

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Funkční vlastnosti pracovních nástrojů kypřičů
na zpracování půdy**

diplomová práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Hůla, CSc.

Autor práce: Bc. Karel Hamouz

PRAHA 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Karel Hamouz

Zemědělská technika

Název práce

Funkční vlastnosti pracovních nástrojů kypřičů na zpracování půdy

Název anglicky

Functional properties of tillers working tools

Cíle práce

Vypracovat přehled pracovních nástrojů kypřičů pro kypření půdy do různé hloubky, vyhodnotit ukazatele kvality práce a energetické náročnosti vybraných pracovních nástrojů.

Metodika

1. Vypracování přehledu současného stavu v oblasti konstrukčního řešení a užití kypřičů pro středně hluboké a hluboké kypření.
2. Účast na měření tahové síly a zjišťování měrného odporu vybraných pracovních nástrojů kypřičů. Vyhodnocení ukazatelů kvality práce. Zpracování získaných dat s využitím metod experimentální statistiky.
3. Porovnání vlastních výsledků s výsledky měření a hodnocení jiných autorů, vypracování závěrů a doporučení pro volbu a užití pracovních nástrojů kypřičů.

Doporučený rozsah práce

50-60 stran

Klíčová slova

hloubka kypření; tahová síla; měrný odpor kypření

Doporučené zdroje informací

Články ve vědeckých časopisech (Soil and Tillage Research, Research in Agricultural Engineering a j.)

Články v odborných časopisech (Mechanizace zemědělství, Úroda a j.)

HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol.: Minimalizace zpracování půdy. Praha, Profi Press, 2008, 246 s.

Informační materiály výrobců i prodejců strojů na zpracování půdy.

TTTT A.E. et al.: Soil Tillage in Agroecosystem. CRC Press, 2003, 367 pp.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Josef Hůla, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 3. 11. 2015

prof. Dr. Ing. František Kumhálka

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 1. 2016

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2016

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Funkční vlastnosti pracovních nástrojů kypřičů na zpracování půdy“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Děkuji panu prof. Ing. Josefu Hůlovi, CSc. za odborné vedení a cenné podněty a připomínky, které mi poskytl při vypracování této práce.

Abstrakt: V diplomové práci byl vypracován přehled pracovních nástrojů kypřičů používaných v současných technologiích zpracování půdy pro kypření půdy do různé hloubky. Podrobněji byl zpracován přehled současného stavu v oblasti konstrukčního řešení kypřičů pro středně hluboké a hluboké kypření. Jsou prezentovány literární poznatky o kvalitě práce a energetické náročnosti pracovních nástrojů radličkových kypřičů. Dále práce zahrnuje výsledky polních měření tahové síly a hodnocení kvality práce tří vybraných prototypů dlátových radliček. Na jejich základě byla vyhodnocena závislost měrného odporu a hrudovitosti na různé šířce dlát a na jejich různé pracovní hloubce. Pro všechny šířky radliček se projevil výrazný trend růstu měrného odporu s rostoucím zahloubením radličky. Měrný odpor významně koreloval s plochou nakypřeného příčného profilu půdy (korelační koeficient 0,808).

Klíčová slova: zpracování půdy; dlátový kypřič; kypřicí radličky; hloubka kypření; měrný odpor; velikost hrud

Functional properties of tillers working tools

Summary: This theses provides an overview of tillers' working tools used in current tillage technologies for soil loosening to varying depths. A more detailed overview was made to describe current solutions for the design of tillers for shallow and medium depths. Literary insights into the quality of work and energy requirements of tillers' working tools are presented. The work also includes the results of field measurement of draught force and quality evaluation of the work of three selected prototypes of chisel tines. This results were used to find out the relationship between specific draught and soil-aggregate size distribution on different widths of chisels and their working depth. For all widths of tines, a significant growth in specific draught was found with increasing working depth. The specific draught significantly correlated with the cross-section area of the loosened soil (correlation coefficient 0,808).

Keywords: soil tillage; chisel tiller; loosening tines; tillage depth; specific draught; aggregate size

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. CÍL PRÁCE	2
3. Současný stav řešené problematiky.....	3
3.1 Význam zpracování půdy.....	3
3.2 Technologické postupy zpracování půdy	3
3.2.1 Přednosti a nevýhody postupů zpracování půdy s orbou a bez orby	5
3.3 Volba technologie zpracování půdy	7
3.3.1 Půdní a klimatické podmínky	7
3.4 Problematika zpracování půdy kypřením.....	9
3.4.1 Možnosti využití kypřičů při zpracování půdy	9
3.4.2 Rozdělení kypřičů podle různých hledisek	10
3.4.3 Radličkové kypřiče	11
3.4.4 Talířové kypřiče	14
3.4.5 Kypřiče s poháněnými pracovními nástroji	15
3.4.6 Kombinované stroje pro zpracování půdy	18
3.4.7 Kypřiče pro mělké a středně hluboké zpracování půdy	18
3.4.8 Kypřiče pro hlubší kypření bez obracení půdy	23
3.5 Faktory působící na energetickou náročnost a ukazatele kvality práce radličkových kypřičů....	30
3.5.1 Faktory působící na měrný odpor půdy při kypření	30
3.5.2 Faktory působící při kypření na velikostní zastoupení půdních agregátů (hrudovitost).....	33
4. METODIKA	35
4.1 Polní měření	35
4.1.1 Strojní souprava pro měření tahového odporu radlic.....	35
4.1.2 Předmět měření	37
4.2 Zpracování výsledků	38
5. VÝSLEDKY A DISKUSE.....	41
5.1 Závislost sledovaných veličin na šířce radličky a hloubce zpracování	41
5.1.1 Plocha nakypřeného příčného profilu půdy	41
5.1.2 Tahová síla	43
5.1.3 Měrný odpor	46
5.2 Závislost sledovaných veličin na šířce křídélek.....	50
5.2.1 Plocha nakypřeného příčného profilu	50

5.2.2 Tahová síla.....	50
5.2.3 Měrný odpor	51
5.3 Hodnocení kvality práce.....	52
5.3.1 Závislost hrudovitosti zpracované půdy na hloubce zpracování.....	52
5.3.2 Vztah hrudovitosti zpracované půdy k šířce radličky.....	53
6. ZÁVĚR	55
7. SEZNAM LITERATURY	57

1. ÚVOD

Používání kypřičů se v poslední době značně rozšířilo, a to jak při konvenčním zpracování půdy, tak při půdoochranných technologiích s různým stupněm útlumu intenzity zpracování.

Při konvenčním způsobu zpracování, jehož součástí je orba, jsou talířové nebo radličkové kypřiče využívány k podmítce po plodinách zanechávajících strniště.

Široké možnosti využití zvláště radličkových kypřičů jsou v pracovních postupech, ve kterých je orba nahrazena mělkým kypřením. Zvláště pracovní postupy půdoochranného zpracování půdy jsou vhodné pro zařazení těchto kypřičů, některé technologie jsou použitím radličkových kypřičů přímo podmíněny. V této souvislosti se ukazuje jako výrazná přednost promíchávání zeminy s rostlinnými zbytky, přičemž rostlinné zbytky nejsou zaklopeny do půdy, ale účinně se mohou uplatnit při ochraně povrchu půdy před vlivy přívalových dešťů i před působením větrů v podmínkách, kde je půda ohrožena vodní a větrnou erozí. Talířové kypřiče mohou ve zvýšené míře zapravovat rostlinné zbytky a promíchávat je se zeminou. V minimalizačních technologiích při mělkém kypření dosahují zvýšené kvality práce talířové kypřiče, jejichž jednotlivé talíře jsou uchyceny na samostatných slupicích.

Významné uplatnění v současnosti získává středně hluboké kypření bez obracení zpracované vrstvy půdy kypřiči s úzkými dláty, jehož hloubka je srovnatelná s hloubkou orby (25-30 cm). K důvodům patří možnost intenzivního prokypření orniční vrstvy na pozemcích, kde byly po víceletém využívání pouze mělkého zpracování půdy zjištěny příznaky jejího zhutnění. Dále úspora času, nákladů a vláhý ve srovnání s orbou i ochrana proti vodní erozi.

V systémech půdoochranného zpracování půdy jsou využívány i kypřiče pro hlubší (30-50 cm) periodické podpovrchové kypření, případně pro narušování zhutnělých vrstev v půdním profilu. V těchto technologiích jsou především využívány kypřiče, které minimálně narušují povrch půdy; není tak narušována ochranná funkce rostlinných zbytků zůstávajících na povrchu půdy. Do této skupiny strojů patří dlátové kypřiče se šikmo postavenými slupicemi. Při práci těchto strojů nevzniká výraznější rýha. Další skupinou strojů jsou kombinované kypřiče pro několikaúrovňové postupné kypření půdy uskutečněné jedním strojem.

Široké možnosti využití radličkových kypřičů při konvenčním i netradičním zpracování půdy jsou důvodem ke studiu působení jejich pracovních nástrojů (nového typu radliček) na půdu i ke zhodnocení ukazatelů jejich energetické náročnosti a kvality práce.

2. CÍL PRÁCE

Vypracovat přehled pracovních nástrojů kypřičů pro kypření půdy do různé hloubky, vyhodnotit ukazatele kvality práce a energetické náročnosti vybraných pracovních nástrojů.

3. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

3.1 VÝZNAM ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Zásahy zpracování půdy (kypření, obracení, rovnání povrchu či jeho utužování) vyvolávají změny v půdním prostředí, které mají přímý i nepřímý vliv na tvorbu výnosu pěstovaných plodin i na kvalitu jejich produkce (Hůla, 2000; Findura a kol., 2011). Horák a Škoda (2005) dále uvádějí, že mechanické zpracování půdy v ní ovlivňuje hospodaření s půdní vláhou a vzdušný režim, rozvoj půdních mikroorganismů důležitých pro mineralizaci organických látek, humifikační pochody, rozvoj chorob a škůdců plodin, zaplevelenost polí a v neposlední řadě se zpracováním půdy zapravují do půdy hnojiva, posklizňové zbytky i některé pesticidy. Ruší se jím staré porosty a půda se připravuje pro zakládání porostů nových.

Půda však má kromě produkční úlohy řadu funkcí mimoprodukčních. Hospodaření na půdě se významně podílí na podobě kulturní krajiny a vhodné technologie zpracování půdy mohou přispět k její ochraně před nežádoucími účinky intenzivního využívání. Lze například omezit poškození půdní struktury, erozi půdy, její nežádoucí zhutnění a znečištění povrchové vody snadno pohyblivými formami živin (Hůla a kol., 2014; Kumhála a kol., 2007). Proto je studium vlivu operací, postupů a systémů zpracování půdy na půdní prostředí a jeho změny předmětem trvalého zájmu.

3.2 TECHNOLOGICKÉ POSTUPY ZPRACOVÁNÍ PŮDY


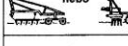









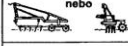








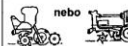


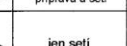

Jak uvádějí Páltik a kol. (2003) i Hůla a kol. (2010), terminologie technologií zpracování půdy se postupně vyvíjela. V současnosti, s ohledem na podmínky hospodaření v České republice, můžeme rozdělit způsoby zpracování půdy do následujících skupin:

1. Technologie s orbou (konvenční zpracování půdy) – každoročně se uplatňuje orba radličným pluhem, rostlinné zbytky předplodin, biomasa meziplodin a nadzemní části plevelů jsou při orbě zapravovány do půdy. Podle Titího a kol. (2002) zůstává na povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny maximálně 15% povrchu půdy).
2. Technologie bez orby (minimalizační), v rámci kterých rozlišujeme následující postupy:
 - Minimalizační zpracování s kypřením půdy do malé hloubky: v případě výskytu příznaků zhutnění lze ornici jednorázově hlouběji prokypřit bez obracení.
 - Půdoochranné zpracování půdy: zpracování půdy, při kterém zůstává nejméně 30% povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny, hmotnost této biomasy je nejméně $1,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v suché hmotě.
 - Přímé setí (setí do nezpracované půdy): zpracování půdy po sklizni předplodiny odpadá, seje se speciálními secími stroji do rýh nebo pruhů, přičemž většina povrchu půdy není mechanicky zasažena.

Podobným způsobem charakterizovali současné postupy zpracování půdy, které se od sebe odlišují různou hloubkou, intenzitou a způsobem kypření půdy i zacházením

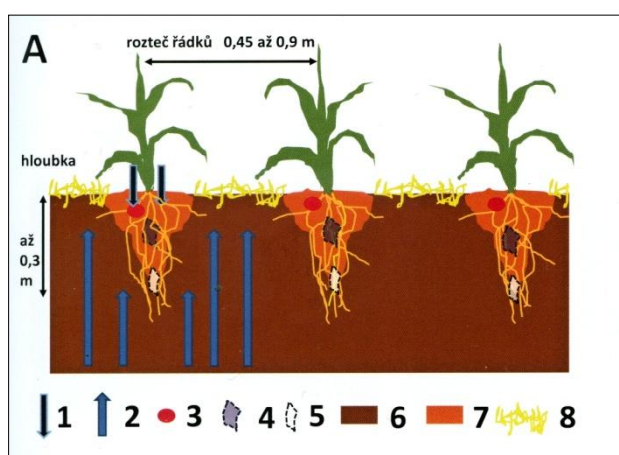
s rostlinnými zbytky, Kumhála a kol. (2007), kteří sestavili přehledné schéma s příklady různých postupů zpracování půdy (Obr. 1), a Procházka a kol. (2011).

Obr. 1 Uspořádání technologií zpracování půdy podle intenzity kypření (Kumhála a kol., 2007)

Způsob zpracování půdy a zakládání porostu	Pracovní postupy zpracování půdy			Pracovní operace
	Základní zpracování půdy	Předseťová příprava půdy	Seti	
Konvenční zpracování půdy s orbou		 nebo 		oddělené
		 nebo 		spojená předseťová příprava a seti
				všechny operace spojeny
Konzervační zpracování půdy bez orby	 nebo 	 nebo 		oddělené
	 nebo 	 nebo 		spojená předseťová příprava a seti
s kypřením				všechny operace spojeny
bez kypření		 nebo 	 nebo 	bez základního zpracování půdy spojená předseťová příprava a seti
Přímé seti bez zpracování půdy				jen seti

Specifickou variantou půdoochranných systémů je technologie strip-tillage (pásové zpracování půdy – Obr. 2), která představuje zpracování půdy v pruzích ve směru řádků vysévané plodiny. Plošný podíl zpracované půdy při využití širší rozteče řádků (0,7 m a více) nepřesahuje většinou více než jednu čtvrtinu povrchu pozemku. Principem pásového

Obr. 2 Půdní profil po provedení klasického strip-tillage; 1 směr intenzivní infiltrace vody ke kořenům, 2 vztlínání vody, 3 hnojení pod patu, 4 mělčí řádková aplikace hnojiva při kypření, 5 hlubší řádková aplikace hnojiva při kypření, 6 nezpracovaná půda, 7 zpracovaná půda, 8 rostlinné zbytky (Brant a kol., 2015)



zpracování je kombinace výhod celoplošného zpracování půdy a seti do nezpracované půdy (no-tillage). Právě tato skutečnost byla příčinou vzniku technologie strip-tillage v Severní Americe (Brant a kol., 2015). Podle Málka (2015) spočívá princip přípravy pásů v podrytí podorničí, provzdušnění, hnojení do profilu půdy a vytvoření prokypřeného pásu o šířce asi

25 cm (u kukuřice a slunečnice) s ponecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy v meziřádkovém prostoru.

3.2.1 Přednosti a nevýhody postupů zpracování půdy s orbou a bez orby

3.2.1.1 Zpracování půdy s orbou

Horák a Škoda (2005) považují zpracování půdy založené na orbě za dokonale ověřené naší zemědělskou praxí. Správně provedená orba půdu drobí, kypří, mísí a obrací. Výrazně zvyšuje pórovitost (u středních půd až o 30%, u těžkých v průměru o 50%). Tím se zvyšuje provzdušňenost půdy, která je rozhodující pro rozvoj aerobní mikroflóry nutné pro mineralizaci organické hmoty v půdě a rozklad škodlivých reziduí používaných pesticidů. Splavené živiny a koloidní částice jsou obracením odříznuté skývy vynášeny ze spodních vrstev k povrchu. Při orbě též dochází k žádoucímu mísení ornice se zaorávaným materiálem (hnojem, zeleným hnojením, minerálními hnojivy, posklizňovými zbytky). Při hluboké orbě jsou z velké části zničeny vytrvalé plevele tzv. utopením na dno brázd (např. pýr plazivý) a jednoleté plevele (Titi, 2002; Horák a Škoda, 2005).

Uvedení autoři (Horák, Škoda, 2005) však ve shodě s dalšími autory, např. Hůla a kol. (2008a), Páltik a kol. (2003), hodnotí orbu jako velmi drahý a časově náročný zásah (vysoká spotřeba nafty, obtížné dodržení agrotechnických termínů setí plodin). Za hlavní účel minimalizace proto považují ekonomické úspory a také snazší zvládnutí založení porostu z časového a organizačního hlediska, což je vítáno zejména tam, kde je mezi uvolněním pole předplodinou a setím následné plodiny velmi krátká doba.

3.2.1.2 Zpracování půdy bez orby

Podle Hůly a kol. (2008a) je možné hledat hlavní důvody rozšiřování minimalizačních technologií zpracování půdy v oblasti ekologické, ekonomické a technické. K ekologickým důvodům patří příznivý vliv těchto technologií na strukturní stav půdy, na tlumení vodní a větrné eroze, na lepší hospodaření s půdní vodou. Využíváním mulče z rostlinných zbytků na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice se podle Nováka a Maška (2015) půda chrání před rozplavením půdních agregátů, před erozí a před neproduktivním výparem vody; ztráty vody se sníží i nižší intenzitou zpracování půdy. Omezuje se vyplavování pohyblivých forem dusíku, zlepšuje se stav půdní organické hmoty (zvýšení obsahu a kvality půdního humusu) a půda je chráněna před zhutňováním (Šimon a kol., 1999; Hůla a kol., 2008a; Páltik, 2003).

Uvedené poznatky potvrzují Kovaříček a kol. (2014), kteří na základě svého výzkumu dospěli k následujícím závěrům: zapravení nebo částečné ponechání posklizňových zbytků na povrchu a v povrchové vrstvě půdy vytváří preferenční cesty pro gravitační vsakování vody do půdy; částečné zakrytí povrchu půdy chrání půdní agregáty před rozplavováním dešťovými kapkami, k čemuž ve zvýšené míře dochází v technologiích s mělkým zpracováním půdy bez orby.

Z ekonomického hlediska je pro zemědělce velkým přínosem minimalizačních postupů úspora práce a energie. Pokles počtu pracovních operací a vyšší výkonnost strojů

využívaných v minimalizačních technologiích snižují nároky na počty pracovníků i na organizaci práce (Mašek, 2009; Hůla a kol., 2008a).

Šařec a Šařec (2015a) uvádějí, že minimalizační postupy se v ČR uplatňují především při pěstování obilovin a luskovin; v praxi ověřovali možnosti využití minimalizačních technologií u problematictější řepky ozimé (mělké setí způsobuje problém s managementem posklizňových zbytků a založením porostu). Ve čtrnáctiletých sledováních od roku 2001 prováděli cca ve 40 zemědělských podnicích provozní sledování a měření zaměřená na technologické a ekonomické porovnání tradiční a minimalizační technologie pěstování řepky ozimé. Dospěli k závěru, že mezi těmito technologiemi nejsou dlouhodobě významné rozdíly ve výnosech semen, nákladech na jednotku produkce a zisku z hektaru, kde minimalizační technologie úspěšně konkuruje technologii tradiční. Minimalizační technologie však umožňují významnou úsporu paliva a práce. Méně pracovních sil tak provede více práce. Zmenšuje se tak problém týkající se sezónního kolísání potřeby pracovních sil.

V oblasti technické umožnila rozvoj minimalizačních technologií nová konstrukční řešení strojů vhodných pro tyto technologie. Dnes jich je na trhu široká nabídka (Hůla a kol., 2008a).

Strip-tillage technologie mají podle Málka (2015) za cíl zvýšit energetickou a ekonomickou efektivitu pěstebních systémů kukuřice, slunečnice, cukrovky a řepky. Jak uvádí Brant (2015), omezují tyto technologie v porovnání s celoplošným hlubším zpracováním půdy vodní i větrnou erozi půdy a v důsledku ponechání rostlinných zbytků v meziřádcích šetří půdní vláhu; přinášejí také úsporu energie, protože je zpracováváno jen cca 25% z celkové plochy pozemku. Oproti technologiím mělkého zpracování a setí do nezpracované půdy dochází ke zlepšení podmínek pro vývoj rostlin v řádcích (vyšší teplota, kvalitněji připravené lůžko), do půdy lze zapravit hnojiva.

Nevýhodou minimalizačních technologií zpracování půdy mohou být zvýšené náklady na regulaci zaplevelení (nižší možnosti využití mechanické regulace zaplevelení) a na ochranu proti chorobám a škůdcům. Je proto nutné posuzovat celkové náklady na jednotku produkce v různých výrobních podmínkách a oblastech (Horák a Škoda, 2005).

Technologie minimálního zpracování by měly být využívány na pozemcích s minimálním výskytem vytrvalých plevelů. Mělké zpracování půdy u nich poškozuje pouze svrchní část kořenového systému. Toto poškození vyvolává jejich velmi silnou regeneraci, což vede k tomu, že po zavedení minimalizace dochází zpravidla již v druhém roce a zejména pak v dalších letech k velkému nárůstu zaplevelení. Plevelová společenstva v těchto systémech jsou sice v řadě případů druhově chudší, ale nárůst počtu plevelů na polích má stoupající tendenci. Rychle se šíří například vytrvalé plevele (pcháč rolní, pýr plazivý ad.), ale na ornou půdu se šíří i takové plevele, které se na ní za normálních podmínek nevyskytují (např. pampeliška lékařská, šťovík kadeřavý, šťovík tupolistý). Z jednoletých plevelů převládají chundelka metlice, heřmánkovec nevonný, svízel přítula ad. (Mikulka, 2011).

Při volbě redukováného zpracování půdy je třeba věnovat regulaci vytrvalých plevelů zvláštní pozornost; je nutno počítat s vyšší intenzitou chemické regulace, která kompenzuje sníženou intenzitu zpracování půdy (Hůla a kol., 2008a).

3.3 VOLBA TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Podle Páltika a kol. (2003) jsou postupy zpracování půdy rozdílné u jednotlivých plodin, podle druhu a stavu půdy po předplodině. Volbu vhodné technologie zpracování ovlivňují i klimatické podmínky a další místní stanovištní podmínky. Diferencovaný přístup podle půdních a klimatických podmínek i nároků pěstovaných plodin doporučují při volbě způsobu zpracování půdy též Hůla a kol. (2008a). Za rozhodující považují tito autoři pro výběr technologie zpracování půdy i ekonomické hledisko, brát v úvahu je třeba i vliv na ochranu půdy před vodní a větrnou erozí a na rozvoj škodlivých činitelů (chorob, škůdců a plevelů). Šařec a Šařec (2015a) uvádějí, že uplatnění redukováných systémů zpracování půdy je závislé především na počasí a klimatických a půdních podmínkách (zejména na hloubce ornice a obsahu humusu).

3.3.1 Půdní a klimatické podmínky

V sušších oblastech, kde by mělo být prioritou hospodaření s půdní vláhou, nachází uplatnění minimalizační zpracování půdy. Naopak v chladnějších a vlhčích oblastech se intenzivnějším kypřením půdy podporuje žádoucí úprava tepelných poměrů v půdě a rozklad organických látek (Páltik a kol., 2003).

