nastaveným na maximální možnou hloubku zpracování, tedy 0,2 m. Účelem této poslední podzimní operace zpracování půdy je vytvoření hrůbkovité struktury povrchu zpracované půdy bez zpětného utužení, což umožňuje rychlejší vysychání půdy na počátku jarního vegetačního období a zároveň včasější provádění sekundárního zpracování půdy s následným zakládáním porostů cukrové řepy. Jedná se o podobný princip jako u technologie zakládání porostů Ridge-Till, kterou popisuje v článku Kolektiv (listopad 2011).

Ječmen jarní

Posledním technologickým postupem zpracování půdy, který je uplatňován v podniku, je postup zpracování půdy pro zakládání porostů jarního ječmene. V tomto případě nejsou kladeny příliš vysoké nároky na konečnou hloubku a intenzitu zpracování. Předplodina jarního ječmene je téměř vždy cukrová řepa a to ve většině případů ta, která má pozdní termín sklizně, po kterém již není možné vzhledem k agrotechnickým lhůtám stihnout založení porostů pšenice ozimé. Tato skutečnost do značné míry ovlivňuje způsob a rozsah zpracování, který opět obsahuje podmínku vždy výhradně radličkovým kypřičem Terrano 6FG do hloubky 0,1 – 0,15 m v závislosti na půdních podmínkách. Umožňují-li to klimatické podmínky takto pozdního termínu zpracování, provádí se ještě následné kypření do maximální hloubky zpracování 0,15 m za účelem intenzivnějšího prokypření a zamíchání rostlinných zbytků opět radličkovým kypřičem Terrano 6FG, který zanechá vhodnou hrůbkovitou strukturu povrchu zpracované půdy pro včasné jarní předseťové zpracování půdy, které společně se zakládáním porostů jarních plodin podrobně popisuje ve svém článku Mašek (2009).

5 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je seznámení s problematikou zpracování půdy radličkovými kypřiči používaných při minimalizačních technologiích. Hlavním úkolem práce je provedení objektivního hodnocení čtyř typů úzkých kypřících radliček ze sortimentu firmy Horsch. Hodnocení bude provedeno jak z hlediska dosahované životnosti jednotlivých typů radliček, tak z pohledu následného porovnání stavu opotřebení použitých radliček, a bude provedené současně na dvou konstrukčně odlišných radličkových kypřících značky Horsch při provozním měření během dvouletého provozu strojů ve společnosti Agrofarma Jabkenice, s.r.o. Ze získaných údajů o průměrných hodnotách dosahované životnosti všech opotřebitelných dílů pracovních nástrojů bude provedeno vyhodnocení ekonomických dopadů při použití jednotlivých typů hodnocených radliček na měrné náklady opotřebitelných částí radličkových kypřičů a zároveň tím na celkové měrné náklady pracovních operací zpracování půdy radličkovými kypřiči Horsch.

6 METODIKA PRÁCE

Hodnocení životnosti opotřebitelných částí radličkových kypřičů bylo provedeno na základě provozního měření životností čtyř originálních typů radliček při dvouletém pozorování provozu dvou radličkových kypřičů značky Horsch v zemědělském podniku Agrofarma Jabkenice, s.r.o. Na oba kypřiče byly po celou dobu provozního měření systematicky rozmístěny čtyři hodnocené typy kypřících radliček a byla sledována a zaznamenávána dosažená životnost jednotlivých radliček na konkrétních pozicích umístění na daném kypřiči v průběhu celého dvouletého využití obou strojů.

Stav opotřebení použitých radliček byl hodnocen na základě následného měření hmotností všech použitých radliček na obou kypřících během celého provozního měření jejich dosahovaných životností. Měření bylo provedeno pomocí závěsné digitální váhy mincířového typu používané pro odměření výsevního vzorku osiva při nastavování požadovaného výsevu u secích strojů Horsch. Získané hodnoty naměřených hmotností byly použity pro stanovení průměrných hodnot u všech hodnocených typů radliček, které byly porovnávány s hodnotami hmotností nových radliček. Stav opotřebení jednotlivých typů radliček byl hodnocen na základě určení hmotnostního úbytku materiálu opotřebených radliček.

Dále na základě naměřených hodnot životností jednotlivých typů radliček byly vypočítány měrné náklady na opotřebitelné části radličkových kypřičů Horsch při používání jednotlivých variant radliček. Na základě vypočítaných měrných nákladů bylo provedeno celkové hodnocení jednotlivých variant radliček nejen z hlediska ekonomického, ale také z hlediska osobního hodnocení kvality prováděné práce. Souhrnné popsání podmínek měření a faktorů souvisejících s objektivitou vlastního provozního měření je uvedeno v následujících podkapitolách.

6.1 Půdní a klimatické podmínky

Důležitým faktorem při hodnocení životnosti opotřebitelných částí strojů na zpracování půdy jsou půdní a klimatické podmínky, při kterých je měření životnosti prováděno. Různorodost půdního prostředí je velmi široká a představuje velmi proměnlivé půdní vlastnosti v závislosti nejen na stanovišti, ale také na klimatických vlivech. V případě hodnocení životnosti opotřebitelných částí strojů je nejvýznamnější variabilita půdního složení, půdní struktury, půdního odporu a především obsahu abrazivních částic v půdě. Velmi odlišné životnosti je dosahováno v písčítých půdách za suchých podmínek, jejíž hodnota bude významně nižší než v opačném případě při práci v jílovitých půdách za mokrých podmínek. Ve skutečnosti může být míra opotřebení na jednom půdním bloku velmi odlišná i za téměř konstantních vláhových podmínek vlivem různorodosti půdního prostředí.

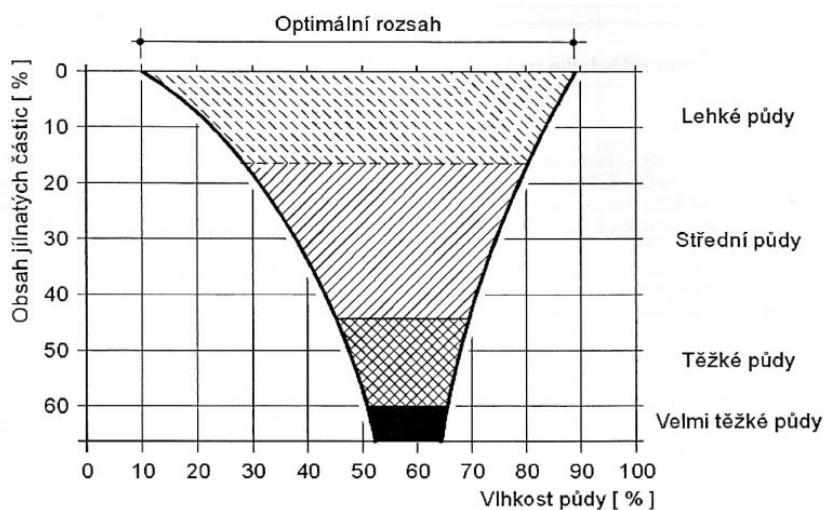
Podle velikosti půdních částic se půdní hmota dělí na velikostní kategorie, z nichž nejvýznamnější je kategorie jílovitých částic, které jsou menší než 0,01 mm a podle jejich obsahu se půdy rozdělují na osm základních půdních druhů, uvedených v tabulce 1. Půdní druh je podmíněn zrnitostním složením půdy, které významně ovlivňuje fyzikální a technologické vlastnosti půdy, jako jsou přilnavost, soudržnost a konzistenční vlastnosti půd. Ty pak působí na zpracovatelnost půdy, její únosnost, měrný půdní odpor a na další vlastnosti spojené se zpracováním půdy (Hůla, Procházková, 2008).

Tabulka 1 Půdní druhy a jejich zpracovatelnost

Půdní druh	Obsah jílovitých částic (%)	Zpracovatelnost půdy	Pevnost suché ornice (kPa)	Zastoupení půdních druhů v ČR
písčítá	0-10	lehké	100	19%
hlinitopísčítá	10-20			
písčítohlinitá	20-30	střední	200	59%
hlinitá	30-45			
jilovítohlinitá	45-60	těžké	450	22%
jilovitá	60-75	velmi těžké	620	
jíl	>75			

Zdroj: Upravena podle Pastorek, Z. – kolektiv (2002) a Hůla, J., Procházková, B. (2008)

Vlhkost půdy, při které se provádí její zpracování, je zásadní pro zachování její optimální struktury. Čím vyšší je obsah jílovitých částic, tím větší je závislost její zpracovatelnosti na obsahu vody v půdě. Optimální rozsah zpracovatelnosti půdy v závislosti na obsahu půdní vlhkosti jednotlivých půdních druhů je znázorněn na obr. 8 a také to potvrzují ve své práci Vach a Javůrek (2010). Z obrázku vyplývá, že rozsah zpracovatelnosti těžkých až velmi těžkých půd je velmi malý, což potvrzuje také Hůla a Procházková (2008). Jak uvádějí Vach a Javůrek (2010), jedná se o tzv. „hodinové půdy“ a potvrzují, že zpracování těžkých půd je značně energeticky náročné a je nutné ho provést ve velmi krátkém rozmezí vláhových podmínek. Pokud nejsou tyto půdy zpracovány ve vhodné vlhkosti, dochází ke tvorbě nevhodné půdní struktury v podobě velkých nežádoucích hrud, jejíž následné zpracování je značně nákladné a technologicky komplikované. Stanovení vhodné vlhkosti pro zpracování půdy se v praxi odvíjí od zkušeností zemědělce. Ke stejnému konstatování dospěl také Páltik a kol. (2003), který uvádí, že obdělávání těžkých půd způsobuje velké problémy, protože jejich dobrá zpracovatelnost je jen v rámci úzkého vlhkového rozmezí. Šařec a Šařec (2015) uvádějí, že využití minimalizačních technologií zpracování půdy je často uplatňováno právě na těžkých půdách, kde půdní prostředí velmi často neumožňuje kvalitní založení porostů konvenční technologií s orbou, a proto v takových podmínkách jsou právě minimalizační technologie prakticky jediným možným způsobem založení porostů.



Obrázek 8 Závislost zpracovatelnosti půdy na obsahu jílovitých částic a půdní vláhě

Zdroj: Upraveno podle Šimon J., Lhotský, J. - kolektiv (1989)

Pro dosažení maximální objektivnosti měření a hodnocení životnosti opotřebitelných částí radličkových kypřičů byly systematicky hodnocené typy kypřících radliček rozmístěny společně na stejném stroji, čímž byla zajištěna maximální možná stejnorodost půdních vlastností zpracovaného půdního profilu, jak z hlediska stanoviště lokality, tak z pohledu časového. Ostatní způsoby hodnocení životnosti mohou být například metoda osazování celého stroje postupně jednotlivými typy hodnocených radliček, ale tento způsob měření je značně ovlivněn časovými rozestupy mezi měřením jednotlivých typů radliček. Další metodou může být současné osazení více strojů jednotlivými typy radliček najednou, které je zase značně ovlivněno rozdílnými půdními vlastnostmi, kterým jsou vystaveny pracovní radličky jednotlivých strojů a odlišně působí na jejich opotřebení. Míra opotřebení je také velmi závislá na pracovní rychlosti stroje. Proto je také z tohoto hlediska použita metoda měření životnosti současným osazením všech měřených typů radliček nevhodnější, protože je zaručena stejná pracovní rychlost všech měřených radliček. Různorodost půdních podmínek v pracovní šířce záběru jednotlivých kypřičů je z pohledu objektivnosti celého měření považována za zanedbatelnou. Tímto způsobem měření je dosaženo maximální homogenity pracovních podmínek jednotlivých typů radliček.

Objektivnost dvouletého měření a následného hodnocení životnosti a stavu opotřebení použitých radliček je dána různorodostí půdních a klimatických podmínek, při kterých byly oba kypřiče používány. Proměnlivost klimatických podmínek vyplývá z dlouhodobosti měření, které zahrnuje kompletní dvouleté využití strojů od suchých podmínek v období sklizně obilovin až po extrémně mokré podmínky v období pozdní sklizně cukrové řepy. Variabilita půdních podmínek je dána vysokým počtem katastrálních územích, ve kterých podnik Agrofarma Jabkenice, s.r.o. obhospodařuje své půdní bloky. Vzdálenost mezi dvěma nejbližšími půdními bloky činí téměř 45 km, a proto celková obhospodařovaná výměra podniku obsahuje od středních písčitohlinitých půd přes těžké jílovitohlinité půdy až po extrémně těžké jílovité půdy. Orientační zastoupení jednotlivých půdních druhů celé obhospodařované výměry je uvedeno v tabulce 2.

Tabulka 2 Zastoupení jednotlivých půdních druhů obhospodařované výměry

Půdní druh	Obsah jílovitých částic (%)	Zastoupení půdního druhu na výměře firmy (ha)	Zpracovatelnost půdy	Podíl na celkové výměře firmy
písčitohlinitá	20-30	70	střední	43%
hlinitá	30-45	165		
jilovitohlinitá	45-60	125	těžké	23%
jilovitá	60-75	140	velmi těžké	35%
jíl	>75	50		

6.2 Hodnocené typy radliček

Měření a následné hodnocení bylo provedeno u čtyř typů kypřících radliček, které jsou v podmínkách firmy Agrofarma Jabkenice, s.r.o. nejvíce používány a pro kypření se dlouhodobě jeví jako nejvhodnější. Jedná se o tři varianty provedení samotných kypřících radliček MulchMix užšího základního provedení 8 cm bez přídatných bočních křídel, jejichž využitím a kvalitou prováděné práce se zabývá ve svém článku Šabatka (2011). Konkrétně je hodnocena životnost a stav opotřebení standardního provedení radličky MulchMix bez karbidové ochrany, dále pak varianta radličky s karbidovým štítem na špici radličky označená HM, a také zesílená varianta s třemi karbidovými štíty umístěnými na špici nazývaná HM plus. K těmto třem variantám provedení radliček MulchMix byla také hodnocena životnost a stav opotřebení nejužšího provedení naklepávacích radliček ClipOn o šířce 7,5 cm, kterou lze považovat za možnou alternativu použití k prvním třem hodnoceným radličkám jak z hlediska rozsahu možného využití, tak z hlediska požadované kvality prováděné práce.

6.2.1 Radličky MulchMix

Prvním hodnoceným typem radliček, uvedeným na obr. 9, je standardní provedení kypřících radliček MulchMix bez karbidové ochrany. Jedná se o základní a zároveň nejlevnější provedení, které je nejdéle nabízené v sortimentu kypřících radliček MulchMix. Pořizovací cena těchto radliček byla v období měření (v letech 2016 a 2017) v průměru 234 Kč. Celá šířka radličky odpovídá šířce užší varianty systému MulchMix, tedy základní šířce 8 cm, které odpovídá

i navazující slupicová odhrnovačka. Radlička je připevněna ke slupici pomocí šroubu se zapuštěnou hlavou o zvýšené pevnosti. Na kypřicí radličku navazuje slupicová odhrnovačka o stejné šířce se šroubovým tvarem, která je připevněna ke slupici dvěma stejnými šrouby jako v případě radličky. Z hlediska intenzity prokypření a promíchání půdy s rostlinnými zbytky se jedná o nejlepší typ radličky z důvodu konstantní šířky radličky v celé své délce, čímž je dosaženo zpracování „nabrání“ většího množství půdy, které je vlivem geometrie radličky a slupicové odhrnovačky intenzivně prokypřeno. Hmotnost nové kypřicí radličky je 1,75 kg. Mezní stav opotřebení, při kterém opotřebované radličky dosahují průměrné hmotnosti 0,73 kg, a je nutné provést jejich výměnu, je uveden na obr. 9.



