

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Secí stroje: příprava výukového materiálu

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

Autor: Michal Kolář

České Budějovice, 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal KOLÁŘ**
Osobní číslo: **Z13763**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Secí stroje: příprava výukového materiálu**
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

Cílem bakalářské práce je návrh textu, který by mohl být využit jako podpůrný studijní materiál pro studenty Katedry zemědělské, dopravní a manipulační techniky ZF JU. Práce se bude zabývat problematikou secích strojů.

Struktura hlavní části práce bude následující:

1. Stručný úvod do problematiky, základní přehled, názvosloví, souvislosti s dalšími obory, historický kontext.
2. Technické principy strojních zařízení pro setí.
3. Agrotechnické požadavky na secí stroje.
4. Přehled a charakteristika techniky dostupné na současném trhu.
5. Závěrečné shrnutí a poznámky.
6. Obsáhlá obrazová příloha

Vítanou součástí práce může být soubor video-dokumentace, který bude přiložen na datovém nosiči.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **minimálně 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Zpracování půdy a setí 2010, vydal Profipress, Praha, 2010.
Michael Dörflinger: 1000 zemědělských strojů, z německého originálu přeložila Milada Burianová, vydal Knížní klub Praha, 2009.
Zdeněk Pastorek a kolektiv: Zemědělská technika dnes a zítra, vydalo nakladatelství Martin Sedláček, 2002, 1. vydání.
František Kumhál: ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA - Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu, ČZU v Praze, Praha, 2007.
Pavel Kroupa: Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin, vydalo ÚZPI Praha, 2001.
Pavel Kroupa, Josef Hůla a Pavel Kovaříček: Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin, vydal Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1998.
K. Neubauer a kolektiv: Stroje pro rostlinnou výrobu, vydalo státní zemědělské nakladatelství, 1989.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **4. září 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**


prof. Ing. Milošav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13
370 05 České Budějovice


doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 4. prosince 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 22. 4. 2016

Podpis studenta

Poděkování

Zde bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce doc. RNDr. Petru Bartošovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnoval při zpracovávání této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi poskytli potřebné materiály a informace pro toto téma bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na secí stroje a jejich problematiku. Cílem bakalářské práce je příprava učebního textu pro studenty zemědělské techniky. V první části je uveden historický vývoj secích strojů, agrotechnické požadavky na ně a také popis základních částí, ze kterých se secí stroje skládají.

Další část bakalářské práce je věnována nejvýznamnějším výrobcům secích strojů, které jsou dostupné na českém trhu. V závěru práce jsou tyto stroje porovnány. Kritérium pro porovnávání je pracovní záběr 6 metrů.

Klíčová slova: secí stroj, setí, zpracování půdy

Abstract

This bachelor work is focused on the Seeders and their issues. The aim of this thesis is the preparation of educational texts for students of agricultural technology. In the first part it is shown the historical development of the seeding machinery, agro-technical requirements to them and also a description of the basic parts, which are the seeders consist.

The next part of the thesis is devoted to the most important manufacturers of seeding machines, which are available on the Czech market. At the conclusion of the work of these machines compared. The criterion for the comparison is the working width of 6 metres

Keywords: seeding-machine, sowing, processing of the soil

Obsah	
Úvod	9
1 Historie	10
1.1 Minulost	10
1.2 Současnost.....	11
2 Požadavky na secí stroje	12
2.1 Vlastnosti osiva	12
2.2 Podmínky pro založení vyrovnaných porostů.....	13
2.3 Kontrola kvality setí.....	15
3 Zpracování půdy a setí	16
3.1 Konvenční zpracování půdy.....	17
3.2 Minimalizační zpracování půdy.....	20
3.3 Přímé setí.....	21
4 Způsoby setí a části secích strojů	23
4.1 Rám	24
4.2 Zásobník osiva	25
4.3 Výsevní ústrojí	25
4.3.1 Individuální výsevní ústrojí.....	26
4.3.2 Centrální výsevní ústrojí	29
4.3.3 Výsevní ústrojí pro přesné setí.....	31
4.4 Semenovody.....	35
4.5 Secí botky.....	36
4.5.1 Jednokotoučové secí botky	36
4.5.2 Dvoukotoučové secí botky.....	37
4.5.3 Šípové secí botky	38
4.5.4 Dlátové secí botky.....	39
4.6 Znamenáky.....	39
4.7 Zavlačovače.....	40
4.8 Systém ISOBUS.....	41
5 Secí stroje na českém trhu	44
5.1 Lemken Solitair.....	45
5.2 Pöttinger TERRASEM.....	49
5.3 Amazone Cirrus	53
5.4 Väderstad Spirit.....	56