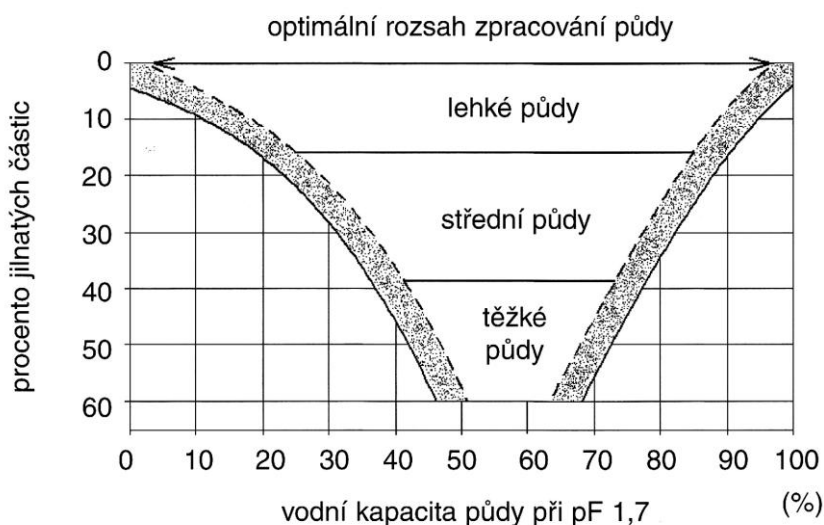
Hůla a kol. (2008a) na lehčích půdách v sušší a teplejší oblasti doporučují snížit hloubku a intenzitu zpracování půdy nebo ji ponechat bez zpracování v přirozeném uložení kvůli zajištění dostatku vláhy pro pěstované rostliny. S vyšší objemovou hmotností půdy při nižší intenzitě jejího zpracování se mění poměr mezi vodní a vzdušnou kapacitou ve prospěch vodní kapacity, zvyšuje se podíl kapilárních pórů, což vede ke zlepšení vodního režimu půdy a vláhového zabezpečení rostlin v průběhu vegetace. Rovněž podle Mikulky a kol. (2015) je technologie minimálního zpracování půdy výhodnější používat na půdách lehčích v oblastech s nižšími srážkami.

Naproti tomu zejména u těžších půd ve vlhčích podmínkách je potřebné udržet potřebnou pórovitost (Hůla a kol., 2008a). Podle Páltika a kol. (2003) způsobuje obdělávání těžkých půd velké problémy, protože se dají dobře zpracovat jen v rámci úzkého vlhkostního rozmezí; naopak lehké půdy lze zpracovávat i při vyšších vlhkostech bez nebezpečí poškození půdní struktury. K podobnému závěru dospěli Vach a Javůrek (2010), podle nichž je zpracování těžkých půd značně energeticky náročné a vhodnost ke zpracování je velmi krátká, jedná se o tzv. „hodinové půdy“. Pokud nejsou zpracovány ve vhodné vlhkosti, je nutné nasadit speciální techniku, což vede ke zvýšení nákladů. Naproti tomu lehké půdy se zpracovávají snadno a dobře zpracovatelné jsou i střední půdy. Šařec a Šařec (2015a) uvádějí, že minimální technologie zpracování půdy jsou často uplatněny na těžkých půdách, kde půdní prostředí často brání kvalitnímu založení porostu konvenčními technologiemi s orbou. V takových případech jsou minimalizační technologie prakticky jediným možným způsobem založení porostu.

Z půdních typů zastoupených v ČR lze minimální zpracování plně doporučit na půdách s příznivými fyzikálními vlastnostmi, tj. hnědozemí, černozemí a fluvizemí. Na nejrozšířenějším typu půd – kambizemí, jejíž úrodnost kolísá a zpravidla se snižuje se zvyšující se nadmořskou výškou, je třeba volit minimalizační technologie podle konkrétních podmínek daného stanoviště. Ostatní půdní typy jsou pro uplatnění minimálních zpracování méně vhodné (Vach a Javůrek, 2010).

Vlhkost půdy, při které se uskuteční pracovní operace při jejím zpracování, je rozhodující pro zachování její struktury (Hůla a kol. 2008a). Optimální vlhkostní podmínky pro zpracování půdy jednotlivých půdních druhů uvádějí Vach a Javůrek (2010), Obr. 3. Z výsledků celé řady polních pokusů vyplynulo, že při víceletém využívání půdoochranného zpracování se vytvářejí stabilnější půdní agregáty než při konvenčním způsobu hospodaření (Findura a kol., 2011). Na druhé straně podle Vacha a Javůrka (2010) platí, že redukované zpracování půdy zvyšuje její objemovou hmotnost v důsledku nedostatečného kypření. Proto při opakovaném zakládání porostů minimalizací zpracování půdy je nutné, zejména po sklizni obilniny, uplatnit různě hluboké kypření radličkovými kypřiči, které je zcela srovnatelné i s hlubokou orbou (až do hloubky 0,35 m).

Obr. 3 Optimální podmínky pro zpracování půdy jednotlivých půdních druhů (Vach a Javůrek, 2010 podle Škody a kol., 1998)



V České republice je v současné době zhruba 45% zemědělského půdního fondu postiženo v různém stupni zhutněním způsobeným pojezdy strojů (Hůla a kol., 2008a). Zemědělské podniky by měly podle zjištění hodnot nadměrného zhutnění půdy stanovit strategii jeho odstranění (zhutnění půdy se zjišťuje stanovením penetrometrického odporu půdy měřením odporu půdy proti vnikajícímu kuželu; limitní hodnoty penetrometrického odporu a dalších ukazatelů utužení či nakypření půd – objemové hmotnosti a pórovitosti jsou uvedeny v Tab. 1). Kromě agrobiologických opatření je možné pro odstranění zhutnění využívat minimalizace zpracování půdy a příznivého působení mulče z posklizňových zbytků předplodiny nebo rostlinné biomasy meziplodin (Vach a Javůrek, 2010). Uvedený poznatek

podporují i závěry výzkumu Červinky a kol. (2011), v jejichž pokusech se u varianty s mělkým kypřením do 15 cm projevila menší náchylnost ke ztuhnutí, nižší pórovitost a schopnost zadržet více vláhy než u klasického zpracování půdy s orbou. Mašek (2010) považuje za nejdůležitější preventivní opatření pro minimalizaci škod ztuhnutím zpracování půdy a pojíždění po poli pouze ve vhodném vlhkostním stavu a nepřetěžování půdy těžkými mechanismy.

Tab.1 Limitní hodnoty některých fyzikálních vlastností půdy (Vach, Javůrek, 2010, podle Lhotského a kol., 1984)

Parametr	Druh půdy					
	jílovitá	jílovito-hlinitá	hlinitá	písčito-hlinitá	hlinito-písčitá	písčitá
Penetrometrický odpor (MPa)	2,8-3,2	3,2-3,7	3,7-4,2	4,5-5,0	5,5	6,0
při vlhkosti (%)	28-24	24-20	18-16	13-15	12	10
Objemová hmotnost půdy redukována (g.cm ⁻³)	>1,35	>1,40	>1,45	>1,55	>1,60	>1,70
Pórovitost celková (%)	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38

Vach a Javůrek (2010) uvádějí, že ze systému redukováného zpracování půdy je třeba vyloučit půdy zamokřené s vysokou hladinou vody, půdy málo úrodné vyžadující zvýšené organické hnojení, kyselé půdy s úpravou pH, nízkým obsahem přijatelných živin a také tam, kde je půda značně utužená nebo rozježděná po sklizňové a dopravní technice. Minimalizační technologie nelze rovněž uplatnit na půdách zaplevelených vytrvalými plevely. Kde se vyskytnou tato či jiná omezení, je nutné při zakládání porostů plodin volit konvenční způsob obdělávání půdy.

Strip-tillage technologie se v ČR postupně rozšiřují v sušších oblastech při pěstování širokořádkových plodin kukuřice, slunečnice, cukrovky, ale i při pěstování ozimé řepky (Brant, 2015; Málek, 2015).

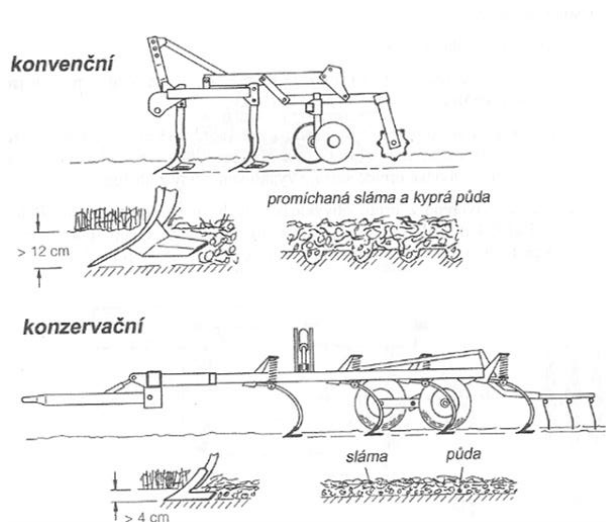
3.4 PROBLEMATIKA ZPRACOVÁNÍ PŮDY KYPŘENÍM

3.4.1 Možnosti využití kypřičů při zpracování půdy

Kypřiče se používají hlavně k předset'ové přípravě půdy, tj. k plošné kultivaci. Půdu nakypří, provzdušní, rozdrobí a promísí. Mohou se použít i pro zapravení hnojiv do půdy či pro vytažení některých plevelů (např. oddenků pýru) na povrch (Kumhála a kol., 2007). Půdu kypří do různé hloubky podle účelu zpracování – od cca 6-8 cm v postupech půdoochranného zpracování (Hůla a kol., 2008a) až po 1 m při hlubokém kypření ve vinicích nebo chmelnicích (Kumhála a kol., 2007).

Kypření půdy kypřiči bez obracení zpracované vrstvy půdy je možné využívat jak v systémech zpracování půdy s orbou, kde se uplatňují jako podmiítače, tak u technologií bez orby pro mělké kypření či opakované mělké kypření (Hůla a kol., 2008a). Rozdíly mezi kypřiči pro konvenční a půdoochranné technologie zpracování půdy jsou patrné z Obr. 4.

Obr. 4 Rozdíly ve zpracování půdy radličkovým kypřičem v konvenční a konzervační technologii (Kumhála a kol., 2007)



U konvenčního zpracování jsou rostlinné zbytky promíchány s nakypřenou zeminou a hloubka zpracování je více než 12 cm. U půdoochranného způsobu zpracování půdy je hloubka mnohem menší a rostlinné zbytky (sláma) zůstávají na povrchu půdy. Pro technologie zakládání porostů plodin bez orby, pokud se nezařazuje periodická orba, jsou určeny kypřiče, které prokypří půdu do hloubky srovnatelné s orbou, s minimálním narušením povrchu půdy a bez vytvoření nerovností (Kumhála a kol., 2007). Podle Páltika a kol. (2003) jsou kypřiče stroje s širokým využitím v praxi včetně půdoochranných technologií. Jsou používány při zpracování půdy před setím či sázením, ale též pro zvyšování hloubky ornice, odstraňování nadměrně utužených vrstev půdy (např. podorniční vrstvy).

3.4.2 Rozdělení kypřičů podle různých hledisek

Jak uvádějí Páltik a kol. (2003) i Kumhála a kol. (2007), podle způsobu pohonu a druhu pracovních nástrojů je možné kypřiče rozdělit na:

- kypřiče s pasivními pracovními nástroji (tažené)
 - radličkové kypřiče
 - talířové kypřiče
- kypřiče s poháněnými rotačními pracovními nástroji (poháněné vývodovým hřídelem traktoru)

Podle hloubky zpracování půdy a účelu použití rozdělujeme kypřiče podle Páltika a kol. (2003) na:

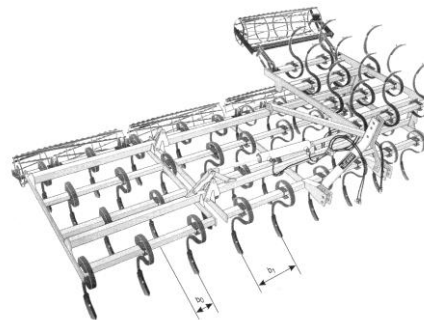
- kypřiče pro přípravu půdy k setí a sázení,
- kypřiče ornice (pro středně hluboké zpracování),
- hloubkové kypřiče.

Podle konstrukce rozlišujeme kypřiče nesené a návěsné (Kumhála a kol., 2007). Dále lze kypřiče dělit podle konstrukce pracovních orgánů na pospěchy (kypřiče s pevnou slupicí a výraznější šípovou radličkou), kultivátory (kypřiče s pérovou slupicí) a na kypřiče s odpruženou slupicí (Horák a Škoda, 2005).

3.4.3 Radličkové kypřiče

Radličkový kypřič je tvořený určitým počtem stejných radliček rozmístěných na 2-6 příčných nosnících rámu kypřiče (Obr. 5). Podle Kumhály a kol. (2007) jsou pracovními nástroji kypřičů různé typy radliček připevněné na slupicích rovnoměrně rozmístěných na rámu.

Obr. 5 Nesený radličkový kypřič s hydraulicky sklopným rámem a prutovými válci. b_0 – vzdálenost stop sousedně pracujících radliček, b_1 – vzdálenost sousedních radliček umístěných v jedné řadě (Páltik a kol., 2003)



3.4.3.1 Konstrukce pracovních nástrojů

Kvalita práce radličkového kypřiče je dána druhem radliček a jejich uchycením na rámu, rozmístěním radliček a jejich zahloubením do půdy a pracovní rychlostí (Páltik a kol., 2003).

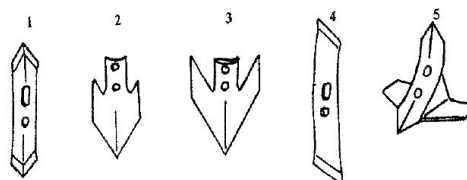
Druhy radliček

Kumhála a kol. (2007) rozdělují podle konstrukce radličky na dlátovité, oboustranné a šípové (Obr. 6, Obr. 7) a uvádějí, že všechny tři typy jsou ve výrobním programu každého výrobce strojů na zpracování půdy. Dlátovité jsou vyrobeny v jednom celku se slupicí. Oboustranné se připevňují na pružné slupice a po otupení je u nich možné otočit radličky druhým ostrým koncem. Šípové radličky mají dvě křídla rozevřená do šířky 20-30 cm, úhel rozevření křídel (2γ) bývá 60-80°.

Šířka radliček ovlivňuje nejen energetickou náročnost, ale i požadované zahloubení. Čím jsou radličky užší, tím musí být při stejné vzdálenosti vedle sebe pracujících radliček větší jejich zahloubení (Páltik, 2003), např. otočná dlátová radlička (80-100 mm) se používá jen u pluhových kypřičů, otočná srdcová radlička má univerzální použití, šípová radlička se

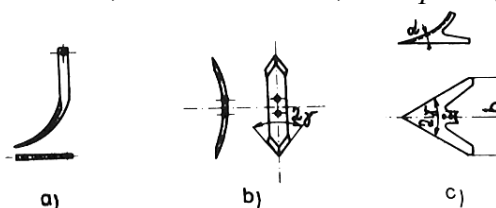
šířkou záběru 300 mm a vzdáleností vedle sebe pracujících radliček okolo 300 mm je vhodná pro podmínku.

Obr. 6 Typy kypřících radliček. 1, 4 oboustranná, 2, 3 a 5 šípová (Kumhála a kol., 2007)



Obr. 20: Typy kypřících radliček. 1, 4 – oboustranná, 2, 3 a 5 šípová

Obr. 7 Radličky kypřičů. a – dlátovitá, b – oboustranná, c – šípová (Kumhála a kol., 2007)

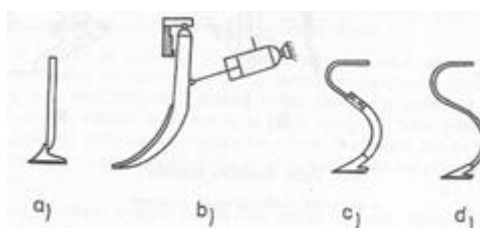


Podle Javorka (2013) platí, že čím větší je hloubka, ve které chceme pracovat, tím užší typ radliček volíme. Například pro kypření v hloubce nad 300 mm se používají dlátové radličky s šířkou 60 mm, pro podmínku se naopak využívají radličky o šířce 120 mm s tím, že jsou dále opatřeny přídatnými křídly pro vytvoření rovného povrchu. Celková šířka radličky pak činí např. 250-300 mm.

Konstrukce slupic

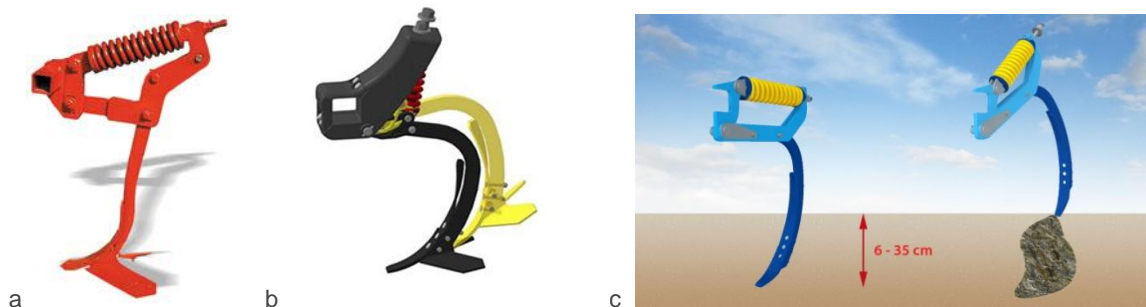
K připevnění radliček na rámu slouží slupice, které se podle konstrukce rozdělují na tuhé, polotuhé a pružné (Horák a Škoda, 2005), jak ukazuje Obr. 8. Tuhé slupice mají obdélníkový průřez a zabezpečují tuhé uložení radličky (bez vibrací). Polotuhé slupice

Obr. 8 Slupice a – tuhé, b – tuhé s pneumaticko-hydraulickou pojistkou, c – polotuhé, d – pružné



mají část pružnou vyrobenou z ploché, pružné oceli a část tuhou. Umožňují výkyv při najetí radličky na kámen, avšak radličky příliš nevibrují. Pružné slupice jsou vyrobeny z ploché, pružné oceli ve tvaru písmene S. Obvykle se na ně upevňují oboustranné radličky a používají se pro vytahování kořenových plevelů (Kumhála a kol., 2007). Konkrétní možnosti konstrukčního řešení slupic některých výrobců ukazuje Obr. 9.

Obr. 9 Konstrukce slupic některých výrobců (a - Anonym 1, b - Anonym 2, c - Anonym 3)



Rozmístění radliček na rámu

Podle Páltika a kol. (2003) je důležitým požadavkem pro kvalitní práci kypřiče vhodné rozmístění radliček a s tím související jejich zahloubení do půdy. Kypřicí radlička narušuje půdu před sebou i do stran. Šířka kypření je dána nejen šířkou radličky, ale i jejím zahloubením do půdy a vlastnostmi půdy. Radličky rozmístujeme na rámu do více řad z důvodu omezení ucpávání kypřiče tak, aby jejich vzájemná vzdálenost byla co největší. Platí, že při rozmístění radliček do dvou až tří řad existuje jen jedna možnost, při rozmístění do čtyř a více řad více možností jejich rozmístění. Celoplošného prokypření půdy lze dosáhnout jedině vzájemným překrýváním záběrů sousedně pracujících radliček.

Podle Beneše (2015a) radličkové kypřiče vyžadují také udržování dostatečné pojezdové rychlosti, a to zvláště pro dostatečné promísení půdy s organickou hmotou.

3.4.3.2 Vlastnosti a použití kypřičů podle typů radliček

Výběr kypřicích radliček lze přizpůsobit požadované hloubce kypření a požadavku na zapravování rostlinných zbytků do půdy (Hůla a kol., 2014).

Dlátovité radličky

Kypřicí radlička dlátovitá může půdu prokypřit do hloubky až 25 cm. Prakticky ji pouze načechrává, aniž by ji promísila. Tento způsob zpracování šetří půdní vláhu, neboť vlhčí půdní částice nejsou vynášeny z nižších horizontů na povrch, kde se voda snadno vypařuje. Dlátovité kypřicí radličky se mohou kromě plošné kultivace použít i pro řádkovou kultivaci cukrovky. Šířka radličky je přibližně 20 mm, šířka zpracovaného pásu je závislá na zahloubení. Hloubkové kypřiče osazené dlátovitými radličkami rozrušují podbrázdí až do hloubky 45 cm a mají dláta široká přibližně 80 mm (Kumhála a kol., 2007; Horák a Škoda, 2005).

Oboustranné radličky

Oboustranné radličky jsou podle Kumhály a kol. (2007) široké asi 6-8 cm, vzhledem k umístění na pružných slupicích jsou vhodné pro vytahování kořenových plevelů, zahlubují se do hloubky až 15 cm. Naopak jejich nevýhodou je vytahování spodní vlhké půdy na povrch, což může vést v suchých oblastech ke značným ztrátám půdní vláhy. Páltik a kol. (2003) uvádějí, že oboustranné radličky mají univerzální použití pro různé půdní podmínky.

Jsou zpravidla umístěné na tzv. S-slupicích, které umožňují určitou vibraci radličky, čímž se dosáhne zvýšené intenzity obdělávání půdy, ale též samočisticího efektu. Při menším úhlu kypření ($\alpha < 45^\circ$) radlička poměrně intenzivně mísí půdu (Obr. 7). Při použití většího úhlu kypření ($\alpha > 60^\circ - 70^\circ$) není vlhká půda z hlubších vrstev vynášena na povrch s následnou ztrátou vlhkosti. Hloubka kypření je dána vzdáleností stop sousedně pracujících radliček a jejich šířkou. Radličky mají šířku asi 35 mm a vzdálenost stop sousedních radliček je asi 100 mm. V takové úpravě jsou vhodné pro předseťovou či předsadbovou přípravu půdy pro plodiny, které nevyžadují vyrovnanou hloubku kypření půdy (kukuřice, brambory). Pro mělký přípravu půdy dodávají někteří výrobci dvojité radličky (vzdálenost stop sousedně pracujících radliček se zmenšuje na polovinu).

Šípové radličky

Šípová kypřicí radlička je masivnější konstrukce a pro zvýšení kypřicího účinku má poměrně strmou pracovní plochu. U šípových radliček určuje jejich tvar a použitelnost tzv. elevační (zvedací) úhel α (Obr. 7). Úhel $\alpha < 20^\circ$ mají radličky plecí, vhodné pro podřezávání plevelu při meziřádkové kultivaci. Úhel $\alpha = 20^\circ - 30^\circ$ mají radličky univerzální vhodné pro podřezávání plevelu a kypření. Úhel $\alpha > 20^\circ$ mají radličky kypřicí určené převážně k nakypření ornice až do hloubky 18 cm (Kumhála a kol., 2007). Podle Páltika a kol. (2003) se šípové kypřicí radličky používají u konvenčních kypřičů do hloubek až 180 mm při záběru 200-300 mm, ale též jako radličky s celoplošným podřezáváním půdy pro malé hloubky kypření půdy jako součást kombinovaných strojů. Kumhála a kol. (2007) uvádějí, že kypřiče pro půdoochranné zpracování půdy jsou vybaveny plochými, odřezávacími šípy radličkami, které zajišťují ploché a rovné dno kypřené vrstvy půdy.

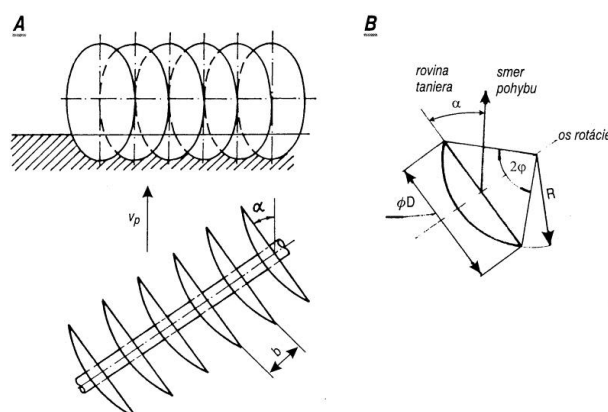
Při větších hloubkách je šípová radlička energeticky náročná. Křídlové radličky jsou vhodné pro velmi mělké zahloubení (podmítací kypřiče), ale též se používají u tzv. krátkých kypřičů pro hlubší zpracování půdy (Páltik a kol., 2003).