Obrázek 9 Standardní provedení kypřících radliček MulchMix

6.2.2 Radličky MulchMix HM

Druhý typ hodnocených radliček, uvedený na obr. 10, je provedení kypřících radliček MulchMix HM s karbidovým štítem umístěným na špici radličky. Jedná se o inovované provedení kypřicí radličky MulchMix, které bylo navrženo za účelem dosažení vyšší životnosti radliček a také možnosti zajištění dlouhodobé stálosti nastavené pracovní hloubky kypřiče, která se vlivem opotřebení radliček mění mnohem pomaleji. Pořizovací cena tohoto typu

radliček byla v době dvouletého měření v průměru 848 Kč. Tato radlička má na rozdíl od předchozího typu hodnocené radličky proměnlivou šířku. Špice radličky s umístěným karbidovým štítem o šířce 5 cm se postupně rozšiřuje na standardní šířku systému MulchMix 8 cm. Tato šířka odpovídá navazující slupicové odhrnovače, která je stejná pro všechny hodnocené typy radliček. Kypřicí radlička je připevněna ke slupici obdobným způsobem pomocí jednoho šroubu shodného s předchozí radličkou. Vlivem užšího profilu hlavně nových radliček je množství půdy zpracované přímo radličkou menší než v předchozím případě, ale z celkového hlediska prováděné práce během celé životnosti radličky lze považovat práci obou radliček za téměř srovnatelnou. Hmotnost nové radličky MulchMix HM je 1,95 kg. Mezní stav opotřebení, při kterém opotřebované radličky dosahují v průměru hmotnosti 0,78 kg, a je nutné provést jejich výměnu, je uveden na obr. 10.



Obrázek 10 Kypřicí radličky MulchMix HM

6.2.3 Radličky MulchMix HM plus

Posledním hodnoceným typem radliček, který patří do systému kypřících radliček MulchMix, je nejmasivnější provedení s nejdelší životností označované MulchMix HM plus, uvedené na obr. 11, které jsou také často nazývány jako radličky XXL. Hlavním cílem těchto radliček je dosahování maximální životnosti s minimální závislostí stavu opotřebení na změně nastavené hloubky zpracování. Další nespornou výhodou radliček s dlouhou životností je úspora času spojeného s častou výměnou opotřebovaných radliček. Vysoká životnost vyplývá nejen z její

vícenásobné karbidové ochrany funkčních ploch radličky v podobě tří karbidových štítů umístěných na špici, ale také z velkého množství samotného materiálu, ze kterého je radlička vyrobena. Dlouhodobá živostnost těchto radliček se projevuje ve výši pořizovací ceny, která v průběhu dvouletého měření dosahovala průměrné hodnoty 1 850 Kč. Robustnost těchto radliček dokládá jejich vysoká hmotnost, která v případě nové radličky činí 4,05 kg. Tato varianta provedení je doporučována především do půdních podmínek s vysokým obsahem abrazivních částic, které způsobují vysoké opotřebení pracovních nástrojů a to především radličkových kypřičů. Šířka této radličky má stejný charakter jako předchozí provedení radliček MulchMix HM. Radlička je v tomto případě připevněna ke slupici dvěma šrouby a to tak, že spodní šroub spojuje jen radličku a slupici. V případě druhého šroubu dochází ke spojení současně také slupicové odhrnovačky. Slupicová odhrnovačka opět šířkově navazuje na kypřicí radličku, ale z hlediska návaznosti síly materiálu obou součástí nedochází k plynulému přechodu, čímž tok půdního materiálu nepůsobí na slupicovou odhrnovačku tak intenzivně, jako v předchozích dvou případech, a tím dochází k nižší míře opotřebení odhrnovačky při použití tohoto typu radliček. Mezní stav opotřebení, při kterém opotřeбенé radličky dosahují průměrné hmotnosti 1,54 kg, a je nutné provést jejich výměnu, je uveden na obr. 11.



Obrázek 11 Kypřicí radličky MulchMix HM plus

6.2.4 Radličky ClipOn 7,5

Čtvrtým typem hodnocených radliček, uvedený na obr. 12, je nejužší provedení naklepávacích radliček ClipOn o šířce záběru 7,5 cm, kterou lze považovat z hlediska možnosti využití a kvality prováděné práce za možnou alternativu k předchozím variantám radliček MulchMix. Jedná se o radličku s ostřejším úhlem, pod kterým vniká do půdy, čímž umožňuje provádět kypření i při poměrně malé hloubce zpracování, jak také uvádí ve svém článku Malina (2010). Svým tvarem a geometrií kypřenou půdu více rozrážejí a nedochází k přesouvání tak velkého množství půdy po radličce a následně po slupicové odhrnovačce jako u radliček MulchMix, což vede jednak k nižší intenzitě zpracování s nižším účinkem zapravení rostlinných zbytků do půdy, ale také k pozitivní vlastnosti v podobě nižší schopnosti tvorby nežádoucích hrud na těžkých a velmi těžkých půdách za vlhkých podmínek. Radličky jsou ke slupici připevněny pomocí klínového mezikusu, na který je radlička pouze narážena náklepem a před samovolným uvolněním je zajištěna pružnou pojistkou. Klínový mezikus je ke slupici připevněn dvěma šrouby. Na samotnou kypřící radličku navazuje stejná slupicová odhrnovačka jako u radliček MulchMix. Její životnost dosahuje vysokých hodnot z důvodu právě rozrážecí schopnosti samotné kypřící radličky, čímž nedochází k pohybu tak velkého množství půdy po odhrnovačce, a tím ani k jejímu abrazivnímu opotřebení. Nevýhodou tohoto typu radliček je velmi nízká životnost, která je dána nejen absencí jakékoliv karbidové ochrany, ale také malým množstvím materiálu, ze kterého je radlička vyrobena. Pořizovací cena tohoto typu radliček je v průměru 205 Kč za období dvouletého měření. Hmotnost nové radličky je pouze 1,05 kg, což je v porovnání s ostatními typy radliček nejnižší hodnota. Vlivem nízké životnosti je velmi často u těchto radliček dosahováno mezního stavu opotřebení, což vede ke zvýšenému opotřebení spodního šroubu klínového mezikusu a jeho matice. Tento šroub společně s maticí je nutné raději z preventivních důvodů vyměňovat, aby byla zajištěna v případě potřeby snadná demontáž celého klínového mezikusu, která je nutná například při výměně poškozené pružné pojistky pro zajištění naklepávacích radliček ClipOn. Mezní stav opotřebení, při kterém opotřeбенé radličky dosahují v průměru hmotnosti 0,55 kg, a je nutné provést jejich výměnu, je uveden také na obr. 12.



Obrázek 12 Kypřící radličky ClipOn 7,5

6.3 Rozmístění radliček

Jednotlivé typy hodnocených radliček jsou pro lepší přehlednost v následujících kapitolách označeny velkými písmeny abecedy v pořadí podle jejich dosahované životnosti. Radličky MulchMix HM plus jsou označeny písmenem A, radličky MulchMix HM písmenem B, standardní provedení radliček MulchMix písmenem C a poslední hodnocené radličky ClipOn 7,5 jsou označeny písmenem D. Při rozmístování jednotlivých typů hodnocených radliček na obou kypřících bylo preferováno převažující osazení radliček typu A, tedy radliček MulchMix HM plus pro jejich nejdelší životnost, aby se minimalizoval čas prostojů potřebný na výměny opotřebovaných radliček. Pro dosažení objektivnosti měření byly zvoleny u zbývajících tří typů radliček vždy dvě radličky od každého typu a ty byly systematicky umístěny na svou pozici, která byla po celou dobu měření neměnná. Umístění typů radliček B, C, D bylo voleno u obou kypřičů tak, aby se co nejvíce eliminovalo ovlivnění měření zhutněním kolejových stop tažného prostředku a aby nebyly radličky stejného typu umístěny v blízkosti u sebe. Kolejové stopy traktoru způsobující větší míru zhutnění půdy byly na většině pozicích kypřeny radličkami typu A, u kterých je případné ovlivnění rozdílnými podmínkami půdního zhutnění minimalizováno vyšším počtem pozic umístění těchto radliček. Označení konkrétních pozic radliček na obou strojích je systematicky číslováno od první řady radliček vždy zleva ve směru jízdy.

6.3.1 Terrano 6FG

Radličkový kypřič Terrano 6FG disponuje 21 pracovními nástroji, které jsou rozmístěny ve čtyřech řadách s výslednou roztečí jednotlivých radliček 0,3 m (viz obr. 13). Rozmístění radliček typu B, C bylo zvoleno v první a druhé řadě tak, aby vždy obě radličky jednoho typu byly umístěny v rozdílné řadě na opačné straně stroje v tzv. křížovém uspořádání. Radličky typu D již nebylo možné z důvodu kolejových stop traktoru umístit střídavě v první a druhé řadě a proto byly zvoleny pozice obou radliček ve druhé řadě pouze na opačných stranách stroje. Umístění těchto tří typů radliček v zadní části kypřiče, tedy v třetí a čtvrté řadě, by nezajistilo průkazné hodnoty naměřené životnosti, neboť z dlouhodobé praxe je patrná rozdílná míra opotřebení radliček mezi přední částí stroje a zadní částí vlivem rozdílného stavu půdního zhutnění před zpracováním prvními dvěma řadami radliček a za nimi ve zbývající části stroje. Ostatní pozice radliček byly osazeny kypřicími radličkami typu A. Na obr. 14 je podrobně znázorněno konkrétní schéma rozmístění jednotlivých typů radliček na kypřiči Terrano 6FG s označením přesné pozice a použitým typem radličky.

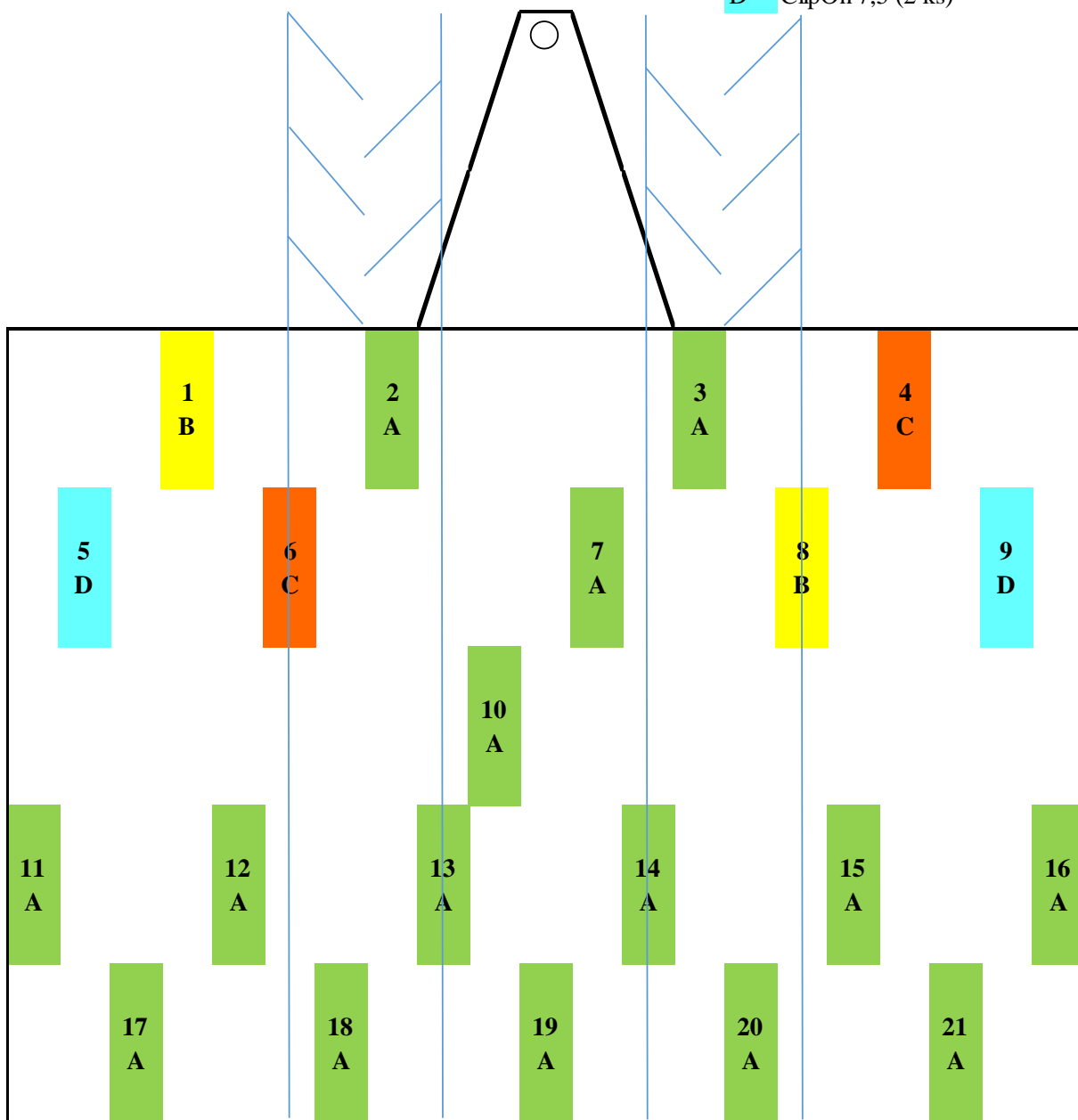


Obrázek 13 Umístění jednotlivých typů radliček na kypřiči Terrano 6FG

Schéma rozmístění jednotlivých radliček na kypřiči Terrano 6FG

Počet pracovních radliček: 21

- A MulchMix HM plus (15 ks)
- B MulchMix HM (2 ks)
- C MulchMix (2 ks)
- D ClipOn 7,5 (2 ks)



Obrázek 14 Schéma rozmístění jednotlivých radliček na kypřiči Terrano 6FG

6.3.2 Tiger 4AS

Druhým radličkovým kypřičem použitým pro měření a následné hodnocení životnosti a stavu opotřebení kypřících radliček byl kypřič Tiger 4AS, který má čtyřřadé uspořádání celkem 17 pracovních nástrojů s výslednou roztečí jednotlivých radliček 0,23 m (viz obr. 15). Rozmístění hodnocených typů radliček je podobného charakteru jako v případě kypřiče Terrano 6FG, tedy radličky typu B, C jsou umístěny v první a druhé řadě střídavě vždy na opačné straně stroje (křížem). Rozdílem je umístění radliček typu D, které již nebylo možné z důvodu nižšího počtu pracovních nástrojů stroje umístit v prvních dvou řadách a proto je umístění těchto radliček až ve třetí řadě pracovních nástrojů na obou krajních pozicích. Proměnlivost opotřebení v závislosti na umístění v jednotlivé řadě pracovních nástrojů je v případě kypřiče Tiger 4AS nižší než v případě kypřiče Terrano 6FG, a proto je tento vliv na celkové výsledky měření považován za zanedbatelný. Zbývající pozice radliček jsou osazeny radličkami typu A. Na obr. 16 je názorně zobrazené schéma konkrétního rozmístění jednotlivých typů hodnocených radliček s označením příslušné pozice a použitým typem radličky.