6 Porovnání vybraných secích strojů	60
Závěr.....	64

Úvod

Úkolem pro secí stroje je rovnoměrné rozmístování osiva v půdě při dodržování stanovených agrotechnických podmínek. Secí stroje dnes vynikají svou univerzálností, protože nejsou určeny pouze pro jednu vysévanou plodinu, ale pro celé skupiny plodin. Nové technologie zpracování půdy a setí ustupují od klasické přípravy půdy radličným pluhem. Místo orby se rozvíjejí a zdokonalují technologie pro minimalizační zpracování půdy nebo přímé setí do nezpracované půdy, kdy se při snížení počtu pracovních operací snižují náklady na zpracování půdy. Precizní práce moderních secích strojů, je dobrým základem pro možné dosažení vysokých výnosů při sklizni.

Konstrukční řešení jednotlivých secích strojů jsou různá v závislosti na použitém druhu výsevního ústrojí, vedení a dávkování osiva nebo použitém druhu secích botek. Hlavním faktorem při výběru nového stroje je výsevní ústrojí. Secí stroje pro výsev obilovin, které využívají individuální výsevní ústrojí, jsou konstrukčně jednoduché a mají pro každou secí botku samostatné dávkování, ovšem nenabízí možnost velkého pracovního záběru, proto jsou vhodné pro malé soukromé podnikatele. Pro požadavky velkých zemědělských podniků, které vyžadují velký pracovní záběr při setí, jsou nejvhodnější volbou pneumatické secí stroje, které mají široké možnosti využití, kompletní elektronické nastavení a jsou vhodné pro setí při použití GPS navigace. Pneumatické secí stroje vynikají svou precizní prací, při využívání přetlakové nebo podtlakové dopravy osiva. Pro výsev kukuřice nebo cukrové řepy se využívají přesné secí stroje, které mají pro každou secí botku samostatný zásobník osiva, dávkování i vedení osiva.

1 Historie

1.1 Minulost

Primitivní zemědělský systém se rozvinul v teplých lesních nebo stepních polohách. Systém byl založen na úpravě půdy v podobě vypálení lesa a travnatých porostů, na níž první zemědělci rozhazovali semena travin, která zašlapávali nebo zahrnovali do popela větvemi. Na počátku 4. tisíciletí před Kristem vznikl náplavový systém zemědělství a to převážně v nížinách a povodí velkých řek Eufratu a Tigridu. Tam se rozvinula kultura i zemědělská říše Sumerů a Akkádů, kteří půdu rozrývali dřevěným náradím ručně, následně rádly s kamennými a později bronzovými hroty. Ve 3. tisíciletí před Kristem znala tato kultura již takzvaný secí pluh, který byl vybaven trychtýřem a upraveným splazem pro zahrnutí osiva půdou a tak plnil úlohu jakéhosi secího stroje [1].

V pozdním středověku se osivo muselo po poli rozhazovat ručně. Rolník měl osivo v zástěře, které se lidově říkalo rozsivka. Rolník pokaždé nabral trochu osiva do ruky a rozhodil ho rychlým mávnutím paže. Tento způsob byl velice namáhavý a rozptýlení polních plodin bylo velice nepravidelné. Nápravu zjednal Jethro Tull, velký anglický inovátor v oboru zemědělství kolem roku 1700. Vynalezl secí stroj, který zapřahal za koně a osivo rovnoměrně rozdělával [2].

Josef Wunderlich z Českých Budějovic sestrojil v letech 1774 až 1778 potažní řádkový secí stroj, který měl čtrnáctiřádkové výsevní ústrojí a společnou skříň na osivo. Stroj byl posazen na pevném rámu a nesen na dvou kolech [3].



Obrázek 1. Wunderlichův secí stroj [15]

O deset let později sestrojili secí stroj na stejném principu Angličané Cook a Ducket, kteří se postarali o jeho rozšíření. Další secí stroje se pak již rychle vyvíjely. Dřevěné části nahradil kov a počátkem 20. století již byly secí stroje na vysoké technické úrovni [16].