3.4.4 Talířové kypřiče

Talířové kypřiče (označované též jako talířové podmítače) jsou stroje pro plošnou kultivaci, jejichž pracovním nástrojem je sekce sférických talířů s celistvým nebo vykrajovaným ostřím (talíře s vykrajovanými okraji umožňují podle Hůly (2000) lepší zapravování rostlinných zbytků do půdy). Sekce jsou otočně uložené a postavené šikmo ke směru jízdy (Obr. 10). Při práci se sekce jako celek pasivně otáčejí. Podle Kumhály a kol. (2007) mají talířové podmítače talíře uspořádané na společném hřídeli. Všechny talíře odklápějí skývu na stejnou stranu (u talířových bran polovina talířů odklápí skývu vpravo, polovina vlevo). Pro intenzivnější práci jsou podle Páltika a kol. (2003) konstruovány jako dvojsledové s uspořádáním sekcí ve tvaru V nebo X. Podle Hůly a kol. (2014) se u talířových kypřičů uplatňují dvě skupiny konstrukčního řešení. Talířové kypřiče se sekcemi talířů na hřídelích uspořádaných do tvaru X umožňují snadné přestavení úhlu, který svírá rovina rotace talířů se směrem jízdy. Novějším řešením, v současnosti běžně užívaným, je uchycení jednotlivých talířů na samostatných slupicích. Talířové podmítače jsou stroje širokozáběrové, lepšího drobení a urovnání povrchu se u nich dosahuje při vyšších pojezdových rychlostech.

Javorek (2015) uvádí, že talířové nářadí je určeno nejčastěji pro kvalitní podmínky, existují však i modely, které jsou určeny pro zpracování do hloubky okolo 200 mm (na úrovni střední orby). Čím větší je hloubka zpracování, tím větší je požadován průměr talířů: pro mělkou a střední podmínku doporučuje průměr talířů 450-500 mm, pro zpracování půdy na hloubku kolem 200 mm pak 700-750 mm. Talířové kypřiče se stejně jako radličkové dodávají v neseném, návěsném a taženém provedení.

Obr. 10 Talířový kypřič. A – baterie talířového kypřiče, B – hlavní parametry talíře (Páltik a kol., 2003)



3.4.5 Kypřiče s poháněnými pracovními nástroji

Kypřiče s poháněnými pracovními nástroji poháněné vývodovým hřídelem traktoru (aktivní kypřiče) dokonale půdu mísí, provzdušňují a likvidují plevele (Horák a Škoda, 2005). V systémech půdoochranného zpracování půdy se aktivní kypřiče nejčastěji spojují se secími stroji a vytvářejí tzv. secí kombinace pro založení porostu při jednom přejezdu po půdě. Při zpracování půdy po předchozím mělkém kypření nezapravují rostlinné zbytků do půdy, nýbrž je v různé míře promíchávají s povrchovou vrstvou ornice, přičemž část rostlinných zbytků zůstane na povrchu půdy (Kuhmála a kol., 2007). Z hlediska konstrukce je pro tyto stroje limitem šestimetrový pracovní záběr (Hůla a kol., 2014).

3.4.5.1 Rozdělení kypřičů s poháněnými pracovními nástroji

Principiálně se podle Hůly a kol. (1997) jedná o dva základní systémy: stroje s rotačním pohybem nástrojů a stroje s přímočarým vratným pohybem nástrojů (kývavé brány). Od používání kývavých bran se ustupuje pro poměrně nízkou intenzitu drobení půdních agregátů a vysoké nároky dnešního zemědělství na vytvoření optimálního set'ového lůžka v jednom přejezdu soupravy.

Stroje s rotačním pohybem nástrojů lze rozdělit na stroje:

- s vertikální osou otáčení nástroje,
 - s horizontální osou otáčení nástroje orientovanou kolmo ke směru jízdy.
- Typickým zástupcem první skupiny je vířivý kypřič, druhou skupinu reprezentuje především

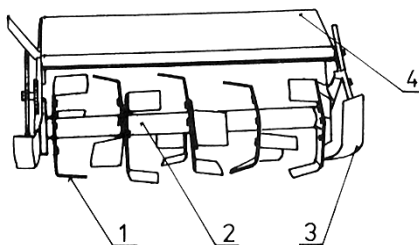
rotační kypřič (rotavátor), popřípadě kypřič s příčným hřebovým rotorem (dále jen hřebový rotor).

3.4.5.2 Konstrukce kypřičů s poháněnými pracovními nástroji a jejich užití

Rotační kypřiče

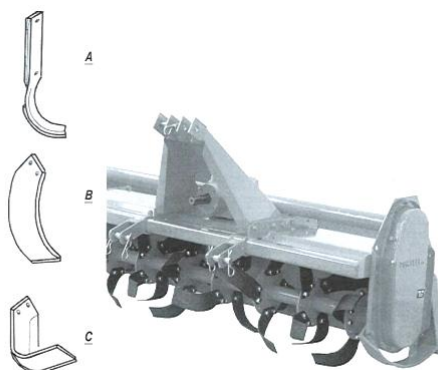
Rotační kypřiče mají pracovní nástroje (nože nebo hřeby) rozmístěné na příčném válcovém rotoru, kde jsou uspořádány do šroubovice (Obr. 11). Nože rotoru mají většinou tvar písmene L, vytvářejí vyrovnaný povrch půdy. Mohou být také vyrobeny ve tvaru radliček, háčků apod. (Kumhála a kol., 2007). Výběr konstrukčního řešení nožů je dán druhem půdy, jejím stavem a účelem použití. Frekvenci otáček rotoru lze měnit pomocí tří-čtyřstupňové převodovky.

Obr. 11 Schéma rotavátoru. 1 – nože, 2 – hřídel, 3 – plaz, 4 – kryt (Kumhála a kol., 2007)



Podle Páltika a kol. (2003) se nože tvaru písmene L používají hlavně na obtížně zpracovatelných půdách bez předchozího zásahu pluhu nebo kypřiče a pro dodatečné rozdrobení a intenzivní promíchání organické hmoty s půdou (sláma, zelené hnojení, chlévský hnůj). Nevýhodou je jejich vysoká energetická náročnost, nízká pracovní rychlost stroje (5 km/h) a vysoké opotřebení nožů. Druhou skupinou jsou srpovité (mulčovací) nože (Obr.12). Vhodné jsou pro podmínku na lehčích půdách i pro hrubší předset'ovou přípravu půdy.

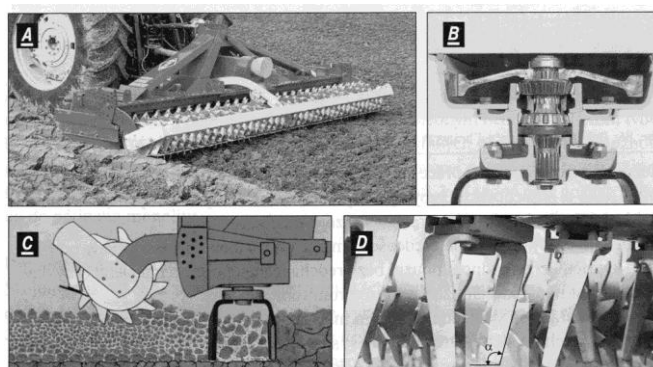
Obr. 12 Nesený rotační kypřič s bočním řetězovým převodem a mulčovacími noži. A – drobicí nože, B – mulčovací nože, C – nože tvaru L (Páltik a kol., 2003)



Vířivé kypřiče

Vířivé kypřiče jsou rotační stroje se svislou osou otáčení pracovních nástrojů, což jsou rotory vybavené zpravidla dvěma noži (s délkou kolem 350 mm), které jsou vedle sebe uspořádané tak, aby při protisměrném otáčení dvou sousedních rotorů nedocházelo ke kolizi nožů. Pracovní hrana nožů může být rovnoběžná s osou rotace, ale nejčastěji se používá její sklon směrem dozadu, kdy nedochází k vynášení spodních vrstev půdy na povrch a kdy hovoříme o vířivých branách. Při opačném sklonu nožů směrem dopředu hovoříme o vířivých kypřičích (Páltik a kol., 2003). Vířivé brány a kypřiče se téměř výhradně používají v kombinaci s různými válci, nejčastěji zubovým válcem, který zajišťuje kromě drobení a utužování půdy i hloubkové vedení stroje (Obr. 13). Jsou používány pro předseťovou přípravu půdy, půdu kypří do hloubky až 20 cm (Kumhála a kol., 2007).

Obr. 13 Vířivé brány. A – celkový pohled na kombinaci se zubovým válcem, B – uchycení rotoru, C – práce brány v kombinaci se zubovým válcem, D – uspořádání pracovních nástrojů (Páltik a kol., 2003)



Podle Páltika a kol. (2003) zabezpečí vířivé brány při přípravě půdy kypření, drobení a dobré urovnění půdy, a to při ponechání jejího původního rozvrstvení. Menší promíchání půdy způsobuje menší zapravování rostlinných zbytků například v porovnání s rotačními kypřiči. Jejich předností je vhodnost použití do různé hloubky kypření pro různé plodiny. Lze je použít pro předseťovou přípravu např. řepky ozimé (hloubky kypření 2-3 cm), ale i pro přípravu půdy k bramborám (hloubka kypření až 15 cm). Nevýhodou vířivých bran v porovnání s pasivními kombinovanými kypřiči je nadměrné „přepracování“ především lehkých půd (hlavně na jaře), vyšší opotřebení pracovních nástrojů a vyšší cena stroje a náhradních dílů, dále též menší pracovní rychlost (6-8 km/h) a vyšší spotřeba energie.

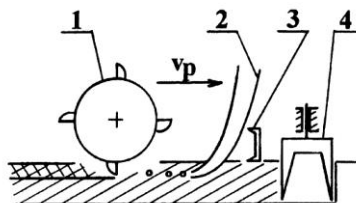
U vířivých kypřičů je stroj vzhledem k opačnému sklonu nožů než u vířivých bran vtahovaný do půdy, lépe drží nastavenou hloubku a na rozdíl od vířivých bran nevyžaduje předchozí orbu nebo kypření. Při práci se před strojem vytváří „půdní val“, čímž dochází k intenzivnějšímu promíchání půdy a k separačnímu účinku. Větší hroudy a rostlinné zbytky zůstávají ve vrchní vrstvě půdy, kterou chrání před erozí. Drobné částice se dostávají do spodnějších vrstev, kde se podílejí na tvorbě osivového lůžka. Stroj zabezpečuje částečné zapravení rostlinných zbytků a zanechává rovný povrch půdy. Použití vířivých kypřičů je v praxi dost omezené, a to hlavně na jaře, z důvodu intenzivního promíchávání půdy. Lze je

použit při předset'ové přípravě půdy pro ozimy, např. po sklizni brambor, cukrovky, kukuřice aj. (Páltik a kol., 2003).

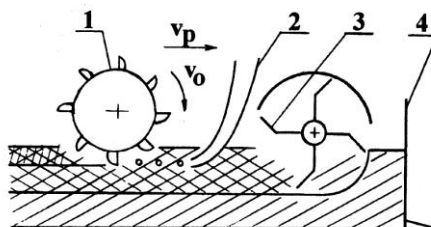
3.4.6 Kombinované stroje pro zpracování půdy

Příprava půdy, setí, ale i hnojení a aplikace pesticidů vyžadují použití různých strojů s vícenásobným přejezdem po poli. To vede ke zvýšenému utužování půdy, poškození půdní struktury, zvýšení eroze, ale i k růstu provozních nákladů (Páltik, 2003). Podle Beneše (2015b) je to spojené s nízkým stupněm využití dodávaného výkonu na danou pracovní operaci a s vysokou spotřebou energie na přepravu strojů po poli. Kromě toho se prodlužuje doba mezi přípravou půdy a setím, ztrácí se více půdní vláhy a často se zhoršují podmínky pro uskutečnění následné operace. Kumhála a kol. (2007) uvádějí, že požadované vyšší výkonnosti strojů a dodržení agrotechnických termínů můžeme dosáhnout zvětšením pracovního záběru, zvýšením pracovní rychlosti a použitím kombinovaných strojů. Do skupiny kombinovaných strojů pro zpracování půdy patří podle Páltika a kol. (2003) jak stroje pro zpracování podstatné části orničního profilu (nebo i se zásahy do podorničí), tak i stroje pro mělké kypření půdy. Do první skupiny patří kombinace pluhů, orničních a hloubkových kypřičů s přídatným nářadím. Do druhé skupiny stroje určené pro předset'ové zpracování vrchních vrstev půdy, tzv. kombinátory. Příklady kombinovaných strojů pro zpracování půdy ukazují Obr. 14 a Obr. 15.

Obr. 14 *Secí kombinace s vířivým kypřičem; 1 – prutový válec, 2 – secí stroj, 3 – rovnací lišta (smyk), 4 – rotační kypřič se svislou osou otáčení (Kumhála a kol., 2007)*



Obr. 15 *Souprava pro bezorebnou přípravu půdy a setí; 1 – ozubený válec, 2 – secí stroj, 3 – rotační kypřič, 4 – pevné radlice kypřiče (Kumhála a kol., 2007)*



3.4.7 Kypřiče pro mělké a středně hluboké zpracování půdy

Podle Hůly a kol. (2008a) se dnes v této kategorii strojů uplatňují kypřiče s různým konstrukčním řešením. Některé z nich se vyznačují určitou univerzálností a lze je využívat jak v systémech zpracování s orbou (uplatňují se jako podmítače), tak u technologií bez orby pro mělké kypření a opakované mělké kypření. Jiné kypřiče (ve skupině strojů pro mělké

zpracování půdy) byly vyvinuty speciálně pro uplatnění v systémech bez orby, kde mají zajistit podmínky pro kvalitní následné setí.

3.4.7.1 Kypřiče pro mělké kypření

Pro podmínku a mělké kypření se v našich podmínkách využívají talířové a radličkové kypřiče, a to jak v konvenčních technologiích s orbou, tak v postupech minimalizačních. Jejich společnou výhodou je vysoká plošná výkonnost, daná možností kvalitně pracovat při vyšší jezdové rychlosti v rozmezí 10-15 km/h (někteří výrobci uvádějí až 20 km/h). Ta umožňuje včas zpracovat půdu pro setí v agrotechnických termínech při různém průběhu počasí (Hůla a kol., 2014). Při mělkém kypření charakteru podmínky v postupech, kdy je sláma drcena, velmi záleží na rovnoměrnosti jejího rozmetání (Mašek a kol., 2011).

Při primárním zpracování půdy, kdy pracovní operace následuje po delším období bez kypření půdy, se v současnosti používají kypřiče s nepoháněnými pracovními nástroji. Aktivní kypřiče se pro primární zpracování využívají výjimečně z důvodu nízké plošné výkonnosti a vyšších nákladů (Hůla a kol., 2008a).

Radličkové kypřiče

U radličkových kypřičů určených především pro mělké kypření v postupech ochranného zpracování půdy se uplatňují šípovité podřezávací radličky (Obr. 16), které umožňují dobré zpracování půdy i při nastavení kypřiče na malou hloubku kypření 60-80 mm. Tyto radličkové kypřiče účinně urovnávají půdu, což se příznivě projevuje zejména při víceletém využívání technologie bez orby. Výběr pracovních nástrojů (radliček) umožňuje zvolit intenzitu kypření a mísení zeminy s posklizňovými zbytky – od zapravení většiny rostlinného materiálu až po mělké prokypření půdy a ponechání veškeré rostlinné biomasy na povrchu půdy jako mulč (Hůla a kol., 2008a).

Obr. 16 Šípovité podřezávací radličky radličkového kypřiče (Hůla a kol., 2007)



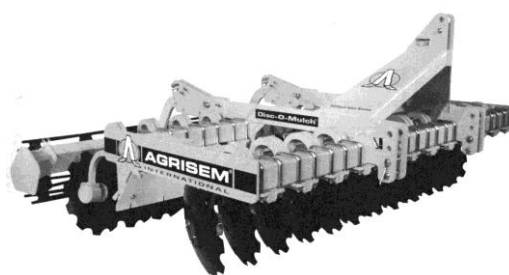
Podle Hůly a kol. (2014) jsou pro mělkou podmínku a mělké kypření vhodné šípové radličky nedělené. Je-li požadavek na ponechání rostlinných zbytků na povrchu půdy jako mulče, jsou vhodné šípovité podřezávací radličky, kterými lze docílit mělkého prokypření půdy, přičemž většina rostlinných zbytků zůstane na jejím povrchu. Dělené radličky se středovým dlátem a bočními křídly jsou vhodné pro středně hlubokou podmínku i opakované kypření. Intenzivněji mísí rostlinné zbytky se zeminou.

Kromě kypřicích radliček mohou být kypřiče vybaveny talíři k urovnání povrchu půdy a k zapravování rostlinných zbytků, sekci prutových bran a utužovacím válcem (Páltik a kol., 2003).

Talířové kypřiče

Výhodou talířových kypřičů je vysoká plošná výkonnost (díky vysoké pojezdové rychlosti souprav až 14 km/h) při podmítce nebo při opakovaném mělkém kypření půdy (Hůla a kol., 2008a). Při primárním zpracování půdy zanechávají hřebenité dno. Proto se doporučuje změnit v případě opakovaného kypření směr jízd soupravy, zpravidla šikmo na směr předchozích jízd (Kumhála a kol., 2007). Podle Páltika a kol. (2003) je hřebenitost určitým nedostatkem talířových kypřičů, hlavně tam, kde požadujeme vyrovnanou hloubku kypření, ale může působit i příznivě např. při snižování eroze půdy. Jak uvádí Hůla a kol. (2008a), talířové kypřiče jsou většinou vybaveny drobicími a utužovacími válci, takže není nutné zařazovat po podmítce její ošetření v samostatné operaci (Obr. 17). Při půdochranném zpracování lehkých půd ohrožených půdní nebo větrnou erozí, kdy by měla většina zbytků předplodiny zůstat na povrchu půdy, jsou podle Hůly a kol. (2005) pro mělké kypření přednostně doporučovány radličkové kypřiče s plochými šípovými podřezávacími radličkami, protože talířové podmítače mohou ve zvýšené míře zapravovat rostlinné zbytky a promíchávat je se zeminou.

Obr. 17 Talířový kypřič s utužovacím prutovým válcem (Kumhála a kol., 2007)



Podle Páltika (2003) mají talířové kypřiče širokou oblast použití. Jsou vhodné pro obdělávání lehkých i těžkých půd, na podmítku a zapravení rostlinných zbytků, při technologiích, kde se snižuje intenzita obdělávání půdy a při předset'ové přípravě půdy aj. Hůla a kol. (2008a, 2010) uvádějí, že talířové kypřiče se používají především pro podmítku po sklizni obilnin, řepky a dalších plodin v letním období. Rovněž jsou využívány při opakovaném mělkém kypření půdy po vzejití výdrolu předplodiny a některých plevelů. V minimalizačních a půdochranných technologiích se uplatňují i stroje spojující mělké kypření půdy talířovými tělesy s předset'ovou přípravou půdy obdobnou předset'ové přípravě kombinátorem. Podle Hůly a kol. (2014) dosahují zvýšené kvality práce při mělkém kypření talířové kypřiče, jejichž jednotlivé talíře jsou uchyceny na samostatných slupicích. U tohoto konstrukčního řešení lze nastavit pracovní úhel talířů tak, aby kypřič splnil požadavky na kypření a mísení povrchové vrstvy půdy a na stupeň zapravování rostlinných zbytků do půdy. Jak uvádějí Páltik a kol. (2003), využívají moderní konstrukce talířových podmítačů pro půdochranné technologie uchycení talířů na samostatných slupicích z důvodu menšího

ucpávání (Obr. 18). Snazší je i případná výměna jednotlivého talíře proti klasické koncepci (Hůla, 2000).

Obr. 18 Kvalitu práce talířových kypřičů zvyšuje uchycení jednotlivých talířů na samostatných slupicích (Hůla a kol., 2008)



Kypřiče s poháněnými pracovními nástroji

V postupech minimalizačního a půdoochranného zpracování půdy lze využít i aktivní kypřiče. Uplatnění nacházejí zejména při tzv. sekundárním zpracování půdy – při předseťové přípravě na středně těžkých a těžkých půdách. Zpravidla se používají ve spojení se secími stroji, které jsou vybaveny kotoučovými secími botkami (Mašek, 2009).

Pro vířivé kypřiče, kypřiče s horizontálním hřebovým rotorem a kypřiče s horizontálním nožovým rotorem je charakteristické, že při zpracování půdy po předchozí podmítce nezapravují zcela rostlinné zbytky do půdy, ale v různé míře je promíchávají s povrchovou vrstvou ornice. Standardním vybavením aktivních kypřičů jsou válce, které slouží k nastavení hloubky kypření, utužují seťové lůžko, přiměřeně drobí hroudy na povrchu půdy a povrch půdy urovnávají (Hůla, 2008a).

Kombinované stroje

V konstrukci strojů pro předseťovou přípravu půdy se často řadí více strojů za sebou do společného rámu, čímž vznikne kombinovaný stroj. Při jedné jízdě se vykoná současně několik operací a sníží se počet jízd. Jak již bylo uvedeno, kombinují se například kypřiče s prutovými válci nebo radličkový kypřič s vířivým kypřičem a zubovým utužovacím válcem. Též se kombinují stroje pro přípravu půdy a setí (tzv. secí kombinace). Podle Hůly a kol. (2014) je u kombinátorů s nepoháněnými pracovními nástroji další výhodou možnost zvětšování pracovního záběru (12 m není již horní hranice).

Pro přípravu seťového lůžka při předseťové přípravě půdy (sekundární zpracování půdy) se používají kombinátory s pasivními pracovními nástroji. Nacházejí uplatnění v konvenčních technologiích s orbou i v technologiích minimalizačních. Výhodou je vysoká plošná výkonnost kombinátorů podmíněná pojezdovou rychlostí 10 km/h i více. Kombinátory nahrazují jednoduché stroje na předseťovou přípravu půdy, při jednom přejezdu kombinátorem se povrchová vrstva půdy urovná, prokypří do zvolené hloubky, rozdrobí se hroudy a utuží se seťové lůžko (Hůla a kol., 2008a).

3.4.7.2 Kypřiče pro kypření do střední hloubky (srovnatelné s orbou)

Do skupiny radličkových kypřičů můžeme zařadit i kombinované kypřiče pro intenzivní prokypření do hloubky srovnatelné s hloubkou orby. Při víceletém využívání technologií pouze mělkého zpracování půdy se na některých stanovištích vyskytují příznaky nežádoucího zhutnění orniční vrstvy půdy. Pro intenzivní prokypření půdy do hloubky srovnatelné s orbou, ovšem bez obracení zpracované vrstvy půdy, byly vyvinuty kombinované kypřiče, které umožňují intenzivně prokypřit půdu až do hloubky 30 cm, promísit rostlinné zbytky v celé vrstvě, urovnat povrch půdy a účinným pěchem (zpravidla pneumatikovým) přiměřeně utužit povrchovou vrstvu půdy za účelem přípravy lůžka pro osivo. Kypřiče jsou využitelné i pro kvalitní hlubší zpracování půdy zejména pro kukuřici a řepku. Po zpracování půdy těmito kypřiči zůstává na povrchu poměrně málo rostlinných zbytků (Hůla a kol., 2008a). Základními pracovními nástroji těchto kypřičů jsou úzká dláta. Podle Hůly a kol. (2014) byly dlátové kypřiče v nedávné minulosti využívány hlavně pro relativně hluboké kypření (0,3-0,45 m) s cílem prokypřit zhutnělou část půdního profilu bez vynášení zeminy k povrchu půdy. V současnosti se dlátovité pracovní nástroje uplatňují i v kombinovaných kypřičích pro hloubku zpracování srovnatelnou s hloubkou orby. Alternativou jsou dláta doplněná bočními křídly, což je vhodné při nastavení menší hloubky kypření.