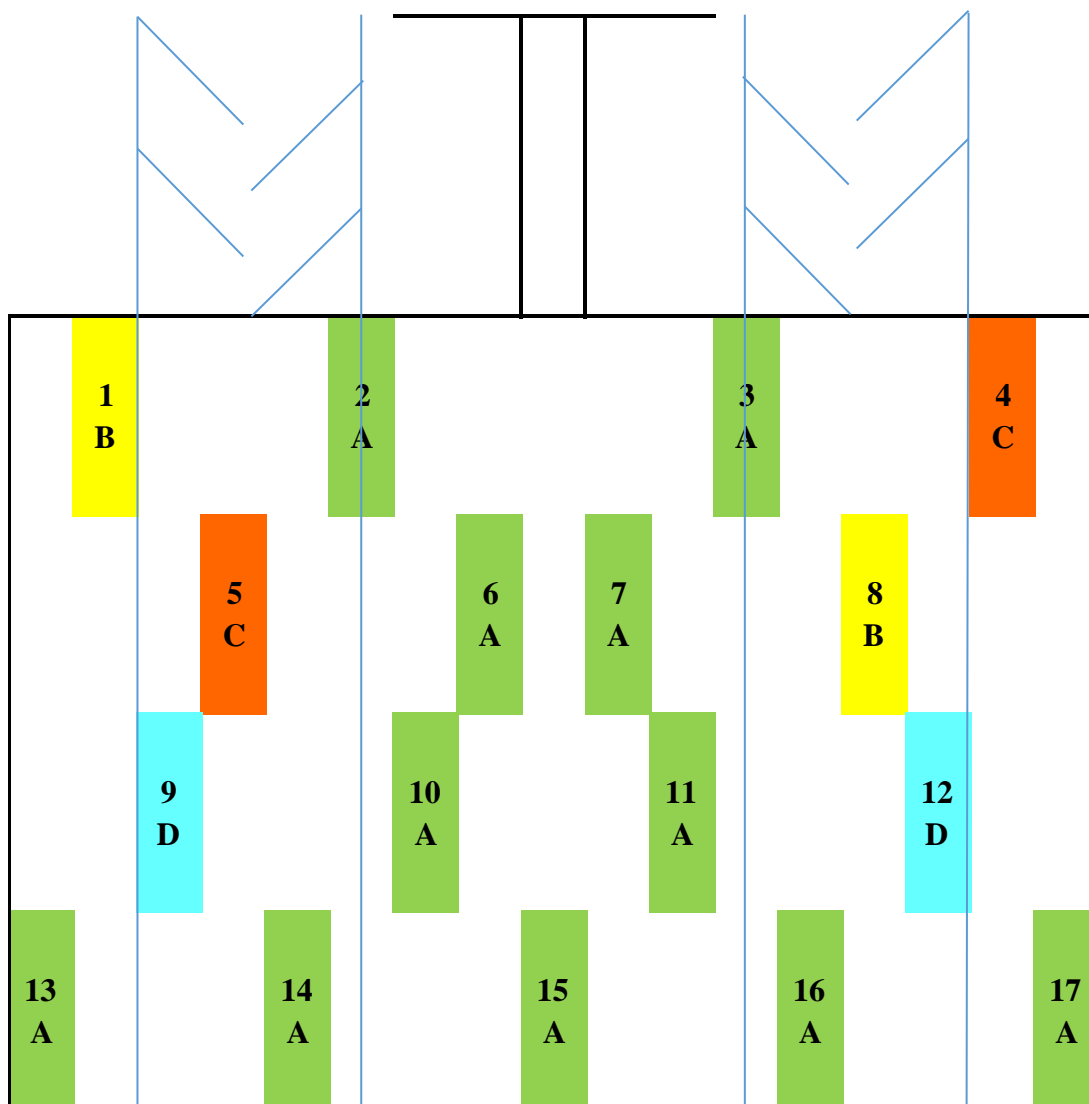


Obrázek 15 Umístění jednotlivých typů radliček na kypřiči Tiger 4AS

Schéma rozmístění jednotlivých radliček na kypřiči Tiger 4AS

Počet pracovních radliček: 17

- A** MulchMix HM plus (11 ks)
- B** MulchMix HM (2 ks)
- C** MulchMix (2 ks)
- D** ClipOn 7,5 (2 ks)



Obrázek 16 Schéma rozmístění jednotlivých radliček na kypřiči Tiger 4AS

7 PRAKTICKÁ ČÁST

Pro hodnocení životnosti uvedených typů kypřících radliček bylo nutné provést dlouhodobé měření dosahovaných životností v provozních podmínkách dvou radličkových kypřičů Horsch. Ze získaných hodnot o dosahované životnosti všech použitých radliček po celou dobu měření obou strojů během dvouletého provozu byly stanoveny průměrné hodnoty životností pro konkrétní typy radliček. Průměrné hodnoty životností byly dále použity pro výpočet měrných nákladů na všechny opotřebitelné části radličkových kypřičů Horsch při osazení celých strojů jednotlivými typy hodnocených radliček.

Hodnocení stavu opotřebení jednotlivých typů použitých radliček bylo provedeno následným měřením hmotností všech opotřebovaných radliček použitých během celého provozního měření dosahované životnosti, které jsou doposud systematicky skladovány. Ze získaných hodnot hmotností všech radliček byly vypočteny průměrné hodnoty, ze kterých byl při porovnání s hmotnostmi nových radliček stanoven procentním vyjádřením hmotnostní úbytek materiálu jednotlivých typů radliček, který je považován za hodnotící kritérium při určování stavu opotřebení použitých radliček.

7.1 Naměřené hodnoty dosahované životnosti

Měření bylo prováděno důsledným zaznamenáváním obsluhy dosažené výměry stroje, při které byl dosažen mezní stav opotřebení některého z typů použitých radliček, tedy výměra, při které byly jednotlivé opotřebované radličky vyměňovány za nové. Pro minimalizování prostojů obou kypřičů a zjednodušení celého procesu výměny opotřebovaných radliček byly v případě typu radliček B, C, D vyměňovány vždy obě radličky stejného typu současně a to i při dosažení kritické hranice opotřebení jen jedné z nich. Při jejich současné výměně je zaznamenána dosažená životnost jako hodnota životnosti celé sady těchto dvou radliček. Pořadí použité sady radliček je číselně označeno ve spodním indexu u každého typu radličky. Rozdíly stavu opotřebení současně demontovaných radliček byly minimální, jak je patrné z obr. 17, a pro výsledky dlouhodobého měření jsou považovány za zanedbatelné. V případě měření dosahované životnosti radliček typu A s nejdelší životností byla potřebná výměna opotřebované radličky prováděna vždy individuálně s ohledem na její aktuální stav opotřebení.

7.1.1 Terrano 6FG

Naměřené hodnoty dosahované životnosti všech osazených radliček na kypřiči Terrano 6FG během celé doby měření jsou souhrnně uvedeny v tabulce 3. V roce 2016 bylo celkové roční využití kypřiče Terrano 6FG 816 ha, pro které bylo nutné kypřič osadit celkem devíti sadami kypřících radliček typu D. Druhé nejnižší životnosti dosahovaly radličky typu C, jichž bylo v roce 2016 použito šest sad a radličkami typu B bylo nutné kypřič osadit čtyřmi sadami. V případě radliček typu A s nejdělsí životností je jejich naměřená životnost v tabulce 3 uváděna individuálně pro každou konkrétní radličku umístěnou na příslušné pozici.

Nižší roční využití kypřiče Terrano 6FG v roce 2017, které dosáhlo jen 586 ha, je dáno jednak nepříznivým průběhem klimatických podmínek v druhé polovině roku, ale také pořízením talířového kypřiče Joker 6RT, který částečně nahradil některé pracovní operace prováděné v předchozím roce radličkovým kypřičem Terrano 6FG. Nižší roční využití kypřiče v roce 2017 neumožnilo dosažení celkového opotřebení nově osazených radliček typu A, a proto nejsou zahrnuty v naměřených hodnotách dosahované životnosti v tabulce 3. Ostatní typy radliček jsou uvedeny v použitých počtech sad určitých typů radliček, které byly v roce 2017 zapotřebí pro celkové roční využití stroje.



Obrázek 17 Ukázka stavu opotřebení u jednotlivých sad radliček

Tabulka 3 Naměřené hodnoty životnosti – Terrano 6FG

Radličkový kypřič Terrano 6FG							
2016		Radličky				Celkové roční využití 816 ha	
MulchMix HM plus		MulchMix HM		MulchMix		ClipOn 7,5	
Pozice radličky	Životnost [ha]	Sady radliček (1, 8)	Životnost [ha]	Sady radliček (4, 6)	Životnost [ha]	Sady radliček (5, 9)	Životnost [ha]
A2	616	B ₁	188	C ₁	128	D ₁	95
A3	616	B ₂	196	C ₂	135	D ₂	84
A7	718	B ₃	212	C ₃	139	D ₃	86
A10	816	B ₄	218	C ₄	143	D ₄	78
A11	816	-	-	C ₅	144	D ₅	86
A12	816	-	-	C ₆	127	D ₆	84
A13	682	-	-	-	-	D ₇	93
A16	718	-	-	-	-	D ₈	98
A17	682	-	-	-	-	D ₉	106
Výměra	-	Výměra	814	Výměra	816	Výměra	810
Průměr	720	Průměr	204	Průměr	136	Průměr	90
2017		Radličky				Celkové roční využití 586 ha	
MulchMix HM plus		MulchMix HM		MulchMix		ClipOn 7,5	
Pozice radličky	Životnost [ha]	Sady radliček (1, 8)	Životnost [ha]	Sady radliček (4, 6)	Životnost [ha]	Sady radliček (5, 9)	Životnost [ha]
A2	-	B ₁	183	C ₁	132	D ₁	83
A3	-	B ₂	196	C ₂	144	D ₂	88
A7	-	B ₃	207	C ₃	152	D ₃	93
A10	-	-	-	C ₄	158	D ₄	96
A11	-	-	-	-	-	D ₅	103
A12	-	-	-	-	-	D ₆	107
Výměra	-	Výměra	586	Výměra	586	Výměra	570
Průměr	-	Průměr	195	Průměr	147	Průměr	95
Celková výměra [ha]	-	Celková výměra [ha]	1400	Celková výměra [ha]	1402	Celková výměra [ha]	1380
Celkový průměr	720	Celkový průměr	200	Celkový průměr	140	Celkový průměr	92

7.1.2 Tiger 4AS

Radličkový kypřič Tiger 4AS svým specifickým určením pro hlubší zpracování půdy a nižším pracovním záběrem dosahuje ve srovnání s kypřičem Terrano 6FG nižšího ročního využití. V roce 2016 bylo jeho celkové roční využití 411 ha, pro které bylo nutné osadit kypřič šesti sadami radliček typu D, čtyřmi sadami radliček typu C a v případě radliček typu B bylo potřeba použít tři sady. Kompletní souhrn hodnot dosažených životností jednotlivých sad radliček je uveden v tabulce 4. Dlouhodobá životnost kypřících radliček typu A umožňovala při takto nízké hodnotě ročního využití stroje pouze částečné získání přesných hodnot měření, které bylo možné provést pouze u čtyř radliček na pozicích 2, 3, 6, 7, jejichž míra opotřebení dosáhla během ročního využití mezního stavu. Pro dosažení objektivnější hodnoty průměrné životnosti těchto radliček použitých na kypřiči Tiger 4AS jsou uvedené hodnoty životnosti ostatních radliček typu A v tabulce 4 stanoveny pomocí kvalifikovaného odhadu jejich maximální životnosti provedeném na základě porovnání aktuálního stavu opotřebení po dosažení hodnoty jejich využití 411 ha s mezním stavem opotřebení tohoto typu radliček, který byl dosažen u čtyř opotřebovaných radliček.

Vlivem nadprůměrných srážek ve druhé polovině roku 2017, jejichž zásluhou nebylo možné více jak polovinu obhospodařované výměry zpracovat standardním způsobem s použitím doposud používané techniky, nebylo možné dosáhnout vyššího ročního využití tohoto radličkového kypřiče než 156 ha, které nastalo pouze v období zpracování půdy pro zakládání porostů řepky ozimé. Velmi nízké roční využití v roce 2017 bohužel dostačovalo pouze pro získání prokazatelných hodnot dvou sad kypřících radliček typu D, a radličky typu B a C byly osazeny pro účely měření jen jednou sadou radliček. Kypřící radličky typu A nebyly pro nízké roční využití v roce 2017 zahrnuty do měřených hodnot dosahované životnosti, jak je patrné z tabulky 4.

Tabulka 4 Naměřené hodnoty životnosti – Tiger 4AS

Radličkový kypřič Tiger 4AS							
2016		Radličky				Celkové roční využití 411 ha	
MulchMix HM plus		MulchMix HM		MulchMix		ClipOn 7,5	
Pozice radličky	Životnost [ha]	Sady radliček (1, 8)	Životnost [ha]	Sady radliček (4, 5)	Životnost [ha]	Sady radliček (9, 12)	Životnost [ha]
A2	394	B ₁	124	C ₁	88	D ₁	59
A3	394	B ₂	132	C ₂	104	D ₂	65
A6	411	B ₃	155	C ₃	104	D ₃	68
A7	411	-	-	C ₄	115	D ₄	64
A10	510	-	-	-	-	D ₅	75
A11	560	-	-	-	-	D ₆	80
A13	460	-	-	-	-	-	-
A14	480	-	-	-	-	-	-
A15	610	-	-	-	-	-	-
Výměra	-	Výměra	411	Výměra	411	Výměra	411
Průměr	470	Průměr	137	Průměr	103	Průměr	69
2017		Radličky				Celkové roční využití 156 ha	
MulchMix HM plus		MulchMix HM		MulchMix		ClipOn 7,5	
Pozice radličky	Životnost [ha]	Sady radliček (1, 8)	Životnost [ha]	Sady radliček (4, 5)	Životnost [ha]	Sady radliček (9, 12)	Životnost [ha]
A2	-	B ₁	156	C ₁	110	D ₁	77
A3	-	-	-	-	-	D ₂	79
Výměra	-	Výměra	156	Výměra	110	Výměra	156
Průměr	-	Průměr	156	Průměr	110	Průměr	78
Celková výměra [ha]	-	Celková výměra [ha]	567	Celková výměra [ha]	521	Celková výměra [ha]	567
Celkový průměr	470	Celkový průměr	142	Celkový průměr	104	Celkový průměr	71

7.1.3 Porovnání naměřených hodnot

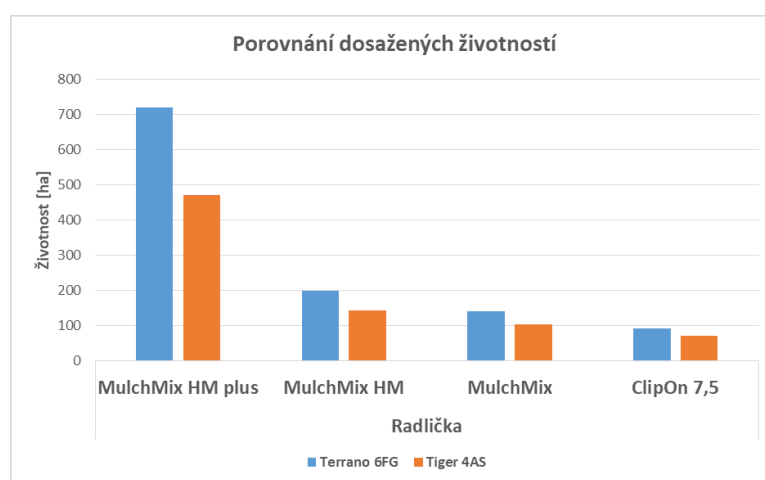
Získané hodnoty naměřených životností prokazatelně dokládají, že nejvyšší životnosti dosahují jednoznačně radličky typu A u obou sledovaných kypřičů, což potvrzuje konstatování, které ve svém článku uvádí Malina (2013) a to, že radličky MulchMix HM plus v současnosti nemají ve své životnosti konkurenci. Následují radličky typu B, které vlivem své karbidové ochrany dosahují vyšší úrovně životnosti než standardní provedení těchto radliček bez karbidové ochrany typu C, ale dosahované rozdíly životností obou typů radliček nemusejí být vzhledem k výši jejich pořizovací ceny příliš významné, což také potvrzuje ve svém článku Šabatka (2007). Podrobnější ekonomická kalkulace jednotlivých typů použitých radliček je provedena v následující kapitole. Podle očekávání nejnižší životnosti dosahují radličky typu D, které nemají žádnou karbidovou ochranu a jsou zároveň vyrobeny z nejmenšího množství materiálu, což dokazuje jejich nejnižší hodnota hmotnosti u nových radliček. Velmi nízká životnost vzhledem k nejnižší pořizovací ceně nemusí představovat z ekonomického hlediska jejich nevýhodnost.

Porovnáme-li získané hodnoty o dosažených životnostech všech typů použitých radliček na obou sledovaných kypřičích, které jsou přehledně znázorněny na obr. 18, lze konstatovat, že u kypřiče Tiger 4AS dochází k rychlejšímu opotřebení pracovních radliček než u kypřiče Terrano 6FG. Odlišné opotřebení je dáno především rozdílným zaměřením obou strojů na různé hloubky kypření a také částečně drobnými rozdíly v jejich konstrukčním řešení v podobě například odlišného úhlu postavení pracovní radličky a slupice k půdě nebo rozdílné rozteči a rozmístěním jednotlivých pracovních radliček. Podrobné porovnání průměrných hodnot dosahovaných životností jednotlivých typů radliček pro oba kypřiče je uvedeno v tabulce 5. Rychlejší opotřebení pracovních radliček u kypřiče Tiger 4AS je především způsobeno větší hloubkou kypření, ve které radličky pracují, čímž jsou vystaveny většímu půdnímu ztuhnutí, většímu množství zpracovávané půdy a tím také vyššímu abrazivnímu opotřebení.

Tabulka 5 Porovnání průměrné životnosti měřených typů radliček

Kypřič	Průměrná životnost měřených typů radliček [ha]			
	Radlička			
	MulchMix HM plus	MulchMix HM	MulchMix	ClipOn 7,5
Terrano 6FG	720	200	140	92
Tiger 4AS	470	142	104	71
Rozdíl v životnosti	35%	29%	26%	23%

Zajímavým zjištěním je také při porovnání dosažených hodnot životností jednotlivých sad radliček jejich rostoucí charakter u obou let měření, který odpovídá nárůstu půdní vláhly v průběhu sledovaného období, a také dokládá závislost rychlosti opotřebení pracovních radliček na půdní vláhle, která právě v letním období sklizně bývá nižší než ke konci vegetačního období na podzim. Na tento rostoucí charakter dosahovaných životností může mít také vliv vyšší hodnota zhutnění půdy při počátečních pracovních operacích zpracování půdy, kdy zpracovávaná půda není předem nijak narušena a naopak je negativně ovlivněna zhutněním sklizňové a odvozové techniky.



