

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



**Hodnocení techniky a technologie zpracování půdy  
a zakládání porostů v systému HORSCH**

Bakalářská práce

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

Autor práce: Vladimír Šťastný

Praha 2016

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vladimír Šťastný

Zemědělská technika

Název práce

Hodnocení techniky a technologie zpracování půdy a zakládání porostů v systému HORSCH

Název anglicky

Horsch technology for soil tillage and seeding evaluation

---

Cíle práce

Cílem práce je hodnocení strojů značky Horsch v technologiích zpracování půdy a zakládání porostů.

Metodika

Student zpracuje literární rešerši k danému tématu. Na základě vybraných technologií provede jejich hodnocení z hlediska kvality práce, hospodaření s rostlinnými zbytky a vlivu na stav porostu v průběhu vegetace.

**Doporučený rozsah práce**

45-50 stran textu včetně obrázků a tabulek

**Klíčová slova**

setí, zpracování půdy, technologie,

---

**Doporučené zdroje informací**

HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. Minimalizace zpracování půdy. Praha: Profi Press, s.r.o., 2008. ISBN ISBN 978-80-86726-28-1.

HŮLA, Josef, Zdeněk ABRAHAM a František BAUER. Zpracování půdy. Praha: Brázda, s.r.o., 1997. ISBN ISBN 80-209-0265-1.

KÖLLER, K., LINKE, Ch. Úspěch bez pluhu. Praha: Vydavatelství ZT, 2006. 191 s.

LHOTSKÝ, J. Zhutňování půd a opatření proti němu. Praha: ÚZPI, 2000. 63 s.

MCKYES, E. *Soil cutting and tillage*. Amsterdam: Elsevier, 1985. ISBN 0-444-42548-9.

TITI, A E. *Soil tillage in agroecosystems*. Boca Raton: CRC, 2003. ISBN 978-0849312281.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – TF

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra zemědělských strojů

---

Elektronicky schváleno dne 3. 11. 2015

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 1. 2016

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2016

---

## Prohlášení

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

V Charvatcích, 23. 3. 2016

.....

Vladimír Šťastný

## Poděkování

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

# **Hodnocení techniky a technologie zpracování půdy a zakládání porostů v systému HORSCH**

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá problematikou minimalizačního zpracování půdy a zakládání porostů pomocí techniky a technologií společnosti Horsch v podmínkách České republiky. První část práce je zaměřena na obecné seznámení s tématem minimalizačních postupů zpracování půdy. Zde jsou blíže popsány její historie a vývoj, důvody vedoucí k rozšiřování nových technologií zpracování půdy a jejich základní rozdělení. V práci jsou dále stručně popsány nejrozšířenější základní skupiny zemědělských strojů, které jsou vhodné pro využívání v minimalizačních technologiích zpracování půdy. Následující kapitoly práce směřují ke společnosti Horsch, kde je popsána její historie a současné postavení na trhu. Hlavním úkolem je popsání a hodnocení techniky a technologií pro zpracování půdy a zakládání porostů zaváděné firmou Horsch. Dále navazuje osobní hodnocení autora některých vybraných technologií z praktického hlediska v konkrétním zemědělském podniku.

## **Klíčová slova**

Půda, minimalizační technologie, zpracování půdy, zakládání porostů, Horsch

## **Horsch technology for soil tillage and seeding evaluation**

## **Summary**

This bachelor thesis deals with problematic of Horsch minimization technology for soil tillage and seeding in conditions of Czech Republic. First part concentrates on general introduction of minimization technology for soil tillage. There is closely explained history, development and reasons which caused spreading of new technology for soil tillage and basic divisions of these reasons. Further in this labour, there are briefly described the most known groups of agricultural machineries, which are suitable for minimization technology for soil tillage. The following chapters are dedicated to company Horsch. There is described history of company and market positioning. The main purpose of this bachelor labour is description and evaluation of Horsch technology for soil tillage and seeding. This is followed by personal evaluation of author for some selected technologies in specific farm.

## **Keywords**

Soil, minimization technology, soil tillage, seeding evaluation, Horsch

# OBSAH

1 ÚVOD.....	1
2 CÍL PRÁCE.....	3
3 METODIKA PRÁCE.....	4
4 MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY .....	5
4.1 Historie a vývoj minimalizačních technologií .....	5
4.2 Důvody rozšíření minimalizačních technologií.....	7
4.2.1 Ekologické důvody .....	8
4.2.2 Ekonomické důvody .....	10
4.2.3 Technické důvody .....	11
4.3 Způsoby minimalizačních technologií .....	12
4.3.1 Minimalizace s kypřením do zvolené hloubky.....	12
4.3.2 Půdochranné zpracování půdy.....	13
4.3.3 Přímé setí.....	14
5 TECHNIKA VYUŽÍVANÁ PRO MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY .....	15
5.1 Stroje pro zpracování půdy .....	15
5.1.1 Talířové kypřiče .....	17
5.1.2 Radličkové kypřiče .....	17
5.2 Secí stroje .....	19
5.2.1 Secí stroje s kotoučovými secími botkami.....	20
5.2.2 Secí stroje s radličkovými secími botkami .....	21
6 VÝROBCE ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY HORSCH .....	22
6.1 Historie firmy Horsch.....	22
6.2 Současné postavení firmy Horsch na trhu.....	23
7 TECHNOLOGIE A TECHNIKA PRO ZPRACOVÁNÍ PŮDY A ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ FIRMY HORSCH.....	24
7.1 Zakládání porostů pomocí půdní frézy.....	24
7.2 Mělké zpracování půdy .....	25
7.3 Zpracování půdy se zaměřením na hlubší a intenzivnější kypření .....	28
7.4 Zakládání porostů s cíleným ukládáním hnojiv .....	31
7.4.1 Základní hnojení při zpracování půdy.....	34
7.5 Technologie ochranného zpracování půdy .....	36
7.5.1 Technologie Strip-Till.....	36
7.5.2 Technologie Ridge-Till .....	39
7.6 Zakládání porostů plodin přesným výsevem.....	42

7.6.1 Přesný výsev širokořádkových plodin.....	42
7.6.2 Přesný výsev obilovin a řepky.....	43
8 OSOBNÍ HODNOCENÍ TECHNOLOGIE A TECHNIKY HORSCH V PRAXI.....	48
8.1 Agrofarma Jabkenice, s.r.o. ....	48
8.2 Používaná technika.....	48
8.3 Technologie zakládání porostů.....	51
8.4 Porovnání dosahovaných výnosů .....	53
8.5 Zhodnocení.....	53
9 ZÁVĚR .....	55
10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	57
11 SEZNAM OBRÁZKŮ .....	60



# 1 ÚVOD

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

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

Získáním nových poznatků o požadavcích polních plodin na půdní prostředí, společně s poznatky v oblasti výživy a chemické ochrany rostlin, došlo ke zjištění, že některé hlavní funkce orby, jako doposud tradičního způsobu zpracování půdy, lze nahradit jinými agrotechnickými zásahy. Alternativou ke konvenčnímu způsobu zpracování půdy jsou různé formy minimalizačních technologií, které mohou být přínosem k efektivnějšímu hospodaření na půdě, jak uvádí Vach, Javůrek (2011), a zároveň představují možnost šetrnějšího zacházení s půdou vedoucí k lepším dlouhodobým dopadům na půdní prostředí. V porovnání s konvenčním způsobem zpracování půdy s orbou umožňují minimalizační technologie zjednodušit způsoby zakládání porostů, které jsou zpravidla mnohem rychlejší se současnou kvalitnější přípravou seťového lůžka. Jedná se o různé formy mělkého zpracování půdy, náhrady orby hlubším a intenzivnějším kypřením, výsevy plodin do povrchově zpracované, případně i nezpracované půdy, výsevy plodin do vymrzajících nebo chemicky likvidovaných meziplodin, zpracování půdy ve výsevních pásech

a výsev plodin do hrůbků. Minimalizační technologie zpracování půdy a zakládání porostů jsou často spojovány s očekáváním přínosů jak z hlediska ekonomiky pěstování polních plodin, tak z hlediska zachování, případně zvyšování půdní úrodnosti.

Rozvoj minimalizačních technologií byl umožněn a je dále podporován neustálým technickým vývojem potřebné techniky. Nové konstrukční řešení strojů pro zpracování půdy a setí představují možnost spojování jednotlivých pracovních operací, možnost přímého setí do nezpracované půdy a další postupy, které vedou k větší hospodárnosti technologií zakládání porostů polních plodin. Jedním z hlavních světových výrobců zemědělské techniky specializované na různé formy minimalizačních technologií je německá společnost Horsch Maschinen GmbH, která nejen vývojem a výrobou vhodné techniky, ale především snahou o nacházení a zavádění nových technologií, přispěla k většímu rozvoji minimalizačních technologií zpracování půdy. Představené a propagované minimalizační technologie firmy Horsch, pro které sama zkonstruovala potřebnou vhodnou techniku, jsou blíže popsány a zhodnoceny v následujících kapitolách. Provedené hodnocení některých technologií a techniky vyplývají z osobních praktických zkušeností s popisovanými technologiemi společnosti Horsch.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je popsání a hodnocení minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů zaváděné předním německým výrobcem zemědělské techniky Horsch Maschinen GmbH. Hodnocení bude provedeno z hlediska kvality práce, hospodaření s rostlinnými zbytky a vlivu na stav porostů v průběhu vegetace. Bakalářská práce seznámí čtenáře se sortimentem vyráběné techniky Horsch specializované právě pro popsané minimalizační technologie.

### 3 METODIKA PRÁCE

Na základě vyhledání literárních zdrojů zabývajících se tématem minimalizačního zpracování půdy, technologiemi a technikou firmy Horsch, byla zpracována odborná rešerše na téma Hodnocení techniky a technologií zpracování půdy a zakládání porostů v systému Horsch. Následně uvedené hodnocení některých vybraných technologií propagovaných firmou Horsch je provedeno na základě osobních zkušeností autora přímo z praktického využití hodnocené techniky a technologií Horsch.

## 4 MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY

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

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

### 4.1 Historie a vývoj minimalizačních technologií

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

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

využití hlubšího zpracování půdy orbou, aniž by se snížil výnos (Köller, Linke, 2006). Uplatnění minimalizačních pokusů do praxe však umožnilo teprve vyvinutí vhodných herbicidů.

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

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

velké problémy s půdní erozí. V Evropě také nadále převažuje tradiční zpracování půdy s orbou. V současné době je využívána minimalizační technologie na přibližně 10 % půdy. V některých oblastech Francie a Německa je tento podíl mnohem vyšší. Přímé setí do nezpracované půdy nenašlo v Evropě dosud příliš velké uplatnění. Významné rozšíření zaznamenaly minimalizační technologie v posledních letech v oblastech východního Německa, kde jsou k dispozici více než dvacetileté zkušenosti s těmito technologiemi, které potvrzují, jak ekologické, tak i ekonomické přednosti oproti konvenčnímu zpracování půdy pluhem (Köller, Linke, 2006).

Poměrně velký rozvoj a uplatnění minimalizačních technologií nastal v posledních pětadvaceti letech v České republice. Důvodem jsou, stejně jako ve východní části Německa, lepší podmínky pro uplatnění těchto výkonných technologií ve větších zemědělských podnicích a na větších půdních blocích, jakož i snaha zemědělců o snížení nákladů a celkové zlepšení ekonomiky rostlinné výroby. Tento významný rozvoj rozšíření minimalizačních technologií v nedávné minulosti úzce souvisí s vývojem a dobrou dostupností potřebné kvalitní techniky. Minimalizační technologie bez použití orby jsou v České republice používány na více než 40 % orné půdy. Jedná se převážně o mělké formy zpracování půdy a různé náhrady orby hlubším kypřením, dále také výsevy plodin do povrchově zpracované, případně nezpracované půdy, a také do vymrzajících nebo chemicky likvidovaných meziplodin.

V celkovém měřítku lze říci, že z celosvětového hlediska převažují systémy zpracování půdy bez orby ve všech svých různých formách. Podíl takto obdělávané půdy se neustále zvyšuje. Posledními oblastmi, kde stále ještě převažuje konvenční zpracování půdy s orbou, jsou Evropa, středoasijská oblast bývalého Sovětského svazu a Čína.

#### 4.2 Důvody rozšíření minimalizačních technologií

Mezi hlavní důvody rozvoje a rozšiřování minimalizačních technologií patří především ekologické, ekonomické a technické aspekty (Procházková a kol., 2011). Primárními důvody pro zavádění minimalizačních technologií byly a jsou ekologické vlivy. Jedná se o pozitivní vliv těchto technologií na strukturní stav půdy, lepší hospodaření s půdní vodou, redukce půdní eroze, jejíž podoba je zachycena na obr. 1, snížení množství vyplavování pohyblivých forem dusíku a zlepšení stavu půdní organické hmoty. Dalšími, z hlediska zemědělce velmi důležitými důvody, jsou ekonomické dopady. Jde především o úsporu práce a energie, která je způsobena snížením počtu

pracovních operací a také vyšší výkonností využívaných strojů. Následkem jsou také klesající nároky na organizaci práce a především nižší počty pracovníků v zemědělské výrobě.



*Obr. 1 Příklad půdní eroze*

*Zdroj: [http://ceskapozice.lidovky.cz/nenapadny-nepritel-jmenem-eroze-da5-/tema.aspx?c=A140723\\_144040\\_pozice-tema\\_paja](http://ceskapozice.lidovky.cz/nenapadny-nepritel-jmenem-eroze-da5-/tema.aspx?c=A140723_144040_pozice-tema_paja)*

V neposlední řadě má svou zásluhu na rozvoj minimalizačních technologií také vývoj a dostupnost stále nových konstrukčních řešení strojů, které umožňují uzpůsobit volbu technologických postupů konkrétním půdním a klimatickým podmínkám a zajistit tak kvalitní zpracování půdy a založení porostů pěstovaných plodin (Procházková a kol., 2011).

#### 4.2.1 Ekologické důvody

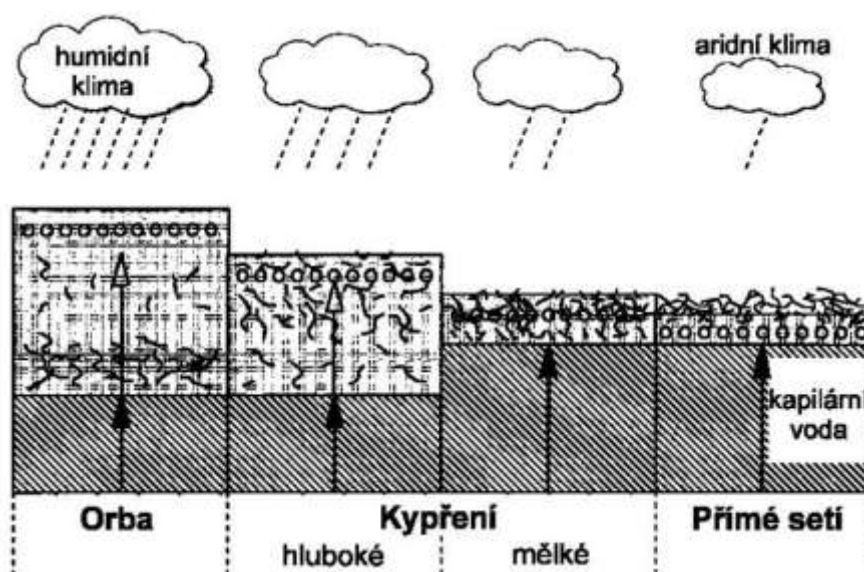
Od minimalizačních technologií, a především jedná-li se o půdoochranné zpracování půdy, se očekává, že přispějí ke zlepšení půdního a životního prostředí. Každá změna technologie zpracování půdy přispívá ke změnám půdního prostředí, které závisí na prováděné hloubce a intenzitě kypření a také na podílu rostlinných zbytků zanechaných na povrchu zpracované půdy, jak je uvedeno na obr. 2. Jednotlivé změny půdního prostředí jsou rovněž rozdílné v závislosti na půdních a klimatických podmínkách. Technologie zpracování půdy ovlivňuje celou řadu fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy.

Mezi fyzikální vlastnosti, které jsou ovlivněny různým způsobem zpracování půdy, patří objemová hmotnost, která pak ovlivňuje celou řadu dalších fyzikálních vlastností půdy. S objemovou hmotností úzce souvisí pórovitost půdy. Obecně se dá říci, že s nižší intenzitou zpracování půdy



dochází ke zvyšování objemové hmotnosti půdy a ke snižování celkové pórovitosti. To se promítá do hodnot vododržnosti půdy a tím i do provzdušenosti půdy. Dalším pozitivním vlivem na uchování půdní vody má také mulč z rostlinných zbytků zanechaný na povrchu půdy především tím, že snižuje odtok vody z povrchu půdy a zmenšuje neproduktivní výpar vody z půdy. Jednotlivé změny fyzikálních vlastností způsobené použitím různé technologie zpracování půdy vedou také ke změnám propustnosti vody a vzduchu v půdě a změně tepelné vodivosti půdy (Hůla, Procházková, 2008).

Hlavní vlastností půdy je pro zemědělskou výrobu její úrodnost, která je klíčovým faktorem ekonomické rentability rostlinné výroby. Významným prvkem půdní úrodnosti je strukturní stav půdy, který úzce souvisí právě s použitou technologií zpracování půdy. Dalším velmi významným prvkem pro úrodnost půdy a výživu rostlin je obsah půdní organické hmoty. Poměrně významný vliv na ukládání uhlíku v půdě (humus) a také jeho uvolňování (CO<sub>2</sub>) do atmosféry má různě zvolená intenzita zpracování půdy. Při intenzivním zpracování půdy dochází zpravidla k většímu uvolňování CO<sub>2</sub> a k nižšímu ukládání uhlíku do půdy. Způsob zpracování půdy také významně ovlivňuje využití dusíku z půdy rostlinami (Hůla, Procházková, 2008).