3.4.7.3 Konkrétní příklady kypřičů pro mělké a středně hluboké zpracování půdy

Intenzivní kypřič Karat (fa Lemken, Německo) je vhodný jak pro první povrchové a celoplošné zpracování strniště po sklizni sklízecí mlátičkou, tak i pro následující hlubší zpracování strniště s intenzivnějším promícháním vrstev; dobře poslouží také k přípravě secího lůžka při výsevu do mulče (Obr. 19). Nesený Karat má přístupné přestavování pracovní hloubky tak, aby se hloubka dala přestavět od 5 do 30 cm bez použití nářadí (Obr. 19). Pro pracovní operace od 15 do 30 cm je možné volit mezi dvěma variantami radliček: 8 cm úzká radlička a 12 cm široká radlička (Obr. 20). Tvar špiček radliček je zvolen s ohledem na to, aby se optimalizovala potřebná tahová síla a kvalitně promísila půda. Špičky radliček a skluzy jsou vždy upevněny jen jedním šroubem.

Obr. 19 Změna hloubky u nesené varianty intenzivního kypřiče Karat (Anonym 8, 2016)



Obr. 20 Detail radliček kypřiče Karat (Anonym 8, 2016)



Všechny návěsné varianty kypřiče Karat (Obr. 21) jsou sériově vybaveny hydraulickým přestavováním pracovní hloubky. Automatické přizpůsobení vydutých zahrnovacích talířů zaručuje, že se tyto bezúdržbové talíře nemusí ještě dodatečně nastavovat při změně pracovní hloubky. Stejně tak bezúdržbová automatická pojistka proti přetížení dovoluje radlicím při nárazu na překážku jejich vychýlení nahoru a do strany. U polonesené varianty jsou kola podvozku spojena s rámem kypřiče a stroj tak má větší manévrovatelnost na souvrati.

Obr. 21 Návěsný intenzivní kypřič Karat (Anonym 8, 2016)

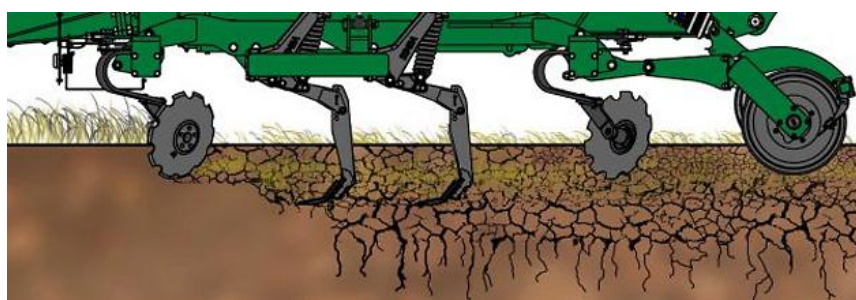


Kombinátory řady SIMBA SL využívají výhod různých pracovních těles pod jedním páteřovým rámem (Obr. 22, Obr. 23). Výhody jednotlivých pracovních těles ve spojení s pěchem nebo válcem vyniknou při mělkém zpracování půdy i zpracování celého půdního profilu v jednom přejezdu při pracovním záběru v taženém provedení v rozmezí 4 - 6,7 m. Talíře vstupují do půdy a řežou posklizňové zbytky, radličky následně urovňají povrch půdy i kypří do hloubky. Plynule nastavitelný pracovní úhel talířů (Obr. 24a) může obsluha volit podle druhu půdy, aktuální vlhkosti, množství a charakteru rostlinných zbytků. Výbornou průchodnost podporuje umístění slupic a domečků uvnitř talířů, domečky se otáčejí s talíři. Průměr talířů u SL 400 - 600 je 510 mm. Průměr talířů u SL 700 je 610 mm. Pracovní hloubka slupic s negativním elevačním úhlem (Obr. 24b) je seřiditelná dle modelu až do 37 cm. Konečné zpracování povrchu půdy zajišťuje pěch či válec.

Obr. 22 Kombinátor SIMBA SL – celkový pohled (Anonym 9, 2016)



Obr. 23 Práce SIMBY SL v půdním profilu (Anonym 9, 2016)



Obr. 24 Kombinátor SIMBA SL - detaily; a – talíře, b – slupice (Anonym 9, 2016)



3.4.8 Kypřiče pro hlubší kypření bez obracení půdy

Náhrada orby kypřením bez obracení zpracovávané vrstvy půdy je typická pro postupy půdoochranného zpracování půdy (Hůla, 2000). V minimalizačních a půdoochranných technologiích lze využít kypřiče, které půdu kypří do hloubky 20-40 cm bez vynášení zeminy z hlubších vrstev k povrchu půdy. Jsou využívány pro periodické kypření ztuhlých vrstev půdy, pokud se vytvoří v ornici či v podorniči při víceletém používání pouze mělkého kypření půdy charakteru podmítky (Hůla a kol., 2008a). Používají se různé druhy kypřičů, které minimálně narušují povrch půdy. Rostlinné zbytky zůstávají na povrchu půdy a mohou plnit ochrannou funkci. Intenzita kypření je dána typem kypřicích radlic, pracovní rychlostí a vybavením kypřiče drobicím zařízením (Kumhála a kol., 2007).

Podle Koukolíčka a Pulkrábka (2015) nalézá hlubší kypření v dnešní době stále širší uplatnění, a to z několika důvodů. Jedním z nich je úspora času a financí proti orbě, dalším je řešení problému půdního utužení a také příznivý vliv na snížení půdní eroze půdy, kdy podryté plochy snadněji infiltrují značné množství vody.

Staněk (2015) uvádí, že hlubší kypření je důležitým nápravným opatřením pro ztuhlé půdy. Na půdách, kde ztuhnutí zasahuje do podorniční vrstvy, je nutno tento stav odstranit především mechanickým zásahem. Podle hloubky a míry škodlivosti se uplatňují tyto mechanické zásahy:

- dlátování pro nakypření ztuhlé podorniční vrstvy do hloubky 0,45 m,

- hloubkové meliorační kypření zhutnělých podorničních vrstev přesahující hloubku 0,45 m,
- následná stabilizující opatření nakypřené zhutnělé půdy.

Podle Vacha a Javůrka (2009) je základem při odstraňování nadměrného utužení půdy součinnost mechanických a biologických opatření. Po provedení hloubkového kypření musí následovat stabilizace nakypřené půdy pěstováním hlouběji kořenících plodin, použití statkových hnojiv a případně i vápnění k podpoře tvorby půdních agregátů v nakypřené vrstvě orničního profilu. Dále je nutný dostatečný přísun kvalitních organických hnojiv, která kromě dávky živin do půdy poskytují i humusotvorné látky nutné pro tvorbu půdních agregátů (huminové kyseliny a fulvokyseliny), a tím příznivě ovlivňují strukturní stav půdy.

Důležitým parametrem pro kypření ve větší hloubce je vlhkost půdy. Optimální je taková, pokud se vzorek půdy odebraný z hloubky kypření působením tlaku rozpadá na menší hrudky. Jestliže podléhá plastické deformaci, je vlhkost příliš vysoká, kypření může stav půdy zhoršit – v této situaci je hlubší kypření půdy nežádoucí (Kumhála a kol., 2007).

3.4.8.1 Dlátové kypřiče

Pro středně hluboké a hluboké kypření jsou určeny dlátové kypřiče. Jsou různě konstrukčně řešeny. Kypřiče s dlátý upevněnými na šikmých slupicích s ostřím umožňují prokypřit půdu při minimálním narušení jejího povrchu, rostlinné zbytky na povrchu půdy zůstávají (Obr. 25). Při kypření půdy se zvedá celý blok zeminy, rozlamuje se a drobí. Při zpětném pohybu se proces narušení kompaktnosti zeminy od povrchu půdy do hloubky kypření dokončuje. Podmínkou úspěšnosti zásahu kypření je výše zmíněná přiměřená vlhkost půdy (Hůla a kol., 2008a). Podle Koukolíčka a Pulkrábka (2015) lze mezi dlátové kypřiče zařadit i dlátové pluhy (tzv. podrývaky). Dlátový pluh je tvořen slupicemi, na které lze umístit různé typy dlát. Ta bývají osazena bočními křídly, která mají eliminovat tvorbu hrud. Velkou výhodou dlátových pluhů je velká variabilita při nastavení hloubky zpracování (až 60 cm). Podle Beneše (2015a) jsou označovány jako dlátové pluhy speciální typy hloubkových kypřičů s možností nasazení bez opěrného válce. Jejich výhodou je vyšší vlastní hmotnost, díky níž spolehlivě udržují pracovní hloubku i při práci bez odtěžovacího účinku opěrného válce.

Obr. 25 Dlátový kypřič použitelný pro narušení zhutnělé vrstvy v půdním profilu – seřiditelný úhel sklonu křídel umožňuje zvolit intenzitu kypření (Hůla a kol., 2008a)



Dlátové pluhly jak v návěsném, tak i v neseném provedení jsou podle Beneše (2015a) osvědčeným prostředkem pro ozdravení půdního profilu, pro eliminace utužených půdních vrstev, odstranění podorniční pánve, pro velice rychlé odstranění míst s výskytem jezer apod. Dále umožňují i spojení hlubokého zpracování půdy s aplikací hnojiva do tzv. půdního depa. Tak je možné spojit více operací do jediného přejezdu, snížit počet přejezdů po poli a šetřit čas. Patří do skupiny strojů, které současně provádějí i zpracování povrchové vrstvy půdy. K využití pro následující výsev je nezbytné následné utužení povrchu seťového lůžka nejčastěji zdvojeným hřbovým válcem.

Staněk (2015) dále uvádí, že kypřením zhutnělé půdy kypřiči lze nahradit pro některé plodiny hlubokou orbu. Používá se i v zúrodňovací soustavě před hlubokým melioračním kypřením zhutnělé půdy, čímž se snižuje potřeba tahové síly. Všechna nápravná agromeliorační opatření na odstranění podorničního zhutnění jsou energeticky velmi náročná. Spotřeba nafty při hloubkovém kypření činí minimálně 45 l/ha.

Hlubší kypření v horizontu do 300 mm také může představovat vhodnou první operaci na obtížně zpracovatelných pozemcích nebo jejich částech, kde z důvodu vysokého tahového odporu nebylo možné provést orbu. Ta pak může následovat, probíhá výrazně snadněji, takže není třeba použít traktor nadměrně dotěžovat přídatným závažím a i prokluz kol je výrazně snížen. Působení soupravy traktoru s pluhem na půdu je tak výrazně šetrnější (Beneš, 2015a).

Přednosti této skupiny kypřičů potvrzují výsledky Hůly a kol. (2008b), kteří testovali využitelnost dlátového kypřiče na půdách s příznaky nežádoucího zhutnění v ornici a podorniči. Na pozemku s hlinitou půdou a příznivou vlhkostí pro kypření byla nastavena hloubka pracovních nástrojů kypřiče 45 cm. Hodnoty objemové hmotnosti a pórovitosti půdy v hloubce 15 cm přesáhly mezní hodnoty, které signalizují negativní zhutnění půdy. V hloubce 30 – 35 cm tyto hodnoty výrazně přesáhly kritické hodnoty, což ukazuje na příznaky závažného zhutnění podorniči. Po kypření kypřičem Howard Paraplow došlo k výrazné změně prostorového uspořádání půdní hmoty – snížila se objemová hmotnost, vzrostla celková pórovitost a zvýšila se minimální vzdušná kapacita půdy, což je ukazatel obsahu nekapilárních pórů důležitých pro výměnu půdního a atmosférického vzduchu a pro příznivou infiltraci vody do půdy.

3.4.8.2 Kombinované kypřiče pro postupné kypření půdy do narůstající hloubky

Charakteristické pro tyto stroje je postupné kypření do narůstající hloubky v jedné pracovní operaci. U kypřiče na Obr. 26 dochází nejdříve k mělkému zpracování půdy talířovými pracovními nástroji, následují dláta, která zasahují do hloubky 0,2 - 0,25 m. Poté je půda kypřena tělesy s dlátý a bočními křídly, která kypří půdu v meziřadí předchozí sekce dlát a zasahují do větší hloubky. Dno zpracované vrstvy půdy zůstává hřebenité (Hůla a kol., 2009).

Rovněž Kasisira a Plessis (2006) zkoumali postupné kypření do narůstající hloubky. Bylo využito tandemové uspořádání kypřičích dlát. První dláto bylo uchyceno nastavitelně a pracovalo přibližně v hloubce 0,4 m, druhé dláto umístěné za ním pracovalo přibližně

v hloubce 0,6 m. Hlavní složky tahového odporu byly měřeny pomocí tahových dynamometrů. Cílem bylo zjistit optimální umístění předních kypřících těles, a to především s ohledem na energetickou náročnost. Bylo zjištěno, že optimální hodnota hloubky předního kypřícího tělesa je rovna 80% hloubky zadního kypřícího tělesa. Při takovémto nastavení pracují obě tělesa tak, že nedosahují kritické hloubky.

Obr. 26 Stroj pro postupné kypření do narůstající hloubky (Anonym 4)



Podle Beneše (2015c) najdou dlátové pluhy Terraland (TN 3000 a TO 6000) využití v každém podniku. Především k podrývání souvrátí, utužených kolejových meziřádků nebo jiných míst na pozemcích, k eliminaci utužené podorniční pánve či jiných utužených vrstev v půdě v hloubce až 65 cm. Celoplošnému záběru při hlubokém kypření napomáhají křídélka, kterými jsou pracovní orgány osazeny. Společně s hlubokým zpracováním je možné provádět i aplikaci hnojiva do půdního profilu.

3.4.8.3 Příklady konkrétních strojů pro hlubší kypření

Hloubkový kypřič Krtek českého výrobce Farmet (Obr. 27) je možné použít ve všech půdních podmínkách, což je umožněno jeho mohutnými radlicemi s hydraulickým automatickým

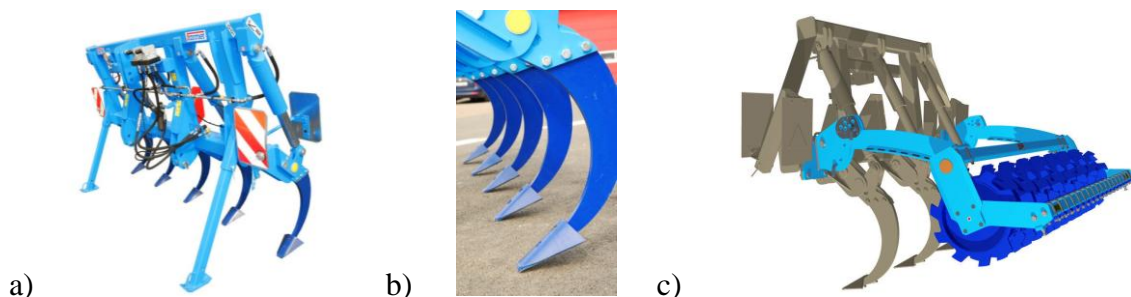
Obr. 27 Hloubkový kypřič Krtek při práci na poli (Anonym 5, 2016)



jištěním (Obr. 28 a, b). Je určen pro hloubkové kypření zejména utužené a nepropustné vrstvy půdy až do hloubky 60 cm bez rizika promíchání tzv. mrtvé země s orníci. Je vhodný pro použití v případech, kdy není možné zabránit nadměrnému utužení půdy, například po

pěstování cukrovky. K jeho výhodám patří vysoká pracovní rychlost až 12 km/h a velmi dobrá stabilita stroje s možností přesného hloubkového vedení za pomoci kopírovacích kol. Může být zařazen do kombinace se zadním válcem pro přesnější vedení stroje a rozrušení hrud (Obr. 28c). Nelze jej však kombinovat s opěrnými koly.

Obr. 28 a), b) Radlice hloubkového kypřiče Krtek firmy Farmet; c) Kombinace se zadním válcem (Anonym 5, 2016)



Hloubkový kypřič Digger (fa Farmet, ČR, Obr. 29) je vhodný zejména jako ekvivalent standardní orby při vyšším výkonu a nižších provozních nákladech. Poskytuje možnost hlubokého prokypření nepropustné vrstvy půdy až do hloubky 50 cm, její urovňání a jemné zpracování hrud.

Obr. 29 Hloubkový kypřič Digger (Anonym 6, 2016)



Kypřič je tvořen dvěma řadami radlic s hydraulickým jištěním a nezávislým ovládním pracovní hloubky pro každou radlici zvlášť přímo z kabiny traktoru, urovňovacími talíři a zadním dvojitým hrotovým válcem (Obr. 30). Radlice nového tvaru mají velmi nízký tahový odpor, umožňují pracovní rychlost až 12 km/h; mají zpevněnou slupici a volitelnou výšku křidélek, která oddělují produkční vrstvu půdy zpracovanou s promícháním od spodní části s pouhým prokypřením. V nepříznivých podmínkách, například v zamokřené části pole, může pracovat jen s jednou řadou radlic. Rovněž v případě zahlcení se stroj jednoduše vyčistí vyzdvižením jedné řady radlic. Digger vykazuje výbornou průchodnost díky světlosti rámu 75 cm a optimálně rozmístěným sedmi hydraulicky jištěným radlicím s roztečí 42,5 cm (respektive 75 cm v jedné řadě) a vzdáleností řad 95 cm.

Obr. 30 Pracovní nástroje hloubkového kypřiče Digger (Anonym 6, 2016)

a) Hroty radlic jsou osazeny plátky ze slinutých karbidů pro zajištění dlouhé životnosti, nízkého opotřebení a zachování optimální geometrie radlic.

b) Urovnávací Talíře usměrňují zpracovanou půdu před zadními hrotovými válci a současně zajišťují precizní urovnání brázd.

c) Zadní dvojitý hrotový válec pro jemné zpracování hrud zachovává půdu v kvalitě jako po předset'ové přípravě v minimalizačních technologiích nebo jako základní podzimní zpracování půdy pro jařiny.



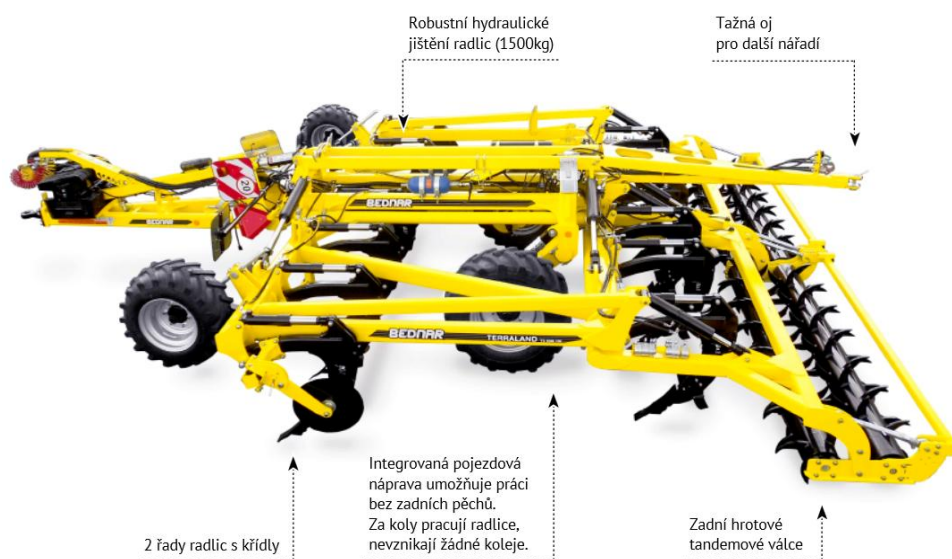
Dlátový pluh Terraland TO (fa Bednar, ČR) je návěsný dlátový pluh pro intenzivní hloubkové zpracování půdy až do 55 cm. Jeho dvě řady radlic s křídly a tandemový hrotový válec zpracují i obtížné půdy (Obr. 31). Centrální rám je tvořen čtyřmi nosníky a nosné rámy sekcí jsou vyrobeny z profilu 150x150 mm pro vyšší odolnost, výška rámu 79 cm umožňuje jeho vysokou průchodnost. Transportní náprava umístěná mezi pracovními sekcemi umožňuje jeho práci bez válce (např. ve velmi mokřích podmínkách). Transportní šířka je 3 m. Zadní tažná oj umožňuje připojení tažených pěchů pro finalizaci pracovních operací (Obr. 32). Výhodou je bezúdržbové uchycení bočních rámu, nápravy a válců k centrálnímu rámu.

Obr. 31 Dlátový pluh Terraland TO 6000 (Anonym 7, 2016)

a) *Hydraulicky stavitelný zadní utužovací dvouválec* b) *Hydraulické jištění pracovních těles*



Obr. 32 Dlátový pluh Terraland TO 6000 – celkový pohled (Anonym 7, 2016)



Profesionální podrývák Simba Flatliner Hydraulic Reset (Obr. 33) byl speciálně vyvinut pro kamenité podmínky. Je opatřen speciálními slupicemi Pro-Lift s hroty a křídly poskytujícími velice efektivní odstranění zhutnění půdy a pozitivní změnu jejího strukturování. Standardní výbavou je patentem chráněný DD pč. V neseném provedení činí jeho pracovní záběr

Obr. 33 Podrývák Simba Flatliner Hydraulic Reset – celkový pohled



3 - 4,5 m. Podrývací radličky (Obr. 34a) na jeho rámu jsou rozmístěny ve tvaru „V“, což podporuje intenzitu rozrušení utužených vrstev půdy zvýšením vertikálního pohybu a eliminuje vznik nežádoucího bočního zhutnění. Toto uspořádání pracovních těles se pozitivně projevuje i na nižším tahovém odporu podrývaku. Díky negativnímu úhlu podrývání nedochází k vynášení hrud, kamenů, rostlinných zbytků a neúrodné půdy k povrchu. Slupice Pro-Lift lze osadit třemi typy křidel pro maximální přizpůsobení stroje lokálním podmínkám a zajištění práce nad kritickou hloubkou. Pracovní hloubka stroje je

seřiditelná do 35 nebo 55 cm (dle pracovního záběru). Rychlý start výdrolu díky pozitivní konsolidaci je velmi důležitý a DD pěch je prokazatelně osvědčeným nástrojem na cestě ke zdravé půdní struktuře. Zvrásněný DD profil je ideální pro následné setí, je odolný proti erozi a jiným povětrnostním vlivům (Obr 34b).

Obr. 34 Detaily podryváku Simba Flatliner Hydraulic Reset; a – radlička, b - pěch



3.5 FAKTORY PŮSOBÍCÍ NA ENERGETICKOU NÁROČNOST A UKAZATELE KVALITY PRÁCE RADLIČKOVÝCH KYPŘIČŮ

Široké možnosti využití kypřičů při konvenčním i minimálním zpracování půdy jsou podle Hůly a Mayera (1995) důvodem ke studiu působení pracovních orgánů radličkových kypřičů na půdu i k hodnocení vlivu půdy v různém výchozím stavu na ukazatele energetické náročnosti a kvality práce kypřičů.

Kroulík (2004) uvádí, že energetická náročnost pracovních nástrojů kypřičů je obvykle hodnocena zjišťováním jejich měrného odporu. Kvalita zpracování půdy je posuzována podle velikostního zastoupení půdních agregátů, množství rostlinných zbytků na povrchu půdy, hřebenitosti (hrubosti) povrchu půdy.

3.5.1 Faktory působící na měrný odpor půdy při kypření

Měrným odporem se rozumí síla potřebná k obdělání jednotky plochy půdy měřené ve svislé rovině kolmé na směr jízdy (Neubauer a kol., 1989). Měrný odpor je u pasivních nástrojů rozhodující pro energetickou náročnost operace. Je výrazně ovlivněn momentálním stavem půdy, tvarem a konstrukcí pracovního nástroje a pracovní rychlostí (Hůla a Mayer, 1995).

Hůla a Mayer (1995) stanovili měrný odpor pěti typů radliček s děleným ostřím při podmítce po sklizni obilniny (pohyboval se dle podmínek v rozpětí 66,57–160,53 kPa), který vzrůstal lineárně se stoupající pracovní rychlostí. Při zvětšení rychlosti ze 6,9 km/h na 11,35 km/h vzrostl měrný odpor radliček o 20-31,6%. Lineární růst měrného odporu při rostoucí rychlosti potvrzuje též Kroulík (1999 a 2004), který sledoval v pokusech se třemi typy radliček používaných u radličkových kypřičů a dvěma typy radliček určených pro bezorebné

kombinace závislost jejich měrného odporu na pracovní rychlosti. Při nárůstu pojezdové rychlosti z 8 km/h na 10 km/h a 12 km/h zjistil při vyšší rychlosti postupný nárůst měrného odporu.