Obrázek 18 Graf porovnání dosažených životností jednotlivých radliček

7.2 Naměřené hodnoty stavu opotřebení

Pro dosažení uceleného hodnocení opotřebitelných částí radličkových kypričů je tato práce doplněna o určení stavů opotřebení jednotlivých typů hodnocených radliček na základě měření hmotnosti použitých radliček a stanovení úbytku materiálu vyjádřeného procentním úbytkem z původní hmotnosti nových radliček. Měření hmotnosti opotřebovaných radliček bylo provedeno po ukončení provozního měření dosahovaných životností radliček na konci roku 2017. Zároveň byly také určeny hmotnosti nových radliček u všech hodnocených typů, které byly stanoveny jako průměrné hodnoty z dvaceti naměřených hodnot nových radliček, aby se minimalizovala chyba měření vzniklá povolenou tolerancí hmotnosti při výrobě nových radliček.

Pro samotné měření hmotnosti, které je znázorněno na obr. 19, byla použita závěsná digitální váha mincířového typu určená k odměření hmotnosti vzorku osiva při nastavování požadovaných výsevků u secích strojů Horsch. Na rozdíl od zaznamenávání hodnot o dosažené životnosti radliček typu B, C, D, které bylo pro sadu obou radliček společné, jsou naměřené hmotnosti uvedené v tabulkách stavu opotřebení pro každou konkrétní radličku samostatně, a je tedy možné zpětně porovnat rozdílný stav opotřebení obou radliček jedné sady, které byly současně vyměněny za nové při dosažení stejné hodnoty jejich využití. Z naměřených hodnot hmotnosti opotřebovaných radliček byla vypočítána průměrná hodnota pro každý typ hodnocené radličky a pomocí této průměrné hodnoty byl stanoven průměrný hmotnostní úbytek materiálu jednotlivých typů pracovních radliček vyjádřený v procentech.



Obrázek 19 Měření hmotnosti opotřebovaných radliček

7.2.1 Terrano 6FG

Kypřič Terrano 6FG vzhledem k vyššímu celkovému využití, které za celou dobu měření dosáhlo 1 402 ha, umožňoval provedení přesnějšího hodnocení stavu opotřebení jednotlivých typů radliček. Dostatečné množství opotřebovaných radliček vede k získání objektivnějších výsledků, které v případě radliček typu A vycházejí tak, že mezního stavu opotřebení dosahují v průměru při dosažení téměř 60% úbytku materiálu, což je nejvyšší hodnota úbytku ze všech hodnocených typů radliček. Naopak nejnižší hodnoty úbytku dosahují radličky typu D, jejichž

mezí stav opotřebení nastává již při úbytku menším než 50 % materiálu, který byl stanoven na základě nejpočetnějšího vzorku měřených radliček obsahujícího celkem 30 opotřebovaných radliček. V případě radliček typu B, C se jedná téměř o totožné hodnoty úbytku materiálu, při kterém dosahují svého mezního stavu opotřebení.

Patrné výkyvy uvedených hmotností, označené v tabulce 6 červeným písmem, a velmi nízké hodnoty hmotnosti pouze jedné radličky u takto označených sad radliček typu D jsou způsobeny negativní vlastností těchto radliček v podobě nerovnoměrnosti opotřebení celé funkční plochy radličky uvedené na obr. 20, která v některých případech při neprovedení včasné výměny takto opotřebované radličky vede k předčasnému oddělení spodní části radličky, čímž je hmotnost její zbývající části neporovnatelně nižší, jak tomu je v případě uvedeném na obr. 20. Pro zohlednění všech okolností a podmínek reálného provozního používání kypřičů byly i tyto předčasně poškozené sady zahrnuty do celkového hodnocení.



Obrázek 20 Ukázka nerovnoměrnosti opotřebení radliček ClipOn 7,5

Tabulka 6 Naměřené hodnoty hmotnosti opotřebovaných radliček – Terrano 6FG

Radličkový kypřič Terrano 6FG							
2016				Celkové roční využití 816 ha			
Radličky							
MulchMix HM plus		MulchMix HM		MulchMix		ClipOn 7,5	
4,05 kg		1,95 kg		1,75 kg		1,05 kg	
Pozice radličky	Hmotnost [kg]	Sady radliček (1, 8)	Hmotnost [kg]	Sady radliček (4, 6)	Hmotnost [kg]	Sady radliček (5, 9)	Hmotnost [kg]
A2	1,98	B ₁	0,84 0,91	C ₁	0,82 0,90	D ₁	0,54 0,55
A3	1,77	B ₂	0,72 0,78	C ₂	0,81 0,88	D ₂	0,65 0,65
A7	1,70	B ₃	0,61 0,66	C ₃	0,73 0,79	D ₃	0,61 0,60
A10	1,68	B ₄	0,89 0,93	C ₄	0,56 0,64	D ₄	0,64 0,64
A11	1,57	-	- -	C ₅	0,74 0,81	D ₅	0,55 0,56
A12	1,86	-	- -	C ₆	0,80 0,88	D ₆	0,55 0,32
A13	1,64	-	- -	-	- -	D ₇	0,65 0,66
A16	1,26	-	- -	-	- -	D ₈	0,55 0,54
A17	1,48	-	- -	-	- -	D ₉	0,49 0,51
Průměr	1,66	Průměr	0,79	Průměr	0,78	Průměr	0,57
2017				Celkové roční využití 586 ha			
Radličky							
MulchMix HM plus		MulchMix HM		MulchMix		ClipOn 7,5	
4,05 kg		1,95 kg		1,75 kg		1,05 kg	
Pozice radličky	Hmotnost [kg]	Sady radliček (1, 8)	Hmotnost [kg]	Sady radliček (4, 6)	Hmotnost [kg]	Sady radliček (5, 9)	Hmotnost [kg]
A2	-	B ₁	0,84 0,91	C ₁	0,55 0,62	D ₁	0,52 0,53
A3	-	B ₂	0,76 0,84	C ₂	0,67 0,75	D ₂	0,56 0,55
A7	-	B ₃	0,85 0,91	C ₃	0,73 0,82	D ₃	0,28 0,48
A10	-	-	- -	C ₄	0,78 0,84	D ₄	0,49 0,51
A11	-	-	- -	-	- -	D ₅	0,59 0,57
A12	-	-	- -	-	- -	D ₆	0,62 0,65
Průměr	-	Průměr	0,85	Průměr	0,72	Průměr	0,53
Celkový průměr	1,66	Celkový průměr	0,82	Celkový průměr	0,76	Celkový průměr	0,55
Stav opotřebování	59%	Stav opotřebování	58%	Stav opotřebování	57%	Stav opotřebování	47%

7.2.2 Tiger 4AS

Průkaznost získaných hodnot stavu opotřebení u radličkového kypříče Tiger 4AS, který je zobrazen na obr. 21, je poněkud nižší vzhledem k jeho nižšímu, pouze 40% využití v porovnání s kypříčem Terrano 6FG. Vlivem nízkého celkového využití stroje byl zároveň omezený také počet opotřebovaných radliček, u kterých bylo možné provést hodnocení stavu opotřebení pomocí měření jejich hmotností. Nejnižším počtem opotřebovaných radliček disponovaly radličky typu A s nejdelsí životností, kdy pouze čtyři dosáhly během obou jednoletých ročních využití stroje svého mezního stavu opotřebení, jak je patrné z tabulky 7. Ze získaných hodnot jen čtyř opotřebovaných radliček byl jejich mezní stav opotřebení stanoven průměrným hmotnostním úbytkem 65 %. Obdobně jako u předchozího kypříče Terrano 6FG jsou ostatní hodnoty hmotnostního úbytku materiálu v případě radliček typu B a C téměř shodné a nejmenší úbytek materiálu při dosažení mezního stavu opotřebení vychází u radliček typu D, jehož průměrná hodnota je 49 %, a byl získán na základě měření hmotnosti celkem 16 opotřebovaných radliček.



Obrázek 21 Zpracování půdy radličkovým kypříčem Horsch Tiger 4AS

Tabulka 7 Naměřené hodnoty hmotnosti opotřebených radliček – Tiger 4AS

Radličkový kypřič Tiger 4AS								
2016		Radličky				Celkové roční využití		411 ha
MulchMix HM plus		MulchMix HM		MulchMix		ClipOn 7,5		
4,05 kg		1,95 kg		1,75 kg		1,05 kg		
Pozice radličky	Hmotnost [kg]	Sady radliček (1, 8)	Hmotnost [kg]	Sady radliček (4, 5)	Hmotnost [kg]	Sady radliček (9, 12)	Hmotnost [kg]	
A2	1,34	B ₁	0,77	C ₁	0,76	D ₁	0,54	
			0,68		0,69		0,51	
A3	1,25	B ₂	0,88	C ₂	0,75	D ₂	0,53	
			0,81		0,71		0,50	
A6	1,46	B ₃	0,64	C ₃	0,69	D ₃	0,56	
			0,55		0,62		0,54	
A7	1,59	-	-	C ₄	0,61	D ₄	0,53	
					0,57		0,51	
A10	-	-	-	-	-	D ₅	0,46	
							0,44	
A11	-	-	-	-	-	D ₆	0,61	
							0,59	
Průměr	1,41	Průměr	0,72	Průměr	0,68	Průměr	0,53	
2017		Radličky				Celkové roční využití		156 ha
MulchMix HM plus		MulchMix HM		MulchMix		ClipOn 7,5		
4,05 kg		1,95 kg		1,75 kg		1,05 kg		
Pozice radličky	Hmotnost [kg]	Sady radliček (1, 8)	Hmotnost [kg]	Sady radliček (4, 5)	Hmotnost [kg]	Sady radliček (9, 12)	Hmotnost [kg]	
A2	-	B ₁	0,85	C ₁	0,81	D ₁	0,56	
			0,77		0,75		0,55	
A3	-	-	-	-	-	D ₂	0,61	
							0,58	
Průměr	-	Průměr	0,81	Průměr	0,78	Průměr	0,58	
Celkový průměr	1,41	Celkový průměr	0,75	Celkový průměr	0,70	Celkový průměr	0,54	
Stav opotřebení	65%	Stav opotřebení	62%	Stav opotřebení	60%	Stav opotřebení	49%	

7.2.3 Porovnání naměřených hodnot

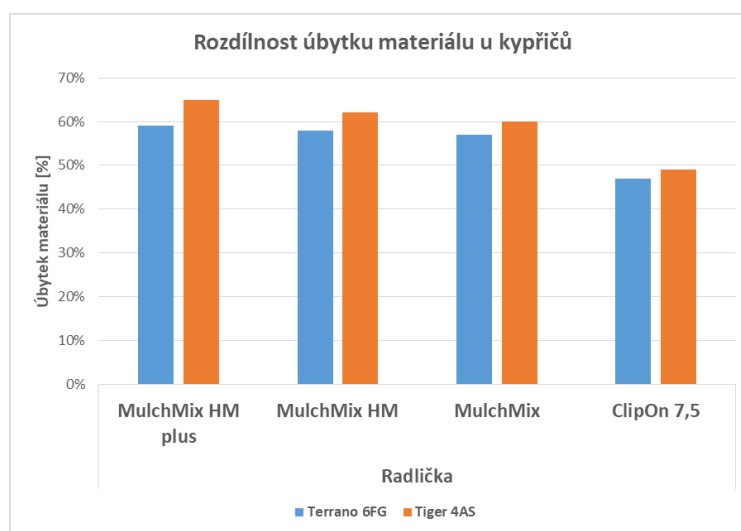
Význam hodnocení samotného stavu opotřebení použitých typů radliček nemá příliš velký přínos pro celkové vyhodnocení jednotlivých typů pracovních radliček v porovnání s jejich dosahovanou životností a hlavně jejich celkovými ekonomickými dopady v podobě měrných nákladů na výměnu všech opotřebitelných částí radličkových kypřičů, kterým je podrobně věnována následující kapitola. Hodnocení stavu opotřebení má svůj význam z hlediska ověření tvrzených skutečností a také pro porovnání závislosti stavu opotřebení pracovních radliček na pracovních podmínkách obou kypřičů, které jsou především vlivem odlišnosti jejich použití také z části mírnými odchylkami v konstrukčním řešení obou kypřičů poněkud odlišné.

Porovnáme-li získané údaje o průměrném mezním úbytku materiálu všech typů radliček u obou kypřičů, je z grafu uvedeném na obr. 22 patrné, že při práci radličkového kypřiče Tiger 4AS dochází k vyššímu úbytku materiálu při dosažení mezního stavu opotřebení radliček než u kypřiče Terrano 6FG, který se nejvíce projevuje u radliček typu A. Podrobné porovnání průměrných hodnot hmotnostních úbytků materiálu jednotlivých typů hodnocených radliček u obou kypřičů je uvedeno v tabulce 8. Tento zvýšený úbytek materiálu je nejspíše způsoben větší hloubkou zpracování, ve které radličky kypřiče Tiger 4AS pracují a zároveň tím jsou také vystaveny většímu půdnímu odporu, který na ně působí. Druhou možnou příčinou rozdílných hodnot úbytku materiálu u obou kypřičů může být odlišný úhel postavení pracovních radliček, pod kterým vnikají do půdy. Tento úhel je u kypřiče Tiger 4AS o několik stupňů větší a tím vznikají větší síly, kterými abrazivní částice působí na funkční plochu radličky, čímž nejspíš dochází k většímu úbytku materiálu ve směru tloušťky radličky než u kypřiče Terrano 6FG, u kterého více převládá úbytek materiálu ve směru délky radličky, který je z hlediska stanovení mezního stavu opotřebení radliček rozhodujícím kritériem vzhledem k nežádoucímu opotřebení spodní části slupice a upevňovacího šroubu radličky s maticí.

Tabulka 8 Průměrné hodnoty úbytku materiálu opotřebených radliček

Průměrný úbytek materiálu při dosažení mezního stavu opotřebení				
Kypřič	Radlička			
	MulchMix HM plus	MulchMix HM	MulchMix	ClipOn 7,5
Terrano 6FG	59%	58%	57%	47%
Tiger 4AS	65%	62%	60%	49%
Rozdíl úbytku	6%	4%	3%	2%

Podrobnou analýzou naměřených hodnot hmotnosti opotřebitelných radliček typu B a C, uvedených v tabulkách 6 a 7, které byly u obou kypřičů umístěny pouze v první a druhé řadě pracovních nástrojů v tzv. „křížovém uspořádání“ pro každý typ radličky tak, že radličky stejného typu byly umístěny vždy v obou řadách jen na opačných stranách stroje, lze pozorovat u kypřiče Terrano 6FG trend vyššího stavu opotřebení vždy první hodnoty u každé použité sady radliček. Právě tato první hodnota hmotnosti u jednotlivých sad radliček patří pozicím 1 a 4, které odpovídají podle schématu rozmístění radliček na obr. 14 umístění pracovních radliček v první řadě pracovních nástrojů. Tento trend potvrzuje tvrzení z kapitoly 6.3.1 o dlouhodobě pozorované vyšší míře opotřebení pracovních radliček umístěných v přední části kypřiče.



Obrázek 22 Graf rozdílnosti úbytku materiálu u kypřičů

Naopak v případě kypřiče Tiger 4AS je patrný z naměřených hodnot hmotnosti radliček typu B a C opačný charakter stavu opotřebení obou typů radliček u jednotlivých sad, který naopak dokládá vyšší míru opotřebení radliček umístěných v druhé řadě pracovních nástrojů, kterým odpovídají podle schématu na obr. 16 pozice 5 a 8, jejichž hmotnosti jsou v tabulce 7 u jednotlivých sad radliček nižší. Tento opačný trend opotřebení pozorovaný u kypřiče Tiger 4AS je způsoben umístěním radliček typu B a C v druhé řadě na pozicích, které jsou přímo ovlivněny větším ztuhnutím půdy způsobené kolejovými stopami tažného prostředku, které jsou znázorněny ve schématu rozmístění radliček na obr. 16. Umístění těchto radliček vychází téměř přímo na střed zanechaných kolejových stop traktoru, čímž je ovlivnění stavu opotřebení

mnohem vyšší než v případě kypřiče Terrano 6FG, u kterého jsou radličky typu B a C umístěné ve druhé řadě na pozicích 6 a 8 a které zasahují jen částečně do samotného okraje zanechaných kolejových stop traktoru, čímž nedochází k ovlivnění opotřebení vlivem zvýšeného zhutnění v takové míře jako u kypřiče Tiger 4AS.