Později byl vyvinut pneumatický řádkovací secí stroj. Ten osivo do půdy vpravoval pod tlakem a dokonce do správné hloubky. Řádky pak byly pravidelnější, spotřeba osiva nižší a výnosy vyšší [2].

1.2 Současnost

Dnes se často provádí setí i přihnojování umělými hnojivy v jediném pracovním kroku. Nové secí stroje jsou schopné vykonávat tyto operace současně. Spojováním pracovních operací se šetří čas i náklady na provoz mechanizace. Pro osévání rozlehlých polních ploch se v současnosti používají řádkové nebo přesné secí stroje s obrovskými zásobníky osiva. V současné době je kladen důraz na univerzálnost secích strojů a také na velké pracovní záběry, které jsou mnohdy nezbytné pro dodržování agrotechnických termínů. Pro snížení zhutňování zeminy při setí, se využívají traktory, které mají buď dvojité montáže zadních kol nebo stále více používané pásové traktory [2].



Obrázek 2. Moderní secí kombinace [17].

2 Požadavky na secí stroje

Základní agrotechnické požadavky pro secí stroje jsou:

- jednoduchá obsluha secího stroje,
- schopnost vysévání různých druhů semen bez rozdílu jejich tvaru a velikosti,
- jednotlivé části secího stroje nesmí poškozovat semena,
- množství semen v jednotlivých řádcích musí být stejné,
- výsevní ústrojí musí umožňovat změnu měrného výsevku,
- výsevní ústrojí nesmí být citlivé na sklon a změnu pojezdové rychlosti,
- secí botky musí umožňovat změnu vzdálenosti vysévaných řádků,
- secí botky musí umožňovat změnu hloubky setí,
- musí umožňovat jednoduché vyprazdňování výsevní skříně a její čištění [18].

2.1 Vlastnosti osiva

Pohyb osiva v secím stroji je ovlivněn geometrickými a fyzikálními vlastnostmi. Důležitými vlastnostmi osiva pro správný chod secího stroje jsou velikost, tvar, hmotnost tisíce semen, sypkost, čistota, vlhkost, užitná hodnota, objemová hmotnost, vyrovnanost a hmotnost milionu klíčivých semen [4].

1. Podle velikosti semen se většinou určuje nejvhodnější výsevní mechanismus. Pro správný chod výsevních mechanismů, by měla být velikost všech semen přibližně stejná.
2. Tvar semen se vyznačuje jako poměr délky, šířky a tloušťky semen. Pro dobrý výsev se nejlépe hodí kulatá semena, naopak špatně se vysévají například semena trávy, která bývají velmi dlouhá a také ochmýřená.
3. Hmotnost tisíce semen označována jako HTS, vyjadřuje skutečnou hmotnost tisíce semen v gramech, slouží při výpočtu výsevku.
4. Sypkost je schopnost semen se samovolně pohybovat po nakloněné rovině. Sypný úhel je u obilovin v rozmezí 32° - 40° [5].
5. Osivo musí být při použití vždy čisté. Čistota se vyjadřuje v procentech čistých semen z celkového množství. Jako nečistoty se považují semena plevelů, škůdci nebo kamínky. Čistota by se měla pohybovat v rozmezí 98 – 100% [19].

6. Vlhkost je podíl hmotnosti vody vázané v osivu vyjádřený v procentech. Vlhkost se měří vlhkoměry a její hodnoty by se měly pohybovat v rozmezí 11 – 14 %.

7. Užitná hodnota vyjadřuje podíl semen schopných vytvořit rostliny, proto má význam při stanovení výsevku, vzorek obsahuje čistá i klíčivá semena.

Užitnou hodnotu osiva lze vypočítat ze vzorce

$$U = \frac{\text{čistota} * \text{klíčivost}}{100} [\%]$$

8. Objemová hmotnost vyjadřuje skutečnou hmotnost 100 litrů osiva v kilogramech.

9. Vyrovnanost je uváděna v procentech jako podíl osiva, které zůstane v nadefinovaných sítích, po jeho prosátí. Průměr ok na sítích u pšenice je 2,2 mm.