Obr. 2 Rozmístění rostlinných zbytků při různých způsobech zpracování půdy

Zdroj: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ruzne-zpusoby-zakladani-porostu-repky-ozime-ve-stredni-evrope>

Všechny změny fyzikálních a chemických vlastností půdy způsobené různým zpracováním půdy se promítají do biologické činnosti půdy. Stejně jako zmíněné změny obsahu půdní organické hmoty, které probíhají velmi pomalu, tak rovněž aktivita půdních mikroorganismů narůstá velmi

pozvolna. Objektivní rozdíly hodnot v biologické aktivitě půdy způsobené změnou technologie zpracování půdy mohou nastat až po několika desítkách let. Velký význam pro rozvoj půdní organické hmoty a aktivitu půdních organismů má půdoochranná technologie zpracování půdy, při které jsou posklizňové zbytky rostlin mělce zapraveny do půdy nebo ponechány přímo na povrchu půdy jako mulč (Hůla, Procházková, 2008).

#### 4.2.2 Ekonomické důvody

Snahou minimalizačních technologií je také i přes všechny zmíněné ekologické důvody možnost snížit náklady na zpracování půdy a tím také snížit jednotkové náklady na produkci rostlinné výroby. Zásluhou získaných dlouholetých zkušeností o požadavcích pěstovaných rostlin na půdní prostředí společně s poznatky v oblasti výživy a ochrany rostlin proti škodlivým činitelům bylo zjištěno, že některé funkce hlavní pracovní operace konvenčního zpracování půdy, tedy orby, lze nahradit jinými ekonomicky výhodnějšími agrotechnickými zásahy. Ke snížení nákladů na zpracování půdy zavedením minimalizačních technologií vedou dvě cesty úspor.

První cesta k úspoře nákladů na zpracování půdy je zaměřená na snižování spotřeby pracovního času slučováním jednotlivých pracovních operací do jednoho technického celku (stroje), případně využitím souprav strojů, které plní několik funkcí najednou. Cílem je, aby založení porostu bylo s co možná nejnižším počtem pracovních operací, případně i jen s jediným pojezdem po poli. Úsporu nákladů lze dosáhnout snižováním pracovních nákladů, využitím strojů s větším záběrem a tím i vyšší plošnou výkonností. Tuto možnost představují především kypřiče v porovnání s pluhem, které již v tomto směru dosáhly svých limitů (Hůla, Procházková, 2008).

Druhá cesta vedoucí k redukci nákladů je snižování energetických (materiálových) nákladů. Zde se jedná především o snížení spotřeby nafty. Způsob, jak lze snížit tyto náklady, je především omezení hloubky a intenzity zpracování půdy. Jednou z nejnáročnějších energetických operací při konvenčním zpracování půdy je orba, kterou můžeme nahradit kypřením, což je energeticky méně náročná operace. Energetickou náročností kypřičů se blíže zabývá Podpěra a kol. (2009). Kypření, případně úplné vynechání zpracování půdy, přináší úsporu ve spotřebě energie (nafty), což vede k celkové úspoře nákladů na zpracování půdy, která platí pouze v případě, jak uvádí Hůla a Procházková (2008): „Nezbytným předpokladem pro dosažení úspor prostřednictvím snížením

nákladů na zpracování půdy je podmínka, že výnosy plodin, a tím i tržby na jednotku plochy, zůstanou zachovány nebo pokles příjmů bude nižší než ušetřené náklady.“

Částečné nahrazení efektu zpracování půdy především v oblasti mechanické regulace zaplevelení je možné zásluhou vývoje herbicidů, snížením jejich cen a vývojem aplikační techniky. Hlavní výhodou této technologie je velmi vysoká plošná výkonnost aplikační techniky.

Používání techniky s vysokou jednotkovou výkonností v minimalizačních technologiích umožňuje lépe dodržovat všechny agrotechnické termíny a především termíny založení porostu plodin, což je základním předpokladem pro dosažení dobrých výnosů. V každém podniku hrají hlavní úlohu především ekonomické důvody. Výjimkou není ani zemědělské podnikání. V současném zemědělství vedou tyto důvody ke zjednodušování osevních postupů, k zeštíhlení nabídky pěstovaných plodin, nárůstu osevních ploch plodin, které dosahují srovnatelných výnosů při používání minimalizačních technologií. Stále navyšování ceny nafty a práce zvyšuje rozdíl mezi náklady konvenčního zpracování půdy a náklady různých forem minimalizačního zpracování půdy při pěstování půdních plodin, které blíže uvádí ve své publikaci Vach, Javůrek (2011).

#### 4.2.3 Technické důvody

Zásluhou dlouholetých zkušeností a vyhodnocování pokusů v oblasti závislosti zvolení technologie zpracování půdy s různou hloubkou a intenzitou zpracování na růst a vývoj plodin a také na jejich výnos bylo postupně zjištěno, že některé plodiny, zejména obilniny, nepotřebují každoroční hlubší zpracování půdy s orbou. Výzkum prokázal, že každé plodině vyhovuje určité rozmezí fyzikálních vlastností půdy (Hůla, Procházková, 2008).

Ze zjištěných poznatků závislosti stavu půdního prostředí na pěstované plodině byl vyvíjen tlak na vývoj a výzkum nové zemědělské techniky, která by umožňovala získané poznatky zavádět do praxe. Vývoj strojů byl zaměřen především na požadavek regulace hloubky a intenzity zpracování půdy a na kvalitní uložení osiva do půdy při setí. Hlavní podmínkou pro zavádění minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů do praxe byl vývoj secích strojů do minimálně zpracované, případně nezpracované půdy.

V dnešní době máme na trhu velký výběr strojů od různých výrobců zemědělské techniky určených pro minimalizační technologie zpracování půdy v různých půdních podmínkách

a s odlišnými požadavky na hloubku a intenzitu kypření půdy a na rozmístění rostlinných zbytků. Také široká nabídka secích strojů s různými systémy ukládání osiva do půdy, kterou představuje ve svém článku Javorek (2016), nabízí možnost zvolení optimálního secího stroje pro zvolenou minimalizační technologii a konkrétní půdní podmínky. Splněním všech technických požadavků strojů používaných pro minimalizační zpracování půdy bylo umožněno větší zavádění a uplatnění těchto technologií do praxe. Právě jeden z hlavních faktorů minimalizačního zpracování půdy je vhodně zvolená a dobře fungující technika, což potvrzují také Hůla a Procházková (2008): „Základní podmínkou pro využívání minimalizačních a půdoochranných technologií je odpovídající strojní vybavení zemědělských podniků. Přechod z konvenční technologie zpracování půdy na bezorebné způsoby umožňují stroje nové generace, které jsou schopné připravit kvalitní lůžko pro osivo v jiných podmínkách než u konvenčních technologií s orbou.“

#### 4.3 Způsoby minimalizačních technologií

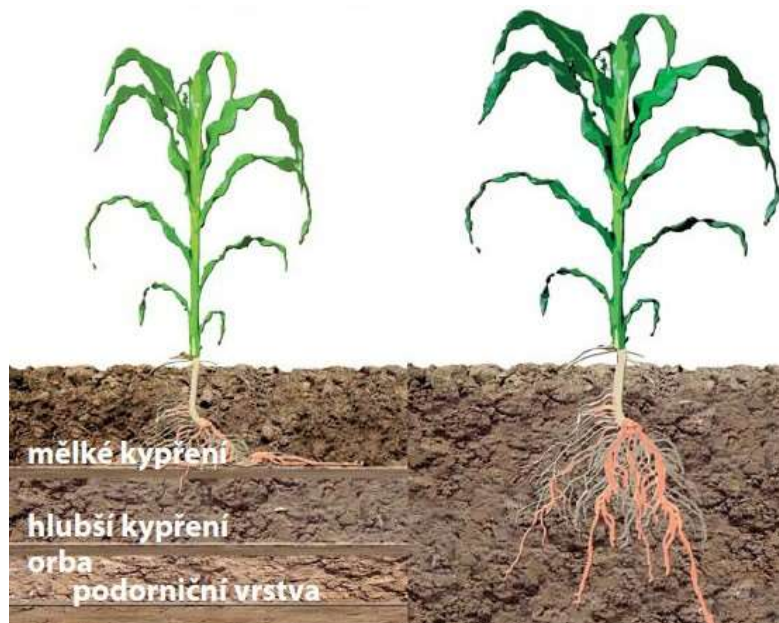
V oblasti zpracování půdy dochází v poslední době k většímu zájmu o důsledky hospodaření na půdě z dlouhodobého hlediska. Zavedení minimalizačních technologií může být přínosem efektivnějšího hospodaření na půdě a šetrnějšího zacházení s půdou, které přináší právě dlouhodobé pozitivní důsledky.

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

##### 4.3.1 Minimalizace s kypřením do zvolené hloubky

Minimalizace s kypřením do zvolené hloubky je postup zpracování půdy, který je nejbližší alternativou konvenčního zpracování půdy, a proto je jeho uplatnění v českých podmínkách v porovnání s ostatními minimalizačními postupy nejrozšířenější. Kypření se zpravidla provádí do malé hloubky, v případě potřeby lze provést jednorázové hlubší prokypření ornice bez obracení. Tato minimalizační technologie umožňuje vyhovět požadavkům i plodinám náročnějším na požadavky hlubšího a intenzivnějšího prokypření půdy (obr. 3), kterými jsou například řepka

ozimá, cukrová řepa nebo kukuřice. Právě umožnění přizpůsobení se plodinám vedlo k rozšíření minimalizačních technologií na celé obhospodařované výměry podniků a dokázaly tak plnohodnotně nahradit konvenční způsoby zpracování půdy, které byly preferovány právě u těchto na hloubku a intenzitu náročnějších plodin.



Obr. 3 Vliv hloubky zpracování půdy na růst pěstovaných plodin

Zdroj: <http://www.agrics.cz/vertikalni-zpracovani>

#### 4.3.2 Půdoochranné zpracování půdy

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

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

#### 4.3.3 Přímé setí

Přímým setím rozumíme technologii zakládání porostů do nezpracované půdy, která se po sklizni nijak nezpracovává, a plodina se seje speciálními secími stroji do nezpracované půdy s rostlinnými zbytky předplodiny. Za hlavní přínos přímého setí do nezpracované půdy je většinou považována ochrana půdy před vodní, případně větrnou erozí. Aby bylo dosaženo tohoto požadovaného přínosu, musí po sklizni předplodiny zůstat na povrchu půdy dostatečné množství posklizňových zbytků. Pokud po sklizni předplodiny zůstane na povrchu jen minimum posklizňových zbytků, je půdoochranný efekt přímého setí nižší. Proto je v této technologii důležitý způsob nakládání s posklizňovými zbytky předplodiny a také případně využívání meziplodin. Zařazení meziplodiny do postupu přímého setí je zvláště vhodné při dlouhém meziporostovém období, například při zakládání porostu kukuřice po obilnině. V tomto případě meziplodina zajistí dostatečné množství rostlinných zbytků na povrchu půdy v období setí (Hůla, Abrahám, Bauer, 1997).

Technologie přímého setí našla největší uplatnění především v oblastech Severní a Jižní Ameriky a také v Austrálii, kde zásluhou nejen svých půdoochranných předností, ale především svou technologickou jednoduchostí a velkou plošnou výkoností našla uplatnění pro obhospodařování tamních velkých ploch zemědělské půdy.

## 5 TECHNIKA VYUŽÍVANÁ PRO MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY

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

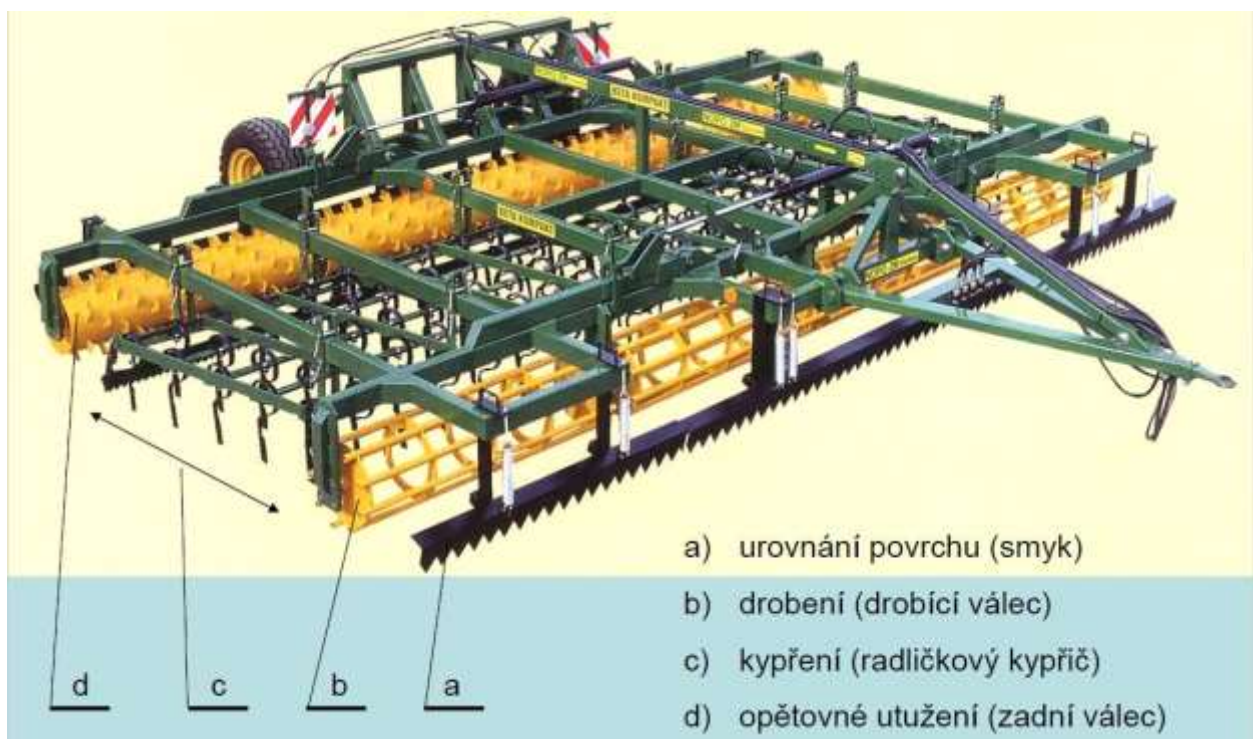
### 5.1 Stroje pro zpracování půdy

V technologiích minimalizačního zpracování půdy se využívají různé skupiny kypřičů s odlišným konstrukčním řešením. Řadu kypřičů lze využívat jak při konvenčním zpracování půdy, kde se používají jako podmiatače, případně pro předset'ovou přípravu půdy, tak u minimalizačních technologií pro mělké, střední, případně hlubší kypření půdy. Používané stroje můžeme rozdělit na kypřiče pro mělké a střední kypření, kombinátory a kypřiče pro hlubší kypření bez obracení půdy (Hůla, Procházková, 2008).

Do skupiny kypřičů pro mělké a střední kypření patří především dvě nejpoužívanější konstrukční technologie kypřičů, které našly v minimalizačních technologiích nejširší uplatnění. Jedná se o talířové a radličkové kypřiče, jejichž podrobným porovnáním se zabývá Podpěra a kol. (2007) a Salajka (2014). Dále řadíme do této skupiny strojů prutové kypřiče a stroje s poháněnými pracovními nástroji. Významným požadavkem na kypřiče pro mělké a střední zpracování půdy je vysoká plošná výkonnost, která umožňuje včasné provedení pracovních operací zpracování půdy. Včasná a kvalitní mělká podmiatka je hlavním opatřením při správném hospodaření s půdní vláhou,

kdy je nutné, aby došlo k přerušení vztlínání vody kapilárními póry k povrchu půdy, který není chráněn porostem. A také dochází při srážkách k lepší infiltraci vody do půdy. Pro primární zpracování půdy převažuje v současnosti používání kypřičů s pasivními pracovními nástroji. Kypřiče s aktivními pracovními nástroji, uvedené v publikaci Kumhála a kol. (2007), se pro primární zpracování půdy používají jen výjimečně z důvodu právě nízké plošné výkonnosti. Své uplatnění nacházejí převážně při sekundárním zpracování půdy v těžších půdních podmínkách, kde zvláště za suchých podmínek dokáží zastat nenahraditelnou funkci v předset'ovém zpracování půdy.

Další skupinou strojů pro výhradně mělké zpracování půdy jsou kombinátory, které se využívají pro přípravu set'ového lůžka při sekundárním zpracování půdy především při zakládání porostů jarních plodin, kde je půdní struktura vlivem zimního období snadno zpracovatelná. Jedná se o stroje složené z více druhů pracovních nástrojů, které plní odlišné funkce při zpracování půdy, uvedené na obr. 4 (urovnání povrchu půdy, prokypření do zvolené hloubky, rozdrobení hrud a zpětné utužení výsevního lůžka) a nahrazují dříve samostatně používané jednoduché stroje. Zásluhou velkých pracovních záběrů a minimální požadovanou pracovní rychlostí 10 km.h<sup>-1</sup> mají kombinátory vysokou plošnou výkonnost (Hůla, Abrahám, Bauer, 1997).



Obr. 4 Kombinátor Beta Kompakt

Zdroj: Hůla, J. Výuková prezentace Stroje pro zpracování půdy II. 2015



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

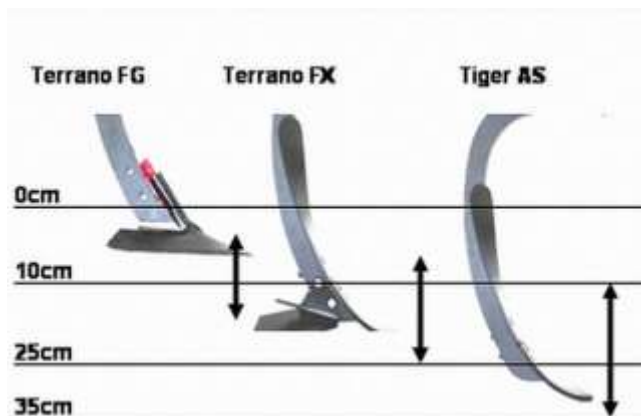
### 5.1.1 Talířové kypřiče

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

### 5.1.2 Radličkové kypřiče

Druhou skupinou ze dvou nejrozšířenějších a nejpoužívanějších konstrukčních provedení jsou radličkové kypřiče, které představují stroje s různě řešenými pracovními nástroji. Možnost z velkého výběru pracovních nástrojů umožňuje u těchto kypřičů volbu intenzity kypření a mísení

rostlinných zbytků se zeminou. Zásadou možností poměrně rychlé výměny pracovních nástrojů se radličkové kypřiče vyznačují velkou univerzálností využití, které zahrnuje možnosti od mělké podmítky s nízkou schopností zapravení rostlinných zbytků do půdy vhodné pro půdoochranné zpracování půdy až po hlubší kypření s dobrou schopností promísit rostlinné zbytky v celé kypřené vrstvě, jak je uvedeno na obr. 5.