Hůla a Mayer (1995) dále zjišťovali vliv zhutnění ornice a vlhkosti půdy na měrný odpor. Výsledky jejich měření ukázaly rozhodující vliv půdní struktury na energetickou náročnost kypření. Zhutnění ornice výrazně zvýšilo měrný odpor kypření a zhoršilo kvalitu práce vyjádřenou intenzitou drobení půdy. Měrný odpor kypření na souvratích byl statisticky významně vyšší než na nepřejížděné ploše mimo stopy kol. Na dvou stanovištích s rozdílnou strukturou půdy byl zjištěn rozdílný vliv vlhkosti půdy na měrný odpor radliček.

Kroulík (2004) sledoval měrný tahový odpor pěti typů radliček (tři byly určeny pro mělké zpracování půdy v půdoochranných systémech, dvě do radličkových podmítačů) v závislosti na druhu půdy (lehká písčito-hlinitá, střená hlinitá, těžká jílovito-hlinitá), na geometrickém tvaru nářadí a na hloubce zpracování (4 cm a 6 cm u radliček určených pro mělké zpracování, 8 cm a 12 cm u radliček pro hlubší podmítku). Z hlediska vlivu půdního druhu a hloubky zpracování byly zjištěny rozdílné výsledky mezi uvedenými skupinami radliček určenými pro různé hloubky zpracování:

- V první skupině radliček pro mělké zpracování, které pracovaly v hloubce 4 a 6 cm, bylo zjištěno, že měrný odpor přesně neodráží druh půdy, ale reaguje hlavně na momentální stav zpracovávané půdy. Zejména vytvoření vyschlé povrchové vrstvy mohlo způsobit navýšení měrného odporu v menších hloubkách. Pokud jde o vliv hloubky, nepotvrdil se na lehké půdě předpoklad nárůstu měrného odporu při větším zahloubení (v hloubce 4 cm dokonce měrný odpor převyšoval hodnoty naměřené v hloubce 6 cm); na těžší půdě byl sice zjištěn nárůst měrného odporu při větším zahloubení, ale pouze u jedné ze tří radliček. Největším problémem při takto mělkém zpracování půdy bude dodržení nastavené hloubky zpracování spojené s nerovným povrchem pozemku.
- Ve druhé skupině radliček (pro hlubší podmítku) měrný odpor významně souvisel s druhem zpracovávané půdy - při hloubce 8 cm i 12 cm byl prokázán nárůst měrného odporu s přechodem na těžší půdu (tj. se zvyšujícím se obsahem jílnatých částic v půdě). Změna hloubky zpracování však měla vliv na měrný odpor pouze u jedné ze dvou radliček, a to pouze na jednom ze dvou pozemků.

Při hodnocení vlivu tvaru pracovního nástroje na velikost měrného odporu u pěti dělených šípových radliček různých výrobců (lišily se konstrukčním řešením a použitým materiálem) zjistili Hůla a Mayer (1995) statisticky významně nižší měrný odpor kypření u radličky s menším úhlem drobení (β) než u ostatních radliček. S tím souvisí dobré podřezávání, ale menší intenzita kypření u této radličky. Tato skutečnost ji může předurčovat pro půdoochranné protierozní pracovní postupy, při nichž je žádoucí menší intenzita kypření a ponechání většiny rostlinných zbytků na povrchu půdy. Vzájemné rozdíly mezi měrným odporem ostatních radliček byly pod hranicí statistické průkaznosti.

V obdobných pokusech Kroulíka (2004) se ukázalo, že významnou roli může hrát tvar dláta; nevhodné řešení dláta s rovným břitem vykazovalo významný nárůst měrného odporu.

Šařec a Šařec (2015b) hodnotili energetickou náročnost a kvalitu práce sedmi vybraných radličkových kypřičů pro hlubší kypření (20 cm – 40 cm). Při testování na strništi mimo jiné prokázali mezi kypřiči rozdíly v měrném tahovém odporu, přičemž nejnižších hodnot bylo dosaženo u strojů s dlátovými pracovními orgány a nejvyšších hodnot u strojů s radličkovými pracovními orgány.

Podpěra a kol. (2007) hodnotili u radličkového kypřiče Horsch Terrano 6FX měrný tahový odpor v závislosti na zpracovávaném profilu půdy (velikost zpracovávaného profilu byla stanovena z průměrně dosažené hloubky zpracování a skutečné šířky záběru jednotlivých strojů); autoři zjistili pokles měrného tahového odporu s rostoucí velikostí zpracovávaného profilu.

Arvidsson a Hillerström (2010) publikovali výsledky své studie, v níž byl měřen měrný odpor a zastoupení hrud o velikosti nad 32 mm u různých pracovních nástrojů pro zpracování půdy na jílovité a hlinité půdě. Výsledky jejich měření jsou uvedeny v Tab. 2, 3. Byl zjištěn výrazně vyšší měrný odpor na jílovité půdě (68 – 143 kPa) proti hlinité půdě (34 – 87 kPa). Z hlediska vlivu pracovních nástrojů byly zjištěny poměrně výrazné rozdíly měrného odporu mezi různými dláty a radličkami. Hodnoty měrného odporu rostly se vzrůstající šířkou dlát, avšak rozdíly v měrném odporu mezi nimi byly statisticky nevýznamné. Pouze radličný pluh a šípová radlička vykazovaly průkazně nižší měrný odpor než ostatní nástroje.

Z hlediska vlivu hloubky na měrný odpor byly Arvidssonem a Hillerströmem (2010) zjištěny vyšší hodnoty měrného odporu pro dláto široké 80 mm s nastavenou hloubkou 200 mm (pracovní hloubka 132 mm) proti stejnému dlátu s nastavenou hloubkou 100 mm (pracovní 81 mm), tzn. vyšší měrný odpor při větším zahloubení pracovního nástroje.

Tab. 2 Měrný odpor a hrudovitost různých pracovních nástrojů kypřičů v různých hloubkách (Arvidsson a Hillerström, 2010)

Pracovní nástroje	Nastavená hloubka [mm]	Jílovitá půda			Hlinitá půda		
		Pracov. hloubka [mm]	Měrný odpor [kPa]	Hrudo- vitost >32mm [%]	Pracov. hloubka [mm]	Měrný odpor [kPa]	Hrudo- vitost >32mm [%]
radličný pluh	200	231	65 e	47 a	236	56 bc	23 a
80 mm dláto (pevná radlička)	200	132	111 bc	34 bc	130	87 a	7 bc
80 mm dláto (pevná radlička)	100	81	140 ab	24 cd	72	66 bc	12 b
80 mm dláto s křídélky	100	59	129 ab	40 ab	69	68 b	6 bc
80 mm opotřebované dláto	100	88	117 bc	41 ab	76	91 a	5 bc
210 mm široké dláto	100	93	143 a	33 bc	104	69 b	7 bc
šípová radlička (šířka 26 cm)	150	133	81 de	35 abc	138	52 c	2 c
šípová radlička (šířka 26 cm)	60	69	68 e	35 abc	78	34 d	6 bc
vibrační radlička	100	70	98 cd	16 d	75	66 bc	7 bc

Tab. 3 Měrný odpor a hrudovitost dlát různých šířek (Arvidsson a Hillerström, 2010)

Šířka dláta [mm]	Pracovní hloubka [mm]	Měrný odpor [kPa]	Hrudovitost >32mm [%]
50	81	121	19
65	82	138	29
80	89	129	29
120	95	150	25

3.5.2 Faktory působící při kypření na velikostní zastoupení půdních agregátů (hrudovitost)

Hůla a Mayer (1995) zjistili, že při kypření radličkovým kypřičem se projeví značné rozdíly v tvorbě hrud mezi stanovišti v závislosti na zpracovatelnosti půdy. Za příznivých půdních podmínek se netvořily hroudy s velikostí nad 100 mm, podíl hrud o velikosti 50 mm – 100 mm činil pouze 2,2% a podíl nejmenší frakce pod 10 mm dosáhl 82,8%. Naproti tomu na stanovišti s obtížně zpracovatelnou půdou zůstávaly po kypření velké hroudy (nad 100 mm 38,3%, 50 mm – 100 mm 6,3%, a pod 10 mm jen 38,5%); to je velmi nevýhodné pro další zpracování půdy.

Kroulík (1999) zjistil v pokusech s kypřením půdy několika typy radliček, že vyšší rychlost kypření sice způsobila zvýšení měrného odporu, ale toto zvýšení je částečně vykompenzováno vyšší intenzitou drobení půdy (nižší hrudovitostí). V návazných pokusech dospěl Kroulík (2004) z výsledků pokusů s pěti typy kypřících radliček při pracovních rychlostech 8, 10 a 12 km/h a pracovních hloubkách 4, 6, 8 a 12 cm k těmto závěrům: zvýšení pracovní rychlosti vedlo u čtyř z pěti typů radliček k intenzivnějšímu drobení a k tvorbě menších hrud (pouze u jednoho typu radliček se ukázalo nevhodné konstrukční řešení s použitím dláta s rovným břitem, neboť u této radličky se se zvyšováním pracovní rychlosti nesnižovala hrudovitost, jak tomu bylo u ostatních radliček); vyšší hrudovitost byla ve většině případů zjištěna u hlubšího profilu; hrudovitost byla ovlivněna konstrukčním řešením radliček, přičemž vyšší intenzita drobení byla zjištěna u radliček se strmějším úhlem β , který se projevil v intenzivnějším drobicím účinku. Rozdíly mezi ostatními radličkami představovaly pouze trend, neboť byly statisticky nevýznamné.

Podle Salajky (2014) je pro hodnocení kvality zpracování půdy z hlediska hrudovitosti důležité sledovat výskyt hrud o rozměrech nad 50 mm, které jsou pro vytvoření setřového lůžka nepřijatelné. Uvedený autor ve svých pokusech porovnával talířový podmítač Farnet Disker 3 s radličkovým podmítačem Farnet GX 300 N z hlediska tvorby hrud. Pracovní rychlost obou souprav byla 8 km/h, hloubka zpracování 80 mm. Získané výsledky ukazují, že podmítka radličkovým kypřičem snižuje množství hrud o velikosti nad 50 mm a připravuje pozemek k setí lépe než podmítka talířovými nástroji.

Arvidsson a Hillerström (2010) uvádějí, že v jejich výzkumu bylo na jílovité půdě zjištěno nejvíce agregátů větších než 32 mm pro radličný pluh (Tab. 2), následovalo 80 mm široké opotřebované dláto a dále široké dláto (210 mm). Nejnižší hodnoty byly zaznamenány pro vibrační radličku a 80 mm široké dláto pracující v mělké hloubce (nastavená hloubka 100

mm, pracovní 81 mm); jednalo se většinou jen o trendy, neboť většina rozdílů v obsahu hrud větších než 32 mm mezi pracovními nástroji nepřesáhla hranici statistické významnosti.

Z Tab. 2 (Arvidsson a Hillerström, 2010) dále vyplývá, že zastoupení hrud větších než 32 mm bylo v jejich pokusu ovlivněno hloubkou zpracování; u dláta o šířce 80 mm byl při práci v hloubce 81 mm (nastavená 100 mm) zjištěn nižší obsah těchto hrud ve srovnání s pracovní hloubkou 132 mm (nastavená 200 mm), hrudovitost tedy rostla s větší pracovní hloubkou. Větší výskyt agregátů nad 32 mm byl zaznamenán na jílovité půdě (od 16% do 47%) v porovnání s půdou hlinitou (od 2% do 23%).

Hůla a kol. (2008b) testovali využitelnost dlátového kypřiče Ecolo Tiger na stanovišti s těžkou, jílovitohlinitou půdou s nízkou vlhkostí v době zásahu s příznaky nežádoucího zhutnění v ornici a v podorniči. Při testu hodnotili i hrudovitost a zjistili, že podíl velkých hrud narůstal s hloubkou kypření.

4. METODIKA

Metody použité při měření a hodnocení vycházely z cíle diplomové práce. Byla zjišťována závislost tahové síly, měrného odporu a hrudovitosti zpracované půdy na šířce radličky a křídélek a na hloubce zpracování. Byly tak vyhodnoceny ukazatele energetické náročnosti a kvality práce testovaných pracovních nástrojů kypřičů.

4.1 POLNÍ MĚŘENÍ

Podklady pro tuto práci byly získány při polním měření v katastru obce Křinec. Měření proběhlo dne 6.7.2015 na pozemku nacházejícím se v teplém, mírně vlhkém klimatickém regionu (úhrn srážek 550 mm/rok, nadmořská výška 192 m), na rovinaté části pozemku se středně těžkou hlinitou půdou s půdním typem černozem karbonátová. Testovány byly prototypy pracovních nástrojů (dlát) s cílem stanovit měrný odpor a hrudovitost. Na zkušební pozemku zůstalo po sklizni ozimého ječmene strniště o průměrné výšce 0,1 m. Sláma byla rozdracena a rovnoměrně plošně rozmetána. Dráhy pro měření odporu radlic byly vytýčeny kolmo na směr setí, aby měly všechny porovnávané varianty srovnatelné podmínky.

4.1.1 Strojní souprava pro měření tahového odporu radlic

Měřicí rám pro jednu zkušební radlici byl zavěšen na třibodový závěs traktoru CASE III JX 1100U. Přední náprava byla dotížena závažími o celkové hmotnosti 270 kg (6x45 kg), na přední nápravě byly použity pneumatiky - 340/85 R24 TM 600 PIRELLI a na zadní nápravě 420/85 R34 TM 600 PIRELLI.

4.1.1.1 Použitá měřicí zařízení a pomůcky

Měření proběhlo v součinnosti s pracovníky Výzkumného ústavu zemědělské techniky s využitím těchto zařízení:

- tenzometrický snímač,
- měřicí počítač PC104 s vyhodnocovací jednotkou,
- vyhodnocovací software „ANALÝZA“
- trasírky, pásmo, sklonoměr, stopky, penetrometr, odběrová souprava pro odběr neporušených půdních vzorků a profilograf

4.1.1.2 Měřicí rám

Měření vodorovné složky tahové síly bylo provedeno pomocí měřicího rámu VÚZT Praha. Měřicí rám se skládá z vnějšího rámu, ve kterém je na šestikomponentním závěsu uchycen menší rám (Obr. 35). Závěs dovoluje pouze vodorovný pohyb rámu vůči sobě. Menší rám je opatřen závěsem pro upevnění měřené radličky. Mezi rámy se vkládá tahový dynamometr. Byl použit tenzometrický dynamometr (Obr. 36) se silovým rozsahem 0 – 125 kN. Zahloubení radličky se nastavuje pomocí opěrných kol (Obr. 37).

Reálná pracovní rychlost byla měřena pomocí diferenčního GPS, umístěného na střeše traktoru, a otáčkoměrů nainstalovaných na zadním hnacím kole traktoru. Průměrná pracovní rychlost byla pro všechny radličky stejná, a to 10,3 km/hod.

Obr. 35 Vnější a vnitřní rám; foto autor



Obr. 36 Uchycení dynamometru mezi vnějším a vnitřním rámem; foto autor



Obr. 37 Měřicí rám byl upevněn v třibodovém závěsu traktoru, opěrná kola slouží k nastavení zahloubení radličky; foto autor



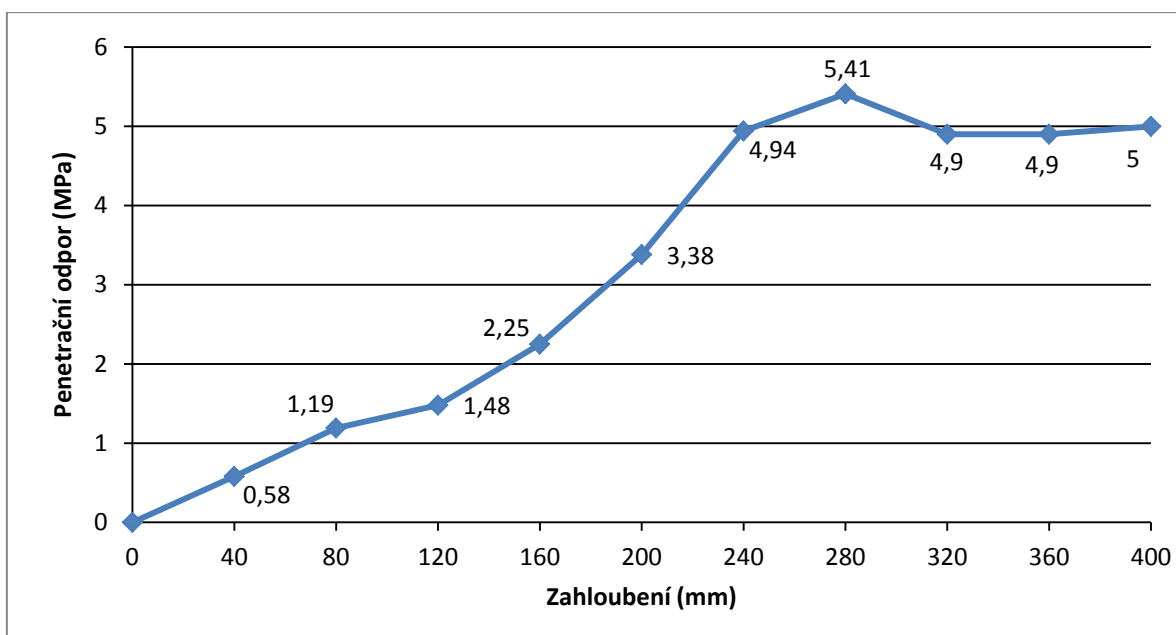
4.1.2 Předmět měření

Cílem měření bylo určit závislost tahové síly a měrného odporu na zahloubení u jednotlivých prototypů dlát a stanovit hrudovitost jako ukazatel kvality práce. Na přání výrobce nejsou dláta blíže označena. Měření se uskutečnila s dláty o šířce 20 mm, 40 mm a 75 mm, pro každé z nich při třech zahloubeních – 100 mm, 200 mm a 300 mm; u dláta o šířce 75 mm bylo navíc měření provedeno ještě s „křídly“ o šířkách 110 mm, 150 mm a 210 mm při jednotném zahloubení 100 mm. Pojezdová rychlost traktoru při měření byla požadována pro všechny varianty v rozmezí 10 – 12 km/h. Každé měření bylo provedeno ve třech opakováních.

Penetrační odpor byl měřen po úhlopříčce pokusné plochy, místa měření byla vybrána mimo koleje od mechanizačních prostředků. Průběh penetračního odporu v závislosti na zahloubení je graficky znázorněn na Obr. 38.

Pomocí drátového profilografu byly vyhodnoceny nerovnosti povrchu půdy ve směru kolmém na směr jízdy strojní soupravy. Byl použit profilograf konstrukce VÚZT Praha-Ruzyně o celkové šířce 1,3 m se svislými drátěnými hmatači, který se umísťoval přes celou šířku dráhy radlice na zpracovaný povrch půdy a po odstranění prokypřené půdy na dno zpracovaného profilu. Polohy hmatačů na profilografu byly vyfotografovány (Obr. 39).

Obr. 38 Závislost penetračního odporu na zhloubení



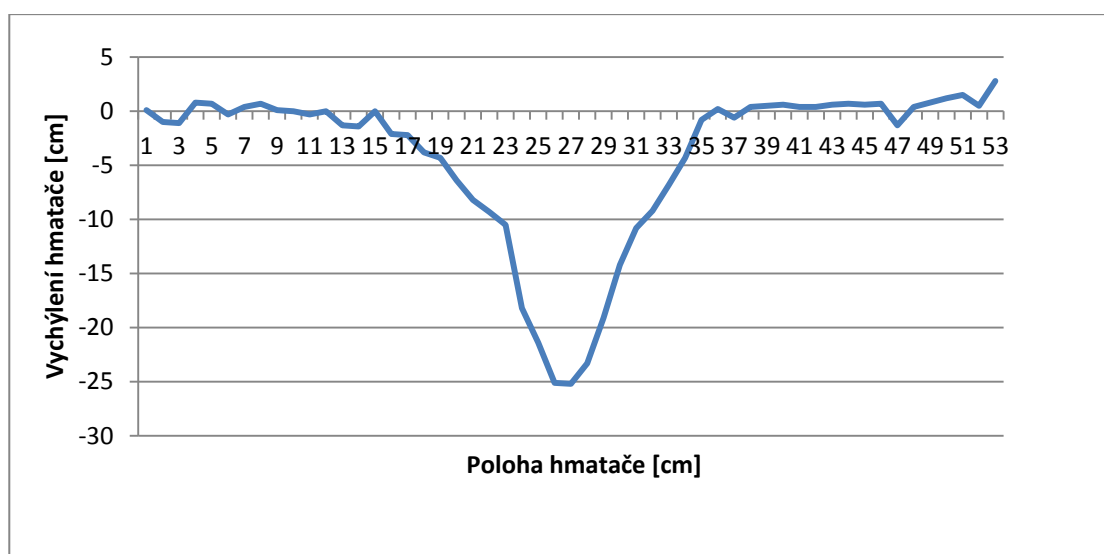
Obr. 39 Profilograf konstrukce VÚZT Praha-Ruzyně při polním měření; foto autor



4.2 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Fotografie byly vytištěny a pomocí pravítka z nich byly odečteny polohy jednotlivých hmatačů. Takto získané hodnoty byly v počítačovém programu MS Excel zaznamenány do tabulky a grafu (Obr. 40).

Obr. 40 Ukázka grafu získaného z hodnot odečtených na fotografii profilografu



Obsahy ploch nakypřených příčných profilů byly vypočítány metodou numerické integrace, konkrétně Simpsonovou metodou (Čermák a Hlavička, 2008); výpočet byl proveden s využitím programu Excel. Takto určené obsahy ploch nakypřených příčných profilů společně s naměřenou tahovou silou umožnily výpočet měrného odporu dlát podle vztahu:

$$k = \frac{F}{S}$$

kde F je vodorovná složka tahové síly (N), S je plocha příčného profilu zpracované půdy (m²).

Statistické vyhodnocení

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny metodou ANOVA a následným Tukeyho testem (Bedáňová a Večerek, 2007) v programu SAS, verze 9.1.3, na hladině významnosti P = 0,05, zpracovány do grafů a tabulek, které jsou součástí kapitoly Výsledky a diskuse. Spočtena byla hodnota minimální průkazné difference HSD (alespoň o tuto hodnotu se musí průměrné hodnoty variant v každém hodnoceném znaku lišit, aby byl jejich rozdíl statisticky významný).

Hodnocení kvality práce

Jako kritérium pro hodnocení kvality práce byl zvolen počet hrud v třídách 50 mm až 100 mm a větších než 100 mm. Vzhledem k omezeným časovým možnostem byla provedena desková zkouška hrudovitosti, jejíž výsledek je nutno považovat pouze za orientační. Z nakypřené plochy byl vždy vybrán reprezentativní vzorek hrud, který byl položen na desku s potiskem čtvercovou sítí o rozměru 5x5cm a vyfotografován (Obr. 41). Počet hrud s rozměry ve sledovaných třídách byl spočítán a zaznamenán.

Obr. 41 Vzorek hrud na desce s potiskem čtvercovou sítí o rozměru 5x5cm; foto autor



5. VÝSLEDKY A DISKUSE

Ze zpracovaných výsledků polních měření lze učinit závěry o vlivu šířky radličky (případně opatřené křídélky různých šířek) a hloubky zpracování na obsah plochy nakypřeného příčného profilu, tahovou sílu a měrný odpor. Za ukazatele kvality zpracování půdy byla zvolena hrudovitost zpracovaného povrchu půdy.