10. Hmotnost milionu klíčivých semen se vyjadřuje v kilogramech, je základní početní jednotkou pro stanovení výsevku,

lze vypočítat ze vzorce

$$MKS = \frac{HTS * 10000}{\text{čistota} * \text{klíčivost}} [\text{Kg}] [6].$$

2.2 Podmínky pro založení vyrovnaných porostů

Jedním z významných předpokladů pro založení vyrovnaného porostu obilnin a dalších zrnin je dodržet stanovenou hloubku setí a splnit požadavky rozmístění osiva na ploše pozemku. Zpracování půdy a setí představují agrotechnická opatření, která významným způsobem ovlivňují náklady na jednotku produkce při pěstování zrnin [7].

Pro zajištění vysoké vzcházivosti, je potřeba připravit kvalitní set'ové lůžko s lehce utuženým dnem, přes které může vzlínat kapilární vlhkost a kyprou vrchní vrstvou dovolující rychlý průnik kyslíku a tepla do půdy. K tomuto účelu je potřeba provést urovnání vrchní vrstvy, rozmělnění hrud a zpětné utužení půdy. Zároveň je důležité dodržovat správnou hloubku zpracování. Čím jemněji je půda připravena, tím je rychlejší i klíčení. Je to krátkodobě příznivý efekt, který může dlouhodobě znamenat riziko slehnutí a rozbahnění. Ideální je rozložení jemných částic v místě uložení osiva a hrubší částice pak na povrchu pole [20].

Požadavky na hloubku rozhraní mezi spodní utuženou a vrchní nakypřenou vrstvou seťového lůžka, jsou dány agrotechnickými požadavky na hloubku setí jednotlivých plodin, které jsou uvedeny v tabulce 1. [7].

Tabulka 1. Doporučené výsevky zemědělských plodin [21]

Plodina	Hloubka setí (cm)	Výsevek (kg.ha⁻¹)	Termín výsevu
Pšenice ozimá	4 – 5	150 – 220	od 15.9 do 20.10
Tritikale ozimé	4	180 - 220	od 20.9 do 10.10
Žito ozimé	3 – 5	80 – 160	od 15.9 do 10.10
Ječmen ozimý	3 – 5	150 – 200	od 15.9 do 10.10
Řepka ozimá	2 - 3	1 – 4	do konce srpna
Pšenice jarní	4 - 5	220	brzy z jara
Ječmen jarní	3 – 5	200	březen
Oves setý	3 – 5	200	brzy z jara
Hrách setý	4 - 6	250 - 300	brzy z jara
Bob obecný	6	180 – 250	brzy z jara
Mák setý	1	1	brzy z jara
Jetel luční	1,5 - 2	15 - 20	na jaře
Vojtěška setá	1,5 - 2	8 - 16	brzy z jara

Doporučené výsevky jsou u všech plodin pouze orientační. Skutečný potřebný výsevek lze vypočítat podle vzorce

$$Q = \frac{MKS * HTS * 10000}{K * \check{C}}$$

Kdy: Q = skutečný výsevek v kg/ha,

MKS = doporučený výsevek v milionech klíčených semen,

HTS = hmotnost 1000 zrn v gramech,

K = skutečná klíčivost v %,

Č = čistota osiva v % [21].























2.3 Kontrola kvality setí

Kvalitu práce secích strojů, lze posuzovat podle dodržování požadovaného měrného výsevku a rovnoměrnosti rozmístování semen. Při zkoušce kvality práce se nejprve nastaví požadovaný výsevek podle tabulky, kterou výrobci dodávají společně se strojem. Dalším krokem je umístění záchytných nádob na osivo, samostatně pod každou secí botku. Poté otáčíme hnacím kolem takovou rychlostí, která odpovídá pracovní rychlosti secího stroje. Osivo v jednotlivých nádobách poté zvážíme a následně porovnáme. Největší povolená odchylka výsevku na jednotlivých botkách je 8% [5].

3 Zpracování půdy a setí

Zvolené pracovní postupy zpracování půdy k zrninám významně rozhodují o vytvoření podmínek pro kvalitní uložení osiva do půdy. Podle způsobu, hloubky a intenzity kypření půdy můžeme postupy zpracování půdy rozdělit na konvenční zpracování půdy, založené na klasické orbě radličným pluhem a na postupy s různou mírou snižování počtu kypřících zásahů do půdy. Zde má svůj původ označení minimalizační zpracování půdy nebo také půdoochranné zpracování půdy, kde se uskutečňují pouze některé pracovní operace nebo přímý výsev bez předchozího zpracování půdy [7].