Obr. 5 Varianty použití radličkových kypřičů pro určité hloubky kypření

Zdroj: [http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-indexf635.html?id=711&action=news\\_cz](http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-indexf635.html?id=711&action=news_cz).

Pro mělké kypření vhodné pro půdoochranné zpracování půdy se používají šípové podřezávací radličky, které umožňují dobré zpracování půdy s nízkou schopností zapravení rostlinných zbytků do půdy i při malé hloubce kypření.

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

K radličkovým kypřičům můžeme zařadit i kombinované kypřiče pro intenzivní prokypření půdy až do hloubky srovnatelné s hloubkou orby. Účelem kombinovaných kypřičů je intenzivně prokypřit půdu až do hloubky 0,3 m, promísit rostlinné zbytky v celé kypřené vrstvě, urovnat povrch půdy a zpětně přiměřeně utužit povrchovou vrstvu půdy pro přípravu výsevního lůžka osiva. Mají tedy velmi dobrou zapravovací schopnost a po zpracování půdy zůstává na povrchu

jen velmi málo rostlinných zbytků. Kombinované kypřiče se používají pro kvalitní hlubší zpracování půdy, hlavně pro následné zakládání porostů plodin, které vyžadují hlubší a intenzivnější zpracování půdy, jako jsou řepka ozimá a cukrová řepa (Hůla, Procházková, 2008).

## 5.2 Secí stroje

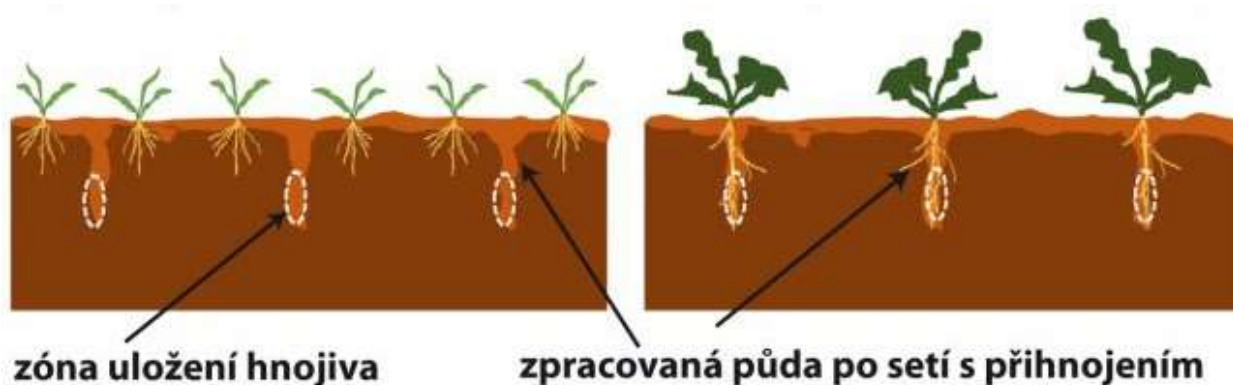
Schopnost kvalitního uložení osiva do půdy i při zvýšeném výskytu rostlinných zbytků na povrchu půdy zejména v půdoochranných technologiích je nezbytná vlastnost secích strojů při uplatňování minimalizačních technologií, aby nedocházelo ke snížení kontaktu osiva s půdou, což má řadu nepříznivých dopadů pro zakládání porostů, například nepravidelnost založených porostů. Obecně platí, že s nižší intenzitou zpracování půdy jsou obtížnější podmínky pro dosažení kvalitního uložení osiva do půdy. Základní podmínkou pro dosažení vhodných podmínek pro zakládání porostů, kterým se blíže zabývá ve svém článku Mašek (2006), je rovnoměrnost rozmístění rostlinných zbytků předplodiny na povrchu půdy vzniklé zvolenou technologií zpracování půdy. Významně ovlivnit nepříznivé dopady posklizňových zbytků může kvalita práce drtiče slámy na sklízecích mlátičkách, protože krátká a dobře podrcená sláma se lépe rozkládá a nepůsobuje při setí potíže.

Do hlavní skupiny secích strojů pro minimalizační technologie zařazujeme secí stroje s plynulým výsevem vhodné pro setí plodin, u kterých se nepožaduje přesné setí, jako jsou obilniny, olejnin, luskoviny. Základní rozdělení této skupiny secích strojů je v zásadě podle použitých pracovních nástrojů pro ukládání osiva do půdy. Jedná se o secí stroje s kotoučovými secími botkami, stroje s šípovými řeznými radličkami, stroje s dlátovými secími radličkami, stroje pro setí s celoplošným kypřením povrchové vrstvy půdy, secí stroje spojené s předset'ovou přípravou půdy a stroje pro přímé setí do nezpracované půdy. Jedním z požadavků na secí stroje s plynulým výsevem je dosažení vysokých plošných výkonů, který vede ke snaze o dodržení rovnoměrné hloubky uložení osiva v půdě i při vyšších pracovních rychlostech, které dosahují v současné době i více než  $15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . U konstrukce větších pracovních záběrů se využívá výhradně pneumtické výsevní ústrojí s centrálním zásobníkem osiva (Hůla, Procházková, 2008).

Současným trendem v minimalizačních technologiích je uplatňování zakládání porostů plodin, které vyžadují přesné setí (kukuřice, slunečnice). Na tuto skutečnost byli nuceni reagovat výrobci novou konstrukcí secích strojů pro přesné setí. Vysoké požadavky jsou u těchto secích strojů

kladeny na dodržení požadované hloubky ukládání osiva, přesná vzdálenost osiva v řádcích a na schopnost spolehlivého zahrnutí rýhy s osivem zeminou i při různém odporu povrchové vrstvy půdy. Největší uplatnění při výsevu těchto plodin do mulče mají prořezávací kotouče. Pro odstranění rostlinných zbytků před výsevní kotoučovou botkou je jedním z technických řešení použití dvojice talířů, které nezasahují do půdy a pouze odhrnují rostlinné zbytky do strany.

V minimalizačních technologiích je v současné době preferováno cílené hnojení půdy, které vede ke snížení spotřeby hnojiv a také k efektivnímu využívání hnojiv pěstovanými plodinami. Snahou je aplikovat hnojivo přímo při seti secími stroji, proto jsou secí stroje často vybaveny zařízením pro ukládání minerálních hnojiv přímo pod výsevní lůžko, případně do stran podél vysévaného osiva, viz obr. 6. Pro cílené ukládání hnojiv pod výsevní lůžko je možné použít minerální hnojiva jak granulovaná, tak kapalná. Mezi ukládaným hnojivem a osivem musí být dostatečná vrstva zeminy, která zabraňuje přímého kontaktu osiva s koncentrovaným hnojivem. Převážně je aplikace hnojiv využívána u secích strojů s pneumatickým výsevním ústrojím, které může být také z části využito pro dopravu granulovaného minerálního hnojiva k pracovním nástrojům, které hnojivo ukládají do půdy (Hůla, Procházková, 2008).



Obr. 6 Technologické možnosti cíleného uložení hnojiva současně při seti

Zdroj: <http://www.agrojournal.cz/clanky/nizsi-vysevky-a-zonalni-aplikace-hnojiv-pri-pestovani-obilnin-jako-zaklad-precizniho-zemedelstvi-135>

### 5.2.1 Secí stroje s kotoučovými secími botkami

Současné secí stroje s kotoučovými secími botkami využívají dvě možnosti konstrukce výsevních botek. Jednokotoučové secí botky svým šikmým postavením ke směru jízdy odstraňují rostlinné zbytky, aby nedocházelo k zatlačování rostlinných zbytků pod ukládané osivo. Druhým konstrukčním řešením botek jsou dvoukotoučové secí botky, které dokáží lépe ukládat osivo do

půdy ve ztížených půdoochranných technologiích. Toto konstrukční provedení může být doplněno předřazeným prořezávacím kotoučem, který je umístěn před secí botku. Pro zajištění požadované hloubky setí i při horších podmínkách zpracování půdy může přítlak na jednu botku dosahovat až 2 500 N.

### 5.2.2 Secí stroje s radličkovými secími botkami

U secích strojů využívaných při minimalizačním zpracování půdy se výhradně používají radličkové secí botky s ostrým úhlem náběru, které přispívají k dobré schopnosti průchodnosti rostlinných zbytků a zajišťují potřebné oddělení rostlinných zbytků od ukládaného osiva, kdy rostlinné zbytky proudí okolo slupice a nejsou unášeny do místa uložení osiva. Pneumaticky přiváděné osivo k secím radličkám je rozptylováno a ukládáno na rovné lůžko pod proud odříznuté zeminy. Následné upravení zeminy a rostlinných zbytků provedou zavlačovače a přítlačné válce.

U radličkové secí botky lze vhodným výběrem typu radličky ovlivnit intenzitu kypření a schopnost promíchání půdy, a tím umožnit intenzivnější prokypření a promíchání půdy než kotoučkové secí botky. Vlivem nižší síly potřebné pro zahloubení botky, která se pohybuje okolo 800 N na jednu secí botku, mohou být stroje s radličkovými secími botkami lehčí konstrukce než secí stroje s kotoučovými secími botkami (Hůla, Procházková, 2008).

## 6 VÝROBCE ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY HORSCH

Firma Horsch Maschinen GmbH patří již přes 30 let mezi přední světové výrobce zemědělské techniky, která se zaměřuje převážně na vývoj a konstrukci strojů na zpracování půdy a zakládání porostů při uplatňování minimalizačních technologií zpracování půdy. Právě rozšiřování minimalizačních technologií vedlo ke vzniku a také velkému rozvoji firmy. Zásadou svých osobních zkušeností se zpracováním půdy na vlastních farmách firma Horsch neustále zavádí nové technologie a technická řešení strojů do svého bohatého výrobního programu.

### 6.1 Historie firmy Horsch



Německá společnost Horsch Maschinen GmbH byla založena v roce 1984. Jejím zakladatelem je Michael Horsch, který pochází ze zemědělské rodiny hospodařící na farmě v blízkosti bavorského Schwandorfu, kde rodina hospodaří už od roku 1967 bez používání klasického zpracování půdy s orbou. Právě nedostatek vhodné techniky pro bezorebný způsob zpracování půdy na trhu vedl Michaela Horsche počátkem 80. let k různým přestavbám a konstrukčním změnám doposud používané techniky.

Jedním z hlavních důvodů pro založení firmy Horsch Maschinen GmbH byl velký prodejní úspěch secích Exaktorů, které byly prvními malozáběrovými secími stroji pro setí do nezpracované půdy vyrobené firmou Horsch. Tyto secí stroje tvořily v následujících deseti letech velký podíl na obratu firmy a umožnily tak investování do vývoje výkonnější techniky s větším pracovním záběrem. Díky tomuto probíhajícímu vývoji výkonné techniky byla firma dobře připravena na otevření východních hranic a mohla tak expandovat na trhy s velkoprovozním zemědělstvím, kde byly kladeny požadavky především na velký plošný výkon.

Zpočátku se firma soustředila na vývoj výkonných secích strojů s kotoučovými secími botkami a později se zaměřila také na vývoj radličkových secích botek. Obě tato konstrukčně odlišná řešení firma nikdy neopustila a jejich vývoj a zdokonalování probíhá dodnes. Výjimečným konstrukčním prvkem secích strojů značky Horsch bylo na počátku 90. let 20. století využití odděleného zásobníku osiva na vlastním podvozku, které umožňovalo vést velké množství osiva bez negativního vlivu na kvalitu práce samotného secího stroje, a také vedlo ke zvětšování pracovních záběrů.

Od roku 1991 hospodaří firma Horsch na svých velkých výměrách ve východním Německu a také od roku 1999 v České republice. Díky provozování této zemědělské výroby vychází vyráběná technika Horsch vždy z praktické potřeby zemědělců a každá konstrukční inovace či změna je hned ověřena přímo v praxi (Kolektiv, prosinec 2006).

## 6.2 Současné postavení firmy Horsch na trhu

Přes poměrně mladou historii značky zaznamenala firma Horsch velmi rychlý rozvoj. V současnosti značka exportuje velký podíl své produkce do celého světa a neustále rozšiřuje své portfolio produktů. Rok 2012 byl pro značku Horsch rekordní, bylo poprvé dosaženo obratu více než 250 milionů Eur. S tím, jak se společnost rozrůstá, roste také počet zaměstnanců, který z 50 pracovníků v roce 1991 narostl na více než 1100 zaměstnanců v roce 2015.

Současný sortiment vyráběné zemědělské techniky, který například zmiňuje Malina (2014), zahrnuje především stroje pro zpracování půdy a zakládání porostů v minimalizačních technologiích. Další oblastí výroby jsou velkokapacitní překládací vozy Titan, které značka vlivem snahy o dosažení co nejvyšší produktivity sklizně, zařadila do svého výrobního programu. Poslední novinkou v nabídce firmy Horsch je aplikační technika pro ochranu rostlin převzatá od společnosti Leeb. Touto novinkou chce značka ucelit komplexnost nabízeného sortimentu nejdůležitějších strojů pro minimalizační technologie, kde právě chemická ochrana rostlin v mnoha ohledech zastává některé funkce zpracování půdy při konvenčním zpracování půdy.

Neustálým nárůstem poptávky po strojích Horsch je firma nucena stále navyšovat své výrobní kapacity. V současné době má firma v Německu kromě původního centrálního závodu ve Schwandorfu také od roku 2007 nový závod ve městě Ronnenburg, jehož uvedením do provozu bylo možné navýšení výroby a tím dosažení nárůstu obratu o 50 %. Další výrobní závody má firma Horsch i ve světě, například v Severní Americe, kde se vyrábí přesné secí stroje Maestro a ostatní technika pro tamní trh. Nejúspěšnějšími produkty firmy jsou pneumatické secí stroje Pronto, následovány radličkovými kypřiči Terrano a poměrně mladým produktem v nabídce - talířovými kypřiči Joker (Beneš, 2013).

## 7 TECHNOLOGIE A TECHNIKA PRO ZPRACOVÁNÍ PŮDY A ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ FIRMY HORSCH

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

V různých směrech minimalizačních technologií byla firma Horsch naprostým průkopníkem jako v například cíleném přihnojování nebo v technologii zakládání porostu kukuřice do hrůbků. V jiných směrech naopak nové technologie převzala od jiných výrobců a svým vývojem je jen upravila, případně zdokonalila. Sem patří například mělké zpracování půdy talířovými kypřiči nebo technologie plošného zakládání porostů řepky ozimé pomocí kombinovaných kypřičů jedním pojezdem. Všechny tyto nové technologie nejprve firma dlouhodobě provádí a vyhodnocuje na svých vlastních farmách, kde je k nim také vyvíjena a testována potřebná technika pro praktikování těchto nových minimalizačních technologií.

### 7.1 Zakládání porostů pomocí půdní frézy

Jedná se o první minimalizační technologii, kterou firma Horsch zavedla do praxe a která našla poměrně velké uplatnění. Principem této technologie je založení porostů do nezpracované půdy jedním přejezdem, při kterém dochází k celoplošnému uložení osiva na seťové lůžko vytvořené vodorovnou frézou s plochými noži pomocí speciálního principu výsevní lišty. Odfrézovaná vrstva směsi zeminy a rostlinných zbytků byla vržena do dálky za stroj a tím zakryla uložené osivo. Přelétávající zemina se během dopadu separovala tak, že osivo zakrývaly nejprve jemné půdní částice. Tento charakteristický znak se stal zvláště za suchých podmínek typickým pro práci používaných secích strojů (Kolektiv, duben 2009).

Právě vlivem zavedení nové technologie zakládání porostů byl zkonstruován nový secí stroj Exaktor SE (obr. 7), který nesl jako první značku Horsch a vyznačoval se některými vlastnostmi, které jsou dodnes unikátní. Předností Exaktoru SE byla hlavně jednoduchost a velká trvanlivost konstrukce. Zásluhou separace odfrézované vrstvy půdy při jejím letu vzduchem se hroudy a organické zbytky dostávaly až na povrch mimo kontakt s osivem. Exaktor dokázal uložit osivo



do čisté půdy prakticky za všech podmínek. Díky své odolnosti proti kamenům si našel Exaktor své uplatnění také na mělkých a kamenitých půdách. Nevýhodou a překážkou k dlouhodobému rozšíření a uplatnění Exaktoru SE byly jeho malý plošný výkon daný omezenými pracovními záběry pouze na tři a čtyři metry a velká energetická náročnost. I přes tyto nevýhody mají Exaktory v současnosti v České republice stále mnoho příznivců a jsou často používány pro úplnou obnovu luk nebo při setí v extrémních půdních podmínkách.



*Obr. 7 Secí stroj Horsch Exaktor SE*

*Zdroj: Značkový magazín Horsch č. 6, duben 2009.*

## 7.2 Mělké zpracování půdy

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

Na počátku zavádění minimalizačních postupů byla případná snaha o hlubší kypření omezována nízkou vybaveností podniků dostatečně silnou tahovou technikou, která je pro hlubší kypření nezbytná. Rovněž sortiment výrobců techniky byl zpočátku zaměřen na kypřiče pro mělké kypření, které bylo také firmou Horsch preferováno.

Získáváním dlouholetých zkušeností s technologií mělkého zpracování půdy se ukázalo, že tento postup může v některých půdních podmínkách, zejména na těžších půdách, způsobovat z dlouhodobého hlediska nežádoucí dopady na půdní prostředí, které blíže popisuje Lhotský (2000). Tento zjištěný fakt přispěl v některých půdních oblastech ke změně této technologie na technologii více zaměřenou na jednotlivé požadavky kypření pěstovaných plodin.

Technologie mělkého zpracování půdy v dnešní době zůstává v některých oblastech, zvláště v sušších oblastech s lehčími půdními podmínkami, jednou z uplatňovaných technologií. Své významné uplatnění má také při půdoochranném zpracování půdy, kdy je hlubší kypření nežádoucí.