Výsledkem hodnocení stavu opotřebení použitých radliček je stanovení průměrného hmotnostního úbytku jednotlivých typů pracovních radliček, při kterém dosahují mezního stavu opotřebení, ze kterého lze určit efektivnost využití materiálu pracovní radličky pro svou požadovanou funkci kypření půdy. Z hlediska efektivnosti využití materiálu se nejlépe jeví opět radličky typu A, které dosahují zároveň i nejdelší životnosti. Naopak nejhůře dopadly v tomto měřítku srovnání radličky typu D, které po stránce efektivnosti využití materiálu dosahují mezního stavu opotřebení již při úbytku necelé poloviny své hmotnosti. Varianty sledovaných radliček B a C jsou v tomto směru porovnávání na téměř srovnatelné úrovni necelých 60 % využitelnosti svého materiálu při dosažení jejich mezního stavu opotřebení.

7.3 Osobní hodnocení kvality práce jednotlivých radliček

Dosahovaná životnost jednotlivých typů radliček nemusí být vždy hlavním hodnotícím kritériem pro rozhodování o vhodnosti použití určitého typu radličky. Všechny varianty hodnocených kypřících radliček lze považovat za radličky podobného charakteru o téměř totožné šířce záběru, jejíž zásluhou je možné jejich použití v širokém rozsahu pracovní hloubky při kypření půdy. Univerzálnost použití těchto úzkých typů pracovních radliček umožňuje také zpracování půdy ve velkém rozpětí půdních a pracovních podmínek. I přes téměř srovnatelnou pracovní šířku všech typů sledovaných radliček jsou vlivem mírných odlišností jejich tvaru a také v případě radliček typu D i celé geometrie radličky mírné odlišnosti v kvalitě prováděné práce.

Nejlepší intenzity zpracování a současně zapravovací schopnosti rostlinných zbytků do půdy prokazatelně dosahují radličky typu C, které vlivem své konstantní pracovní šířky v celé své délce nabírají a zpracovávají největší množství zeminy. Radličky typu A a B se jeví z hlediska kvality prováděné práce srovnatelně a v porovnání s radličkami typu D dosahují i tyto dva typy radliček vyšší úrovně intenzity zpracování půdy. Nejnižší intenzita zpracování a zároveň nižší zapravovací schopnost rostlinných zbytků do půdy byla pozorována u radliček typu D, které

svým odlišným tvarem a rozdílnou geometrií funkčních ploch kypřenou půdu více rozrážejí do stran a nedochází tedy k nabírání tak velkého množství půdy, které by se přesouvalo po slupicové odhrnovače, čímž nedochází k tak vysoké intenzitě zpracování půdy jako u předchozích variant kypřících radliček MulchMix. Tento efekt předurčuje tyto radličky pro využití při zpracování půdy v půdoochranných technologiích.

Rozdílnost prováděné práce jednotlivých typů kypřících radliček byla také částečně pozorována při zpracování velmi těžkých půd za vlhkých podmínek, kdy je velmi vysoké riziko tvorby nežádoucích velkých půdních agregátů (hrud), kdy všechny varianty kypřících radliček systému MulchMix, tedy hodnocené typy radliček A, B a C, prokazovaly vyšší náchylnost k tvorbě těchto nežádoucích velkých půdních agregátů. Naopak radličky typu D neboli radličky ClipOn 7,5 prokazovaly nižší schopnost tvorby těchto nežádoucích hrud a to i při hlubším zpracování půdy. Rozdílnost půdní struktury na povrchu půdy po jejím zpracování ve velmi těžkých a vlhkých půdních podmínkách může hrát rozhodující roli při výběru těchto vhodných kypřících radliček ClipOn 7,5, navzdory jejich velmi nízké životnosti.

Porovnáním všech hodnocených typů kypřících radliček lze konstatovat, že z hlediska konstantního nastavení kypřiče na požadovanou hloubku kypření, od které se odvíjí požadovaná kvalita prováděné práce, se nejlépe osvědčily radličky typu A, tedy kypřící radličky MulchMix HM plus. Nespornou výhodou těchto radliček je kromě vysoké životnosti také nízká míra jejich opotřebení, která jen minimálně ovlivňuje nastavení požadované hloubky zpracování celého kypřiče a umožňuje tím dlouhodobé dodržení konstantních pracovních podmínek kypřících radliček a tím i zajištění požadované kvality prováděné práce, což potvrzuje ve svém článku také Malina (2012) a uvádí, že výhodou použití radliček MulchMix HM plus je kromě toho, že se nemusí tak často měnit, také zaručení kvality prováděné práce po celou dobu jejich životnosti.

8 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Podstatným hlediskem při výběru vhodných pracovních radliček pro kypření půdy radličkovými kypřiči jsou kromě požadované kvality prováděné práce a dosahované životnosti také její ekonomické dopady spojené s výměnou všech opotřebitelných částí pracovního nástroje kypřiče na celkové měrné náklady celé pracovní operace. V této kapitole jsou posouzeny a vyčísleny vlivy dosahovaných životností a stavy opotřebení jednotlivých typů kypřících radliček na životnost ostatních opotřebitelných částí pracovních nástrojů radličkových kypřičů. Uvedené životnosti všech opotřebitelných dílů pracovních nástrojů byly získány jednak skutečnou naměřenou hodnotou dosažené životnosti, a v případě, kdy nebylo dosaženo mezního stavu opotřebení některých dílů vlivem nízkého využití strojů, byla jejich životnost stanovena pomocí kvalifikovaného odhadu, který lze z naměřených hodnot životnosti ostatních dílů provést. Odhadované hodnoty maximální životnosti jsou v následujících tabulkách označeny zeleně.

Na základě získaných hodnot o životnosti konkrétních opotřebených částí pracovních nástrojů byly provedeny výpočty měrných nákladů na opotřebitelné díly pro všechny hodnocené typy pracovních radliček včetně položky nákladů spojených s četností výměny opotřebených radliček, která patřičně zohledňuje rozdílnou pracnost výměny kypřících radliček s odlišnou životností. Celkové náklady na opotřebitelné díly radličkových kypřičů tvoří významnou část variabilních nákladů z celkových nákladů pracovních operací na zpracování půdy.

Pro úplnost ekonomického hodnocení problematiky zpracování půdy radličkovými kypřiči je tato kapitola doplněna o konkrétní výpočty celkových měrných nákladů pracovních operací zpracování půdy oběma používanými radličkovými kypřiči Horsch na základě jejich reálné pořizovací ceny, průměrného ročního využití a skutečné doby používání. Z výsledných hodnot celkových měrných nákladů na provoz obou kypřičů lze určit podíl nákladů na opotřebitelné díly při osazení kypřičů jednotlivými typy hodnocených radliček na celkových měrných nákladech pracovních operací zpracování půdy.

8.1 Měrné náklady na opotřebitelné díly

Jednotlivé pracovní nástroje radličkových kypřičů se skládají kromě samotné kypřící radličky ještě z jiných součástí, které také podléhají nutnému opotřebením vlivem pracovní činnosti stroje. V závislosti na použití jednotlivých typů hodnocených radliček je míra opotřebením ostatních opotřebitelných dílů pracovních nástrojů, a tedy i jejich dosahovaná životnost, poměrně rozdílná vlivem odlišné geometrie a tvarů jednotlivých typů použitých radliček. Součástí pracovních nástrojů používaných radličkových kypřičů Horsch jsou kromě kypřících radliček také slupicové odhrnovačky, přípevňovací šrouby radliček a odhrnovaček včetně jejich matic, a v případě použitých radliček ClipOn je navíc také započítáván klínový mezikus včetně pružné pojistky pro zajištění naklepávacích radliček.

Životnosti opotřebitelných dílů, které dosahují vyšších hodnot, než jsou hodnoty celkového využití jednotlivých kypřičů během dvouletého provozního měření, jsou v tabulkách označeny zeleně a byly stanoveny pomocí kvalifikovaného odhadu na základě porovnání dosaženého stavu opotřebením po dvouletém používání strojů s mezním stavem opotřebením určitého opotřebitelného dílu. Výpočty měrných nákladů byly provedeny na základě reálných pořizovacích cen originálních opotřebitelných dílů od autorizovaného prodejce strojů a distributora náhradních dílů značky Horsch společnosti PEKASS a.s. Uvedené ceny v tabulkách jsou průměrné hodnoty stanovené z nákupních cen uvedených dílů za uplynulé dvouleté období (rok 2016 a 2017) a jedná se o ceny bez DPH.

Součástí této kategorie nákladů na opotřebitelné díly jsou pro úplnost také náklady spojené s četností vlastní výměny opotřebených radliček, které by měly v sobě zahrnovat hlavně spotřebu času na samotnou výměnu a také částečně ztráty plošné výkonnosti strojů vlivem jejich nucené odstávky. Výše těchto nákladů je přímo závislá na životnosti a četnosti výměny opotřebitelných radliček a je tedy rozdílná pro jednotlivé typy hodnocených radliček vlivem jejich odlišné rychlosti opotřebením. Vyčíslení této položky nákladů je poměrně komplikované vzhledem k obtížnému určení výše vzniklých ztrát způsobených odstávkou stroje. A proto je v následujícím hodnocení použita pouze konstantní nákladová částka stejná pro oba kypřiče ve výši 1 000 Kč, která představuje veškeré náklady spojené s jednou výměnou všech opotřebených radliček trvajících v průměru jednu hodinu, a obtížně vyčísitelné ztráty způsobené odstávkou stroje jsou v této částce pro následující výpočty téměř zanedbány. Konstantní částka v sobě zahrnuje vlastní výměnu všech pracovních radliček na celém kypřiči včetně nutného

očistění pracovních nástrojů a případných víceprací spojených s komplikacemi při výměně opotřebených radliček (prasklý přípevňovací šroub, poškozený závit šroubu, poškozená pružná pojistka klínového mezikusu v případě radliček ClipOn, apod.). Pro výpočet je počítáno s cenou práce výměny opotřebených radliček ve výši 500 Kč.hod⁻¹, která zahrnuje nejen mzdové náklady pracovníka, ale také veškeré dílenské vybavení nutné pro vlastní výměnu. Zbývající částka z konstantní nákladové položky, která byla stanovena ve výši 1000 Kč na jednu výměnu, může být považována za částečné vyčíslení možných ztrát vzniklých nezbytnou odstávkou stroje pro nutnou údržbu výměny opotřebených radliček. Tato orientační částka nákladů spojených s výměnou opotřebitelných dílů ve stejné konstantní výši pro oba kypřiče je pro účely celkového hodnocení ekonomických dopadů jednotlivých hodnocených typů radliček s ohledem na jejich dosahované životnosti naprosto dostačující.

8.1.1 Radličky MulchMix HM plus

Kypřicí radličky MulchMix HM plus jednoznačně dosahují nejvyšší životnosti, což má svůj pozitivní dopad především na náklady spojené s jejich četností výměny, kterou je nutné provést při dosažení jejich mezního stavu opotřebení. Životnost slupicových odhrnovaček včetně jejich šroubů s maticemi nebylo možné ověřit vlastním měřením z důvodu nízkého celkového využití obou kypřičů, a proto byla jejich životnost stanovena pomocí kvalifikovaného odhadu na základě porovnání aktuálního stavu opotřebení jednotlivých slupicových odhrnovaček po uvedených hodnotách výměry jejich celkového využití s opotřebenými odhrnovačkami, které již dříve dosáhly mezního stavu opotřebení. Přípevňovací šrouby radliček společně s maticemi bylo nutné, částečně i z preventivních důvodů, vyměnit společně s opotřebenou pracovní radličkou při dosažení jejího mezního stavu opotřebení, aby byla zajištěna požadovaná funkce šroubového spoje i po celou dobu životnosti nově osazené radličky. V tabulkách 9 a 10 jsou podrobně rozepsány jednotlivé položky všech opotřebitelných dílů pro oba kypřiče společně s náklady spojenými s četností výměny opotřebených radliček. Rozdíl celkových měrných nákladů při použití kypřících radliček MulchMix HM plus je mezi oběma kypřiči necelých 19 Kč.ha⁻¹.

Tabulka 9 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Terrano 6FG (MulchMix HM plus)

Terrano 6FG	MulchMix HM plus		Výměra při měření [ha]		1 402
Opotřebitelný díl	Cena za kus	Počet kusů	Celková cena	Životnost	Měrné náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč]	[ha]	[Kč.ha⁻¹]
Radlička MulchMix HM plus	1 850	21	38 850	710	54,7
Slupicová odhrnovačka	405	21	8 505	2 130	4,0
Šroub 12x85 (radlička)	50	21	1 050	710	1,5
Matice M12 (radlička)	15	21	315	710	0,4
Šroub 12x80 (odhrnovačka)	50	42	2 100	2 130	1,0
Matice M12 (odhrnovačka)	15	42	630	2 130	0,3
Měrné náklady na opotřebitelné díly					61,9
Měrné náklady spojené s četností výměny opotřebovaných radliček					1,4
Celkové měrné náklady při osazení radličkami MulchMix HM plus					63,3

Tabulka 10 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Tiger 4AS (MulchMix HM plus)

Tiger 4AS	MulchMix HM plus		Výměra při měření [ha]		567
Opotřebitelný díl	Cena za kus	Počet kusů	Celková cena	Životnost	Měrné náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč]	[ha]	[Kč.ha⁻¹]
Radlička MulchMix HM plus	1 850	17	31 450	450	69,9
Slupicová odhrnovačka	478	17	8 126	1 350	6,0
Šroub 12x85 (radlička)	50	17	850	450	1,9
Matice M12 (radlička)	15	17	255	450	0,6
Šroub 12x80 (odhrnovačka)	50	34	1 700	1 350	1,3
Matice M12 (odhrnovačka)	15	34	510	1 350	0,4
Měrné náklady na opotřebitelné díly					80,0
Měrné náklady spojené s četností výměny opotřebovaných radliček					2,2
Celkové měrné náklady při osazení radličkami MulchMix HM plus					82,2

8.1.2 Radličky MulchMix HM

Varianta kypřících radliček MulchMix HM vychází z ekonomického pohledu nejhůře vlivem poměrně vysoké pořizovací ceny k její ne příliš vysoké životnosti, což potvrzuje také ve svém článku Šabatka (2007). Také u tohoto typu radliček bylo nutné provést pro určení průměrné hodnoty životnosti slupicových odhrnovaček porovnávací metodu na základě posouzení aktuálního stavu opotřebení. Životnost šroubů a matic odhrnovaček je vždy u všech typů hodnocených radliček shodná s životností slupicové odhrnovačky, jelikož by při jejich opakovaném použití pro nově osazené odhrnovačky nebylo možné zaručit jejich správnou funkci po celou dobu životnosti nových odhrnovaček. V případě připevnění pracovních radliček bylo z dlouhodobého měření zjištěno, že je nutné provádět výměnu šroubu při každé třetí výměně opotřebené radličky a v případě matice šroubu byla raději z preventivních důvodů jejich výměna prováděna při každé druhé výměně opotřebené radličky. Jednotlivé nákladové položky celkových měrných nákladů na opotřebitelné části pracovních nástrojů při osazení obou kypřičů pracovními radličkami MulchMix HM jsou uvedeny v tabulce 11 a tabulce 12. Měrné náklady na opotřebitelné části u kypřiče Terrano 6FG vycházejí necelých 108 Kč.ha⁻¹ a v případě kypřiče Tiger 4AS více než 126 Kč.ha⁻¹. Rozdíl obou hodnot mezi oběma kypřiči dosahuje téměř stejné částky jako u předchozího typu hodnocených radliček.