Zpracování půdy i setí se provádí člunkovým způsobem, při kterém se po zasetí jednoho pracovního záběru, souprava otočí na souvratí a při jízdě zpět navazuje na předešlou jízdu. U setí je potřeba vždy dávat pozor na přesné navazování jednotlivých jízd. Spojovací řádky mezi jednotlivými jízdami by měli mít stejnou rozteč jako je meziřádková vzdálenost a k tomu napomáhají znaménáky, podle kterých může řidič udržovat ideální stopu [5].

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

Obrázek 3. Schéma rozdělení systému zpracování půdy [8].

Volba technologie zpracování půdy je závislá na:

- půdních a klimatických podmínkách,
- předplodině a plodině, pro kterou se půda zpracovává,
- časové náročnosti,
- dopadech na půdu,
- ekonomice a nákladům na technologii [9].

3.1 Konvenční zpracování půdy

Pracovní operace pro konvenční zpracování půdy:

- podmítka
- orba
- předseťová příprava půdy
- obrábění v průběhu vegetace

Podmítka

Podmítka strniště se provádí po sklizni plodiny. Podmítka je mechanizované zpracování půdy, na kterou lze využívat talířové, radličkové nebo prutové podmítače. Povrchová vrstva půdy by měla být při podmítce rovnoměrně nakypřena v celém pracovním závěru stroje. Pracovní hloubka se pohybuje v rozmezí 5-12 cm. Pracovní části podmítačů jsou konstruovány tak, aby měli dlouhou životnost a aby se při práci neucpávaly [5].

Orba

Základem konvenčního zpracování půdy je každoroční zpracování půdy orbou. Při orbě dochází k zapravování rostlinných zbytků a plevelů do půdy. Půda se při zpracování pluhem drobí, mísí, kypří a obrací [5].

Pro orbu je charakteristické zapravení rostlinných zbytků předplodiny nebo meziplodiny do půdy. Orbou se zaklápí do půdy jednoleté plevely, vzešlý výdrol předplodin a aplikovaná organická hnojiva. Orba je vhodná pro hluboké zaklopení

oddenků pýru, který je tímto způsobem zpracování půdy významně poničen. Podle požadavků na následné plodiny a stav půdy se volí hloubka zpracování [10].

Hodnoty hloubky orby jsou pro jednotlivé plodiny rozdílné, ale lze použít klasické rozlišení:

- mělká orba do 18 cm,
- střední orba 18 až 24 cm,
- hluboká orba 24 až 30 cm
- velmi hluboká orba nad 30 cm
- rigolování nad 50 cm [10].

Doba provedení orby:

- letní orba k mezipločinám,
- seťová orba k ozimým plodinám,
- podzimní orba k jarním plodinám,
- zimní orba, opožděná podzimní orba, zpracování s rizikem nadměrné vlhkosti,
- jarní orba, je nouzové opatření, nepřispívá k dobrému hospodaření s vodou.

Způsoby orby:

- orba do rozvoru,
- orba do skladu,
- orba do roviny.

Rozdělení pluhů podle způsobu připojení:

- nesené,
- návěsné,
- přívěsné.

Rozdělení podle způsobu obracení skývy:

- jednostranné pluhy,
- oboustranné pluhy,
- výkyvné pluhy [10].

Předseťová příprava půdy

Předseťová příprava půdy slouží k urovnání povrchu půdy po předchozím zpracování. Při přípravě půdy se vyžaduje drobení nežádoucích hrud, případně mírné utužení půdy a tak se vytváří vhodné podmínky pro následné setí [10].

Pracovní operace při předseťové přípravě půdy

- smykování
- vláčení
- kypření
- válcování

Obrábění v průběhu vegetace

Obrábění v průběhu vegetace se označuje jako kultivace. Pro meziřádkovou kultivaci v porostu se používají meziřádkové kypřiče, které mechanicky kypří půdu, tím se odstraňují nežádoucí plevely. Pro kultivaci rostlin pěstovaných v rovině se využívají plečky, pro kultivaci rostlin v brázdách se využívají hrobkovače, které kypří půdu, ničí plevely a také upravují hrubky [5].