Firma Horsch preferovala od začátku zavádění technologie mělkého zpracování půdy výhradně radličkové kypřiče řady Terrano, které svou možností velkého výběru z různých variant výměnných radliček, viz obrázek č. 8, jsou velmi univerzální a dokáží se přizpůsobit různým půdním podmínkám. Ve výrobním sortimentu Horsch jsou nabízeny tři varianty. Mezi nejdéle nabízené patří verze Terrano FG, které je možné využít od mělké podmínky až po středně hluboké kypření v rozmezí pracovní hloubky 0,03 až 0,2 m. Čtyřřadé uspořádání radliček s roztečí 0,3 m umožňuje dosažení bezkonkurenční vzdálenosti mezi jednotlivými radličkami v jedné řadě, která činí 1,2 m. Zásadou tohoto uspořádání radliček staví tento model mezi radličkové kypřiče s nejlepší průchodností rostlinných zbytků na trhu. Jedním ze specifických znaků Terrana FG, který z něj dělá velmi univerzální stroj, je absence integrovaného utužovacího pěchu, která umožňuje jeho práci i ve velmi vlhkých půdních podmínkách. Je-li potřeba zpětného utužení půdy a dovolují-li to půdní vláhové podmínky, je možné model Terrano FG doplnit samostatným přípojným pneumatikovým pěchem Horsch Optipack, který svou vysokou hmotností (420 kg na metr záběru) dokáže účinně zpětně utužit půdu i při vysokých pracovních rychlostech v celé kypřené vrstvě. Nastavení požadované pracovní hloubky je zajištěno tandemovým podvozkem uvnitř rámu, což umožňuje klidný pohyb stroje i po nerovném povrchu půdy. Čtyři řady kypřících radliček jsou doplněny sekcí prutových zavlačovačů, které zajišťují částečné urovnání povrchu půdy bez zpětného utužení. Terrano FG je charakteristické svou vysokou plošnou výkonností, na kterou jsou zaměřeny i nabízené velké pracovní záběry, které jsou od 6 metrů do 12 metrů a pro podmínky, například Severní Ameriky, až 18 metrů.

Druhou dlouhodobě nabízenou verzí je Terrano FX, které díky vyšší světlé výšce rámu (0,85 m) umožňuje hlubší kypření až do hloubky 0,3 m. Tuto verzi blíže popisují Peterka, Stach (2007).

Rozteč radliček je stejná s předchozí verzí, tedy 0,3 m, ale uspořádání radliček je pouze ve třech řadách, které umožnilo doplnit kypřící radličky o sekci urovnávacích talířů za poslední řadou kypřících radliček. Hlavním rozdílem této verze je integrovaný utužovací pěch, pomocí kterého je nastavována pracovní hloubka stroje. Možnost výběru z rozsáhlé nabídky různých variant pěchů umožňuje široké využití v mnoha půdních podmínkách. Tato verze je vyráběna v pracovních záběrech od 3 metrů do 8 metrů.

Nejnovější variantou této řady kypřičů je Terrano FM, která kombinuje výhody obou předcházejících verzí. Tuto verzi podrobně popisuje Malina (2013). Využívá čtyřřadého uspořádání radliček s roztečí pouze 0,28 m, čímž je stále zaručena velmi dobrá průchodnost rostlinných zbytků. Užší rozteč radliček umožňuje intenzivnější kypření a i přes menší světlou výšku rámu (0,75 m) je maximální konstrukční hloubka kypření 0,3 m. Typickou charakteristikou této verze kypřiče je možnost volby použití utužovacího pěchu jako u verze FX, který zároveň slouží pro nastavení pracovní hloubky nebo možnost jeho odpojení od kypřiče a provádět kypření bez zpětného utužení jako u verze FG. Pro vedení pracovní hloubky se pak používá kolový podvozek umístěný uvnitř rámu, který díky šípovému dezénu dobře funguje i v mokřích půdních podmínkách (Kolektiv, listopad 2012).



*Obr. 8 Varianty výměnných radliček strojů Horsch*

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

Důsledkem neustálé obliby mělkého zpracování půdy byla firma Horsch nucena reagovat na situaci na trhu a rozšířit svůj výrobní sortiment o nový, historicky první, talířový kypřič Joker, který je určený hlavně pro mělké zpracování půdy, případně pro sekundární zpracování půdy při

předseťové přípravě. Současná nabídka talířových kypřičů Horsch obsahuje tři verze kypřičů, které popisuje Beneš (2014). První je nesená verze Joker CT, připojovaná do třibodového závěsu, určená zejména pro menší podniky. Jedná se o krátký talířový kypřič s talíři o průměru pouze 0,52 m, které se zásluhou relativně malého průměru rychleji otáčejí a mají tak lepší drobicí schopnost než poslední popisovaná verze. U této verze jsou nabízeny čtyři varianty utužovacích pěchů RollFlex, RollCut, DoubleDisc nebo pneumatikový pěch. Joker CT, jakožto nejmenší a nejlehčí verze talířových kypřičů Horsch, je vyráběn v pracovních záběrech jen 3 až 6 metrů.

Druhá verze Joker RT byla představena již společně s předchozí verzí v roce 2008 s původním průměrem talířů 0,46 m. V roce 2015 přišla na trh nová generace talířového kypřiče Joker RT s nově používanými talíři o průměru 0,52 m, se kterými je možné provádět kypření půdy v rozsahu 0,05 až 0,12 m. Talíře jsou uchyceny párově na jednom společném ramenu, které je přes pryžové bloky spojeno s rámem. Novinkou u nové generace kypřiče je možnost volitelné výbavy přední sekce s plochými pery, která jsou hydraulicky nastavitelná a přispívají k lepší tvorbě jemné zeminy a urovnávají povrch půdy při případném předseťovém zpracování půdy. Na rozdíl od předchozí generace má nový kypřič integrovaný přepravní podvozek do rámu, jehož zásluhou je kypřič vybaven dvojitým utužovacím pěchem. V nabídce jsou dvě varianty pěchů a to lehčí Doppel-RollPack ( $130 \text{ kg.m}^{-1}$ ) nebo těžší Doppel-SteelDisc ( $220 \text{ kg.m}^{-1}$ ). Joker RT se vyrábí v pracovních záběrech 5 až 12 metrů (Kolektiv, listopad 2015).

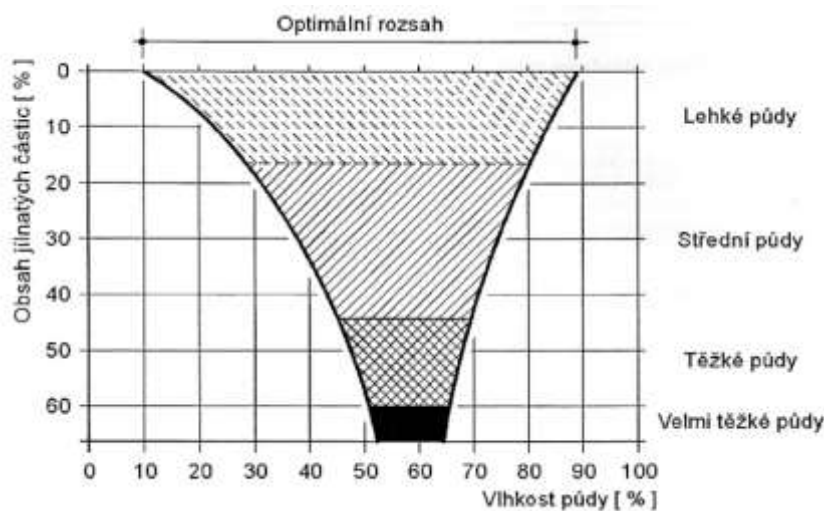
Poslední a těžší verzí je Joker HD, který byl představen v roce 2013. Hlavním rozdílem od předchozího kypřiče je použití větších talířů o průměru 0,62 m, které jsou vhodné pro intenzivnější a hlubší kypření do hloubky i více než 0,15 m. Větší talíře mají schopnost zapravit větší množství rostlinných zbytků do půdy. Právě problematika zapravení velkého množství posklizňových zbytků, zejména při pěstování kukuřice na zrna, vedla k vývoji nové verze Joker HD. Pro zajištění lepší průchodnosti většího množství materiálu byla vzdálenost mezi oběma řadami talířů zvětšena na 1,3 m. Stejně jako u předchozí verze je Joker HD vybaven dvojitým utužovacím pěchem Doppel-RollPack bez jiné možnosti volby (Kolektiv, listopad 2014).

### 7.3 Zpracování půdy se zaměřením na hlubší a intenzivnější kypření

Postupným zjištěním negativních dopadů na půdní prostředí při dlouhodobém zpracování půdy pouze mělkým kypřením byly v určitých půdních oblastech, převážně na těžších půdách, zaváděny

různé technologie se zaměřením na hlubší a intenzivnější zpracování půdy. Mezi prvními výrobci minimalizační techniky byla právě firma Horsch, která začala přeorientovávat své doposud preferované mělké zpracování půdy. Horsch začal na přelomu tisíciletí vyvíjet a testovat svou inovovanou technologii zpracování půdy, která měla umožnit lepší zpracování půdy převážně v těžších půdních podmínkách. Principem této technologie je provádění kypření v závislosti na současném stavu půdy, nejlépe ve stavu optimální zpracovatelnosti.

Nová technologie vychází hlavně z dlouholetých poznatků o strukturním stavu půdy. Poznatky vedly ke zjištění, že půda je zpracovatelná jen v určitém rozpětí vlhkosti, které je dáno závislostí na podílu vody a jílovitých částic v půdě, viz obr. 9. Těžké půdy mají právě toto rozpětí mnohem menší než půdy lehčí, jak uvádí Šabatka (2009) a říká: „Spoléhat se na to, že stihneme obdělávat půdu za příznivých podmínek, je nereálné. Proto budou úspěšní při obdělávání půdy jen ti, kteří udrží půdu co nejdéle ve zpracovatelném stavu. Prakticky to znamená, že zabrání, aby rychle vysychala, když neprší a naopak, aby se nerozplavila, pokud se srážky dostaví.“ Z toho vyplývá, že čím je půda těžší, tím máme méně času na její zpracování.



Obr. 9 Optimální vlhkost půdy pro její zpracování

Zdroj: <http://agrice.blog.cz/1003/na-svateho-rehore>

Přechod na nový přístup ke zpracování půdy znamenal lepší přizpůsobení se aktuálním půdním podmínkám a provádění individuální hloubky a intenzity kypření půdy. Tímto přístupem vznikly rovněž nové požadavky na používanou techniku, která musela být schopna umožnit proces hlubšího a intenzivnějšího kypření půdy. Dobrý předpoklad pro uplatnění v této nové technologii měly v sortimentu nabízené techniky Horsch doposud velmi rozšířené radličkové kypřiče Terrano,

kteře svou velkou univerzálnořtí jsou schopny provádět hlubří kypřeni až do hloubky 0,2 m. Společnost Horsch ovšem velmi rychle zareagovala na zvyřšenou poptávku po kypřičích zejména pro hlubří zpracování půdy a přišla s novým radličkovým kypřičem Tiger, který je hlavním produktem pro hlubří zpracování půdy. Uplatňování této technologie již představuje mnohem vyřřší nároky na energetickou a tahovou spotřebu a také dochází u používané techniky ke snížení plořné výkonnosti.

Nový radličkový kypřič Tiger je vyráběn ve dvou hlavních verzích Tiger AS a Tiger LT. Velmi oblíbenou verzí na teřřší půdní podmínky je Tiger AS, který bývá často označován jako chytřejří náhrada pluhu a blíže ho popisuje Peterka, Stach (2007). Svou robustní konstrukcí a uspořádaním radliček ve čtyřech řadách o rozteči pouze 0,23 m dokáže velmi intenzivní prokypřeni se zapravením velkého množství posklizňových rostlinných zbytků až do hloubky 0,35 m. Kypřičí radličky jsou doplněny jednořadým talířovým systémem pro rovnoměrné urovnání povrchu půdy před pěchem. Posledním pracovním orgánem je integrovaný pneumatický utuřovací pěk, který je možné na přání doplnit jeřřtě drobicím pěchem TopRing vhodným pro kvalitněřřší přípravu set'ového lože. Nabízen je v rozmezí pracovních záběrů od 3 metrů až do 8 metrů. Vlivem vysoké hustoty pracovních nástrojů, čímž je docíleno požadované kvality práce, se jedná o kypřič s poměrně vysokými energetickými nároky, které mohou v extrémních podmínkách dosahovat hodnoty až 75 kW na jeden metr záběru.

Druhou energeticky méně náročnou verzí je Tiger LT, jehož cílem je poskytovat dostačující kvalitu hlubokého kypřeni půdy s možností dosažení hodnoty hloubky až 0,35 m při současném snížení tahových nároků. Důvodem nižřř energetické náročnosti je menřř počet pracovních nástrojů, které mají na rozdíl od předchozí verze rozteč 0,3 m. Druhou a poslední zásadní odlišností je uspořádaní kypřičích radliček pouze ve třech řadách, které při změně jejich rozteče zaručují téměř shodnou vzdálenost mezi jednotlivými radličkami v řadě, čímž je zachována odpovídající průchodnost materiálu strojem s předchozí verzí. Provedení urovnávacích talířů a utuřovacího pěchu jsou naprosto shodná s verzí Tiger AS. Rozdíl je ve vyráběných pracovních záběrech, které jsou u verze Tiger LT pouze dvě a to 6 a 8 metrů. V nabízeném sortimentu kypřičů řady Tiger je jeřřtě jedna speciální verze označovaná jako Tiger DT, která je blíže popsána v kapitole 7.5.2.

Posledním trendem používání techniky pro tuto technologii jsou kombinované kypřiče, které umožňují jedním přejezdem hlubří a intenzivněřřší zpracování půdy. Právě reakcí na situaci na trhu,

kdy ostatní výrobci začali přicházet s těmito typy kypřičů, bylo zacelení vzniklé mezery v sortimentu a zavedení do výroby nových verzí MT obou typů radličkových kypřičů, jak Tigera, tak Terrana, které představuje Malina (2013). Verze MT kombinují obě hlavní skupiny nejčastějších pracovních nástrojů používaných pro kypření půdy. Prováděné kypření je rozděleno do dvou fází, kdy v přední části stroje je umístěna sekce se dvěma řadami talířů o průměru 0,68 m u Tigera MT a o průměru 0,52 m u Terrana MT, které mají za úkol mělké zpracování půdy s kvalitním zapravením rostlinných zbytků do půdy. Následuje sekce dvou řad kypřících radliček s roztečí 0,45 m, které umožňují hluboké kypření a další mísení rostlinných zbytků u Tigera MT až do hloubky 0,35 m a u Terrana MT jen do hloubky 0,30 m. U obou typů kypřičů ještě následuje za kypřícími radličkami řada urovnávacích talířů a integrovaný utužovací pěch, který může být u kypřiče Terrano MT volen ze tří různých variant provedení na rozdíl od kypřiče Tiger MT, který je nabízen pouze s pneumatickým pěchem.

Možnost využití hlubšího a intenzivnějšího kypření do hloubky 0,2 – 0,3 m při postupech zpracování půdy vedla k širšímu rozšíření a uplatnění minimalizačních technologií také pro zakládání porostů plodin, u kterých byl preferován konvenční způsob zpracování půdy. Jedná se především o řepku ozimou a cukrovou řepu. Právě tato skutečnost způsobila v mnoha zemědělských podnicích úplné nahrazení konvenčního zpracování půdy s orbou na celé obhospodařované výměře. V současnosti nejvíce využívanou minimalizační technologií v podmínkách České republiky je právě popsána technologie s individuálními požadavky na hloubku a intenzitu zpracování půdy v závislosti na konkrétním stavu půdy a půdních podmínkách.

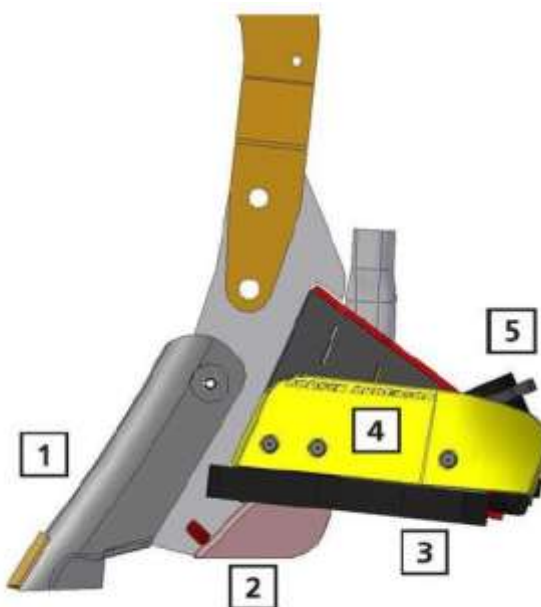
#### 7.4 Zakládání porostů s cíleným ukládáním hnojiv

V souvislosti s moderními technologiemi zpracování půdy a způsoby zakládání porostů se stále více prosazuje technologie cíleného ukládání hnojiva, která vede k úspoře hnojiv a brání současnému přihnojování plevelů. Hlavně vlivem dlouhodobého růstu cen hnojiv, který lze odhadovat i do budoucna, je hospodárnější a efektivnější využívání hnojiv velmi důležitým faktorem rentability rostlinné výroby.

Právě značka Horsch patří mezi hlavní propagátory této účinné a úsporné technologie. Principem této technologie je cílené ukládání hnojiva, které se aplikuje současně při seti přímo secím strojem do podkořenové oblasti rostliny. Firma Horsch tuto technologii označuje zkratkou PPF (precision

placement of fertiliser) nazývanou také přihnojení „pod patu“ nebo také výstižněji podkořenové hnojení. Všechny secí stroje v nabídce Horsch je možné vybavit zmiňovaným přihnojením „pod patu“ PPF.