Tabulka 11 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Terrano 6FG (MulchMix HM)

Terrano 6FG	MulchMix HM		Výměra při měření [ha]		1 402
Opotřebitelný díl	Cena za kus	Počet kusů	Celková cena	Životnost	Měrné náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč]	[ha]	[Kč.ha⁻¹]
Radlička MulchMix HM	848	21	17 808	200	89,0
Slupicová odhrnovačka	405	21	8 505	1 000	8,5
Šroub 12x80 (radlička)	50	21	1 050	600	1,8
Matice M12 (radlička)	15	21	315	400	0,8
Šroub 12x80 (odhrnovačka)	50	42	2 100	1 000	2,1
Matice M12 (odhrnovačka)	15	42	630	1 000	0,6
Měrné náklady na opotřebitelné díly					102,8
Měrné náklady spojené s četností výměny opotřebených radliček					5,0
Celkové měrné náklady při osazení radličkami MulchMix HM					107,8

Tabulka 12 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Tiger 4AS (MulchMix HM)

Tiger 4AS	MulchMix HM		Výměra při měření [ha]		567
Opotřebitelný díl	Cena za kus	Počet kusů	Celková cena	Životnost	Měrné náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč]	[ha]	[Kč.ha ⁻¹]
Radlička MulchMix HM	848	17	14 416	142	101,5
Slupicová odhrnovačka	478	17	8 126	700	11,6
Šroub 12x85 (radlička)	50	17	850	426	2,0
Matice M12 (radlička)	15	17	255	284	0,9
Šroub 12x85 (odhrnovačka)	50	34	1 700	700	2,4
Matice M12 (odhrnovačka)	15	34	510	700	0,7
Měrné náklady na opotřebitelné díly					119,2
Měrné náklady spojené s četností výměny opotřebovaných radliček					7,0
Celkové měrné náklady při osazení radličkami MulchMix HM					126,2

8.1.3 Radličky MulchMix

Standardní provedení kypřících radliček MulchMix dosahuje sice poněkud nižších hodnot své životnosti ve srovnání s předchozími typy hodnocených radliček, ale z ekonomického pohledu se jedná o nejvýhodnější typ hodnocených kypřících radliček, jejichž pořizovací cena dostatečně zohledňuje nízkou hodnotu dosahované životnosti. Porovnáme-li měrné náklady standardního provedení radliček MulchMix s předchozím typem kypřících radliček MulchMix HM, lze jednoznačně doporučit použití tohoto standardního provedení, neboť úspora měrných nákladů na provoz kypřičů může dosahovat 50 až 55 Kč.ha⁻¹. Ekonomickou nevýhodnost radliček MulchMix HM potvrzuje také ve svém článku Šabatka (2007). Pouze u tohoto typu hodnocených radliček bylo možné provést reálné určení maximální životnosti slupicových odhrnovaček společně s jejich šrouby a maticemi na základě dosažení jejich mezního stavu opotřebení v průběhu provozního měření jednoho roku. Obdobně jako u předchozího provedení kypřících radliček MulchMix HM dochází u tohoto standardního provedení radliček MulchMix k rychlejšímu opotřebení šroubů a matic upevňujících pracovní radličky ke slupicím a to ve stejném poměru k výměně opotřebovaných radliček. Přesné položky nákladů na jednotlivé opotřebitelné díly při použití standardního provedení kypřících radliček MulchMix jsou uvedeny pro kypřič Terrano 6FG v tabulce 13 a pro druhý kypřič Tiger 4AS v tabulce 14. Při

použití tohoto typu pracovních radliček se rozdíl celkových měrných nákladů na opotřebitelné části mezi oběma kypřiči sníží na téměř poloviční hodnotu v porovnání s předchozími typy hodnocených radliček.

Tabulka 13 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Terrano 6FG (MulchMix)

Terrano 6FG	MulchMix		Výměra při měření [ha]		1 402
Opotřebitelný díl	Cena za kus	Počet kusů	Celková cena	Životnost	Měrné náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč]	[ha]	[Kč.ha⁻¹]
Radlička MulchMix	234	21	4 914	140	35,1
Slupicová odhrnovačka	405	21	8 505	816	10,4
Šroub 12x80 (radlička)	50	21	1 050	420	2,5
Matice M12 (radlička)	15	21	315	280	1,1
Šroub 12x80 (odhrnovačka)	50	42	2 100	816	2,6
Matice M12 (odhrnovačka)	15	42	630	816	0,8
Měrné náklady na opotřebitelné díly					52,5
Měrné náklady spojené s četností výměny opotřebovaných radliček					7,1
Celkové měrné náklady při osazení radličkami MulchMix					59,6

Tabulka 14 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Tiger 4AS (MulchMix)

Tiger 4AS	MulchMix		Výměra při měření [ha]		567
Opotřebitelný díl	Cena za kus	Počet kusů	Celková cena	Životnost	Měrné náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč]	[ha]	[Kč.ha⁻¹]
Radlička MulchMix	234	17	3 978	104	38,3
Slupicová odhrnovačka	478	17	8 126	567	14,3
Šroub 12x85 (radlička)	50	17	850	312	2,7
Matice M12 (radlička)	15	17	255	208	1,2
Šroub 12x85 (odhrnovačka)	50	34	1 700	567	3,0
Matice M12 (odhrnovačka)	15	34	510	567	0,9
Měrné náklady na opotřebitelné díly					60,4
Měrné náklady spojené s četností výměny opotřebovaných radliček					9,6
Celkové měrné náklady při osazení radličkami MulchMix					70,0

8.1.4 Radličky ClipOn 7,5

Předností naklepávacích radliček ClipOn má být jejich snadná a rychlá výměna při jejich opotřebením, která má nejspíš kompenzovat vysokou četnost jejich výměny vyplývající z nízké hodnoty jejich dosahované životnosti, která byla prokázána provozním měřením a jedná se zároveň o nejnižší hodnotu životnosti ze všech hodnocených typů pracovních radliček. Nízké životnosti kypřících radliček ClipOn odpovídá také nejvyšší četnost jejich výměny a z ní vyplývající nejvyšší měrné náklady spojené s četností výměny opotřebených radliček. Tato přednost se však v průběhu měření neprokázala a z praxe lze konstatovat, že pracnost a časová náročnost výměny naklepávacích radliček ClipOn je srovnatelná s obtížností a délkou výměny kypřících radliček MulchMix, a proto je při výpočtu měrných nákladů spojených s četností výměny opotřebených radliček počítáno se stejnou konstantní částkou 1 000 Kč na jednu výměnu u všech typů hodnocených radliček, která obsahuje kromě samotné výměny všech opotřebených radliček také čištění pracovních nástrojů před výměnou a případné vícepráce spojené s výměnou poškozených šroubů, matic, případně pružných pojistek klínového mezikusu. V případě používání těchto kypřících radliček dochází vlivem jejich tvaru a geometrie k velmi nízké míře opotřebením slupicových odhrnovaček, jejichž životnost byla stanovena na základě porovnání jejich aktuálního stavu opotřebením s mezním stavem opotřebením na 25 násobek životnosti pracovních radliček u obou kypřičů, čemuž odpovídá také uvedená hodnota životnosti klínového mezikusu a jeho pružné pojistky včetně horního šroubu s maticí. Výměna spodních šroubů klínových mezikusů u obou kypřičů byla provedena převážně z preventivních důvodů pro zajištění snadné demontáže celého klínového mezikusu vynucené případným poškozením pružné pojistky vždy po dosažení celkového ročního využití kypřiče v prvním roce měření, tedy v roce 2016. V případě spodních matic šroubů je nutné provádět jejich preventivní výměnu při každé třetí výměně opotřebené radličky, aby byla zajištěna opět v případě potřeby její snadná demontáž. V tabulkách 15 a 16 jsou podrobně uvedeny jednotlivé nákladové položky celkových měrných nákladů na opotřebitelné části při osazení obou radličkových kypřičů naklepávacími radličkami ClipOn 7,5. Rozdíl celkových měrných nákladů mezi oběma kypřiči je v případě použití radliček ClipOn 7,5 nejnižší ze všech hodnocených typů radliček.

Tabulka 15 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Terrano 6FG (ClipOn 7,5)

Terrano 6FG	ClipOn 7,5		Výměra při měření [ha]	1 402	
Opotřebitelný díl	Cena za kus	Počet kusů	Celková cena	Životnost	Měrné náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč]	[ha]	[Kč.ha⁻¹]
Radlička ClipOn 7,5	205	21	4 305	92	46,8
Slupicová odhrnovačka	405	21	8 505	2 300	3,7
Klínový mezikus ClipOn	402	21	8 442	2 300	3,7
Pojistka klínového mezikusu	87	21	1 827	2 300	0,8
Šroub klínu 12x90 (horní)	50	21	1 050	2 300	0,5
Matice M12 (horní)	15	21	315	2 300	0,1
Šroub klínu 12x90 (spodní)	50	21	1 050	816	1,3
Matice M12 (spodní)	15	21	315	276	1,1
Měrné náklady na opotřebitelné díly					58,0
Měrné náklady spojené s četností výměny opotřebovaných radliček					10,9
Celkové měrné náklady při osazení radličkami ClipOn 7,5					68,8

Tabulka 16 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Tiger 4AS (ClipOn 7,5)

Tiger 4AS	ClipOn 7,5		Výměra při měření [ha]	567	
Opotřebitelný díl	Cena za kus	Počet kusů	Celková cena	Životnost	Měrné náklady
	[Kč]	[ks]	[Kč]	[ha]	[Kč.ha⁻¹]
Radlička ClipOn 7,5	205	17	3 485	71	49,1
Slupicová odhrnovačka	478	17	8 126	1 775	4,6
Klínový mezikus ClipOn	402	17	6 834	1 775	3,9
Pojistka klínového mezikusu	87	17	1 479	1 775	0,8
Šroub klínu 12x100 (horní)	50	17	850	1 775	0,5
Matice M12 (horní)	15	17	255	1 775	0,1
Šroub klínu 12x100 (spodní)	50	17	850	411	2,1
Matice M12 (spodní)	15	17	255	213	1,2
Měrné náklady na opotřebitelné díly					62,2
Měrné náklady spojené s četností výměny opotřebovaných radliček					14,1
Celkové měrné náklady při osazení radličkami ClipOn 7,5					76,3

8.2 Celkové měrné náklady na zpracování půdy

Výpočet celkových měrných nákladů pracovních operací na zpracování půdy prováděných radličkovými kypřiči Horsch byl proveden jednak pro ucelenost problematiky zpracování půdy radličkovými kypřiči, a také pro orientační představu o podílu měrných nákladů na opotřebitelné části jednotlivých typů hodnocených radliček na celkových měrných nákladech pracovní operace. Vyčíslení celkových měrných nákladů pracovní soupravy se vždy skládá z měrných nákladů tažného prostředku, tedy traktoru, a přípojného stroje, v tomto případě radličkových kypřičů. Protože pro oba stroje jedné pracovní soupravy jsou používány rozdílné měrné jednotky jejich ročního využití, v případě tažného traktoru to jsou provozní motohodiny (Mh), a u kypřičů se jedná o jednotku plochy v hektarech (ha), je nutné provést pro stanovení celkových měrných nákladů celé pracovní soupravy přepočty měrných jednotek traktoru nejprve z provozních motohodin na časovou jednotku v hodinách pomocí koeficientu přepočtu 1,33 a poté na základě hodinové výkonnosti přípojného stroje (kypřiče) převést z hodin na jednotku plochy v hektarech. Uvedené hodnoty měrných nákladů jsou vypočteny na základě skutečných pořizovacích cen používané techniky v podniku Agrofarma Jabkenice, s.r.o. a průměrných hodnot ročního využití sledovaných strojů.

Měrné náklady na provoz každého stroje obsahují vždy dvě skupiny nákladů a to fixní náklady a variabilní náklady. Do skupiny fixních nákladů řadíme náklady na amortizaci (rNa), náklady na zúročení vlastního kapitálu neboli úroky bankovních úvěrů nebo marže finančního leasingu ($rNú$), náklady na pojištění (rNp) a také náklady na uskladnění a garážování stroje (rNg). Druhou skupinu tvoří variabilní náklady, do které patří náklady na opravy a udržování stroje (rNo), náklady na pohonné hmoty a maziva ($jNph$), náklady na mzdu obsluhy ($jNmz$) a pro případ této práce zaměřené na stroje pro zpracování půdy jsou zde samostatně zařazeny náklady na opotřebitelné části strojů ($jNopd$). Při výpočtech je kalkulováno s cenou pohonných hmot 25 Kč.l⁻¹ a mzdovými náklady zkušené a kvalifikované obsluhy ve výši 300 Kč.hod⁻¹. Všechny uvedené ceny jsou bez DPH. Většina vstupních hodnot pro výpočty vychází z reálné praxe provozu sledovaných strojů. Pouze výše ročních nákladů na uskladnění a garážování strojů společně s ročními náklady na opravu a udržování strojů byly stanoveny na základě normativních metod.

8.2.1 Tažný prostředek

Kalkulace měrných nákladů tažného traktoru byla provedena na základě zprůměrování hodnoty měrných nákladů obou kombinovaně používaných traktorů Case Magnum 310 a Case Magnum 340, jejíž vstupní nákladové položky ekonomických ukazatelů pro výpočet měrných nákladů jsou uvedeny v tabulce 17. Pro výpočet ročních nákladů na amortizaci byly použity hodnoty zůstatkové ceny obou traktorů po desetiletém provozu získané na základě průzkumu trhu použité zemědělské techniky. Z důvodu nízkého ročního využití obou traktorů je počítáno s delší dobou používání, než je standardní doba odepisování a to ve výši 10 let. Průměrné roční využití u obou traktorů lze z dlouhodobé praxe stanovit na 600 Mh, které vyplývá z aktuálního stavu celkových provozních motohodin a skutečné doby používání obou traktorů. Roční částky pojištění traktorů se skládají z povinného silničního ručení a také z havarijního a strojního pojištění traktoru, které je v dnešní době vysokých cen náhradních dílů nezbytnou součástí při jejich provozu a zároveň bývá vyžadováno, je-li pořízená technika financována z cizích zdrojů. Náklady na opravy a udržování traktorů společně s náklady na jejich uskladnění a garážování byly stanoveny pomocí normativních metod. V případě problematiky údržby a oprav traktorů, kterou se podrobně zabývá ve své publikaci Bauer (2013), byla roční nákladová částka určena ve výši 1,5 % z pořizovací ceny stroje, jejíž výsledná hodnota v průměru odpovídá dlouhodobé praxi prováděné údržby a oprav těchto traktorů, a zároveň zohledňuje odečtení pojistného plnění při škodní události vyplývající ze strojního pojištění traktoru. Pro normativní stanovení ročních nákladů na uskladnění a garážování traktorů bylo počítáno s potřebnou plochou pro jeden traktor 40 m² garážového typu, jejíž normativní sazba je určena ve výši 200 Kč.m⁻².