5.1 ZÁVISLOST SLEDOVANÝCH VELIČIN NA ŠÍŘCE RADLIČKY A HLOUBCE ZPRACOVÁNÍ

5.1.1 Plocha nakypřeného příčného profilu půdy

5.1.1.1 Závislost plochy nakypřeného příčného profilu na šířce radličky

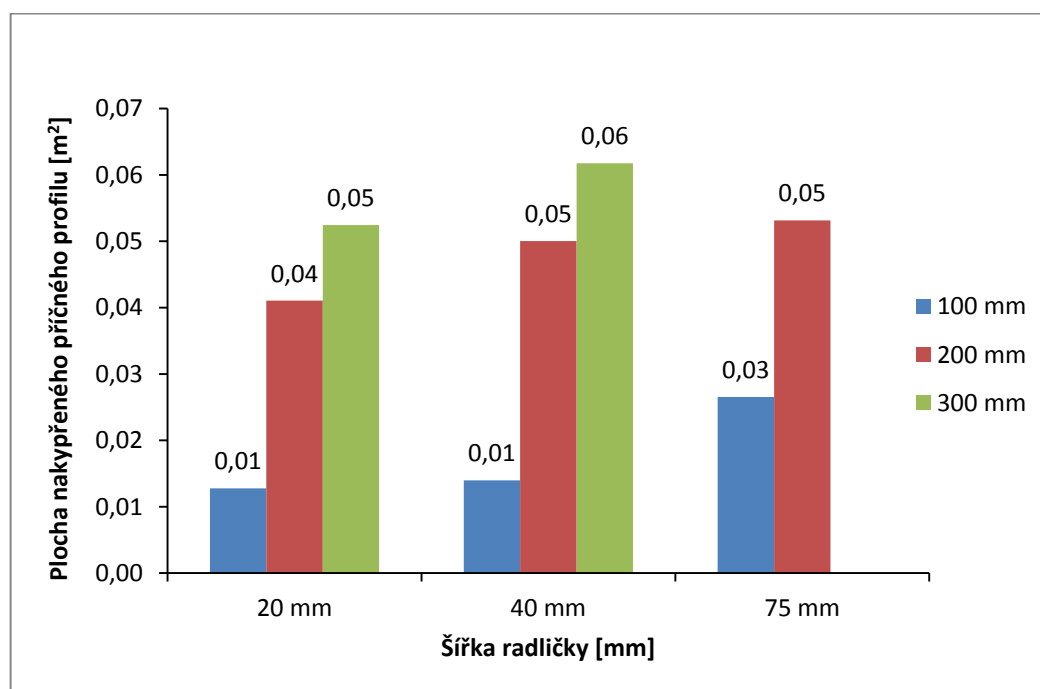
Obsah příčného nakypřeného profilu byl porovnáván u radliček tří různých šířek (20 mm, 40 mm, 75 mm) zahloubených do tří různých hloubek (100 mm, 200 mm a 300 mm). Vypočtené průměrné hodnoty tří opakování jsou znázorněny v grafu na Obr. 42. Pro hloubku 100 mm se od zbývajících dvou statisticky významně odlišila jeho hodnota zaznamenaná u radličky široké 75 mm (byla průkazně větší), rozdíl v hodnotách pro zbývajících dvě radličky nebyl statisticky významný (Tab. 4). Rozdíl v obsazích ploch příčného nakypřeného profilu radliček nastavených pro hloubku 200 mm byl pro šířky 40 mm a 75 mm statisticky nevýznamný, průměrný obsah příčného profilu zjištěný v této hloubce u radličky široké 20 mm se od nich statisticky významně odlišil (byl menší). V hloubce 300 mm nebylo vyhodnocení měření pro radličku širokou 75 mm pro poruchu zařízení provedeno; rozdíl v obsazích příčného řezu pro radličky široké 20 mm a 40 mm byl vyhodnocen jako statisticky průkazný (u širší radličky byla zjištěna větší hodnota plochy příčného profilu).

5.1.1.2 Závislost plochy nakypřeného příčného profilu na nastavené hloubce

Pro radličky široké 20 mm, 40 mm a 75 mm byla zjišťována závislost plochy nakypřeného příčného profilu na jejich zahloubení, konkrétně do hloubek 100 mm, 200 mm a 300 mm. Pro radličky široké 20 mm a 40 mm se jeho průměrné hodnoty pro všechny hloubky zpracování statisticky významně odlišily (Tab. 4), přičemž největší hodnota byla zaznamenaná pro hloubku 300 mm, nejmenší pro hloubku 100 mm (Obr. 42). U radličky široké 75 mm nebylo měření v hloubce 300 mm pro poruchu provedeno, rozdíl v obsahu příčného profilu v hloubkách 100 mm a 200 mm při šířce radličky 75 mm byl obdobně jako u zbývajících dvou šířek radliček statisticky významný, při větším zahloubení byl zjištěn větší obsah nakypřeného příčného profilu.

Statistické vyhodnocení vlivu šířky radličky i hloubky jejího zahloubení potvrdilo předpoklad, že ve stejné hloubce poroste plocha příčného řezu s rostoucí šířkou radličky a pro stejnou šířku radličky poroste plocha příčného řezu s jejím zvyšujícím se zahloubením.

Obr. 42 Závislost plochy nakypřeného příčného profilu na nastavené hloubce a šířce radličky



Tab. 4 Výsledky statistického hodnocení závislosti obsahu plochy nakypřeného příčného profilu na šířce radličky a na požadované hloubce (průměr tří opakování)

Nastavená hloubka zpracování								
100 mm			200 mm			300 mm		
šířka radličky	S* (m ²)	průk.	šířka radličky	S* (m ²)	průk.	šířka radličky	S* (m ²)	průk.
20 mm	0,0128	b C	20 mm	0,0411	b B	20 mm	0,0524	b A
40 mm	0,0140	b C	40 mm	0,0500	a B	40 mm	0,0618	a A
75 mm	0,0265	a B	75 mm	0,0531	a A	75 mm	PORUCHA	

*Obsah plochy nakypřeného příčného profilu

Malá písmena označují statistickou průkaznost rozdílů mezi hodnotami ve sloupcích (tj. pro různé šířky radličky v jednotné hloubce uvedené v záhlaví sloupce); HSD = 0,0075; 0,0058; 0,006

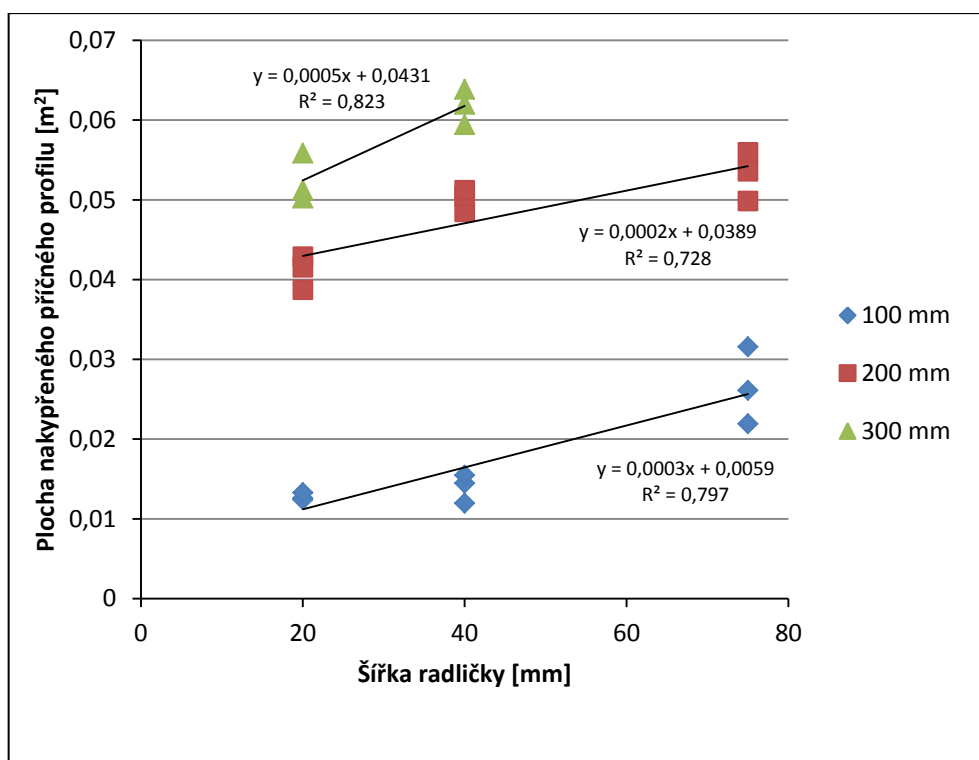
Velká písmena označují statistickou průkaznost rozdílů mezi hodnotami v řádcích (tj. pro různé hloubky zpracování při stejné šířce radličky uvedené v záhlaví řádku); HSD = 0,0054; 0,0046; 0,0092

Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné.

5.1.1.3 Plocha nakypřeného příčného profilu – regresní analýza

Byla zjišťována funkční závislost plochy nakypřeného příčného profilu na šířce radličky při různých zahloubeních. Pro lineární regresi (Obr. 43) byla ve všech případech zjištěna spolehlivost větší než 72%. Větší hodnoty spolehlivosti bylo dosaženo pro kvadratickou regresi, ovšem zjištěné závislosti jsou v tomto případě pro různé hloubky rozporuplné (konvexní či konkávní funkce): pro hloubku 100 mm $y = 5 \cdot 10^{-6}x^2 - 0,0003x + 0,0159$, $R^2 = 0,867$, pro hloubku 200 mm $y = -7 \cdot 10^{-6}x^2 - 0,0008x + 0,0268$, $R^2 = 0,882$, pro hloubku 300 mm $y = 0,0005x + 0,0431$, $R^2 = 0,823$ (R^2 označuje koeficient determinace neboli spolehlivosti).

Obr. 43 Závislost plochy nakypřeného příčného profilu na šířce radličky – lineární regrese pro hloubky 100 mm, 200 mm, 300 mm



5.1.2 Tahová síla

5.1.2.1 Závislost tahové síly na šířce radličky

Hodnoty tahové síly byly měřeny pro radličky tří různých šířek (20 mm, 40 mm, 75 mm) zahloubených do tří různých hloubek (100 mm, 200 mm a 300 mm); Obr. 44. Její průměrná hodnota pro radličku širokou 75 mm byla statisticky významně vyšší ve srovnání s hodnotami zbývajících dvou radliček (Tab. 4). Rozdíl v hodnotách průměrné tahové síly zjištěný v hloubce 100 mm u radliček širokých 20 mm a 40 mm se projevil jako statisticky nevýznamný, ovšem jeho hodnoty odpovídají trendu, že s rostoucí šířkou radličky se zvyšuje tahová síla. V hloubce 200 mm nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v hodnotách tahové síly mezi žádnou dvojicí radliček různých šířek, největší hodnota byla zaznamenána pro šířku

radličky 40 mm a nejmenší pro šířku radličky 75 mm. Tato skutečnost neodpovídá poznatkům pro hloubku 100 mm. V hloubce 300 mm se ukázaly jako statisticky významné rozdíly pro šířky radliček 40 mm a 75 mm (u širší z nich byla naměřena větší tahová síla), radlička široká 20 mm se hodnotou tahové síly od žádné z nich statisticky významně neodlišila.

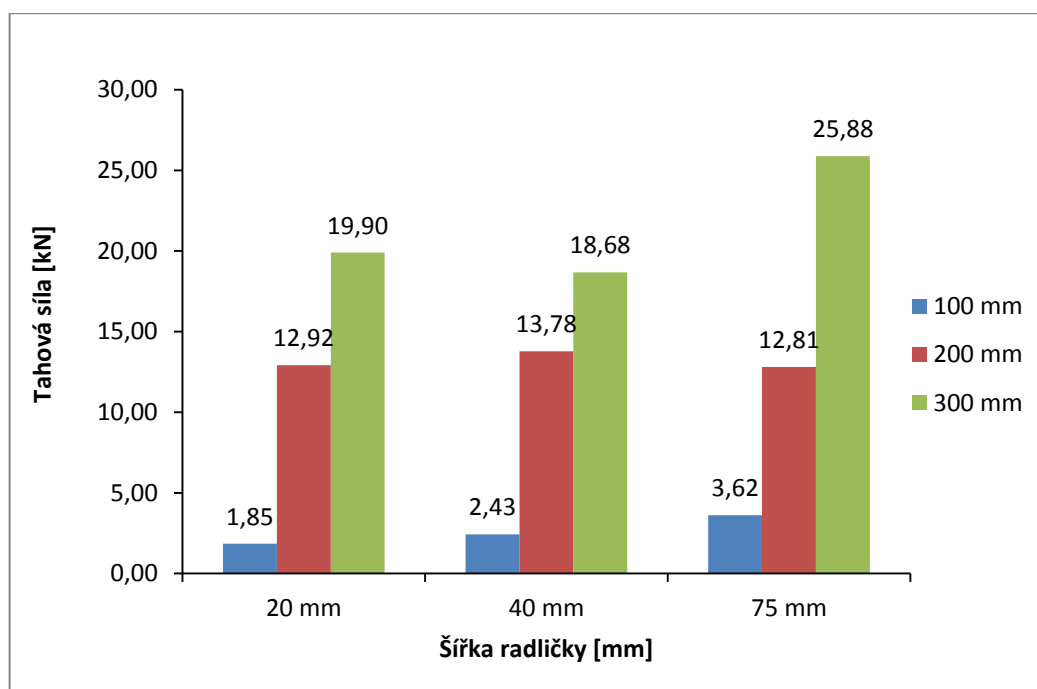
Z uvedených zjištění nelze odvodit jednoznačný závěr o vlivu šířky radličky na výši tahové síly. Hodnota tahové síly je zřejmě více ovlivněna nějakým jiným činitelem.

5.1.2.2 Závislost tahové síly na hloubce

Statisticky hodnoceny byly rozdíly mezi zjištěnými hodnotami tahové síly pro radličky široké 20 mm, 40 mm a 75 mm, a sice u každé z nich ve třech různých hloubkách (100 mm, 200 mm, 300 mm). Pro všechny tři šířky radliček byla zaznamenána největší hodnota tahové síly u hloubky 300 mm, nejmenší hodnota tahové síly u hloubky 100 mm. Všechny rozdíly mezi hodnotami přitom byly statisticky významné.

Lze tedy učinit závěr, že při konstantní šířce radličky se s rostoucí hloubkou zpracování zvyšuje tahová síla.

Obr. 44 Závislost tahové síly na nastavené hloubce a šířce radličky



Tab. 5 Statistické hodnocení závislosti tahové síly na šířce radličky a na nastavené hloubce

Nastavená hloubka zpracování								
100 mm			200 mm			300 mm		
šířka radličky	tahová síla (kN)	průk.	šířka radličky	tahová síla (kN)	průk.	šířka radličky	tahová síla (kN)	průk.
20 mm	1,85	b C	20 mm	12,92	a B	20 mm	19,90	a A
40 mm	2,43	b C	40 mm	13,78	a B	40 mm	18,68	ba A
75 mm	3,62	a C	75 mm	12,81	a B	75 mm	25,88	a A

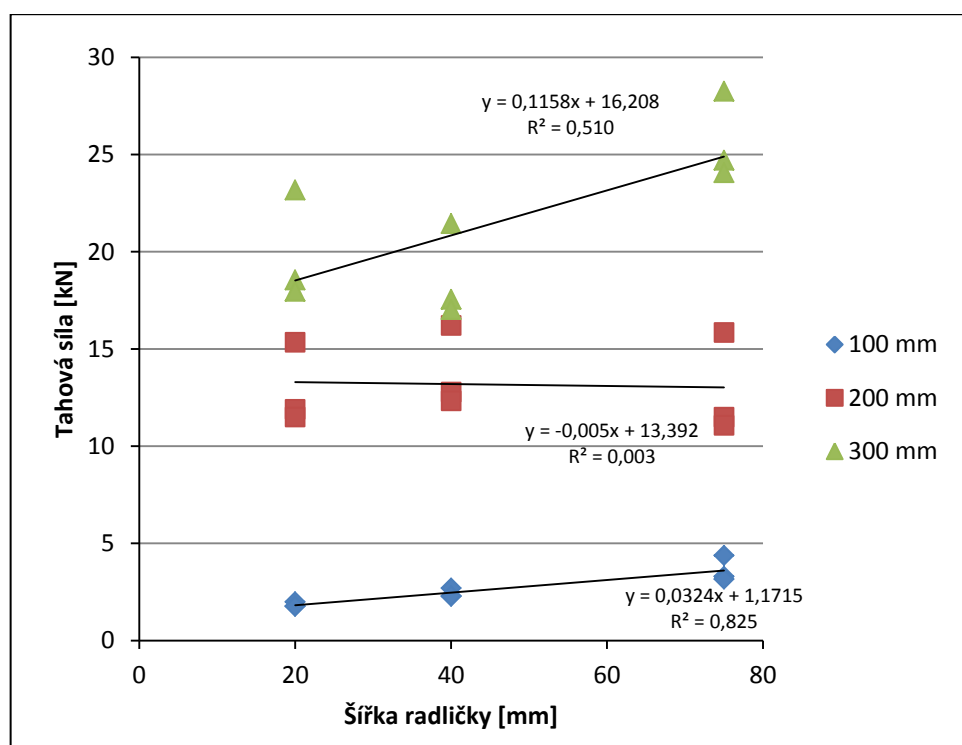
Malá písmena označují statistickou průkaznost rozdílů mezi hodnotami ve sloupcích (tj. pro různé šířky radličky v jednotné hloubce uvedené v záhlaví sloupce); HSD = 1,03; 5,78; 6,32
 Velká písmena označují statistickou průkaznost rozdílů mezi hodnotami v řádcích (tj. pro různé hloubky zpracování při stejné šířce radličky uvedené v záhlaví řádku); HSD = 5,14; 4,66; 5,12

Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné.

5.1.2.3 Tahová síla – regresní analýza

Při vyhodnocování tahové síly pro radličky šířek 20 mm, 40 mm a 75 mm v hloubkách 100 mm, 200 mm a 300 mm byla zjištěna spolehlivost lineární regrese ve velice širokém rozmezí 3,4% až 82,5% (Obr. 45).

Obr. 45 Závislost tahové síly na šířce radličky – lineární regrese pro hloubky 100 mm, 200 mm, 300 mm



Kvadratickou regresí byly pro tahovou sílu zjištěny následující výsledky: pro 100 mm $y=9.10^{-5}x^2+0,0236x+1,337$, $R^2=0,826$, pro 200 mm $y=-0,0013x^2+0,1204x+11,026$, $R^2=0,051$, pro 300 mm $y=0,0048x^2-0,3463x+24,925$, $R^2=0,687$ (R^2 označuje koeficient determinace neboli spolehlivosti).

5.1.3 Měrný odpor

Námi zjištěné hodnoty měrného odporu (Obr. 46) se u jednotlivých variant experimentu pohybovaly v rozmezí od 142,1 do 378,3 kPa a jsou řádově na úrovni, kterou z obdobných výzkumů uvádějí jiní autoři, např. Hůla a Mayer (1995), Kroulík (2004), Arvidsson a Hillerström (2010). Při detailnějším pohledu se však naše hodnoty jeví vyšší. Může to souviset s obecnou zpracovatelností půdy danou zejména její zrnitostí, neboť Hůla a Mayer (1995) zaznamenali na stanovišti s obtížně zpracovatelnou půdou o 114,6% vyšší hodnoty měrného odporu než na stanovišti s lehčí půdou. Dále může úroveň hodnot měrného odporu v našich výsledcích souviset i s momentálním stavem půdy, např. s její vlhkostí a strukturním stavem. Na našem pokusném pozemku se středně těžkou půdou byla půda značně vyschlá v důsledku dlouhotrvajícího sucha, což příliš neovlivnila ani dešťová přeháňka v předvečer našich měření. V pokusu Hůly a Mayera (1995) vysoký měrný odpor zjištěný po období dlouhotrvajícího sucha se výrazně snížil po zvýšení vlhkosti půdy v důsledku srážek, přičemž na stanovišti s obtížně zpracovatelnou půdou k poklesu došlo až po vydatnějších deštích. V souvislosti se strukturním stavem půdy mohl být měrný odpor ovlivněn případným zhutněním ornice pod koly těžké mechanizace, které podle Hůly a Mayera (1995) může měrný odpor výrazně zvyšovat. Rovněž Kroulík (2004) udává, že měrný odpor výrazně reaguje na momentální stav zpracované půdy a domnívá se, že zejména vytvoření vyschlé povrchové vrstvy způsobilo v jeho experimentu navýšení měrného odporu v menších hloubkách.

5.1.3.1 Závislost měrného odporu na šířce radličky

Závislost měrného odporu radličky byla hodnocena pro radličky široké 20 mm, 40 mm a 75 mm ve třech různých hloubkách: 100 mm, 200 mm a 300 mm. Mezi radličkami uvedených šířek zahloubených 100 mm nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, totéž platí pro hloubku 200 mm. U radličky široké 75 mm v hloubce 300 mm došlo k poruše, proto nemohla být do statistického hodnocení zahrnuta. V této hloubce byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami měrného odporu pro radličky 20 mm a 40 mm široké – u širší radličky byl měrný odpor významně menší (Tab. 6).

Z našich výsledků tak lze dojít k závěru, že na hodnoty měrného odporu nemá šířka použité radličky statisticky významný vliv. V literatuře jsem nenalezl plně srovnatelné výsledky ohledně šířky radliček s naším experimentem; přesto je možné orientační porovnání se studií Arvidssona a Hillerströma (2010), kteří zjistili poměrně výrazné rozdíly v měrném odporu mezi různými dláty a radličkami, a to s trendem růstu měrného odporu se vzrůstající šířkou pracovních nástrojů; protože však uvedené rozdíly v měrném odporu nástrojů byly statisticky nevýznamné, není náš výsledek s uvedenou studií v rozporu. Dále je možné konstatovat, že náš výsledek je v souladu i s poznatky Hůly a Mayera (1995), v jejichž pokusech s pěti různými konstrukčními řešeními radliček pouze u jedné z nich (s menším

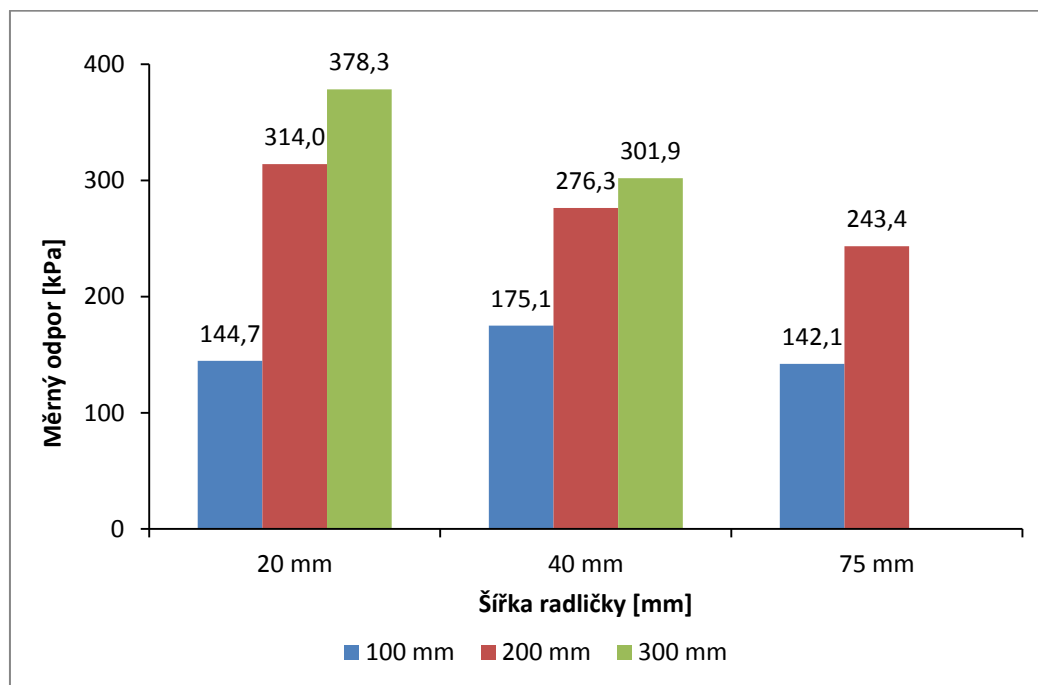
úhlem drobení β) byl zjištěn statisticky významně menší odpor kypření než u ostatních čtyř radliček a vzájemné rozdíly mezi měrným odporem zbylých čtyř radliček byly pod hranicí statistické významnosti.