Prvním secím nástrojem, který firma Horsch pro tuto technologii používala, byla a stále je radlička Duett (obr. 10). Zpočátku zavádění technologie se používala u radličkových secích strojů Concord CO pouze kapalná hnojiva. Protože možnost výběru kapalných hnojiv je velmi omezená, zareagovala firma Horsch na požadavek zemědělců a přišla na trh s další variantou, která umožňuje aplikovat současně při seti jakékoliv granulované hnojivo. Pro jejich ukládání se využívají u secích radličkových strojů Sprinter upravené radličky Duett, jak uvádí Falta (2007), a u kotoučových secích strojů Pronto speciální meziřádkové kotoučové botky, jak popisuje Šabatka (2008). Na rozdíl od ukládání hnojiva pomocí Duett radličky, která ukládá hnojivo přímo pod rostlinu, je hnojivo u secích strojů Pronto ukládáno speciální kotoučovou botkou vždy doprostřed mezi zaseté řádky a do hloubky v nastavitelném rozmezí 0,2 až 0,12 m, jak uvádí Šabatka (2008). Granulovaná hnojiva, která jsou vhodná pro podkořenové hnojení, jsou nabízena v mnoha různých složeních a navíc také v různých obalech, které umožňují jejich lepší skladování a manipulaci (Malina, 2007).



Obr. 10 Secí botka Duett, 1 – dláto, 2 – přihnojování, 3 – šípová spodní deska, 4 – plastové boční kryty, 5 – výpad pro osivo

Zdroj: <http://www.horsch2.com/en/products/seeding-technology/tine-seed-drills/sprinter-st/>



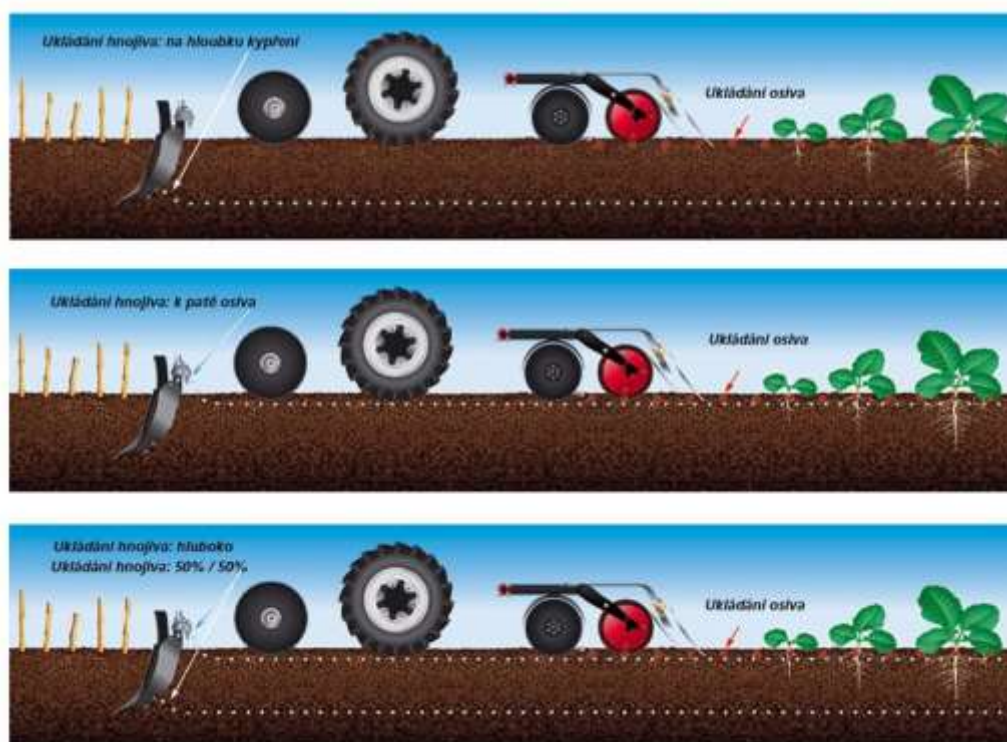
System podkořenového hnojení zajišťuje optimální raný vývoj rostlin tím, že vysoce koncentruje živiny pod rostlinou v oblasti jejich kořenů. Už od počátku používání technologie PPF u secích strojů Horsch bylo viditelné, že se takto založené porosty vyvíjí lépe. Hlavně proto se také začalo podkořenovému hnojení více rozšiřovat. Jednou z hlavních výhod podkořenového hnojení je, že pozitivně ovlivňuje vývoj rostlin především ve stresových situacích, kterými mohou být například pěstování obilnin po obilnině, hospodaření v suchých oblastech, na těžkých půdách a na půdách s nízkým obsahem živin především fosforu. Rozsáhlé dlouhodobé pokusy s technologií PPF založené v roce 1999 nejen v centrále společnosti Horsch prokázaly tento systém zakládání porostů za velice přínosný, jak dokazuje obr. 11. Zatímco při založení porostů radličkovým secím strojem Sprinter s využitím radliček Duett může dojít k navýšení výnosu i přes 20 %, tak u porostů založených kotoučovým secím strojem Pronto se zvýšení výnosů může pohybovat nejčastěji v rozmezí 7 až 12 %. Podkořenovému hnojení „pod patu“ je bezpečná technologie, která v praxi dobře hospodáří s hnojivem a dává porostu dobrý potenciál pro zvyšování výnosů, jak uvádí v článku Burešová, Sochor (2007) a dokazují to tvrzením: „Čím rychleji se může mladá rostlina v počáteční fázi růstu vyvíjet, tím lépe umí později překonávat stres (sucho, přemokření, vedlejší účinky herbicidů). Nadále si pak zachovává svůj vysoký výnosový potenciál.“

<b>Pšenice ozimá – výnosy (t/ha)</b>						
Var.	Přihnojení k osivu	Dávka kg/ha	N	P	K	výnos
1.	PK 25-25	100		25	25	4,8
2.	Amofos	100	12	52		5,41
3.	DAP 18-46	100	18	46		5,36
4.	DAM 390	100	39			5,05
5.	NP 26-14	150	26	14		5,14
6.	NPK 4-20-20	150	4	20	20	5,39
7.	Dolophos 15-40	200		15		4,85
8.	K osivu nehnojeno					4,11
<b>Ječmen jarní – výnosy (t/ha)</b>						
Var.	Přihnojení k osivu	Dávka kg/ha	N	P	K	výnos
1.	NP 8-24	100	8	24		3,61
2.	NP 8-24	300	8	24		4,12
3.	NP 26-14	100	26	14		4,21
4.	DAM 390	80	39			3,4
5.	Močovina	50	46			3,56
6.	K osivu nehnojeno					3,05
<b>Řepka ozimá – výnosy (t/ha)</b>						
Var.	Přihnojení k osivu	Dávka kg/ha	N	P	K	výnos
1.	NP 8-24	100	8	24		3,84
2.	DAM 390	100	39			3,96
3.	K osivu nehnojeno					3,41

Obr. 11 Vliv hnojiv na výnosy pěstovaných plodin

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

Další podobnou technologií společnosti Horsch založenou na stejné myšlence úspornějšího a efektivnějšího využívání hnojiv je technologie ukládání hnojiv do větších hloubek, která byla nejprve využívána při technologii pásového zpracování půdy a zakládání porostů řepky ozimé speciálním secím strojem Focus TD. Jedná se o kotoučový secí stroj kombinovaný se speciálním radličkovým kypřičem určeným pro pásové zpracování půdy, který umožňuje dokonce tři způsoby uložení hnojiva současně při setí. Hnojivo může být uloženo hluboko téměř do hloubky zpracování půdy nebo mělko k patě do hloubky 0,05 až 0,1 m nebo kombinací obou variant v poměru 50:50, jak ukazuje obr. 12 (Kolektiv, květen 2011).



Obr. 12 Funkční princip secího stroje Focus TD a možnosti uložení hnojiva

Zdroj: terraHORSCH, duben 2013.

#### 7.4.1 Základní hnojení při zpracování půdy

V roce 2013 firma Horsch přišla s novou myšlenkou hlubšího zapravení živin pomocí aplikace hnojiva současně při hlubším kypření radličkovými kypřiči. Jedná se o technologii základního hnojení při zpracování půdy, která vychází z poznatků o lepší dostupnosti hlouběji zapravených živin pro pěstovanou plodinu. Cílem těchto postupů není pouze uložení hnojiva, ale také snaha o to, aby se při menších dávkách hnojiv zvýšila jejich účinnost. Hlubší zapravení živin také

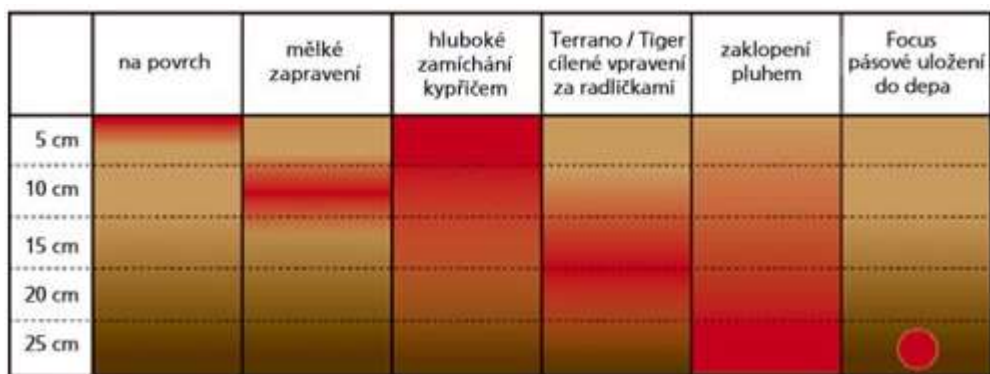
zamezuje riziku jejich špatného příjmu v období sucha. Dalším cílem je ovlivnění tvorby kořenového systému rostlin především jeho mohutnosti a směřování.

Přínosem nové technologie hlubšího ukládání hnojiv může být odstranění možného důsledku dlouhodobého zpracování půdy bez orby, kdy mohou vznikat dvě části půdního profilu různě zásobené živinami. Horní vrstva půdy je častěji a intenzivněji zpracovávána a je více zásobena živinami na úkor spodní vrstvy, která o ně může být ochuzena (Malina, 2013).

Kolektiv (listopad, 2013) uvádí ve svém článku: „Vyrovnaná zásobenost orné půdy živinami je důležitým faktorem pro úspěšné hospodaření. Jen díky vyrovnavání odebraných živin mohou naše půdy zůstat po generace úrodné. Přesto z důvodů cen hnojiv nebo nájmů se mnoho podniků pokouší ušetřit a tak hnojit pod úrovní odběru.“

Aby bylo možné výhodně kombinovat kypření a hluboké zapravení hnojiv, musí být kypřič vybaven pneumatickým rozvodem hnojiva a aplikátory umístěnými bezprostředně za radličkami. Pro tento způsob aplikace hnojiv nabízí firma Horsch nový systém univerzálně využitelných zásobníků Partner HT/FT. Zásobníky se umístí do zadního HT nebo předního FT tříbodového závěsu traktoru a fungují ve spojení s radličkovými kypřiči Terrano FM, MT a FX se záběry do 6 m. Pro kypřiče s pracovními záběry nad 6 m je v nabídce varianta s taženým velkoobjemovým zásobníkem, za který se připojí zmíněný kypřič. Zásobník je vybaven dvojicí samostatných dávkovacích zařízení, kterými je možné nezávisle dávkovat dvě různá hnojiva do předem stanovené hloubky. Systém doplňuje předchozí technologii hlubšího ukládání hnojiva při zakládání porostů po pásovém zpracování půdy secími stroji Focus TD.

Především na velmi těžkých půdách bude nový systém výhodou. Cílená aplikace hnojiva zvyšuje účinnost hnojení a šetří náklady na tuto operaci. Tento nový přístup ke zpracování půdy a způsobu hnojení ukazuje, že má velkou budoucnost, protože se v praxi osvědčuje hlavně po ekonomické stránce. Jednotlivé uložení hnojiva v půdě při různých technologiích zpracování půdy je patrné z obr. 13.



Obr. 13 Rozmístění hnojiva v půdě

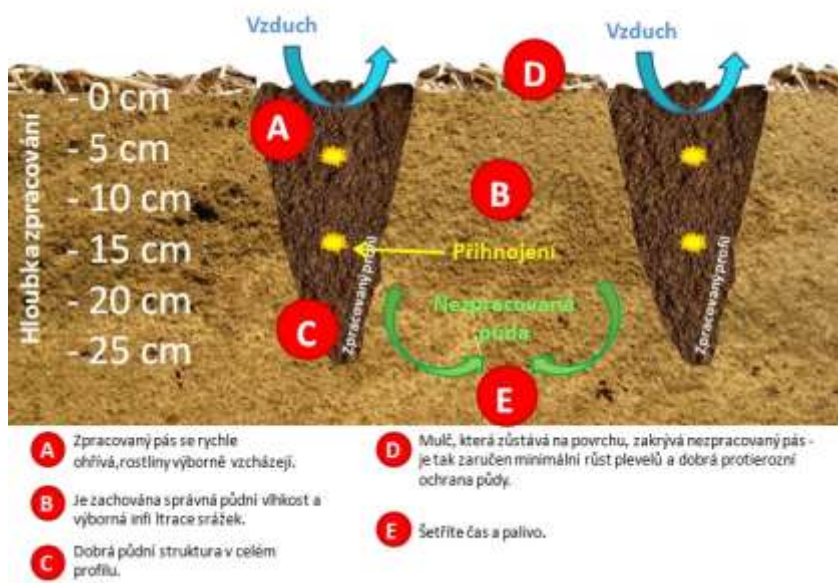
Zdroj: terraHORSCH, listopad 2013.

## 7.5 Technologie ochranného zpracování půdy

Na základě získaných poznatků vlivů různého způsobu zpracování půdy na jednotlivé pěstované plodiny a půdní vlastnosti, které blíže popisuje Mašek a kol. (2012), se společnost Horsch zaměřila na vývoj a zavádění nových technologií zakládání porostů daných plodin. Svou pozornost zaměřila hlavně na dvě nové technologie. Nejprve přišla s technologií Strip-Till - pásovým zpracováním půdy pro zakládání porostů řepky ozimé, případně i obilnin. Druhou představenou technologií byla technologie Ridge-Till - zakládání porostů kukuřice do hrůbků. U obou zaváděných technologií se jedná o pozměněné způsoby ochranného zpracování půdy používané v USA, které firma Horsch upravila a přizpůsobila zdejším podmínkám střední Evropy (Kolektiv, listopad 2011).

### 7.5.1 Technologie Strip-Till

Technologie Strip-Till zakládání porostů zejména řepky ozimé, při níž se půda zpracovává v pásech, se v současnosti velmi rozšiřuje. Principem této metody je cílené hloubkové kypření půdy pouze v místě pozdějšího řádku osiva, při kterém dochází k vytvoření dokonale čistého profilu půdy bez rostlinných zbytků, kam může být také cíleně ukládáno hnojivo, viz obr. 14. Výhodou této technologie je, že se kombinují kladné vlastnosti přímého setí na redukci půdní eroze a snížení ztráty půdní vláhly s pozitivními efekty spojené se zpracováním půdy, jako jsou čisté set'ové lože a nakypření půdy (Kolektiv, duben 2013).



Obr. 14 Půdní schéma pásového zpracování půdy

Zdroj: <http://www.strompraha.cz/vychod/o-nas/novinky/pasove-zpracovani-pudy-se-strigrem>

V klasických postupech technologie Strip-Till je pásové zpracování půdy náhradou za podmítka, za základní zpracování půdy i za předset'ové zpracování půdy. Posklizňové zbytky předplodiny mezi řádky slouží k omezení rizika půdní eroze a ke snížení výparů půdní vláhy. V podmínkách České republiky se více uplatňuje intenzivní postup Strip-Till, při kterém základnímu zpracování půdy v pásích předchází podmítka, případně jiné zpracování půdy a to v jednom nebo ve více pracovních přejezdech. I přes zapravení rostlinných zbytků do půdy předchozími pracovními operacemi je schopna kypřící radlička vytvořit téměř zcela čistou půdu pod ukládaným osivem.

Pro možnosti využití této technologie vyvinula a zkonstruovala firma Horsch v roce 2009 speciální secí stroj Focus TD, který popisuje Malina (2012). Tento secí stroj umožňuje zakládání porostů do pásově zpracované půdy s možností cíleného hlubšího ukládání hnojiva. Jedná se o kombinaci radličkového kypřiče s roztečí radliček 0,35 m, který umožňuje kypření až do hloubky 0,3 m a cílené ukládání hnojiva, se secím strojem s kotoučovými botkami, které mají meziřádkovou rozteč také 0,35 m pro řepku ozimou. Doplněním secích botek na dvojnásobný počet se secí stroj Focus TD upraví pro možnost setí obilnin (Kolektiv, listopad 2010).

Vlivem nově získaných poznatků prvních uživatelů secích strojů Focus TD se ukázalo, že je nutné přistoupit k jistým konstrukčním změnám stroje, aby bylo možné zajistit kvalitní zakládání porostů nejen na lehkých a prostupných půdách. Proto v roce 2015 firma Horsch přišla s novou generací

secích strojů Focus TD, které mají nově rozteč radliček jen 0,3 m. Tím se zvýšila intenzita kypření půdy, a zároveň tato užší rozteč umožňovala při doplnění secích botek výsev úzkořádkových plodin v obvyklé rozteči 0,15 m. Vybavení stroje novou generací pracovních orgánů Terra Grip III s horizontálním pružinovým jištěním umožnilo novou konstrukci stroje s centrálně umístěným kombinovaným zásobníkem nad radličkovou sekci. Pro širší oblast využití secích strojů Focus TD je možné u nové generace zaměnit radličkovou sekci stroje za talířovou sekci. Tato možnost je vhodná zejména pro výsev obilovin, které nevyžadují tak hluboké prokypření půdy a je spíše třeba intenzivně připravit mělké seťové lože (Kolektiv, květen 2015).

Metoda Strip-Till nabízí vytvoření vhodných půdních podmínek pro pěstování zejména řepky, které blíže popisují ve své knize Baranyk, Fábry (2007), vedoucí ke kvalitnějšímu založení porostů a vytvoření vyššího výnosového potenciálu. Při zpracování půdy v pásích se přesouvá vlhká půda ze spodních vrstev na povrch a tím se vytvářejí lepší podmínky pro vyklíčení osiva, což je významnou předností při výsevu řepky v suchém období. V porovnání s výsevem do mulče za srovnatelných podmínek se metodou Strip-Till vzcházení urychlí o jeden až dva dny s následným lepším podzimním vývojem. Naopak při vlhkém období má pásové zpracování půdy drenážní účinek, který podporuje lepší vývin kořenů v prokypřené půdě. Další výhodou je cílené uložení hnojiva v kořenové oblasti půdy současně při kypření, které umožňuje oddělovat dodávané živiny, především dusík, od posklizňových zbytků a tím zabránit jeho imobilizaci.