Tabulka 17 Měrné náklady tažného prostředku pracovní soupravy

Výpočet měrných nákladů na provoz tažného prostředku				
Položka	Označení položky	Jednotka	Case 310	Case 340
Rok pořízení	-	rok	2008	2015
Aktuální stav provozních motohodin	-	Mh	5 750	1 850
Pořizovací cena	PC	Kč	3 080 000	4 300 000
Zůstatková cena	ZC	Kč	1 000 000	1 500 000
Úroky a náklady financování	-	Kč	770 000	516 000
Doba používání pro výpočet	t	rok	10	10
Průměrné roční využití	rW	Mh	600	600
Koeficient oprav	k _o	%	1,5	1,5
Roční náklady na provoz bez PHM a mzdových nákladů				
Roční náklady na amortizaci	rNa	Kč	208 000	280 000
Roční náklady na úroky	rNú	Kč	77 000	51 600
Roční náklady na pojištění	rNp	Kč	35 000	37 500
Roční náklady na garážování	rNg	Kč	8 000	8 000
Náklady na opravu a údržování	rNo	Kč	46 200	64 500
Celkové roční náklady	rNc	Kč	374 200	441 600
Celkové jednotkové náklady	rNj	Kč.Mh ⁻¹	624	736
Průměrné měrné náklady tažného prostředku	-	Kč.Mh ⁻¹	680	
Přepočtené měrné náklady na jednotku času	-	Kč.hod ⁻¹	906	

8.2.2 Radličkové kypřiče

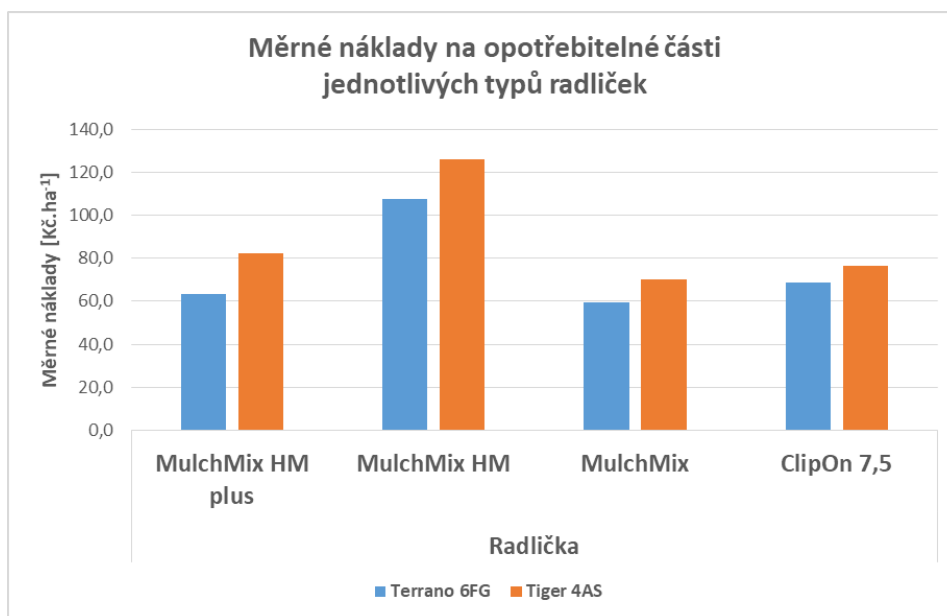
Hodnota měrných nákladů na provoz radličkových kypřičů Terrano 6FG a Tiger 4AS je počítána z reálné pořizovací ceny obou strojů. V případě kypřiče Tiger 4AS se jedná o pořízení pětiletého použitého stroje, čemuž odpovídala také jeho pořizovací cena. Pro výpočet nákladů na amortizaci je kalkulováno se zůstatkovými cenami desetiletých kypřičů, které byly stanoveny na základě aktuální nabídky použitých kypřičů stejného typu s požadovanou dobou používání. Kvalitní konstrukční řešení a technické zpracování společně s nižší hodnotou ročního využití obou strojů umožňuje jejich dlouholeté používání, které je pro výpočet určeno na deset let, nicméně skutečná doba používání obou kypřičů je s ohledem na jejich aktuální technický stav rozhodně delší. Nízká míra ročního využití vychází z dlouhodobého průměru

jejich provozu a v průměru dosahuje u kypřiče Terrano 6FG hodnoty 800 ha, což se potvrdilo také v prvním roce při prováděném provozním měření dosahované životnosti pracovních radliček a jejich stavu opotřebení. Průměrné roční využití druhého sledovaného kypřiče Tiger 4AS vychází na 400 ha, kterého bylo také v prvním roce měření dosaženo. Částka ročního pojištění obou kypřičů se skládá jednak z povinného silničního ručení vozidla, a také ze strojního pojištění kypřiče, které eliminuje téměř všechny případné škody, které přímo nesouvisí s opotřebením stroje, a je ve většině případů nutností při financování stroje z cizích zdrojů. Pro náklady na uskladnění a garážování obou kypřičů bylo kalkulováno se srovnatelnou plochou jako u tažných traktorů, tedy 40 m² pro jeden kypřič, která je potřebná pro jejich stání. V případě přípojných strojů se jedná o plochu kůlnového typu v kryté hale, jejíž normativní sazba je stanovena na 100 Kč.m⁻².

Variabilní náklady na provoz pracovní soupravy jsou vždy závislé jednak na hodinové výkonnosti pracovní soupravy, která je většinou limitována přípojným strojem, a také na spotřebě pohonných hmot tažného prostředku, jejíž hodnota také úzce souvisí s tahovým příkonem a celkovou energetickou náročností přípojného stroje. Pro případ této práce se jedná o energetickou náročnost radličkových kypřičů, jejíž problematice se podrobně věnuje ve svém článku Podpěra (2009). Pro stanovení variabilních mzdových nákladů je počítáno s průměrnou hodinovou výkonností kypřičů, která vyplývá z jejich šířky pracovního záběru a průměrné pracovní rychlosti, která je u kypřiče Terrano 6FG 12 km.hod⁻¹ a u kypřiče Tiger 4AS 10 km.hod⁻¹. U obou strojů je při výpočtu hodinové výkonnosti počítáno s nižší hodnotou koeficientu pracovního časového využití 0,6 vzhledem k vysokému zastoupení malých a členitých půdních bloků v celkové obhospodařované výměře. Uvedené náklady na pohonné hmoty zohledňují odlišnost obou kypřičů jednak v jejich pracovní šířce záběru, ale hlavně v jejich rozdílném pracovním použití při odlišných hloubkách zpracování půdy. Průměrné hodnoty spotřeby pohonných hmot jsou stanoveny z dlouhodobých hodnot.

Poslední nákladovou položkou variabilních nákladů na provoz kypřičů jsou náklady na opravy a udržování strojů, které by měly v sobě zahrnovat veškeré náhradní díly, práci a potřebný materiál pro jejich údržbu a případné opravy včetně nákladů na pravidelné výměny všech opotřebitelných částí strojů. Tato roční částka se normativní metodou stanovuje pomocí koeficientu oprav, jakožto procento z pořizovací ceny stroje v rozmezí 1 až 2 %. Tato metoda výpočtu je v případě strojů pro zpracování půdy a zejména, jedná-li se o radličkové kypřiče, u kterých dochází k vysoké míře opotřebení funkčních ploch pracovních nástrojů, z pohledu

autora naprosto nevhodná vzhledem k výši celkových nákladů na opotřebitelné části těchto strojů. Proto jsou v této práci pro potřeby výpočtu celkových měrných nákladů na provoz kypřičů rozděleny náklady na opravy a udržování strojů do dvou položek, jak je patrné z tabulky 18. První položku tvoří veškeré náklady související s preventivní údržbou strojů, jejíž problematiku popisuje ve své publikaci Legát (2013), a také náklady spojené s následnými opravami po případné poruše, kterým se podrobně věnuje ve své příručce Kumhála (2014). Tyto uvedené částky představují průměrnou reálnou hodnotu nákladů získanou ze zpětné účetní analýzy skutečných nákladů na údržbu a opravy obou kypřičů za posledních pět let provozu, jejichž roční hodnota odpovídá přibližně 2 % z pořizovací ceny strojů. Druhou položkou jsou zmiňované a v této práci hodnocené náklady na výměnu opotřebitelných částí pracovních nástrojů, které představují v případě radličkových kypřičů významnou položku a v porovnání s předchozí částkou nákladů na údržbu a opravy dosahují téměř dvojnásobné hodnoty v závislosti na použitém typu pracovních radliček, jak je patrné z obr. 23. Pro výpočet měrných nákladů na provoz kypřičů byla použita průměrná hodnota nákladů na výměnu opotřebitelných částí ze čtyř hodnocených typů pracovních radliček.



Obrázek 23 Graf měrných nákladů na opotřebitelné části jednotlivých typů radliček

Tabulka 18 Měrné náklady radličkových kypřičů

Výpočet měrných nákladů na provoz radličkových kypřičů				
Položka	Označení položky	Jednotka	Terrano 6FG	Tiger 4AS
Rok pořízení	-	rok	2005	2013
Pořizovací cena	PC	Kč	1 250 000	570 000
Zůstatková cena po 10 letech provozu	ZC	Kč	350 000	300 000
Úroky a náklady financování	-	Kč	140 000	66 000
Doba používání pro výpočet	t	rok	10	6
Průměrné roční využití	rW	ha	800	400
Koeficient oprav	k _o	%	2	2
Šířka pracovního záběru	Bp	m	6	4
Pracovní rychlost	Vp	km.hod ⁻¹	12	10
Koeficient využití celkového času	τ	-	0,6	0,6
Hodinová výkonnost	-	ha.hod ⁻¹	4	2,5
Měrná spotřeba PHM na jednotku plochy	-	l.ha ⁻¹	12	20
Roční náklady na provoz				
Roční náklady na amortizaci	rNa	Kč	90 000	45 000
Roční náklady na úroky	rNú	Kč	14 000	11 000
Roční náklady na pojištění	rNp	Kč	14 500	7 500
Roční náklady na garážování	rNg	Kč	4 000	4 000
Náklady na opravu a údržování	rNo	Kč	25 000	11 400
Celkové roční náklady	rNc	Kč	147 500	78 900
Přepočet na jednotkové náklady	rNj	Kč.ha ⁻¹	184	197
Jednotkové náklady na opotřebitelné díly	jNopd	Kč.ha ⁻¹	75	88
Jednotkové náklady na mzdu	jNmz	Kč.ha ⁻¹	75	120
Jednotkové náklady na PHM	jNph	Kč.ha ⁻¹	300	500
Celkové jednotkové náklady	jNc	Kč.ha ⁻¹	634	905
Průměrné měrné náklady tažného prostředku	-	Kč.hod ⁻¹	906	
Přepočtené měrné náklady na jednotku plochy	-	Kč.ha ⁻¹	227	362
Celkové měrné náklady pracovní soupravy	-	Kč.ha ⁻¹	861	1 268

8.2.3 Celkové měrné náklady pracovní soupravy

Sečteme-li měrné náklady na provoz tažného traktoru, uvedeného na obr. 25, které po převedení na požadované měrné jednotky vhodné pro pracovní operace zpracování půdy dosahují 906 Kč.hod⁻¹ s měrnými náklady na provoz obou používaných kypřičů, jejichž hodnoty jsou 634 Kč.ha⁻¹ v případě kypřiče Terrano 6FG a 905 Kč.ha⁻¹ u kypřiče Tiger 4AS, dostaneme výsledné celkové měrné náklady na jednotku plochy zpracované půdy dvěma variantami radličkových kypřičů, které jsou pro přehlednost uvedeny v tabulce 19. Zpracování půdy radličkovým kypřičem Horsch Terrano 6FG, které je zobrazeno na obr. 24, vychází podnik Agrofarma Jabkenice, s.r.o. na 861 Kč.ha⁻¹ a při použití druhého radličkového kypřiče Horsch Tiger 4AS dosahují měrné náklady pracovní operace na zpracování půdy 1 268 Kč.ha⁻¹. Z vyčíslených celkových nákladů na zpracování půdy radličkovými kypřiči vyplývá, že výše nákladů na výměnu opotřebitelných částí pracovních nástrojů dosahuje téměř 10 % v závislosti na použitém typu pracovní radličky z celkových nákladů na celou pracovní operaci, což není z ekonomického hlediska zanedbatelná částka, a proto je nutné věnovat patřičnou pozornost vhodnému výběru pracovních radliček.



Obrázek 24 Zpracování půdy radličkovým kypřičem Horsch Terrano 6FG

Tabulka 19 Celkové měrné náklady pracovní soupravy

Výpočet měrných nákladů na provoz celé pracovní soupravy			
Položka	Jednotka	Terrano 6FG	Tiger 4AS
Měrné náklady na provoz kypřičů	Kč.ha ⁻¹	634	905
Průměrné měrné náklady tažného prostředku	Kč.hod ⁻¹	906	
Přepočtené měrné náklady na jednotku plochy	Kč.ha ⁻¹	227	362
Celkové měrné náklady pracovní soupravy	Kč.ha ⁻¹	861	1 268

Úspora nákladů plynoucí z výběru ekonomicky nejvýhodnějšího typu pracovních radliček v porovnání s náklady na opotřebitelné části kypřících radliček MulchMix HM, které dosahují nejvyšší hodnoty, jak je patrné z tabulky 20, by dosahovala při stejném rozsahu celkového využití obou kypřičů jako v průběhu celého měření částky 99 380 Kč. Tato částka může významně přispět ke zlepšení celkové ekonomické rentability zemědělské rostlinné výroby.

Tabulka 20 Měrné náklady na opotřebitelné části jednotlivých typů kypřících radliček

Kypřič	Měrné náklady jednotlivých typů kypřících radliček [Kč.ha ⁻¹]			
	Radlička			
	MulchMix HM plus	MulchMix HM	MulchMix	ClipOn 7,5
Terrano 6FG	63,3	107,8	59,6	68,9
Tiger 4AS	82,2	126,2	70,0	76,3
Rozdíl v měrných nákladech	18,9	18,4	10,4	7,5



Obrázek 25 Case Magnum 340 s radličkovým kypřičem Horsch Terrano 6FG

9 ZÁVĚR

Výsledkem dvouletého provozního měření dosahovaných životností a následného hodnocení stavu opotřebení čtyř originálních typů kypřících radliček prováděné na dvou konstrukčně odlišných radličkových kypřících značky Horsch bylo provedení objektivního hodnocení jednotlivých typů použitých radliček jak z hlediska jejich životnosti a úbytku materiálu při dosažení jejich mezního stavu opotřebení, tak po stránce ekonomických dopadů hodnocených typů radliček na celkové měrné náklady pracovních operací zpracování půdy prováděné radličkovými kypřiči značky Horsch. Objektivnost hodnocení je podložena dvouletým provozním měřením, při kterém bylo dosaženo celkového využití 1 402 ha u radličkového kypřiče Terrano 6FG a v případě druhého kypřiče Tiger 4AS byla hodnota celkového využití stroje při měření 567 ha.

Z hlediska dosahované životnosti pracovních radliček bylo zjištěno, že nejvyšší životnosti dosahují opravdu kypřící radličky MulchMix HM plus, jejichž průměrná životnost dosahuje 720 ha u kypřiče Terrano 6FG a 470 ha u kypřiče Tiger 4AS. Druhá nejvyšší životnost byla naměřena u radliček MulchMix HM, které mají průměrnou životnost 200 ha v případě kypřiče Terrano 6FG a 142 ha v případě kypřiče Tiger 4AS. Standardní provedení radliček MulchMix podle očekávání prokázalo nižší hodnotu své životnosti, která se v průměru dostala na 104 ha při provozu kypřiče Terrano 6FG a 140 ha při provozu druhého kypřiče Tiger 4AS. Nejnižší životnosti dosáhly kypřící radličky ClipOn 7,5 a to 92 ha u kypřiče Terrano 6FG a pouze 71 ha u kypřiče Tiger 4AS. Dosahovaná hodnota životnosti nemusí vždy přímo souviset s výhodností jejich provozu.

Opotřebené radličky byly také podrobeny následnému hodnocení stavu jejich opotřebení provedeného na základě určení hmotnostního úbytku materiálu jednotlivých typů použitých radliček. Z porovnání naměřených hodnot hmotností opotřebených radliček lze konstatovat, že mezní stav opotřebení třech hodnocených typů radliček MulchMix nastává při hmotnostním úbytku materiálu v rozmezí 57 až 59 % při provozu kypřiče Terrano 6FG a v případě kypřiče Tiger 4AS se jedná o rozmezí 60 až 65 % hmotnostního úbytku materiálu těchto radliček. Nejmenší úbytek materiálu při dosažení mezního stavu opotřebení byl měřením zjištěn u kypřících radliček ClipOn 7,5, které mezního stavu opotřebení dosahují při hmotnostním úbytku materiálu 47 % u kypřiče Terrano 6FG a 49 % u kypřiče Tiger 4AS.

Důležitým aspektem hodnocení pracovních nástrojů radličkových kypřičů jsou ekonomické náklady na výměnu všech jejich opotřebitelných částí, které podléhají přímému kontaktu se zpracovávanou půdou. Vyčíslením a sečtením měrných nákladů všech opotřebitelných částí pracovních nástrojů včetně nákladů spojených s četností výměny opotřebovaných radliček byly získány celkové měrné náklady na opotřebitelné části pracovních nástrojů pro všechny čtyři hodnocené typy pracovních radliček. Z porovnání celkových měrných nákladů jednotlivých typů hodnocených radliček je patrné, že nejvýhodněji vychází použití standardního provedení kypřících radliček MulchMix, jehož výše měrných nákladů činí necelých 60 Kč.ha⁻¹ u kypřiče Terrano 6FG a 70 Kč.ha⁻¹ u kypřiče Tiger 4AS. Z ekonomického pohledu přibližně podobných hodnot dosahují kypřící radličky ClipOn 7,5 a provedení kypřících radliček MulchMix HM plus, jejichž měrné náklady vycházejí u kypřiče Terrano 6FG v rozmezí 63 až 69 Kč.ha⁻¹ a v případě kypřiče Tiger 4AS se pohybují v rozmezí 76 až 82 Kč.ha⁻¹. Jednoznačně nejvyšších měrných nákladů na výměnu opotřebitelných částí dosahují kypřící radličky MulchMix HM, které vycházejí u kypřiče 6FG téměř 108 Kč.ha⁻¹ a při provozu kypřiče Tiger 4AS dosahují dokonce hodnoty více než 126 Kč.ha⁻¹, což představuje nárůst měrných nákladů o 80 % v porovnání s nejvýhodnějším typem hodnocených radliček, tedy radličky MulchMix ve standardním provedení.