5.1.3.2 Závislost měrného odporu radličky na nastavené hloubce

Závislost měrného odporu radličky byla hodnocena pro hloubky 100 mm, 200 mm a 300 mm, vždy pro radličky široké 20 mm, 40 mm a 75 mm. U radličky šířky 20 mm v hloubce 100 mm byla zjištěná hodnota měrného odporu významně menší než ve zbývajících dvou hloubkách, mezi kterými sice nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, ale u kterých zjištěné hodnoty měrného odporu vykazovaly obdobný trend (tj. větší hloubce odpovídá větší měrný odpor). Stejná situace (pokud jde o statisticky významné rozdíly, případně trendy) nastala pro radličku širokou 40 mm. U radličky široké 75 mm nebyla hodnota měrného odporu v hloubce 300 mm pro poruchu stanovena, hodnoty měrného odporu pro hloubky 100 mm a 200 mm se statisticky neodlišovaly (Tab. 6), ale znovu potvrdily stejný trend jako u předchozích dvou šířek radliček.

Z uvedeného lze vyvodit, že pro všechny šířky radliček se projevil trend růstu měrného odporu s rostoucím zahloubením radličky (Obr. 46). Podle výsledků statistického zhodnocení (Tab. 6) je dle dosažených výsledků tento závěr zejména pravděpodobný při zvýšení hloubky kypření ze 100 mm na 200 mm u radliček širokých do 40 mm. Menší pravděpodobnost růstu měrného odporu s vyšší hloubkou kypření signalizují naše výsledky u

Obr. 46 Měrný odpor při různé šířce radličky a nastavené hloubce zpracování



radličky široké 75 mm a také u užších radliček s šířkou do 40 mm v případě nárůstu hloubky kypření z 200mm na 300 mm, kde nebyl výsledek průkazný a jednalo se pouze o trend. Náš poznatek o vlivu hloubky kypření na měrný odpor koresponduje s poznatky Arvidssona a

Hillerströma (2010), kteří zaznamenali výrazný trend vyššího měrného odporu při větším zahloubení pracovního nástroje. Naproti tomu naše výsledky jen částečně potvrdily závěry Kroulíka (2004), v jehož pokusech se předpoklad nárůstu měrného odporu při zvýšení hloubky kypření (v jeho případě z 8 cm na 12 cm) potvrdil pouze u jedné ze dvou radliček, a to na jednom ze dvou pozemků.

Tab. 6 Výsledky statistického hodnocení závislosti měrného odporu radličky na její šířce a na požadované hloubce (průměr tří opakování)

Nastavená hloubka zpracování								
100 mm			200 mm			300 mm		
šířka radličky	měrný odpor (kPa)	průk.	šířka radličky	měrný odpor (kPa)	průk.	šířka radličky	měrný odpor (kPa)	průk.
20 mm	144,67	a B	20 mm	314,03	a A	20 mm	378,34	a A
40 mm	175,06	a B	40 mm	276,30	a A	40 mm	301,94	b A
75 mm	142,13	a A	75 mm	243,41	a A	75 mm	PORUCHA	

Malá písmena označují statistickou průkaznost rozdílů mezi hodnotami ve sloupcích (tj. pro různé šířky radličky v jednotné hloubce uvedené v záhlaví sloupce); HSD = 83,74; 133,20; 72,79

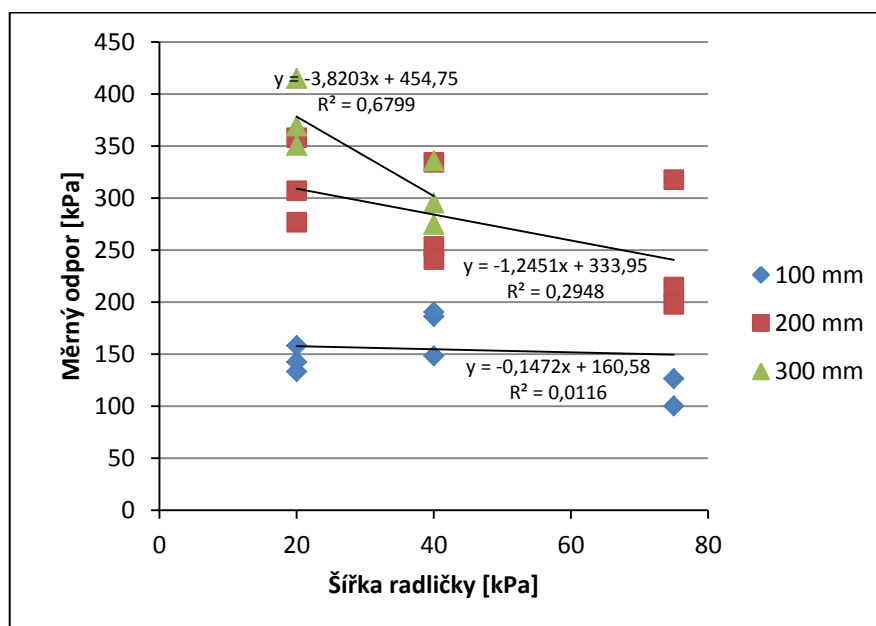
Velká písmena označují statistickou průkaznost rozdílů mezi hodnotami v řádcích (tj. pro různé hloubky zpracování při stejné šířce radličky uvedené v záhlaví řádku); HSD = 78,40; 92,35; 132,95

Rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem jsou statisticky nevýznamné.

5.1.3.3 Měrný odpor – regresní analýza

Pro radličky různých šířek v rozdílných hloubkách se pro měrný odpor se spolehlivost lineární regrese pohybovala v širokém rozmezí od 1,16% do 67,99% (Obr. 47). Kvadratickou regresí bylo dosaženo výsledků: pro hloubku 100 mm $y = -0,0447x^2 + 4,2028x + 78,509$, $R^2 = 0,231$, pro hloubku 200 mm $y = 0,0172x^2 - 2,92x + 365,55$, $R^2 = 0,3064$, pro hloubku 300 mm $y = -3,8203x + 454,75$, $R^2 = 0,6799$ (R^2 označuje koeficient determinace neboli spolehlivosti).

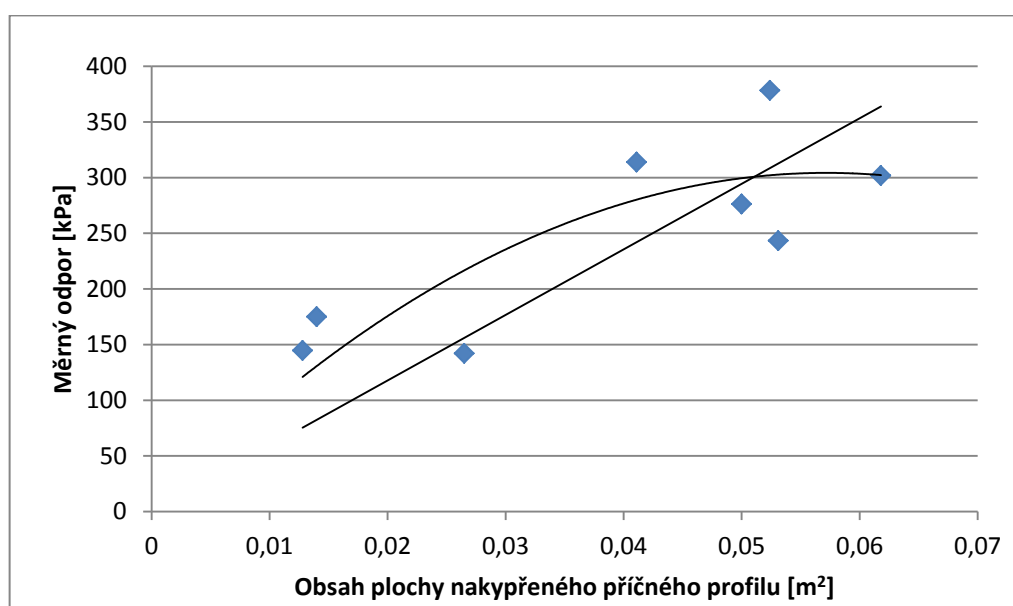
Obr. 47 Závislost měrného odporu na šířce radličky – lineární regrese pro hloubky 100 mm, 200 mm, 300 mm



5.1.3.4 Závislost měrného odporu na obsahu plochy nakypřeného příčného profilu

Sledována byla souvislost měrného odporu a plochy nakypřeného příčného profilu (Obr. 48). Regresní analýzou bylo pro lineární i kvadratickou funkci dosaženo pouze nízkých spolehlivostí ($y=5889,7x$, $R^2=37,8\%$, resp. $y=-93058x^2+10642x$, $R^2=63,5\%$). Korelační analýzou stanovený korelační koeficient dosáhl hodnoty $k = 0,808$.

Obr. 48 Vztah měrného odporu a obsahu plochy nakypřeného příčného profilu; průměr radliček tří šířek při třech různých hloubkách zpracování



5.2 ZÁVISLOST SLEDOVANÝCH VELIČIN NA ŠÍŘCE KŘIDÉLEK

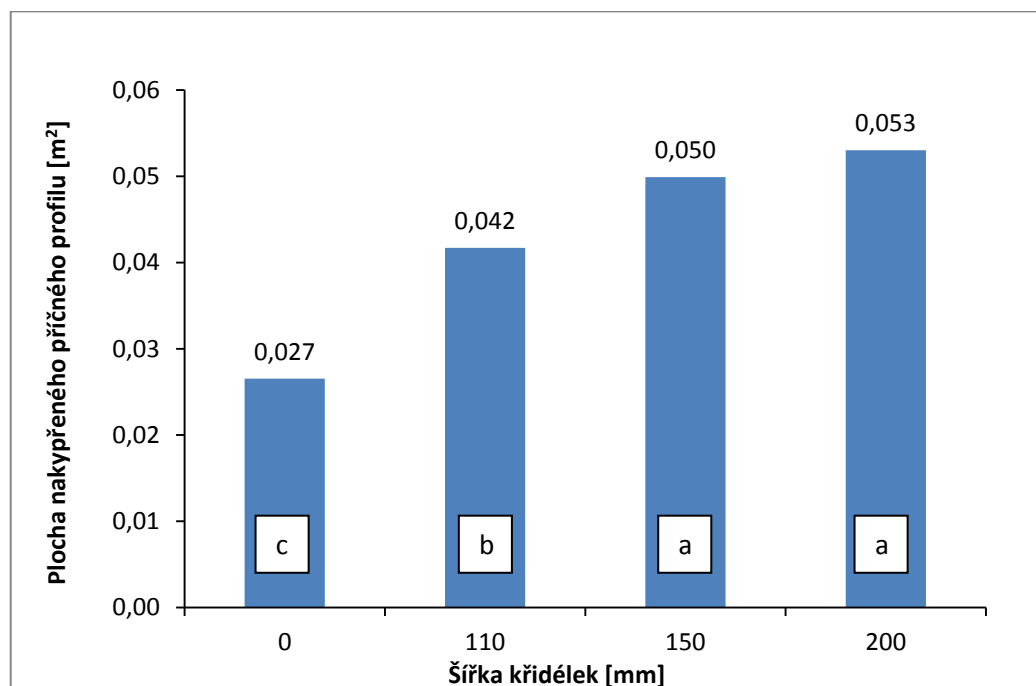
Tahová síla, obsah plochy nakypřeného příčného profilu a měrný odpor byly stanoveny pro radličku šířky 75 mm v hloubce 100 mm. Měření a hodnocení bylo provedeno pro radličku bez křidélek a dále pro radličku opatřenou křidélky širokými 110 mm, 150 mm a 200 mm. Všechna měření byla provedena ve třech opakováních.

5.2.1 Plocha nakypřeného příčného profilu

Rozdíly zjištěné mezi hodnotami plochy příčného profilu zjištěné pro radličky opatřené křidélky o šířkách 150 mm a 200 mm byly statisticky nevýznamné (Obr. 49). Statisticky významně se však odlišily od hodnoty pro radličku bez křidélek i radličku s křidélky o šířce 110 mm. Rovněž rozdíly v obsahu příčného profilu zjištěné u radličky bez křidélek a u radličky s křidélky širokými 110 mm byl statisticky významný.

Z uvedeného lze učinit závěr, že obsah plochy nakypřeného příčného profilu roste s rostoucí šířkou křidélek; rozdíl pro šířky křidélek 150 mm a 200 mm nebyl sice statisticky významný, ovšem odpovídal uvedenému trendu.

Obr. 49 Závislost plochy nakypřeného příčného profilu na šířce křidélek; průměr tří opakování; rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem nejsou statisticky významné; HSD = 0,0077

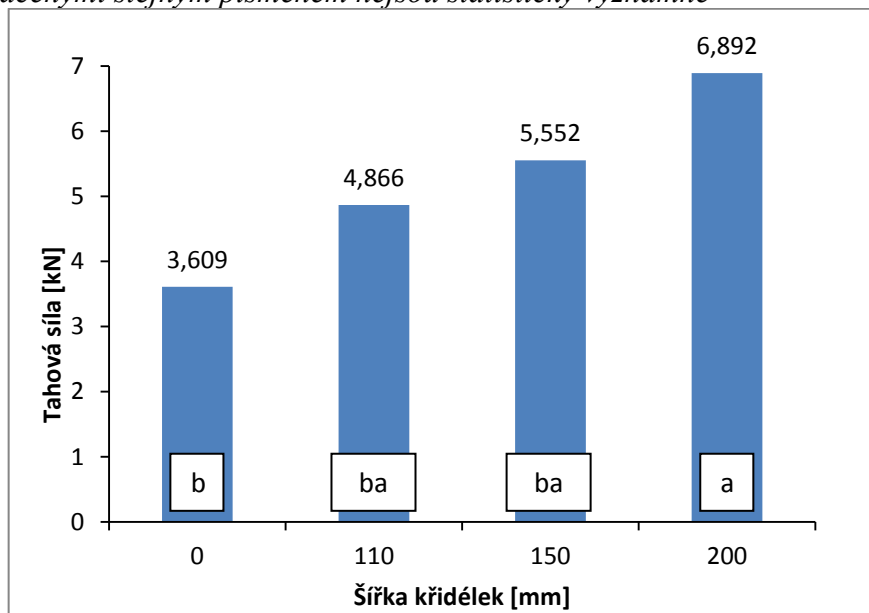


5.2.2 Tahová síla

Statisticky hodnoceny byly rozdíly tahové síly zjištěné pro radličku širokou 75 mm v hloubce 100 mm ve variantách bez křidélek a s křidélky tří různých šířek (110 mm, 150 mm, 200 mm). Statisticky významně se od sebe odlišily pouze rozdíly u radličky bez křidélek a radličky s křidélky širokými 200 mm (Obr. 50). Zbývající dvě varianty se statisticky významně neodlišily ani mezi sebou vzájemně, ani s radličkou bez křidélek a ani s radličkou

s křídélky širokými 200 mm. Z grafu (Obr. 50) je ovšem zřejmé, že použití křidélek ve všech případech vedlo ke zvýšení tahové síly, přitom se zvětšující se šířkou křidélek se zvětšovala i hodnota tahové síly.

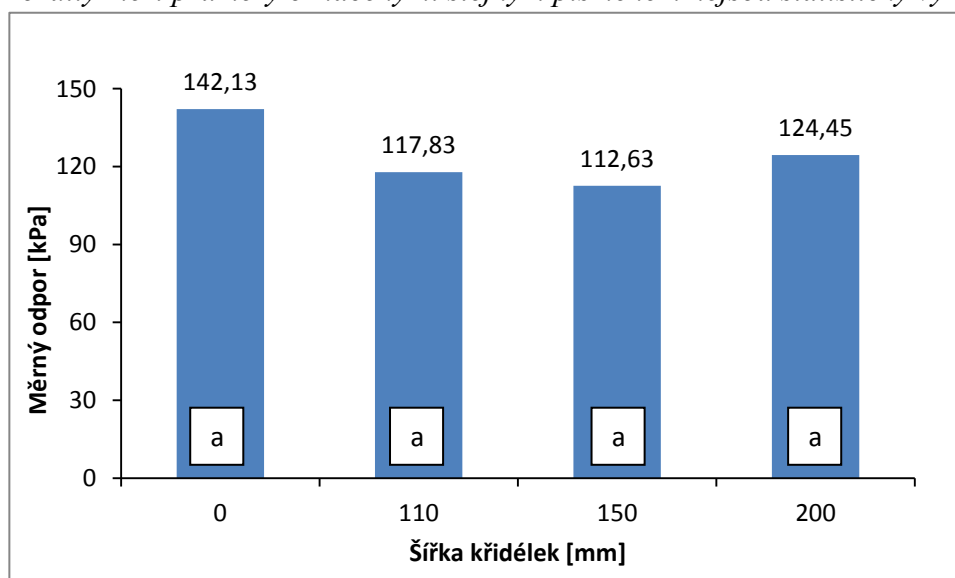
Obr. 50 Závislost tahové síly na šířce křidélek; $HSD = 2,22$; rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem nejsou statisticky významné



5.2.3 Měrný odpor

Statistické vyhodnocení výsledků ukázalo, že rozdíly mezi žádnými dvěma zjištěnými hodnotami měrného odporu radličky široké 75 mm v hloubce 100 mm v provedení bez křidélek, s křídélky širokými 110 mm, 150 mm a 200 mm, nejsou statisticky významné, přitom z grafu (Obr. 51) není zřejmý ani žádný trend.

Obr. 51 Závislost měrného odporu na šířce křidélek; $HSD = 85,94$; průměr tří opakování; rozdíly mezi průměry označenými stejným písmenem nejsou statisticky významné



5.3 HODNOCENÍ KVALITY PRÁCE

Ukazatelem kvality práce kypřiče je zejména hrudovitost, tedy zastoupení jednotlivých velikostních složek půdy po jejím zpracování. Při našem polním měření byla orientačně stanovena zastoupení hrud dvou velikostních frakcí (50 – 100 mm, nad 100 mm) pro tři různé šířky radliček (20 mm, 40 mm, 75 mm) ve třech různých hloubkách zpracování (100 mm,

Tab. 7 Zastoupení hrud dvou velikostních frakcí ve zpracovaném příčném profilu

Šířka dláta [mm]	Hloubka [mm]	Šířka křídla [mm]	Hroudy 50 - 100 mm [ks]	Hroudy nad 100 mm [ks]
20	100	-	7	0
20	200	-	4	2
20	300	-	6	2
40	100	-	5	2
40	200	-	0	4
40	300	-	6	4
75	100	-	7	2
75	200	-	2	4
75	300	-	Porucha	Porucha
75	100	110	5	3
75	100	150	6	4
75	100	210	8	2

200 mm, 300 mm); v hloubce 100 mm byly uvedené hodnoty zjištěny rovněž pro radličku šířky 75 mm opatřenou křídélky v šířkách 110 mm, 150 mm a 210 mm. Zjištěné hodnoty udává Tab. 7.

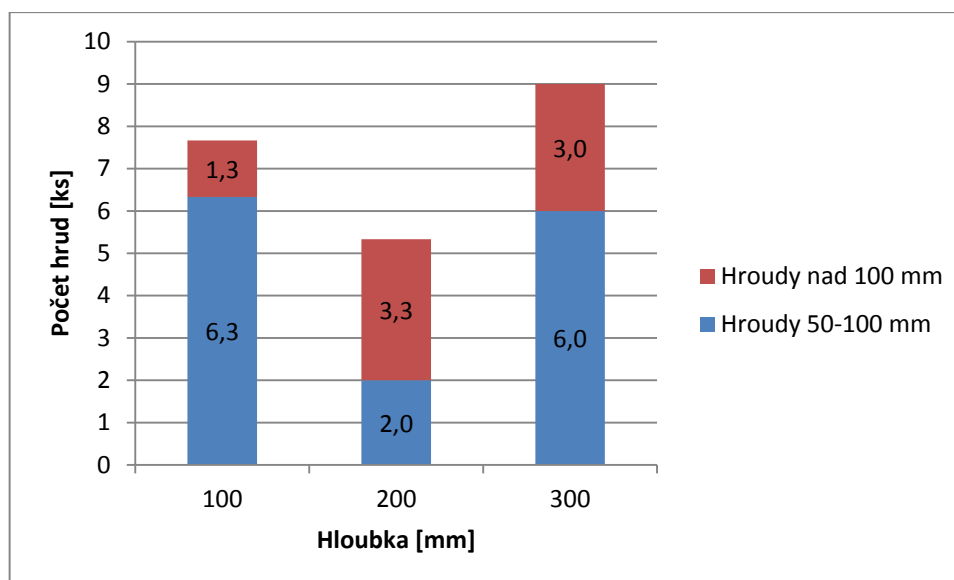
5.3.1 Závislost hrudovitosti zpracované půdy na hloubce zpracování

Nejmenší celkový počet hrud větších než 50 mm byl (v průměru všech tří radliček) zaznamenán po zpracování do hloubky 200 mm, největší po zpracování do hloubky 300 mm (Obr. 52). Výrazně nejmenší počet velkých hrud (nad 100 mm) byl přitom zjištěn pro kypření do hloubky 100 mm, pro hloubky 200 mm a 300 mm bylo velkých hrud téměř stejně.

Z hlediska zastoupení velikostní kategorie hrud nad 100 mm v nakypřeném profilu půdy, které jsou podle Hůly a Mayera (1995) nejméně žádoucí pro další zpracování půdy, bylo tudíž v našem pokusu dosaženo nejlepšího výsledku při mělkém kypření do hloubky 100 mm v porovnání s hloubkami 200 mm a 300 mm. Naše výsledky tak dobře korespondují s poznatky Kroulíka (2004), který zjistil ve většině případů vyšší hrudovitost při zpracování hlubšího profilu; pracoval ovšem s celkově menšími hloubkami kypření. Těžko srovnatelný je náš výsledek týkající se zastoupení hrud o velikosti nad 100 mm s poznatky Arvidssona a Hillerströma (2010), kteří sice rovněž zjistili růst hrudovitosti s větší pracovní hloubkou, ale narozdíl od nás hodnotili zastoupení hrud velikostní frakce nad 32 mm. Rovněž Hůla a kol. (2008b) zjistili zvyšující se podíl velkých hrud s narůstající hloubkou kypření.

Překvapivý je v našich výsledcích nejmenší výskyt hrud o velikosti 50-100 mm, které Salajka (2014) považuje též za nežádoucí pro vytvoření setřového lůžka, při zpracování na střední úroveň hloubky 200 mm.

Obr. 52 Zastoupení hrud dvou velikostních frakcí při kypření do různých hloubek; průměr hodnot zjištěných pro radličky tří šířek

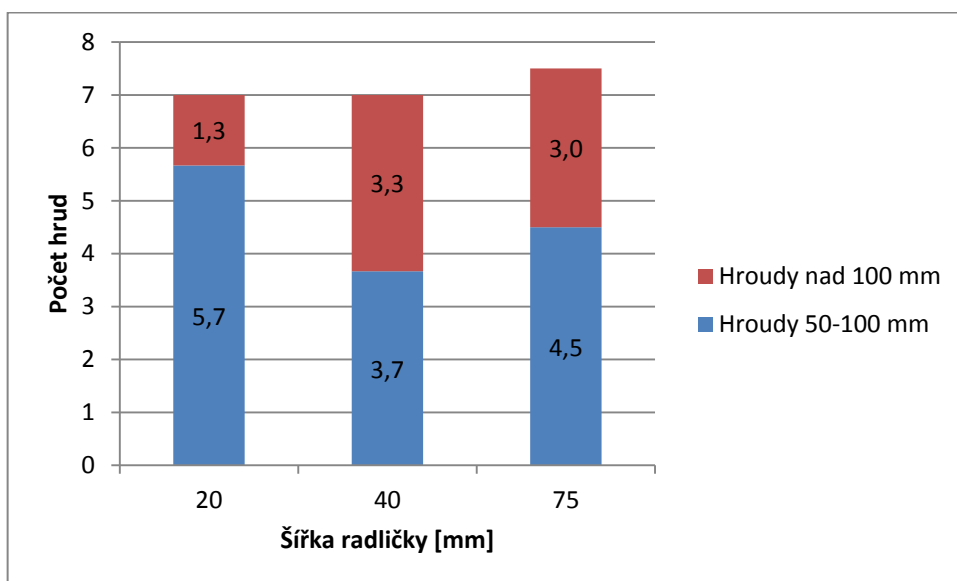


5.3.2 Vztah hrudovitosti zpracované půdy k šířce radličky

Celkový průměrný počet hrud větších než 50 mm se pro radličky tří různých šířek téměř nelišil. Z Obr. 53 je však zřejmé, že nejméně velkých hrud (nad 100 mm) jsme zaznamenali pro radličku širokou 20 mm, rozdíly v počtu hrud sledovaných frakcí mezi radličkami šířek 40 mm a 75 mm nebyly tak výrazné.