Další možnou oblastí využití technologie Strip-Till se ukazuje zakládání porostů cukrové řepy, při kterém jsou vytvořeny v kypřením pročištěných pásích optimální podmínky pro výsev jednak z hlediska malého množství posklizňových zbytků, ale také z hlediska lepšího teplotního prohřátí půdy v období jarního výsevu. V porovnání s přímým výsevem je půda v hloubce setí cukrovky po pásové zpracování půdy v průměru o 5 stupňů teplejší. Zatímco prohřáté pásy půdy jsou již oschlé a půdní struktura je způsobilá pro výsev, půda pod mulčem pro přímý výsev je ještě vlhká, chladná a zcela nezpůsobilá k výsevu. I přes tento pozitivní jev, vhodný zejména pro výsev cukrové řepy, jsou pozemky po zpracování technologií Strip-Till celkově chladnější než pozemky celoplošně kypřené. Z tohoto důvodu nenašla tato technologie velké uplatnění u více teplomilných plodin, jako je například kukuřice, pro kterou je vhodnější následující technologie Ridge-Till (zpracování půdy s vytvářením hrůbků).

Předpokladem pro dobré vzcházení jarních plodin, které je srovnatelné s konvenčním zpracováním půdy, jsou uzavřené pásy půdy bez hrud a dutin. Proto musí být pásové zpracování provedeno na

podzim, aby se využilo působení vlivu zimního počasí k vytvoření optimálních podmínek pro včasný výsev, který je zejména u cukrové řepy jedním z důležitých faktorů ovlivňujících její výnos.

### 7.5.2 Technologie Ridge-Till

V současnosti nejen v České republice nabývá stále většího významu pěstování kukuřice, jejíž výměra se rok od roku zvětšuje. Nárůst pěstované výměry kukuřice je způsoben jednak navýšením osevních ploch zrnovou kukuřicí, která je velmi zajímavá především pro doplnění stávajících osevních postupů, ale hlavně také nárůstem spotřeby silážní kukuřice, která je způsobena rostoucím počtem bioplynových stanic. Tato skutečnost má své ekonomické důvody, které se odrážejí ve snaze o další zvyšování výnosů a také ve zjednodušení a zrychlení technologických postupů zakládání porostů vedoucích ke snižování nákladů na pěstování kukuřice.

Firma Horsch již přes patnáct let testuje a zdokonaluje nový technologický postup pro pěstování kukuřice pomocí minimalizačních technologií. Tento postup původně vychází z pásového zpracování půdy Strip-Till, který je velmi využíván v klimatických podmínkách USA, kde je především teplota během vegetace v rozhodujících měsících růstu kukuřice mnohem vyšší, než u nás. Přestože i v našich podmínkách na lehkých půdách funguje poměrně dobře, naráží takový systém zejména v těžších půdních podmínkách na určitá omezení, která ukázala během let, že není možné už dále navyšovat výnosy. Pozdější zkušenosti v podmínkách střední Evropy ukázaly přednosti a nevýhody metody Strip-Till a vývoj proto pokračoval směrem zpět k celoplošnému zpracování půdy. Zachována byla základní přednost, a to vytváření výsevních pásů zeminy, do kterých se na jaře vysévá osivo (Falta, 2010).

Principem nového technologického postupu Ridge-Till je pomocí minimálního počtu přejezdů po poli, což je velmi důležité hlavně na těžkých půdách, vytvořit již na podzim celoplošným zpracováním hrůbky, ve kterých se důsledkem působení vlivů zimního počasí vytvoří optimální podmínky pro včasné jarní uložení osiva bez nutnosti použití jarní předset'ové přípravy, která zbytečně prodlužuje termín výsevu a tím zkracuje vegetační období a zároveň snižuje výnosový potenciál. Tyto vytvořené hrůbky se na jaře mnohem rychleji prohřívají a tím dosahují teploty 8 °C potřebné pro výsev výrazně dříve. Na základě praktických zkušeností se ukazuje, že výsev kukuřice může být skutečně mnohem dříve než při klasické technologii setí kukuřice, a to běžně

o týden i více. Celá technologie se skládá ze dvou, maximálně tří pracovních operací v závislosti na předplodině. Jedná se o podmínku v závislosti na termínu sklizně předplodiny, dále o samotné hluboké plošné kypření s vytvořením požadovaných hrůbků, a na jaře se pak provádí pouze samotné setí secím strojem Maestro do vytvořených hrůbků. Tento postup se doporučuje zejména pro střední a těžké půdy, kde je možné také dosáhnout mimořádně velkých úspor nákladů (Falta, 2010).

Speciálně v těžkých půdních oblastech klade půda při zpracování velký odpor, proto není možné hrůbkování provádět stejným postupem jako například při pěstování brambor. Bylo nutné tedy přejít na jiný způsob, který je hlavně méně energeticky náročný. Z této potřeby byl zkonstruován nový speciální radličkový kypřič Horsch Tiger DT (obr. 15), který má uspořádání radliček ve čtyřech řadách s roztečí 0,375 m. Tiger DT je postaven na bázi velmi používaného stroje Tiger AS, ale nemá integrovaný pěch, čímž za sebou zachovává hrůbky vytvořené poslední řadou radliček. Nastavení pracovní hloubky se provádí na podvozku, který je uvnitř rámu podobně jako u strojů Terrano FG nebo FM. Geometrie a rozmístění radliček jsou takové, aby při zpracování půdy vznikaly hrůbky o rozteči 0,75 m. První dvě řady radliček kypří půdu pod budoucími řádky rostlin. Zadní dvě řady zpracovávají půdu mezi řádky a vytváří potřebné hrůbky. Půda se podle podmínek a podle stanoviště kypří do hloubky v rozmezí 0,2 až 0,3 m. Navršené hrůbky tvoří jak rozpracovaná půda, tak i hroudy, někdy i značné velikosti, které mohou bezprostředně po zpracování podle typu půdy a půdních podmínek dosahovat výšky 0,2 až 0,4 m. Působením vlivu zimního počasí se případně hroudy rozdrobí a celé hrůbky se postupně sléhají na konečných 0,1 až 0,2 m s jemnou povrchovou strukturou půdy vhodnou pro kvalitní uložení osiva (Kolektiv, listopad 2011).



*Obr. 15 Speciální radličkový kypřič Tiger DT s říditelnými talířovými krojidly*

*Zdroj: Značkový magazín Horsch č. 11, listopad 2011.*



Pro dosažení úspěšného zakládání porostů pomocí technologie Ridge-Till (obr. 16) je důležité, aby hrůbky byly nejen přesné a přímé, ale musí být dosaženo pravidelné a stejné rozteče mezi navazujícími přejezdy v toleranci  $\pm 0,05$  m. Proto jedním z hlavních předpokladů této technologie je přesný a dobře fungující navigační systém, který dokáže zmíněné podmínky dodržet a následně umožní přesné navádění na hrůbky při setí. Navazování záběrů s přesností na centimetry je při zpracování půdy zejména u tažené techniky a při boční svažitosti dost obtížný úkol. Aby Tiger DT vyhověl těmto vysokým požadavkům na přesnost prováděné práce, byl vybaven čtyřmi řiditelnými talířovými krojidly (obr. 15). Toto aktivní řízení stroje (Implement Stear) se provádí pomocí hydraulických válců, které jsou ovládány impulzy vydávanými paralelním GPS systémem s RTK korekcí (Real Time Kinematik). Řídicí systém tedy ovládá nejen dráhu tažného prostředku, ale současně udržuje také požadovanou dráhu také závěsného nářadí. V praxi to znamená, že jak traktor, tak i kypřič TD, nesou vlastní přijímač GPS signálu (Kolektiv, listopad 2011).

Pro samotné ukládání osiva do hrůbků, které může být doplněno současnou cílenou aplikací hnojiva do podkořenového prostoru, se mohou používat konvenční secí stroje určené pro práci v mulči. V případě značky Horsch se může jednat o secí stroje Maestro CC nebo Maestro SW, které musejí být vybaveny rovněž stejným řídicím a naváděcím systémem jako předcházející kypřič Tiger DT. Toto aktivní řízení dráhy umožňuje přesné ukládání osiva do středu hrůbku. K přesnému navádění na vytvořené hrůbky se používají uložená data z podzimního zpracování půdy.

Hrůbkové pěstování kukuřice musí, tak jako každá nová pěstitelská technologie, poskytovat výnosový efekt. Vyhodnocení výsledků sklizní během testování této nové technologie prokázala navýšení výnosů v průměru o 10 % v porovnání s výnosy porostů pěstovaných na konvenčně zpracované půdě. Prokázaný nárůst je zajištěn jistě více faktory, mezi které patří zcela jistě vynechání jarní předset'ové přípravy, a tím také dává možnost včasnějšího výsevu a také lepší podmínky pro vývoj a následný růst rostlin, který je podpořen ideálním způsobem cílené aplikace základních živin do podkořenové oblasti rostlin. Vytvořené optimální podmínky pro růst kukuřice, ekonomika pěstování a úspora času a pracovních sil jsou dobrým předpokladem, aby se nová technologie Ridge-Till pro zakládání porostů kukuřice do hrůbků více rozšířila v praxi.



*Obr. 16 Technologie Ridge-Till v praxi*

*Zdroj: Značkový magazín Horsch č. 11, listopad 2011.*

## 7.6 Zakládání porostů plodin přesným výsevem

### 7.6.1 Přesný výsev širokořádkových plodin

Problematika zakládání porostů plodin vyžadujících přesný výsev byla pro firmu Horsch velmi důležitou oblastí, která představovala chybějící část ucelené minimalizační technologie zpracování půdy a zakládání porostů celého osevního postupu většiny zemědělských podniků. Snaha o zacelení této mezery vedla společnost Horsch v roce 2006 k vývoji přesného secího stroje Maestro, který je určen pro setí do mulče, do konvenčně zpracované půdy i pro přímé setí do nezpracované půdy. Hlavními požadavky na nový secí stroj bylo přesné a rovnoměrné uložení osiva do kvalitního výsevního lůžka i při vyšších pracovních rychlostech více než 10 km.h<sup>-1</sup> s možností podkořenového uložení hnojiva. První generace secích strojů Maestro byla určena pro přesný výsev hlavně kukuřice, ale stejné výsevní jednotky je možné využít také pro případný výsev slunečnice.

Základem přesného secího stroje Maestro jsou secí jednotky Kinze Evolution. Maestro používá přihnojovací kotoučové botky, které jsou umístěny spolu s výsevními kotoučovými botkami na společném paralelogramu. Tím je docíleno velice přesného uložení hnojiva, které nesmí být v kontaktu s osivem za žádných podmínek. Pohon výsevních jednotek je zajišťován hydromotorem, který je řízen centrálním počítačem Drill Manager. Ten zároveň zajišťuje i dávkování hnojiva a kontrolu výsevu na jednotlivých výsevních jednotkách. Neustálá snaha

o dosažení dokonalejšího uložení osiva s vyšší výkonností vedla v roce 2011 k vývoji nového výsevního ústrojí, které umožňuje dosahování pracovních rychlostí až 15 km.h<sup>-1</sup>, jak blíže popisuje Malina (2012), a svou vhodností pro přesný výsev nejen kukuřice a slunečnice, ale i cukrové řepy, sóji a řepky rozšířilo možnosti využití secího stroje Maestro.

Společnost Horsch vyrábí přesný secí stroj Maestro ve třech provedeních. Menší verze Maestro RC a Maestro CC s osmi výsevními jednotkami pro rozteče řádků 0,7, 0,75 nebo 0,8 m, případně s dvanácti výsevními jednotkami pro rozteče řádků 0,45 nebo 0,5 m. Obě tyto varianty mají samostatné zásobníky na osivo o objemu 70 litrů nad každou výsevní jednotkou. Maestro RC je samostatný secí stroj bez velkoobjemového zásobníku na hnojivo, který je určen pro agregaci se samostatným zásobním vozem řady SW nesoucí ve své přední části krátký talířový kypřič pro předseťovou přípravu půdy a na zadní části vozu může být do plnohodnotného tříbodového závěsu uchycovány různé secí nebo aplikační adaptéry. Často bývá využíván tento samostatný zásobní vůz pro obě varianty výsevu jak pro univerzální secí stroj Pronto AS, tak pro právě zmiňovaný přesný secí stroj Maestro RC. Naopak Maestro CC má vlastní velkoobjemový zásobník na hnojivo s podvozkem, který tvoří jeden celek s výsevní částí bez vlastní možnosti současné předseťové přípravy půdy. Třetí větší a výkonnější verzí je Maestro SW s 12 nebo 24 výsevními jednotkami pouze pro rozteče řádků 0,7 nebo 0,75 m, který disponuje vlastním velkým zásobním vozem jak na hnojivo, tak i pro osivo, které je na rozdíl od obou předchozích verzí pneumaticky dopravováno z centrálního zásobníku osiva ke všem výsevními jednotkám (Kolektiv, květen 2012).

#### 7.6.2 Přesný výsev obilovin a řepky

Novou technologií budoucnosti, kterou popisuje ve svém článku Beneš (2013) a se kterou jako první přichází na trh firma Horsch, je přesný výsev úzkořádkových plodin, neboli výsev hlavně obilnin, případně řepky na konečnou vzdálenost v řádcích. Jednou z položek nezanedbatelných výrobních nákladů jsou náklady na uznané certifikované osivo, které je možné snížit úsporou a efektivnějším využitím osiva právě zpřesněním výsevu. Vývojové oddělení firmy Horsch se velmi dlouhou dobu zaměřovalo na optimalizaci růstového prostoru jednotlivých rostlin. V dobách secích Exaktorů nebylo nutné toto téma rozmístění osiva řešit. Porosty zakládáné secím Exaktorem dosahovaly téměř ideálního celoplošného rozmístění osiva, které jednoduše vyřešilo potřeby rostlin na růstový prostor. Problematikou podélného rozmístění rostlin při setí se bylo nutné

zabývat s nástupem řádkového setí především kotoučovými secími botkami. Částečným řešením bylo zakládání porostů radličkovými secími stroji Sprinter, které pomocí secích radliček Duett umožňují páskový výsev. Při takto založeném porostu je dosaženo optimálnějšího rozmístění jednotlivých rostlin na ploše, čímž si rostliny méně konkurují.

Na základě dlouholetých pokusů pěstování ozimé pšenice bylo prokázáno, že si jednotlivé rostliny si vzájemně silně konkurují při menší vzdálenosti, než je 0,025 m. Při meziřádkové vzdálenosti 0,15 m by mělo být pouze 270 rostlin na jednom metru čtverečním, což odpovídá výsevku zhruba 300 zrn.m<sup>-2</sup>. Jestliže se seje 400 zrn a více, zmenší se průměrná vzdálenost mezi rostlinami na maximálně 0,017 m. Vše, co bylo uvedeno, jsou racionální důvody k tomu, aby se sely menší výsevky i se současnou generací konvenčních secích strojů Horsch (Malina, 2014).

Pouhým snižováním výsevku u konvenčních secích strojů, kterými bylo často dosahováno hodnot hustoty porostu pouze 100 až 150 zrn.m<sup>-2</sup>, nevedlo k požadovanému optimálnímu rozmístění jednotlivých rostlin, které by umožňovalo bezkonkurenční růst. Hlavním problémem u běžně používaných secích strojů je nerovnoměrnost rozmístění zrn ve vysévaném řádku, která vzniká v průběhu dopravy osiva od výsevního mechanismu k výsevní botce. Shlukování (hrstkování) zrn a mezerovitost řádků se stává viditelnější, čím silnější je snížení výsevku. Dalším krokem k dosažení optimálního rozmístění osiva je technologie přesného setí (Kolektiv, květen 2014).

Výhody přesného setí se uplatní především při využití nízkých výsevků, které stále nejsou i přes současné velmi dobré možnosti zpracování půdy a kvalitní uložení osiva do výsevního lůžka příliš rozšířené. Zatímco u řepky je již velká část zemědělců schopna přistoupit na snížené výsevky dosahující na 25 až 45 semen.m<sup>-2</sup>, viz obr. 17, při setí obilnin se stále běžně seje 400 i více zrn.m<sup>-2</sup>, což odpovídá zhruba výsevku 220 kg.ha<sup>-1</sup>. Dlouhodobě preferované vyšší výsevky, které se u některých pěstitelů nemění již desítky let, jsou ovšem v naprosté většině případů neopodstatněné. Mají snad smysl při velmi pozdním termínu výsevu nebo ve špatných půdních podmínkách, kde není možné vytvořit optimální podmínky pro uložení osiva do půdy. Se současnými možnostmi, jednak z hlediska kvalitní přípravy půdy a uložení osiva, tak z hlediska pokročilé cílené výživy a chemické ochrany rostlin, je možné snižovat u obilnin hodnoty výsevků na 90 až 120 zrn.m<sup>-2</sup>, jak ukazuje obr. 17 (Malina, 2014).