Z uvedených výsledků hodnocení čtyř typů kypřících radliček vyplývá, že nejvýhodnější variantou je po ekonomické stránce použití kypřících radliček MulchMix standardního provedení i za cenu vyšší frekvence jejich výměny. Nejen ekonomická výhodnost hovoří pro výběr tohoto typu radliček, ale také jejich schopnost vyšší intenzity zpracování půdy způsobená jejich konstantní šířkou v celé délce radličky. Bereme-li v úvahu nejen čistě ekonomické aspekty provozu kypřících radliček, lze konstatovat, že pro provoz radličkových kypřičů Horsch se jeví jako nejvhodnější používání kypřících radliček MulchMix HM plus a to především pro svou vysokou hodnotu dosahované životnosti, kterou oceňuje také vedení Školního zemědělského podniku v Lánech ve článku Stablní výnosy (Kolektiv, listopad 2013). Výhody pro osazení radličkových kypřičů radličkami MulchMix HM plus uvádí také ve svém článku Malina (2013) a potvrzuje konstatování, že i přes vyšší pořizovací náklady se provoz těchto kypřících radliček vyplatí. Z osobních zkušeností s provozem radličkových kypřičů Horsch lze potvrdit, že i přes výsledné vyšší měrné náklady na výměnu opotřebitelných částí jsou kypřící radličky MulchMix HM plus vhodnou volbou pro používání z důvodu úspory pracovního času spojeného s výměnou opotřebovaných radliček, tak vlivem stabilnějšího

dozrání nastavené hloubky kypření, která není v takové míře negativně ovlivněna stavem opotřebení pracovních radliček, jako tomu je v případě ostatních hodnocených typů kypřících radliček.

Náklady na opotřebitelné části pracovních nástrojů radličkových kypřičů Horsch mohou dosahovat v závislosti na použitém typu pracovní radličky téměř 10 % z celkových měrných nákladů pracovních operací zpracování půdy, což není z ekonomického hlediska zanedbatelná částka, a proto je nutné věnovat patřičnou pozornost vhodnému výběru pracovních radliček. Věřím, že získané výsledky a závěry hodnocení této diplomové práce budou mít pozitivní přínos při rozhodování o vhodném výběru kypřících radliček pro zpracování půdy radličkovými kypřiči Horsch a přispějí ke zkvalitnění minimalizačních technologií zpracování půdy a celkové ekonomické rentabilitě zemědělské rostlinné výroby v České republice.

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Baranyk, P., Fábry, A. – kolektiv. *Řepka*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 2007. 208 s. ISBN 978-80-86726-26-7.

Bauer, F. – kolektiv. *Traktory a jejich využití*. 2. vydání. Praha: Profi Press, 2013. 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6.

Beneš, P. Vstříc moderním trendům. *Mechanizace zemědělství*, 2018, č. 2. ISSN: 0373-6776.

Falta, K. *Ekonomika pracovních orgánů* [online]. Vytvořeno 17. 12. 2012 [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: https://www.horsch.com/cz/news/news/detail-view/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=1159&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=dafdc6b26f7eb52f409f00f414625b26

Habr, T. *Hlubší podmínka radličkami s křídly* [online]. Vytvořeno 16. 06. 2014 [cit. 2018-03-22]. Dostupné z: https://www.horsch.com/cz/news/news/detail-view/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=966&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=e8a40599cfc0b5279af5f5fa71f2c1c0

Hůla, J., Mayer, V.: Faktory působící na měrný odpor pracovních orgánů radličkových kypřičů. *Zemědělská technika*, 1995, č. 4. ISSN 0832-3562.

Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F. *Zpracování půdy*. 1. vydání. Praha: Brázda, 1997. 140 s. ISBN 80-209-0265-1.

Hůla, J., Procházková, B. - kolektiv. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.

Hůla, J., Kovaříček, P., Mayer, V., Vlášková, M. Využitelnost dlátových kypřičů na půdách s příznaky nežádoucího zhutnění v ornici a podorničí. *Mechanizace zemědělství*, 2008, č. 8. ISSN: 0373-6776.

Hůla, J. – kolektiv. *Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.i.i., 2010. 60 s. ISBN 978-80-86884-53-0.

Hůla, J., Kovaříček, P., Vlášková, M.: Trendy vývoje zemědělské mechanizace pro přípravu půdy a setí obilnin. *Úroda*, 2014, č. 2. ISSN 0139-6013.

Hůla, J., Mašek, J., Novák, P. Zpracování půdy po plodinách sklizených v letním období. *Mechanizace zemědělství*, 2017, č. 8. ISSN: 0373-6776.

Javorek, F. Řepka musí být zasetá rychle a včas. *Mechanizace zemědělství*, 2011, č. 8. ISSN: 0373-6776.

Javorek, F. Různé způsoby zpracování. *Farmář*, 2013, č. 7. ISSN: 1210-9789.

Javorek, F. Možnosti pasivního zpracování půdy. *Mechanizace zemědělství*, 2016, č. 8. ISSN: 0373-6776.

Kolektiv. Hrůbkové pěstování kukuřice. *Značkový magazín Horsch č. 11*, listopad 2011.

Kolektiv. S pečem nebo bez. *terraHORSCH*, listopad 2012.

Kolektiv. Pásové zpracování půdy pro řepku. *terraHORSCH*, duben 2013.

Kolektiv. Stabilní výnosy. *terraHORSCH*, listopad 2013.

Kolektiv. Radličky – když je potřeba variabilita. *terraHORSCH*, listopad 2017.

Köller, K., Linke, Ch. *Úspěch bez pluhu*. Praha: Vydavatelství ZT, 2006. 191 s.

Kroulík, M. *Rozbor faktorů ovlivňujících měrný odpor a kvalitu práce pracovních nástrojů radličkových kypřičů*. Doktorská dizertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004, 195 s.

Kroulík, M., Hůla, J., Brant, V., Zábranský, P. Příprava seťového lože a nové technologie zakládání porostů. *Mechanizace zemědělství*, 2016, č. 2. ISSN: 0373-6776.

Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek, J., Kvíz, Z., Honzík, I. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007. 438 s. ISBN 978-80-213-1701-7.

Kumhála, F. – kolektiv. *Příručka pro opravy a údržbu zemědělské techniky*. Dotisk 1. vydání. Praha: Profi Press, 2014. 188 s. ISBN 80-86726-07-X.

Legát, V. – kolektiv. *Management a inženýrství údržby* 1. vydání. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2013. 570 s. ISBN 978-80-7431-119-2.

Lhotský, J. *Zhutňování půd a opatření proti němu: (studijní zpráva) = Soil compaction and measures against it : (review)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. 63 s. ISBN 80-7271-067-2.

Malina, V. *Tvar radliček a pracovní odpor kypřiče*. [online]. Vytvořeno 13. 06. 2008 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-indexd895.html?id=337&action=news_cz

Malina, V. *Návod pro správnou podmínku – část III*. [online]. Vytvořeno 23. 07. 2010 [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index5c39.html?id=641&action=news_cz

Malina, V. *Pancéřované kypřicí špičky* [online]. Vytvořeno 28. 09. 2012 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-indexec49.html?id=951&action=news_cz

Malina, V. *Radličky a jejich životnost* [online]. Vytvořeno 19. 04. 2013 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: https://www.horsch.com/cz/news/news/detail-view/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=1143&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=da65bfb6b86c1511011421f2d7790651

Malina, V. *Zpracování půdy před zimou* [online]. Vytvořeno 25. 10. 2013 [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: http://www.horsch.com/cz/news/news/detail-view/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=1043&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=31a5c16f5cd9d06dc2b88895c7e849ca

Malina, V. Výběr radliček pro jarní přípravu půdy [online]. Vytvořeno 07. 03. 2016 [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: http://www.horsch.com/cz/news/news/detail-view/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=1336&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=031bb3c7b901721492bf5896f565f99d

Malina, V. Čtyřřadové kypřiče Terrano MT a FM. *Mechanizace zemědělství*, 2016, č. 6. ISSN: 0373-6776

Mašek, J. Zakládání porostů polních plodin. *Mechanizace zemědělství*, 2006, č. 2. ISSN: 0373-6776.

Mašek, J. Zpracování půdy a zakládání porostů jarních plodin. *Mechanizace zemědělství*, 2009, č. 2. ISSN: 0373-6776.

Mašek, J., Novák, P., Petrásek, S., Kroulík, M. Technologie zpracování půdy a jejich vliv na půdní vlastnosti. *Mechanizace zemědělství*, 2012, č. 8. ISSN: 0373-6776.

- Mašek, J. Zpracování půdy v praxi. *Mechanizace zemědělství*, 2017, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Neubauer, K. – kolektiv. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. 720 s. ISBN 80-2090075-6.
- Novák, P., Hůla, J., Kovaříček, P., Vlášková, M. Protierozní odolnost půdy při pěstování kukuřice. *Mechanizace zemědělství*, 2011, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Novák, P., Mašek, J. Vliv zpracování půdy na vodní erozi. *Mechanizace zemědělství*, 2015, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Novák, P. Přemísťování půdních částic při primárním zpracování půdy. *Mechanizace zemědělství*, 2016, č. 8. ISSN: 0373-6776.
- Páltik, J., Findura, P., Polc, M. *Stroje pre rastlinnú výrobu. Obrábanie pody, sejba..* 1. vydání. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2003. 241 s. ISBN 80-8069-200-9.
- Pastorek, Z. - kolektiv. *Technologické systémy rostlinné výroby*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2002. 95 s.
- Peterka, J., Stach, J. Univerzální kypřiče Horsch Terrano FX a Tiger AS. *Mechanizace zemědělství*, 2007, č. 8. ISSN: 0373-6776.
- Podpěra, V., Jílek, L., Pražan, R. Radličkový kypřič a talířový podmítač ve srovnání I. *Mechanizace zemědělství*, 2007, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Podpěra, V., Pražan, R., Kubín, K., Gerndtová, I. Energetická náročnost radličkových kypřičů. *Mechanizace zemědělství*, 2009, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Procházková, B. – kolektiv. *Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. 40 s. ISBN 978-80-7375-524-9.
- Salajka, L. Podmítka talířovým a radličkovým podmítačem. *Mechanizace zemědělství*, 2014, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Šabatka, J. *Životnost radliček v utužené půdě* [online]. Vytvořeno 27. 08. 2007 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index14ff.html?id=206&action=news_cz

- Šabatka, J. Zpracování těžké půdy. *Značkový magazín Horsch* č. 6, duben 2009.
- Šabatka, J. Zpracování mokré půdy. *Značkový magazín Horsch* č. 7, říjen 2009.
- Šabatka, J. *Radličky MulchMix a jejich využití* [online]. Vytvořeno 25. 03. 2011 [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-indexcae2.html?id=726&action=news_cz
- Šařec, P., Šařec, O. *Různé způsoby zakládání porostů řepky ozimé ve střední Evropě* [online]. Vytvořeno 03. 07. 2003 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/ruzne-zpusoby-zakladani-porostu-repky-ozime-ve-stredni-evrope>
- Šařec, P., Šařec, O. *Technologické a ekonomické parametry pěstování řepky ozimé ve vybraných podnicích v hospodářském roce 2014/15 a souhrnné čtrnáctileté výsledky*. 1. vydání. Praha, 2015. 142 s. ISBN 978-80-87065-64-8.
- Šimon, J., Lhotský, J. – kolektiv. *Zpracování a zúrodnování půd*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. 317 s. ISBN 80-209-0048-9.
- Šťastný, V. *Hodnocení techniky a technologií zpracování půdy a zakládání porostů v systému Horsch*. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2016, 60 s.
- Urban, J., Vašák, J. - kolektiv. *Zemědělské systémy II. (Rostlinná produkce)*. 1. vydání. Praha: ČZU, 2014, 83 s. ISBN 978-80-213-2464-0.
- Vach M., Javůrek M. *Předpoklady pro netradiční technologie zakládání porostů polních plodin* Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2010. 32 s. ISBN 978-80-7427-050-5.
- Vach M., Javůrek M. *Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2011. 26 s. ISBN 978-80-7427-079-6.
- Zimolka, J. – kolektiv. *Pšenice – pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 2005. 180 s. ISBN 80-86726-09-6.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma profilu zpracované půdy a uložení rostlinných zbytků	6
Obrázek 2 Varianty použití radličkových kypřičů pro určité hloubky kypření.....	16
Obrázek 3 Jistící jednotka TerraGrip.....	17
Obrázek 4 Varianty výměnných radliček strojů Horsch	18
Obrázek 5 Půdní profily při zpracování radličkami ClipOn a MulchMix.....	19
Obrázek 6 Varianty radliček systému MulchMix.....	20
Obrázek 7 Radličkový kypřič Terrano 6FG	21
Obrázek 8 Závislost zpracovatelnosti půdy na obsahu jílovitých částic a půdní vláze	32
Obrázek 9 Standardní provedení kypřících radliček MulchMix	35
Obrázek 10 Kypřící radličky MulchMix HM.....	36
Obrázek 11 Kypřící radličky MulchMix HM plus	37
Obrázek 12 Kypřící radličky ClipOn 7,5.....	39
Obrázek 13 Umístění jednotlivých typů radliček na kypřiči Terrano 6FG	40
Obrázek 14 Schéma rozmístění jednotlivých radliček na kypřiči Terrano 6FG	41
Obrázek 15 Umístění jednotlivých typů radliček na kypřiči Tiger 4AS	42
Obrázek 16 Schéma rozmístění jednotlivých radliček na kypřiči Tiger 4AS	43
Obrázek 17 Ukázka stavu opotřebení u jednotlivých sad radliček.....	45
Obrázek 18 Graf porovnání dosažených životností jednotlivých radliček.....	50
Obrázek 19 Měření hmotnosti opotřebovaných radliček	51
Obrázek 20 Ukázka nerovnoměrnosti opotřebení radliček ClipOn 7,5.....	52
Obrázek 21 Zpracování půdy radličkovým kypřičem Horsch Tiger 4AS.....	54
Obrázek 22 Graf rozdílnosti úbytku materiálu u kypřičů.....	57
Obrázek 23 Graf měrných nákladů na opotřebitelné části jednotlivých typů radliček	73
Obrázek 24 Zpracování půdy radličkovým kypřičem Horsch Terrano 6FG.....	75
Obrázek 25 Case Magnum 340 s radličkovým kypřičem Horsch Terrano 6FG	76

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Půdní druhy a jejich zpracovatelnost.....	31
Tabulka 2 Zastoupení jednotlivých půdních druhů obhospodařované výměry.....	34
Tabulka 3 Naměřené hodnoty životnosti – Terrano 6FG	46
Tabulka 4 Naměřené hodnoty životnosti – Tiger 4AS	48
Tabulka 5 Porovnání průměrné životnosti měřených typů radliček.....	49
Tabulka 6 Naměřené hodnoty hmotnosti opotřebených radliček – Terrano 6FG	53
Tabulka 7 Naměřené hodnoty hmotnosti opotřebených radliček – Tiger 4AS	55
Tabulka 8 Průměrné hodnoty úbytku materiálu opotřebených radliček.....	56
Tabulka 9 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Terrano 6FG (MulchMix HM plus).....	63
Tabulka 10 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Tiger 4AS (MulchMix HM plus).....	63
Tabulka 11 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Terrano 6FG (MulchMix HM)	64
Tabulka 12 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Tiger 4AS (MulchMix HM)	65
Tabulka 13 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Terrano 6FG (MulchMix).....	66
Tabulka 14 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Tiger 4AS (MulchMix).....	66
Tabulka 15 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Terrano 6FG (ClipOn 7,5)	68
Tabulka 16 Náklady na opotřebitelné části kypřiče Tiger 4AS (ClipOn 7,5)	68
Tabulka 17 Měrné náklady tažného prostředku pracovní soupravy.....	71
Tabulka 18 Měrné náklady radličkových kypřičů	74
Tabulka 19 Celkové měrné náklady pracovní soupravy	76
Tabulka 20 Měrné náklady na opotřebitelné části jednotlivých typů kypřících radliček.....	76