Naše orientační hodnocení výskytu velkých hrud v nakypřeném profilu půdy tak celkově ukazuje, že vliv šířky radličky na hrudovitost není jednoznačný; ovšem zjištěný příznivější drobní účinek radličky s nejmenší šířkou radličky 20 mm, u níž byl zjištěn nižší podíl hrud o velikosti nad 100 mm proti radličkám s šířkami 40 mm a 75 mm potvrzuje možnost ovlivnění hrudovitosti půdy konstrukčním řešením radličky, jak uvádí Kroulík (2004). K podobnému závěru dospěli též Arvidsson a Hillerström (2010), kteří rovněž zaznamenali rozdíly v hrudovitosti (sledovali výskyt agregátů větších než 32 mm) mezi různými typy pracovních nástrojů, které byly statisticky nevýznamné.

Obr. 53 Zastoupení hrud dvou velikostních frakcí pro radličky tří různých šířek; průměr hodnot ze tří hloubek zpracování (100 mm, 200 mm, 300 mm)



6. ZÁVĚR

Předložená práce sestává z literární a experimentální části. V literární části jsou nejprve charakterizovány hlavní technologie zpracování půdy. Dále je uveden přehled současného stavu v oblasti konstrukčního řešení a užití kypřičů pro zpracování půdy do různé hloubky, a to se zvláštním zřetelem ke kypřičům pro středně hluboké a hluboké kypření. Z citovaných pramenů je zřejmé, že kypřiče lze s výhodou používat jak v konvenčních technologiích s orbou, tak v postupech úsporného zpracování půdy. Poslední část rešerše je věnována otázkám kvality práce a energetické náročnosti pracovních nástrojů radličkových kypřičů.

V experimentální části práce jsou zhodnoceny výsledky měření tahové síly a kvality práce tří prototypů dlát, jejichž testování se autor zúčastnil v součinnosti s pracovníky VÚZT při polních měřeních v katastru obce Křinec. V uvedeném experimentu byla zkoumána závislost tahové síly a z ní vypočteného měrného odporu na zahloubení (100 mm, 200 mm, 300 mm) jednotlivých prototypů dlát o šířkách 20 mm, 40 mm a 75 mm; u dláta o šířce 75 mm bylo navíc měření provedeno ještě s křídélky o šířkách 110 mm, 150 mm a 210 mm při jednotném zahloubení 100 mm. Jako ukazatel kvality práce byl zvolen počet hrud v třídách 50-100 mm a větších než 100 mm na zpracovaném povrchu půdy; hrudovitost však byla stanovena pouze orientační deskovou zkouškou.

Výsledky experimentu vedou k těmto hlavním poznatkům:

- Šířka použité radličky neměla statisticky významný vliv na hodnoty měrného odporu.
- Pro všechny šířky radliček se projevil trend růstu měrného odporu s rostoucím zahloubením radličky (v některých případech byl nárůst měrného odporu statisticky významný).
- Měrný odpor významně koreloval s obsahem plochy nakypřeného příčného profilu půdy (korelační koeficient 0,808).
- Při použití křidélek a s jejich rostoucí šířkou rostla hodnota tahové síly, měrný odpor nebyl použitím křidélek ovlivněn.
- Při hlubším zpracování (200 mm, 300 mm) se projevil trend většího počtu hrud nad 100 mm v porovnání s kypřením do hloubky 100 mm.
- Nebyl zjištěn jednoznačný vliv šířky radličky na hrudovitost.

Na základě literárních poznatků i vlastních zjištění je možné konstatovat, že hlavními kritérii pro volbu pracovních nástrojů kypřičů jsou požadovaný účel, hloubka a kvalita kypření (zejména hrudovitost a rozsah zapravení posklizňových zbytků), energetická náročnost, plošná výkonnost, ochrana před vodní a větrnou erozí, účinnost při nápravných opatřeních na půdách s příznaky zhutnění.

Pro mělké kypření v konvenčních technologiích s orbou i v minimalizačních technologiích jsou vhodné talířové a radličkové kypřiče; talířové kypřiče jsou určeny hlavně

pro kvalitní podmínky (až do hloubky 20 cm), pro mělké ochranné zpracování půdy (6-8 cm) jsou nejvhodnější radličkové kypřiče s šípovými podřezávacími radličkami. Aktivní kypřiče nejsou vhodné pro primární zpracování půdy; uplatnění však nacházejí i při minimalizačních postupech, a to při tzv. sekundárním zpracování půdy – při předseťové přípravě na středně těžkých a těžkých půdách.

Pro kypření do střední hloubky srovnatelné s orbou jsou vhodné dlátové kypřiče a radličkové kombinované kypřiče, jejichž základními pracovními nástroji jsou úzká dláta. Intenzivně prokypří půdu a v celé vrstvě ji promísí s rostlinnými zbytky až do hloubky 30 cm, a to bez obracení půdy. Jejich alternativou jsou dláta doplněná bočními křídly vhodná při nastavení menší hloubky kypření. Dlátové kypřiče mohou mít uplatnění pro prokypření půdy na stanovištích s příznaky nežádoucího zhutnění orní vrstvy po víceletém využívání mělkého zpracování půdy. V současnosti se dlátovité pracovní nástroje stále více využívají v kombinovaných kypřičích pro zpracování celé vrstvy půdy do hloubky orby (náhrada orby); důvodem je úspora času, nákladů a vláh ve srovnání s orbou a ochrana proti vodní erozi. Tyto kypřiče jsou používány i pro kvalitní hlubší zpracování zejména pro kukuřici a řepku.

Pro hluboké kypření bez obracení půdy jsou vhodné dlátové kypřiče, které v půdoochranných systémech kypří půdu do hloubky 30-50 cm bez obracení a vynášení zeminy z hlubších vrstev k povrchu; minimálně narušují povrch půdy, rostlinné zbytky zůstávají na povrchu. Jsou využívány pro periodické kypření zhutnělých vrstev půdy v ornici a v podornici jako nápravné opatření. Konstruktivní řešení dlátových kypřičů je různé, dláta s různou geometrií bývají osazena bočními křídly pro vyšší efekt promísení a eliminaci tvorby hrud. Do této skupiny strojů náleží i kombinované kypřiče pro několikaúrovňové postupné kypření půdy do narůstající hloubky jedním strojem s několika řadami pracovních nástrojů zasahujících postupně do větší hloubky.

7. SEZNAM LITERATURY

- ANONYM 1: Agrowest, a. s. Zemědělská technika [online]. Dostupné z: <http://www.agrowest.com/produkty/nesene-dvourade-radlickove-podmitace-syn>. [cit. 2016-01-12]
- ANONYM 2: Toko Agri Zemědělské technologie [online]. Dostupné z: <http://www.toko.cz/24984-radlickovy-kultivator-kedr-promagro>. [cit. 2016-01-12]
- ANONYM 3: Farmet. The effective technology [online]. Dostupné z: <http://www.farmet.cz/cs/dzt/dlatovy-kypric-duolent-ps> [cit 2016-01-12]
- ANONYM 4: <http://agrokar.com.ua/index-72/>
- ANONYM 5: Farmet. The effective technology [online]. Dostupné z: <http://www.farmet.cz/cs/dzt/hloubkovy-kypric-krtek> [cit 2016-01-14]
- ANONYM 6: Farmet. The effective technology [online]. Dostupné z: <http://www.farmet.cz/cs/dzt/hloubkovy-kypric-digger> [cit. 2016-01-15]
- ANONYM 7: Bednar. Farm machinery [online]. Dostupné z: <http://bednar-machinery.com/cz/produkty/detail/377/terraland-to> [cit. 2016-01-12]
- ANONYM 8: Lemken. The agrovision company [online]. Dostupné z: http://www.lemken.cz/files_zbozi/28-prospekt-karat-cz.pdf [cit. 2016-01-15]
- ANONYM 9: Vobosystem s. r. o. [online]. Dostupné z: <http://www.vobosystem.cz/simba-sl> [cit. 2016-01-14]
- ARVIDSSON, J. - HILLERSTRÖM, O. Specific draught, soil fragmentation and straw incorporation for different tine and share types. *Soil & Tillage Research*, 2010, 110, s. 154-160.
- BEDÁŇOVÁ, I. - VEČEREK, V. *Základy statistiky pro studující veterinární medicíny a farmacie*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2007. 130 s. ISBN 978-80-7305-026-9
- BENEŠ, P. Možnosti ke zvýšení úrodnosti půdy. *Mechanizace zemědělství*, 2015a, LXV(10), s. 30-37. ISSN 0373-6776
- BENEŠ, P. Technologie pro úsporu času a vláh. *Mechanizace zemědělství*, 2015b, LXV(10), s. 38-39. ISSN 0373-6776
- BENEŠ, P. O hluboké zpracování půdy je velký zájem. *Mechanizace zemědělství*, 2015c, LXV(11), s. 36-38. ISSN 0373-6776
- BRANT, V. - KROULÍK, M. - ZÁBRANSKÝ, P. Pásové zpracování půdy – strip-tillage. *Úroda*, 2015, LXIII, č. 5, s. 98-103. ISSN 0139-6013
- ČERMÁK, L. - HLAVIČKA, R. *Numerické metody*. Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 110 s. ISBN 978-80-214-3752-4

- ČERVINKA, J. - BADALÍKOVÁ, B. - POSPÍŠIL, J. Vliv způsobu zpracování půdy na její zhutnění. *Mechanizace zemědělství – Zvláštní vydání*, 2011, LXI, Konference Žatec 11.-13.5.2011, s. 136-140. ISSN 0373-6776
- FINDURA, P. - TURAN, J. - ZEMÁNEK, P. - KURUC, O. - PRÍSTAVKA, M. Porovnanie kvality práce kypričov při obrábání půdy. *Mechanizace zemědělství – Zvláštní vydání*, 2011, LXI, Konference Žatec 11.-13.5.2011, s. 186-192. ISSN 0373-6776
- HORÁK., L. - ŠKODA, V. Zpracování půdy. IN: Šnobl, J., Pulkrábek, J. a kol.: *Základy rostlinné produkce*, 2005, S. 19-34/172s. ISBN 80-213-1340-4
- HŮLA, J. - MAYER, V. (1995): Faktory působící na měrný odpor pracovních orgánů radličkových kypričů. *Zemědělská technika*, 1995, 41, č. 4, s. 151-156. ISSN 0832-3562
- HŮLA, J. *Půdoochranné technologie zakládání porostů plodin (technika v půdoochranných technologiích)*. Studijní informace, 2000, 3-99, Praha, ÚZPI: 46 s. ISBN 8072710605
- HŮLA, J. - ŠINDELÁŘ R. - KOVAŘÍČEK, P. Operational effects of implements on crop residues in soil tillage operations. *Research in Agricultural Engineering*, 2005, 51(4), s. 119-124. ISSN 1212-9151
- HŮLA, J. - ABRAHAM, Z. - BAUER, F. *Zpracování půdy*. Praha: Brázda, 1997. 144 s. ISBN 80-209-0265-1
- HŮLA, J. - PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press Praha: 2008a. 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1
- HŮLA, J. - KOVAŘÍČEK, P. - MAYER, V. - VLÁŠKOVÁ, M. (2008b): Využitelnost dlátových kypričů na půdách s příznaky nežádoucího zhutnění v ornici a v podorníci. *Mechanizace zemědělství*, 2008b, LVIII(8), s. 42-46. ISSN 0373-6776
- HŮLA, J. - KOVAŘÍČEK, P. - VLÁŠKOVÁ, M. Orba a alternativní způsoby hlubšího zpracování půdy. *Farmář*, 2009, 15(9-Speciál), s. 14-18. ISSN 1210-9789
- HŮLA, J. a kol. *Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí*. Uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha: 2010, 58 s. ISBN 978-80-86884-53-0
- HŮLA, J. Minimalizační technologie a technika na zpracování půdy. *Farmář*, 2010, 16(1-Speciál), s. 13-15. ISSN 1210-9789
- HŮLA, J. - KOVAŘÍČEK, P. - VLÁŠKOVÁ, M. Trendy vývoje zemědělské mechanizace pro přípravu půdy a setí obilnin. *Úroda*, 2014, LXII, č. 2, s. 51-55. ISSN 0139-6013
- JAVOREK, F. Různé způsoby zpracování. *Farmář*, 2013, 19(7), s. 52-56. ISSN 1210-9789
- JAVOREK, F. Různé hloubky zpracování půdy. *Mechanizace zemědělství*, 2015, LXV(2), s. 26-30. ISSN 0373-6776
- KASISIRA, L. L. - du PLESSIS, H. L. M. Energy optimization for subsoilers in tandem in a sandy clay loam soil. *Soil and Tillage Research*, 2006, 86(2), s. 185-198.
- KOUKOLÍČEK, J. - PULKRÁBEK, J. Praktické zkušenosti s hlubokým kypřením půdy. *Agromanuál*, 2015, 10(7), s. 80-81. ISSN 1801-7673
- KOVAŘÍČEK, P. - HŮLA, J. - ABRHAM, Z. - VLÁŠKOVÁ, M. *Systém hospodaření s cílem omezit nežádoucí zhutnění půdy a zvýšit propustnost půdy pro vodu*. Uplatněná certifikovaná metodika. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, 2014, 40 s. ISBN 978-80-86884-78-3

- KROULÍK, M. (1999): Sledování faktorů ovlivňujících měrný odpor a kvalitu práce radličkových kypřičů. IN: *Zemědělská technika na přelomu 20. a 21. století*. Sborník příspěvků, 1999. Mezinárodní vědecká konference, 10.–11.6.1999, Kostelec nad Černými lesy, s. 220-225. ISBN 80-213-0504-5
- 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.
- KUMHÁLA, F. - HEŘMÁNEK, P. - MAŠEK, J. - KVÍZ, Z. - HONZÍK, I. *Zemědělská technika. Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. ČZU v Praze, Technická fakulta, 2007, 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7
- MÁLEK, B. *Slunečnice v podmínkách České republiky v roce 2015*. IN 32. vyhodnocovací seminář „Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice“, 25.-26.11.2015, Hluk, Praha, SPZO, 2015, s. 177-199. ISBN 978-80-87065-64-8
- MAŠEK, J. Systémy zpracování půdy a zakládání porostů. *Farmář*, 2015, 15(9-Speciál), s. 3-12. ISSN 1210-9789
- MAŠEK, J. Technologie mělkého zpracování půdy. *Farmář*, 2010, 16(1-Speciál), s. 2-6. ISSN 1210-9789
- MAŠEK, J. - KROULÍK, M. - KVÍZ, Z. - HŮLA, J. - PROCHÁZKA, P. Hodnocení kvality zpracování půdy v závislosti na rovnoměrnosti rozmístění rostlinných zbytků po sklizni předplodiny. *Mechanizace zemědělství - Zvláštní vydání*, 2011, LXI, Konference Žatec 11.-13.5.2011, s. 141-147. ISSN 0373-6776
- MIKULKA, J.: *Metody regulace pcháče rolního (Cirsium arvense L. Scop.) na zemědělské půdě*. Uplatněná certifikovaná metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 2011, 28 s. ISBN 978-80-7427-076-5
- MIKULKA, J. - ŠTROBACH, J. - ANDR, J. Regulace prosovitých trav v cukrové řepě. *Listy cukrovarnické a řepářské*, 2015, 131, č. 3, s. 86-94. ISSN 1805-9708 [Online]
- NOVÁK, P. - MAŠEK, J. Vliv zpracování půdy na vodní erozi. *Mechanizace zemědělství*, 2015, LXV(2), 68-70. ISSN 0373-6776
- NEUBAUER, K. a kol. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1989, 720 s. ISBN 80-209-0075-6
- PÁLTIK, J. - FINDURA, P. - POLC, M. *Stroje pre rastlinnú výrobu. Obrábanie pôdy, sejba*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2003, 241 s. ISBN 80-8069-200-9
- PODPĚRA, V. - JÍLEK, L. - PRAŽAN, R. Radličkový kypřič a talířový podmítač ve srovnání I. *Mechanizace zemědělství*, 2007, LVII(2), s. 50-53. ISSN 0373-6776
- PROCHÁZKA, P. - HŮLA, J. - KOVAŘÍČEK, P. - MAŠEK, J. - STANĚK, L.: Hodnocení kvality práce secího stroje při různých způsobech zpracování půdy a založení porostu. *Mechanizace zemědělství - Zvláštní vydání*, 2011, LXI, Konference Žatec 11.-13.5.2011, s. 286-290. ISSN 0373-6776
- SALAJKA, L. Podmítka talířovým a radličkovým podmítačem. *Mechanizace zemědělství*, 2014, LXIV(2), s. 52-54. ISSN 0373-6776
- STANĚK, L. Nápravná opatření pro zhutnělé půdy. *Mechanizace zemědělství*, 2015, LXV(5), s. 28-30. ISSN 0373-6776

- ŠAŘEC, P. - ŠAŘEC, O. *Technologické a ekonomické parametry pěstování řepky ozimé ve vybraných podnicích v hospodářském roce 2014/15 a souhrnné čtrnáctileté výsledky*. IN 32. vyhodnocovací seminář „Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice“, 25.-26.11.2015, Hluk, Praha, 2015a, SPZO, s. 130-142. ISBN 978-80-87065-64-8 2015
- ŠAŘEC, P. - ŠAŘEC, O. (2015b): Employment characteristics of tine cultivators at deeper soil loosening. *Research in Agricultural Engineering*, 2015b, 61(2), s. 80-86. ISSN 1212-9151
- SIMON, J. - ŠKODA, V. - HŮLA, J. *Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi*. MZe ČR, Agrospoj Praha, 1999, 78 s.
- TITI, E. A. *Soil Tillage in Agroecosystems*. CRC press, the U.S.A., 2003, 367 s. ISBN 0-8493-1228-0
- VACH, M. - JAVŮREK, M. *Ekologická optimalizace hlavních pěstitelských opatření pro polní plodiny*. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 2009, 30 s. ISBN 978-80-7427-007-9
- VACH, M. - JAVŮREK, M.: *Předpoklady pro netradiční technologie zakládání porostů polních plodin*. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha, 2010, 32 s. ISBN 978-80-7427-050-5

SEZNAM TABULEK:

Tab. 1 Limitní hodnoty některých fyzikálních vlastností půdy

Tab. 2 Měrný odpor a hrudovitost různých pracovních nástrojů kypřičů v různých hloubkách

Tab. 3 Měrný odpor a hrudovitost dlát různých šířek

Tab. 4 Výsledky statistického hodnocení závislosti obsahu plochy nakypřeného příčného profilu na šířce radličky a na požadované hloubce (průměr tří opakování)

Tab. 5 Statistické hodnocení závislosti tahové síly na šířce radličky a na nastavené hloubce

Tab. 6 Výsledky statistického hodnocení závislosti měrného odporu radličky na její šířce a na požadované hloubce (průměr tří opakování)

Tab. 7 Zastoupení hrud dvou velikostních frakcí ve zpracovaném příčném profilu

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. 1 Uspořádání technologií zpracování půdy podle intenzity kypření

Obr. 2 Půdní profil po provedení klasického strip-tillage

Obr. 3 Optimální podmínky pro zpracování půdy jednotlivých půdních druhů

Obr. 4 Rozdíly ve zpracování půdy radličkovým kypřičem v konvenční a konzervační technologii

Obr. 5 Nesený radličkový kypřič s hydraulicky sklopným rámem a prutovými válci

Obr. 6 Typy kypřících radliček

Obr. 7 Radličky kypřičů

Obr. 8 Slupice

Obr. 9 Konstrukce slupic některých výrobců

Obr. 10 Talířový kypřič

Obr. 11 Schéma rotavátoru

Obr. 12 Nesený rotační kypřič s bočním řetězovým převodem a mulčovacími noži

Obr. 13 Vířivé brány

Obr. 14 Secí kombinace s vířivým kypřičem

Obr. 15 Souprava pro bezorebnou přípravu půdy a setí

Obr. 16 Šípovité podřezávací radličky radličkového kypřiče

Obr. 17 Talířový kypřič s utužovacím prutovým válcem

Obr. 18 Kvalitu práce talířových kypřičů zvyšuje uchycení jednotlivých talířů na samostatných slupicích

Obr. 19 Změna hloubky u nesené varianty intenzivního kypřiče Karat

Obr. 20 Detail radliček kypřiče Karat

Obr. 21 Návěsný intenzivní kypřič Karat

Obr. 22 Kombinátor SIMBA SL – celkový pohled

Obr. 23 Práce SIMBY SL v půdním profilu

Obr. 24 Kombinátor SIMBA SL - detaily

Obr. 25 Dlátový kypřič použitelný pro narušení ztuhlých vrstev v půdním profilu – seřiditelný úhel sklonu křídel umožňuje zvolit intenzitu kypření

Obr. 26 Stroj pro postupné kypření do narůstající hloubky

Obr. 27 Hloubkový kypřič Krtek při práci na poli

- Obr. 28 Radlice hloubkového kypřiče Krtek firmy Farmet*
- Obr. 29 Hloubkový kypřič Digger*
- Obr. 30 Pracovní nástroje hloubkového kypřiče Digger*
- Obr. 31 Dlátový pluh Terraland TO 6000*
- Obr. 32 Dlátový pluh Terraland TO 6000*
- Obr. 33 Podrývák Simba Flatliner Hydraulic Reset – celkový pohled*
- Obr. 34 Detaily podrýváku Simba Flatliner Hydraulic Reset*
- Obr. 35 Vnější a vnitřní rám*
- Obr. 36 Uchycení dynamometru mezi vnějším a vnitřním rámem*
- Obr. 37 Měřicí rám byl upevněn v třibodovém závěsu traktoru*
- Obr. 38 Závislost penetračního odporu na zahloubení*
- Obr. 39 Profilograf konstrukce VÚZT Praha-Ruzyně při polním měření*
- Obr. 40 Ukázka grafu získaného z hodnot odečtených na fotografii profilografu*
- Obr. 41 Vzorek hrud na desce s potiskem čtvercovou sítí o rozměru 5x5cm*
- Obr. 42 Závislost plochy nakypřeného příčného profilu na nastavené hloubce a šířce radličky*
- Obr. 43 Závislost plochy nakypřeného příčného profilu na šířce radličky – lineární regrese pro hloubky 100 mm, 200 mm, 300 mm*
- Obr. 44 Závislost tahové síly na nastavené hloubce a šířce radličky*
- Obr. 45 Závislost tahové síly na šířce radličky – lineární regrese pro hloubky 100 mm, 200 mm, 300 mm*
- Obr. 46 Měrný odpor při různé šířce radličky a nastavené hloubce zpracování*
- Obr. 47 Závislost měrného odporu na šířce radličky – lineární regrese pro hloubky 100 mm, 200 mm, 300 mm*
- Obr. 48 Vztah měrného odporu a obsahu plochy nakypřeného příčného profilu*
- Obr. 49 Závislost plochy nakypřeného příčného profilu na šířce křidélek*
- Obr. 50 Závislost tahové síly na šířce křidélek*
- Obr. 51 Závislost měrného odporu na šířce křidélek*
- Obr. 52 Zastoupení hrud dvou velikostních frakcí při kypření do různých hloubek*
- Obr. 53 Zastoupení hrud dvou velikostních frakcí pro radličky tří různých šířek*