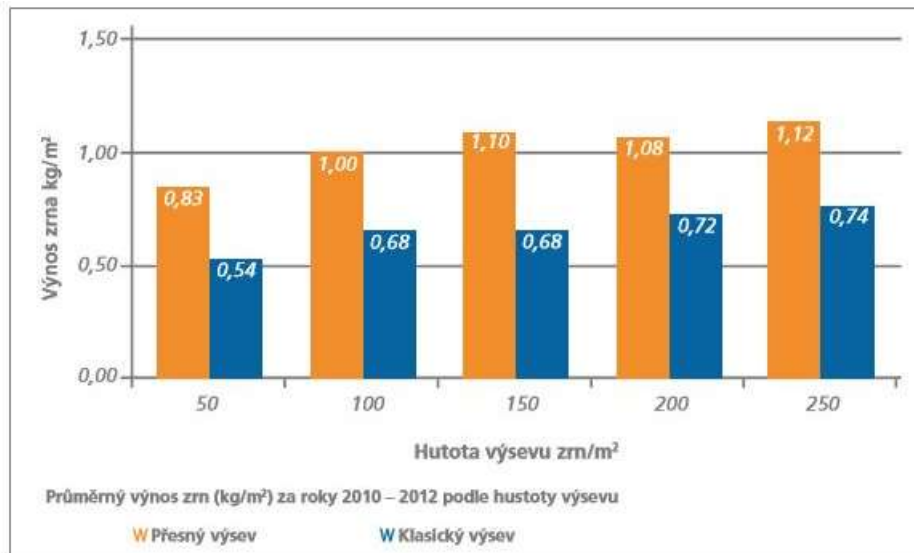
*Obr. 17 Přesný výsev řepky o hustotě 25 zrn.m<sup>-2</sup> a pšenice ozimé o hustotě 100 zrn.m<sup>-2</sup>*

*Zdroj: terraHORSCH, květen 2014.*

Firma Horsch vyvinula velké úsilí ve vývoji nového přesného výsevního ústrojí, které by umožňovalo dodržovat rovnoměrnou vzdálenost rostlin v řádku i při vyšších pracovních rychlostech. Přes počáteční vizi rychlého a snadného řešení trval tento vývoj celých 10 let, kdy se počáteční řešení ukázala jako zcela nevyhovující. Největším problémem se ukázala samotná pneumatická doprava osiva od jednotlivého výsevního ústrojí k výsevním botkám, při které byl zjištěn důležitý poznatek, že čím delší jsou dopravní dráhy zrn, tím horší je jejich rozmístění na konci při ukládání zrn do půdy. Stejný závěr poskytly i mechanické řádkové secí stroje. Následně prováděné pokusy dosvědčují, že i perfektně vyjednocená zrna při pouhém volném pádu z výšky 0,3 až 0,4 m se vzájemně spojují a předhánějí, a celá snaha o udržení jejich vzájemné vzdálenosti je tím úplně zmařena. Po šesti letech neúspěšného vývoje bylo zjištěno, že hlavním problémem není vysokofrekvenční dávkování s frekvencí až 100 Hz na každý řádek, ale mnohem větší překážkou je překlenutí vzdálenosti mezi jednocením zrn a jejím uložení do půdy. Po dlouholetých nezdarech, kdy již hrozilo reálné riziko úplného zastavení veškeré činnosti ve vývoji přesného výsevu obilnin, bylo rozhodnuto učinit ještě poslední pokus na základě úplně jiného přístupu, který bude vycházet ze zcela jiného přístupu k dané problematice. Záměr byl opustit snahu dopravovat každé vyjednocené zrna a zaměřit se na řešení, které bude pracovat a vyjednocovat zrna na úplném konci přímo v secí botce jako poslední část obvyklého pneumatického rozvodu osiva. Tím došlo v roce 2012 k průlomů, kdy bylo úspěšně představeno nové řešení přesného výsevu obilnin, které mohlo být postupně zaváděno do sériové výroby (Kolektiv, květen 2014).

Nově představené řešení, které umožňuje vysévat obilniny na konečnou vzdálenost při vysoké pracovní rychlosti, je možné využívat u secích strojů Horsch vybavených kotoučovými secími botkami Turbo Disc, tedy u modelů Pronto a Focus. Řešení umožňuje i dodatečné doplnění na stávající stroje. Zmiňované secí stroje disponují pneumatickou dopravou osiva od dávkovacího ústrojí pod centrálním zásobníkem osiva až ke každému výsevnímu řádku. U nového řešení je tedy doprava osiva až k výsevní botce identická se současnými klasickými secími stroji Horsch. Jednocení zrn a jejich ukládání do seťového lůžka probíhá v upravené secí botce Turbo Disc, ve které je integrováno přesné výsevní ústrojí. Součástí botky je také zatlačovací kolečko a v zadní části botky pod kotouči je ještě umístěn pomocný profil, který vytváří optimální drážku ve výsevním lůžku. Obě tyto úpravy mají za cíl uklidnění semen ve výsevní drážce a dosažení pravidelného uložení osiva. Toto přesné výsevní ústrojí je nově vyvinuto a má poměrně jednoduchou stavbu. Využívá pohybu semen v proudu vzduchu k jednocení zrn o vysoké frekvenci, která je důležitým předpokladem pro zachování obvyklých pracovních rychlostí těchto secích strojů. Nové výsevní ústrojí je schopno generovat jednotlivá zrna při frekvenci 120 Hz. Tato hodnota odpovídá množství  $120 \text{ zrn} \cdot \text{s}^{-1}$  a tím hustotě  $240 \text{ zrn} \cdot \text{m}^{-2}$  při rychlosti  $12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a při meziřádkové rozteči 0,15 m. Nově představené výsevní ústroji Horsch dokáže upravovat neuspořádaný proud osiva. To je potom do pádové trubice předáváno po jednotlivých zrnech. Podobně jako přesných secích strojů Maestro i v tomto případě přesné setí řídí elektronika, která zodpovídá za souhrn mezi objemovým dávkováním osiva a následným jednocením. V případě, že dojde k selhání některého z jednotlicích agregátů, je možné pokračovat v setí klasickým způsobem bez jednocení osiva. Výhodou nového jednotlicího ústrojí je, že umožňuje přesný výsev všech plodin, pro které se používají zmiňované secí stroje Pronto a Focus.

Jednou z hlavních výhod této technologie výsevu je odstranění rizika shlukování zrn v jednom místě a tím snížení pravděpodobnosti velké vzájemné konkurence jednotlivých rostlin, při které si rostliny konkurují o světlo, vodu, živiny a kořenový prostor. Takto konkurenčně ovlivněné rostliny většinou neodnožují a tvoří jen jedno málo odolné stéblo. Z agronomické praxe je žádoucí rostlina, která se skládá ze tří hlavních stébel plus dvou až tří vedlejších odnoží a která disponuje silnou kořenovou soustavou, aby mohla přijímat dostatek vláhy a živin. Pro účelné a bezpečné vedení porostů založených nízkými výsevky je pravidelné rozmístění rostlin v řádcích důležitým předpokladem úspěchu. Nejlépe rozpoznatelný je tento vliv na rovnoměrnosti odnožování a tím i na účinnosti hnojiv, růstových regulátorů a fungicidů. Víceleté pokusy prokázaly, že s přesným rozmístěním zrn obilovin je možné dosáhnout výrazného zvýšení výnosů, viz obr. 18.



Obr. 18 Vliv přesného výsevu na výnos zrna

Zdroj: terraHORSCH, květen 2014.

Výsledky pokusů ukazují kromě vlivu na výnos také výraznou redukci chorob a celkově lepší zdravotní stav rostlin, který je možné vysvětlit lepším provzdušněním porostu a také výrazně silnějšími a vitálnějšími rostlinami. Celkové zkušenosti s přesným výsevem obilovin jsou velmi pozitivní. Přes evidentní úsporu nákladů na osiva, hnojiva, fungicidy a růstové regulátory je možné dosahovat současně vyšších výnosů, kterých se prokazatelně dosáhlo při dlouhodobých pokusech u ozimé pšenice v průměru 0,6 až 0,8 t.ha<sup>-1</sup> ve srovnání s konvenčně zasetými plochami. Při stejném vyhodnocování pokusů u řepky bylo prokazatelné zvýšení výnosů podstatně menší a dosahovalo hodnot do 5 %. Přesný výsev obilovin a řepky je klíčem k dosahování maximálního výnosového potenciálu těchto plodin (Kolektiv, květen 2014).

## 8 OSOBNÍ HODNOCENÍ TECHNOLOGIE A TECHNIKY HORSCH V PRAXI

Pro objektivní hodnocení minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů firmy Horsch bylo čerpáno z praktických zkušeností autora ve vlastním podniku zaměřeném na rostlinnou zemědělskou výrobu. Získané poznatky vycházejí z více než desetiletých zkušeností s uplatňováním různých forem minimalizačních technologií, které byly přejímány právě od společnosti Horsch.

### 8.1 Agrofarma Jabkenice, s.r.o.

Soukromý podnik Agrofarma Jabkenice, s.r.o. je nástupnickým subjektem rodinné farmy hospodařící od počátku devadesátých let v řepařské oblasti na Mladoboleslavsku. V současnosti obhospodařuje 560 hektarů orné půdy. Hlavním zaměřením bylo až do roku 2005 pěstování zeleniny na celkové výměře dosahující až 100 hektarů, na zbývající ploše byly pěstovány s menší intenzitou obilniny, případně řepka. Postupné změny v ekonomické rentabilitě pěstování zeleniny vedly v roce 2005 k úplnému přeorientování osevních postupů a zaměření se na intenzivní pěstování klasických plodin rostlinné výroby. Současná struktura osevního plánu představuje 150 hektarů ozimé řepky, 50 hektarů ozimého ječmene, 200 hektarů ozimé pšenice, 80 hektarů jarního ječmene a 80 hektarů cukrové řepy.

Obhospodařovaná výměra je z větší části na těžkých, někde i velmi těžkých až jílovitých půdách, které jsou velmi obtížně zpracovatelné. Právě jedním z hlavních důvodů přechodu na minimalizační technologie byla snaha o dosažení optimální zpracovatelnosti půdy, která je zejména v těžkých půdních podmínkách ve velmi krátkém časovém rozmezí v závislosti na půdní vláze, jak uvádí Šabatka (2009).

### 8.2 Používaná technika

Prvním krokem bylo pořízení už v té době velmi rozšířeného radličkového kypřiče Horsch Terrano 6FG, který svou univerzálností a velkou plošnou výkonností v porovnání s doposud používaným



pětiradličným pluhem Överum zastal výhradní postavení při zpracování půdy. První zkušenosti při zavádění nové technologie ukázaly, v té době doposud neznámé problémy, které se týkaly především nedostatečného zásobením porostů živinami při podzimní vegetaci a zvýšené chemické ochrany rostlin zejména při herbicidní likvidaci případného výdrolu předplodiny. Z počátečních poznatků bylo patrné, že stávající tažný prostředek Kirovec K-700A zcela neodpovídá energetickým požadavkům nového radličkového kypřiče, který pro optimální kvalitu práce i v těžkých půdních podmínkách potřebuje minimálně 35 až 45 kW na jeden metr záběru. Nedostatkem potřebného tažného výkonu bylo umožněno pouze mělké kypření do hloubky 0,1 m, které se ukázalo z dlouhodobého hlediska jako nevyhovující.

Na základě stále nových poznatků a zkušeností bylo vyhodnoceno, že je nutné přistoupit také k hlubšímu kypření hlavně pro zakládání porostů řepky ozimé. Následné pořízení nového tažného prostředku Case Magnum 310 s odpovídajícím výkonem 260 kW již umožňovalo i se stávajícím kypřičem Terrano 6FG dosahovat opakovaným kypřením do požadované hloubky až 0,2 m.

Pro zkompletování celé technologie Horsch byl v roce 2009 pořízen radličkový secí stroj Horsch Sprinter 6ST s možností přihnojení „pod patu“, který dokázal lepší uložení osiva i při ponechání většího množství rostlinných zbytků na povrchu půdy. Navíc nový secí stroj umožňoval cílenou aplikaci granulovaného minerálního hnojiva po podkořenového prostoru současně při setí. Praktické zkušenosti potvrdily propagované výhody radličkových secích strojů Sprinter, které zásluhou používaných radliček Duett dokáží dokonale oddělit rostlinné zbytky od ukládaného osiva a zároveň dovedou při špatných půdních podmínkách, například při velmi mělké podmítce nebo při nevhodném zpětném utužení půdy, prokypřit půdu v místě pod uloženým osivem a umožnit tak optimální tvorbu kořenového systému. Další výhodou radliček Duett je lepší a efektivnější umístění hnojiva v půdě. Jako mírný nedostatek secích strojů Sprinter se jeví nerovnoměrnost hloubky uložení osiva projevující se hlavně při zakládání porostů jarního ječmene, která se zvětšuje s rostoucí pracovní rychlostí. V porovnání s kotoučovými secími stroji Pronto není také uložení osiva do půdy na tak vysoké úrovni, proto je nutné počítat s mírným navýšením výsevku v rozmezí 5 až 10 %, které kompenzuje ponechané osivo na povrchu půdy. I přes zmíněné nedostatky zcela jistě převládají prokazatelné výhody radličkového secího stroje Sprinter ST (obr. 19), se kterým firma ročně seje kromě své výměry ještě 800 hektarů formou poskytovaných služeb.



*Obr. 19 Radličkový secí stroj Horsch Sprinter 6ST*

*Zdroj: Firemní materiály Agrofarma Jabkenice, s.r.o.*

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

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

Potřeba hlubšího a intenzivnějšího kypření vedla ke značnému zvýšení energetické náročnosti a významnému snížení plošné výkonnosti používaných kypřičů. Aby bylo dodrženo základní pravidlo úspěšného zakládání porostů, tedy dodržení všech agrotechnických termínů, bylo nutné pořízení druhého, dostatečně silného prostředku Case Magnum 340 o výkonu 300 kW, který nyní

představuje hlavní traktor určený pro těžké zpracování půdy. Dříve pořízený traktor Case 310 je v současnosti využíván hlavně v agregaci se secím strojem Sprinter 6ST, případně pro posílení výkonnosti při kypření je používán s kypřičem Terrano 6FG.

Pro dosažení optimálního strojového vybavení je v budoucnu plánováno pořízení talířového kypřiče Joker 6RT, který bude vhodný pro mělkou podmítku nejlépe ihned po sklizni. Zároveň by umožňoval případnou předset'ovou přípravu pro zlepšení půdní struktury hlavně v suchém období na těžkých půdách, na které jsou nyní používány rotační brány s nízkou plošnou výkonností. Pro jeho dobrou zapravovací schopnost by byl také dobrou alternativou při likvidaci předplodinového výdrolu před setím. V poslední řadě je v současnosti velmi aktuální problematika rychlého zakládání porostů meziplodin, které je pomocí plánovaného stroje Joker RT ve spojení s nabízenou jednoduchou výsevní nástavbou APV, také možné současně při provádění mělké podmítky.

### 8.3 Technologie zakládání porostů

Společností Agrofarma Jabkenice, s.r.o. prováděné formy minimalizačních technologií zpracování půdy by byly možné zařadit do skupiny minimalizačních postupů s kypřením do zvolené hloubky, která je nejbližší alternativou konvenčního zpracování půdy. Hlavním důvodem pro její využívání je dosahování vysokých plošných výkonností při jednotlivých pracovních operacích, jejichž zásluhou lze snáze dosáhnout včasného zakládání porostů, což je základní podmínkou pro vytvoření dobrého výnosového potenciálu pěstovaných plodin.

První operací při zpracování půdy se provádí mělká podmítka radličkovým kypřičem Terrano 6FG hned po sklizni předplodiny, viz obr. 20. Pro zakládání porostu řepky ozimé následuje hlubší kypření radličkovým kypřičem Tiger 4AS do hloubky 0,15 m a následné kypření opět stejným kypřičem tentokrát ve spojení s půdním pěchem Optipack 4DD do konečné hloubky zpracování 0,2 m v závislosti na půdních podmínkách. V převážné většině případů lze do takto zpracované půdy bez problémů zasít řepku ozimou zmiňovaným secím strojem Sprinter 6ST. Při horších půdních podmínkách ještě následuje po zasetí válení Cambridgskými válci.



*Obr. 20 Mělká podmítka (Horsch Terrano 6FG)*

*Zdroj: Firemní materiály Agrofarma Jabkenice, s.r.o.*

Při zakládání porostů ozimých obilovin je prováděno pouze jedno kypření po první mělké podmítce kypřičem Tiger 4AS s půdním pěchem Optipack 4DD na těžších půdách nebo kypřičem Terrano 6FG na lehčích půdách v obou variantách do hloubky maximálně 0,15 m. Zpracování půdy pro zakládání porostů cukrové řepy se provádí dvojitým opakovaným kypřením strojem Tiger 4AS bez přípojného půdního pěchu do konečné hloubky 0,25 m (obr. 21) a jako poslední operace následuje kypření strojem Terrano 6FG do jeho maximální konstrukčně dané pracovní hloubky 0,2 m, který svou konstrukcí dokáže vytvořit optimální hrůbkovou strukturu povrchu půdy bez zpětného utužení. Takto upravený povrch půdy, který není zpětně utužen pěchem, je lépe připraven na včasnou jarní předseťovou přípravu půdy a následné setí.



*Obr. 21 Hlubší kypření (Horsch Tiger 4AS)*

*Zdroj: Firemní materiály Agrofarma Jabkenice, s.r.o.*

V případě jarního ječmene je zpracování půdy limitováno pozdní sklizní předplodiny, kterou je cukrová řepa. Tím jsou většinou způsobeny už velmi vlhké podmínky pro zpracování půdy a je vhodnější tedy zvolit pro zpracování kypřič Terrano 6FG, který nezpůsobuje nežádoucí zpětné utužení půdy a umožňuje provádět kypření i ve velmi vlhkých podmínkách. Dovolují-li půdní podmínky, provádí se po první podmítce ještě opakované kypření do hloubky 0,1 až 0,15 m v závislosti na půdním stavu.

#### 8.4 Porovnání dosahovaných výnosů

Obávaný dlouhodobý negativní dopad při přechodu k minimalizačním technologiím zpracování půdy na snižování výnosů se nepotvrdil, naopak i přes počáteční částečné neúspěchy způsobené neznalostí problematiky nové technologie se dá konstatovat, že nově praktikované minimalizační postupy mají pozitivní vliv na výnosy a umožňují vytvoření vyššího výnosového potenciálu pěstovaných plodin. Zavedení těchto postupů vedlo dokonce k postupnému zvyšování výnosů z dříve průměrných 6 t.ha<sup>-1</sup> u pšenice ozimé na současných v průměru 7,5 t.ha<sup>-1</sup>. Výjimkou nejsou ani výnosy dosahující 9 t.ha<sup>-1</sup> při optimálních vegetačních podmínkách. V případě řepky ozimé se v současnosti dosahuje průměrných výnosů 4 t.ha<sup>-1</sup>, což je také v porovnání s předchozím konvenčním způsobem zpracování půdy o 1 t.ha<sup>-1</sup> vyšší. Zajímavým poznatkem je také schopnost dosahování poměrně vysokých výnosů u cukrové řepy pěstované na půdě zpracované minimalizačními technologiemi, které velký počet zemědělců odmítá právě z důvodu jejich nevhodnosti pro pěstování cukrové řepy. Za pětiletou historii pěstování cukrové řepy těmito postupy bylo dosaženo při 16% cukernatosti průměrného výnosu 75 t.ha<sup>-1</sup>, který je velmi ovlivněn nízkým výnosem 62 t.ha<sup>-1</sup> v roce 2015, způsobeným nadměrným suchem v době vegetace. Při optimálních klimatických podmínkách, které byly v roce 2011, bylo dosaženo průměrného výnosu 92 t.ha<sup>-1</sup>.

#### 8.5 Zhodnocení

Dosahování takto vysokých průměrných výnosů pěstovaných plodin není zcela jistě zásluhou jenom uplatňování minimalizačních technologií, ale celou řadou dalších faktorů, které ovlivňují výnosový potenciál. Bezesporu nejdůležitějším a nejvíce ovlivňujícím faktorem je v rostlinné výrobě počasí, které má vliv na vegetační podmínky růstu rostlin. Aby bylo možné co nejvíce

snížit riziko špatného počasí a také případné riziko poruchy strojů, je důležité disponovat dostatečně naddimenzovaným plošným výkonem při všech pracovních operacích, který umožňuje za co nejkratší dobu udělat co nejvíce práce. Tímto pravidlem se řídí také firma Agrofarma Jabkenice, s.r.o. a už v mnoha případech se ukázalo, že toto pravidlo představuje správné řešení pro dosažení očekávaných výnosů. Dalším dosti významným příspěvkem k dosažení nejen vysokých výnosů, ale hlavně větší efektivity vynaložených nákladů, bylo přeorientování se z intenzivního způsobu hospodaření na tzv. integrovaný způsob, který více zohledňuje individuální požadavky jednotlivých plodin v konkrétních půdních podmínkách. Zvýšené náklady vynaložené na individuální posuzování porostů a půdy laboratorními rozbory jsou mnohonásobně kompenzovány v podobě snížení nákladů na hnojiva a jejich efektivnějším využitím. Integrovaný způsob hospodaření se neodráží jen v oblasti hnojení, ale zasahuje i do problematiky zpracování půdy, kde jsou individuálně posuzovány jednotlivé pozemky podle aktuálního půdního stavu v závislosti na půdní struktuře a vlhkosti.

Hlavním důvodem pro zavádění minimalizačních technologií zpracování půdy nebyly v případě společnosti Agrofarma Jabkenice, s.r.o. jejich bezesporu dobré půdoochranné vlastnosti. Také nižší energetická náročnost jednotlivých pracovních operací projevující se v úspoře pohonných hmot je smazána snahou o dosažení velmi intenzivního a často i hlubšího zpracování půdy. Největším přínosem minimalizačních postupů je jejich vysoká plošná výkonnost, která umožňuje dodržení včasných termínů zakládání porostů zejména řepky ozimé, jak uvádí Javorek (2011). Plošná výkonnost současně vedla k úspoře pracovního času a tím i k menšímu počtu zaměstnanců na stávající stav čtyř pracovníků, kteří jsou dostačující k obhospodařování celkové výměry 560 hektarů včetně poskytování služeb.

Z dlouholetých zkušeností vyplývá, že na vytvoření vysokého výnosového potenciálu pěstovaných plodin, má největší vliv včasné založení porostů, které musí být preferováno často i navzdory jiným nevhodným faktorům, například nedostatečně zpracovaná půda před setím nebo špatná struktura zpracované půdy. Proto v rostlinné výrobě, která je z velké míry závislá na vlivu počasí, platí, že nejvyšší cenu má včas provedená práce na poli. Právě vhodné zvolení techniky Horsch určené pro těžší půdní podmínky zajišťuje dostatečně vysoký plošný výkon, který je nezbytný pro dodržení optimálních termínů všech agrotechnických prací.

## 9 ZÁVĚR

Minimalizační technologie představují v podmínkách České republiky stále více se rozšiřující způsoby zpracování půdy, které se v současné době uplatňují na více než 40 % obhospodařovaných ploch orné půdy. Právě k výraznějšímu rozšíření minimalizačních technologií po roce 1990 přispěl vývoj a dostupnost nové vhodné techniky, se kterou na trh přišel mezi prvními německý výrobce zemědělské techniky Horsch. Svým konstrukčním řešením nabízených strojů představoval doposud první energeticky méně náročnou alternativu konvenčního zpracování půdy vhodnou hlavně pro zpracování těžších půd s vyšší přirozenou úrodností v sušších oblastech.

Hlavní rozšíření minimalizačních technologií je v oblastech těžších půdních podmínek, kde je půda dobře zpracovatelná jen v úzkém časovém rozmezí v závislosti na půdní vláze, což také podrobně popisuje ve svém článku Šabatka (2009). Tyto půdní podmínky vyžadují použití vhodné technologie zpracování půdy s vyšší plošnou výkonností, aby bylo možné provést zpracování půdy v podmínkách optimální zpracovatelnosti. Hlavní důvody pro uplatňování minimalizačních technologií je možné nalézt nejen v oblasti ekologických dopadů související s lepší schopností půdy zadržovat a využívat vodu a také se snížením rizika půdní eroze, ale také v ekonomické oblasti, a to především v podmínkách České republiky, kde je hlavní výhodou těchto technologií schopnost včasného provádění agrotechnických prací. Tato schopnost umožňuje lepší dodržování všech agrotechnických termínů, které jsou klíčovým předpokladem pro vytvoření dobrého výnosového potenciálu pěstovaných plodin. Uváděná menší energetická náročnost jednotlivých pracovních operací, projevující se v podobě snížení nákladů na pohonné hmoty, je prokazatelně dosažena jen při uplatňování půdoochranných technologií zpracování půdy, které nevyžadují hlubší a intenzivnější kypření půdy. V podmínkách České republiky se více využívají formy minimalizačních technologií s opakovaným kypřením ve snaze o dosažení hlubšího a intenzivnějšího zpracování půdy, které je považováno za plnohodnotnou náhradu orby. U těchto technologií je úspora energetické náročnosti v podobě nižší spotřeby pohonných hmot kompenzována vyšším počtem pracovních operací.

Ucelená nabídka techniky Horsch představuje kompletní sortiment strojů vhodný pro většinu forem minimalizačních technologií od mělké podmítky, hlubokého kypření až po přímé setí, a to v různých půdních podmínkách. V oblasti zpracování půdy nabízí firma Horsch kompletní nabídku jak radličkových kypřičů dvou výrobních řad Terrano a Tiger, které svou univerzálností nabízejí široké rozmezí uplatnění, tak také nabídku talířových kypřičů Joker, které svou konstrukcí

umožňují nejen provedení kvalitní mělké podmítky, ale také se dokáží uplatnit při předset'ové přípravě půdy s dobrou schopností mechanické likvidace případného předplodinového výdrolu. V oblasti zakládání porostů plynulým výsevem má firma Horsch v nabídce dvě zcela odlišné konstrukční varianty secích strojů. Jedná se o radličkové secí stroje Sprinter používající patentovanou výsevní radličku Duett a druhou variantou jsou kotoučové secí stroje Pronto se secími botkami TurboDisc. V případě přesného výsevu širokořádkových plodin je nabízen v sortimentu Horsch přesný secí stroj Maestro, který je svou konstrukcí určen pro výsev nejen do mulče.

Secí stroje Horsch všech konstrukčních variant je možné doplnit dnes velmi rozšířenou technologií cíleného ukládání hnojiva do podkořenového prostoru rostlin PPF, která je charakteristická pro značku Horsch a je jejím hlavním propagátorem na trhu. Další technologií zpracování půdy, která je zásluhou firmy Horsch postupně zaváděná do praxe, je technologie Strip-Till. Jedná se o zakládání porostů do pásové zpracované půdy vhodné zejména pro pěstování řepky ozimé. S rostoucím podílem pěstování kukuřice v osevních postupech představila firma Horsch novou technologii Ridge-Till, která vychází ze základního principu pásového zpracování půdy, tedy vytvoření výsevních pásů zeminy, ve kterých jsou na jaře vytvořeny optimální podmínky pro včasný výsev. Rozdílem u této technologie je, že zakládání porostů kukuřice je prováděno do hrůbků vytvořených při celoplošném zpracování půdy. Doposud poslední nově představenou, a do budoucna velmi perspektivní, technologií je přesný výsev obilovin, případně řepky, který je možný provádět pomocí nového přesného výsevního ústrojí Horsch. Tímto přesným výsevním ústrojím lze vybavit všechny kotoučové secí stroje Horsch, tedy secí stroje výrobní řady Pronto a Focus a to i formou dodatečného vybavení stávajících secích strojů s klasickým výsevním ústrojím pro plynulý výsev.

Pro zvolení vhodné technologie zpracování půdy a zakládání porostů je důležité vycházet z konkrétních půdních podmínek daného stanoviště a z nároků právě pěstovaných plodin na půdní prostředí. Kromě těchto podmínek by mělo být přihlíženo také k časové náročnosti a nákladnosti pracovních operací. V neposlední řadě je velmi nutné respektovat i dopad zvolené technologie na půdní a životní prostředí. Vhodně zvolený způsob a kvalita zpracování půdy se plně odráží na následném výnosovém potenciálu pěstované plodiny, proto je velmi důležité této problematice věnovat náležitou pozornost. Je velmi důležité si také uvědomit, že zemědělství je primárně závislé právě na půdě a z toho vyplývá zodpovědnost vůči příštím generacím za snížení dlouhodobých negativních dopadů hospodaření na půdní prostředí a zachování dostatečné úrodnosti půdy.



## 10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Baranyk, P., Fábry, A. – kolektiv. *Řepka*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 2007. 208 s. ISBN 978-80-86726-26-7.
- Beneš, P. Prosperující firma přichází s novinkami. *Mechanizace zemědělství*, 2013, č. 11. ISSN: 0373-6776.
- Beneš, P. Nové verze podmítačů Horsch Joker. *Mechanizace zemědělství*, 2014, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Burešová, V., Sochor, J.: Hnojení pod patu. *Značkový magazín Horsch č. 2*, březen 2007.
- Falta, K. Na hroudy platí péč a radlička. *Mechanizace zemědělství*, 2007, č. 8. ISSN: 0373-6776.
- Falta, K. *Hrůbkové zpracování půdy pro kukuřici* [online]. Vytvořeno 10. 11. 2010 [cit. 2016-02-27].  
Dostupné z: [http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index65bf-2.html?id=689&action=news\\_cz](http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index65bf-2.html?id=689&action=news_cz)
- Hůla, J., Procházková, B. - kolektiv. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.
- Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F. *Zpracování půdy*. 1. vydání. Praha: Brázda, 1997. 140 s. ISBN 80-209-0265-1.
- Hůla, J. – kolektiv. *Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.i.i., 2010. 60 s. ISBN 978-80-86884-53-0.
- Hůla, J., Kovaříček, P., Mayer, V., Vlášková, M. Využitelnost dlátových kypřičů na půdách s příznaky nežádoucího zhutnění v ornici a podorniči. *Mechanizace zemědělství*, 2008, č. 8. ISSN: 0373-6776.
- Javorek, F. Řepka musí být zaseta rychle a včas. *Mechanizace zemědělství*, 2011, č. 8. ISSN: 0373-6776.
- Javorek, F. Konstrukční řešení secí techniky. *Mechanizace zemědělství*, 2016, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Kolektiv. Historie značky. *Značkový magazín Horsch č. 1*, prosinec 2006.
- Kolektiv. Exaktor. *Značkový magazín Horsch č. 6*, duben 2009.
- Kolektiv. Focus TD. *Značkový magazín Horsch č. 9*, listopad 2010.
- Kolektiv. Pokročilé využití živin. *Značkový magazín Horsch č. 10*, květen 2011.
- Kolektiv. Metoda je hotová. *Značkový magazín Horsch č. 11*, listopad 2011.

- Kolektiv. Hrůbkové pěstování kukuřice. *Značkový magazín Horsch č. 11*, listopad 2011.
- Kolektiv. Horsch Maestro CC/SW. *Značkový magazín Horsch č. 12*, květen 2012.
- Kolektiv. S pěchem nebo bez. *terraHORSCH*, listopad 2012.
- Kolektiv. Pásové zpracování půdy pro řepku. *terraHORSCH*, duben 2013.
- Kolektiv. Budoucnost – základní hnojení při zpracování půdy? *terraHORSCH*, listopad 2013.
- Kolektiv. Přesný výsev obilovin a řepky. *terraHORSCH*, květen 2014.
- Kolektiv. Stříbrná medaile Agritechnica. *terraHORSCH*, květen 2014.
- Kolektiv. Kompaktní těžká váha. *terraHORSCH*, listopad 2014.
- Kolektiv. Focus TD. *terraHORSCH*, květen 2015.
- Kolektiv. O jednu řadu více. *terraHORSCH*, listopad 2015.
- Köller, K., Linke, Ch. *Úspěch bez pluhu*. Praha: Vydavatelství ZT, 2006. 191 s.
- Kroulík, M., Hůla, J., Brant, V., Zábranský, P. Příprava set'ového lože a nové technologie zakládání porostů. *Mechanizace zemědělství*, 2016, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek, J., Kvíz, Z., Honzík, I. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007. 438 s. ISBN 978-80-213-1701-7.
- Lhotský, J. *Zhutňování půd a opatření proti němu: (studijní zpráva) = Soil compaction and measures against it : (review)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. 63 s. ISBN 80-7271-067-2.
- Malina, V. *Volba hnojiva pro hnojení k osivu* [online]. Vytvořeno 11. 5. 2007 [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: [http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index2b39-2.html?id=145&action=news\\_cz](http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index2b39-2.html?id=145&action=news_cz)
- Malina, V. Dnes rekord, zítra norma. *Mechanizace zemědělství*, 2012, č. 3. ISSN: 0373-6776.
- Malina, V. Focus TD a vysoká účinnost hnojiva. *Mechanizace zemědělství*, 2012, č. 9. ISSN: 0373-6776.
- Malina, V. *Hnojení do hloubky* [online]. Vytvořeno 8. 11. 2013 [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: [http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index976b.html?id=1131&action=news\\_cz](http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index976b.html?id=1131&action=news_cz)
- Malina, V. Čtyřřadé kypřiče Terrano MT a FM. *Mechanizace zemědělství*, 2013, č. 5. ISSN: 0373-6776.

- Malina, V. Důležité novinky Horsch. *Mechanizace zemědělství*, 2014, č. 4. ISSN: 0373-6776.
- Malina, V. *Přesné setí obilovin – I.* [online]. Vytvořeno 14. 11. 2014 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: [http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index39ba.html?id=1271&action=news\\_cz](http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index39ba.html?id=1271&action=news_cz)
- Mašek, J. Zakládání porostů polních plodin. *Mechanizace zemědělství*, 2006, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Mašek, J., Novák, P., Petrásek, S., Kroulík, M. Technologie zpracování půdy a jejich vliv na půdní vlastnosti. *Mechanizace zemědělství*, 2012, č. 8. ISSN: 0373-6776.
- Novák, P., Hůla, J., Kovaříček, P., Vlášková, M. Protierozní odolnost půdy při pěstování kukuřice. *Mechanizace zemědělství*, 2011, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Peterka, J., Stach, J. Univerzální kypřiče Horsch Terrano FX a Tiger AS. *Mechanizace zemědělství*, 2007, č. 8. ISSN: 0373-6776.
- Podpěra, V., Jílek, L., Pražan, R. Radličkový kyprič a talířový podmítač ve srovnání I. *Mechanizace zemědělství*, 2007, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Podpěra, V., Pražan, R., Kubín, K., Gerndtová, I. Energetická náročnost radličkových kypričů. *Mechanizace zemědělství*, 2009, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Procházková, B. – kolektiv. *Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. 40 s. ISBN 978-80-7375-524-9.
- Salajka, L. Podmítka talířovým a radličkovým podmítačem. *Mechanizace zemědělství*, 2014, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Šabatka, J. Nové modely Pronto PPF s vylepšenými botkami. *Mechanizace zemědělství*, 2008, č. 2. ISSN: 0373-6776.
- Šabatka, J. Zpracování těžké půdy. *Značkový magazín Horsch č. 6*, duben 2009.
- Šabatka, J. Zpracování mokré půdy. *Značkový magazín Horsch č. 7*, říjen 2009.
- Urban, J., Vašák, J. - kolektiv. *Zemědělské systémy II. (Rostlinná produkce)*. 1. vydání. Praha: ČZU, 2014, 83 s. ISBN 978-80-213-2464-0.
- Vach M., Javůrek M. *Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i., 2011. 26 s. ISBN 978-80-7427-079-6.

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Příklad půdní eroze .....	8
Obr. 2 Rozmístění rostlinných zbytků při různých způsobech zpracování půdy .....	9
Obr. 3 Vliv hloubky zpracování půdy na růst pěstovaných plodin .....	13
Obr. 4 Kombinátor Beta Kompakt .....	16
Obr. 5 Varianty použití radličkových kypřičů pro určité hloubky kypření .....	18
Obr. 6 Technologické možnosti cíleného uložení hnojiva současně při setí .....	20
Obr. 7 Secí stroj Horsch Exaktor SE .....	25
Obr. 8 Varianty výměnných radliček strojů Horsch .....	27
Obr. 9 Optimální vlhkost půdy pro její zpracování .....	29
Obr. 10 Secí botka Duett .....	32
Obr. 11 Vliv hnojiv na výnosy pěstovaných plodin .....	33
Obr. 12 Funkční princip secího stroje Focus TD a možnosti uložení hnojiva .....	34
Obr. 13 Rozmístění hnojiva v půdě .....	36
Obr. 14 Půdní schéma pásového zpracování půdy .....	37
Obr. 15 Speciální radličkový kypřič Tiger DT s říditelnými talířovými krojidly .....	40
Obr. 16 Technologie Ridge-Till v praxi .....	42
Obr. 17 Přesný výsev řepky o hustotě 25 zrn.m <sup>-2</sup> a pšenice ozimé o hustotě 100 zrn.m <sup>-2</sup> .....	45
Obr. 18 Vliv přesného výsevu na výnos zrna .....	47
Obr. 19 Radličkový secí stroj Horsch Sprinter 6ST .....	50
Obr. 20 Mělká podmítka (Horsch Terrano 6FG) .....	52
Obr. 21 Hlubší kypření (Horsch Tiger 4AS) .....	52