Při konvenčním zpracování půdy je důležité věnovat zvýšenou pozornost hloubce podmítky, způsobu a době jejího ošetření. Na pozemku je nutné sledovat zaplevelenost, vlhkostní a teplotní podmínky. Důležité je také vhodně volit případnou předplodinu. Orbu je potřeba provést minimálně 3 týdny před setím porostu. Hloubka orby se může pohybovat podle vlastností půdy v rozsahu 15-25 cm [11].

Předseťová příprava a následné setí, může být buď rozděleno do dvou samostatných operací, nebo se operace předseťové přípravy a setí spojují do jedné. Pokud jsou operace rozděleny, lze pro předseťovou přípravu půdy používat kombinátory, které zoraný povrch dobře připraví a urovnají. Pro spojené operace předseťové přípravy a setí v jednom přejezdu, převládá využití strojů s poháněnými pracovními nástroji ve spojení se secím strojem. Pro lepší vnikání do půdy při spojených operacích je vhodné využívat radličkové secí botky, které mají tupý úhel vnikání do půdy [5].

Výhody orby

- zapravení a rovnoměrné uložení organické hmoty v půdě,
- dobrý vliv na vodní a vzdušný režim půdy ve vlhčích oblastech,
- zvyšování množství humusu v půdě,
- regulace výskytu plevelů a hrabošů.

Nevýhody orby

- zvyšování množství štěrku a kamení na povrchu půdy,
- snižování obsahu vody v ornici v sušších oblastech,
- vysoké náklady na obdělání půdy,
- zvýšení odnosu zeminy větrnou a vodní erozí [23].

3.2 Minimalizační zpracování půdy

U minimalizačního zpracování půdy není používána orba. Místo orby se využívá mělké kypření půdy, kdy odpadá obracení zpracovávané vrstvy. Pro přípravu půdy jsou nejvíce využívány pracovní postupy s mělkým nebo středně hlubokým zpracováním půdy. Základním strojem pro minimalizační zpracování je kypřič, který může mít různé pracovní nástroje, v závislosti na různém množství zapravení rostlinných zbytků či jejich ponechání na povrchu půdy a v povrchové vrstvě [5].

Minimalizační zpracování půdy kypřením, působí kladně pro vývoj mikroorganismů v půdě a je vhodné pro mělké uložení organické hmoty. U mělkého uložení organické hmoty se zrychlí nástup přeměn organické hmoty, tím se snižuje riziko blokování živin a zvyšuje se klíčivost a následné vzcházení [11].

Zakládání porostů polních plodin minimalizačními technologiemi vyžaduje speciální secí stroje. Tyto stroje musí zajistit dokonalé uložení osiva i v případě, kdy je na povrchu půdy velké množství rostlinných zbytků. Dalším důležitým problémem je větší odpor povrchové vrstvy půdy vůči vnikání secích botek. Tento problém v klasické předset'ové přípravě půdy odpadá, protože půda je více nakypřena [12].

Pro zpracování půdy se používají talířové nebo radličkové podmiče, které pracují v hloubce 10 – 12 cm v kukuřičných nebo obilnářských oblastech a hloubce 15 cm v oblastech bramborářských. Pokud není setí provedeno hned po podmiče, tak je nutné půdu před setím opět prokypřit a to na hloubku následného setí [11].

U minimalizačního zpracování by měl být povrch půdy celoročně pokryt rostlinnou biomasou [5].

Výhody minimalizace

Z důvodu menšího počtu pracovních operací se snižují pracovní náklady na energie.

Při dlouhodobém využívání, dochází ke zlepšování úrodnosti půdy.

Menší povrchové nakypření půdy, omezuje možnosti vzniku eroze.

Nevýhody minimalizace

Minimalizační systémy zpracování půdy způsobují, že dochází k poklesu pH v povrchové vrstvě dalším z důvodů poklesu pH je také nadměrné hnojení minerálními hnojivy. Hodnota okyselení může při dlouhodobém využívání minimalizace narůst až do nepříznivých hodnot.

Při minimalizačním zpracování nejsou obráceny vytrvalé plevely do spodních vrstev půdy, jako při orbě a tak se rozšiřují víceleté plevely, které je potřeba chemicky ničit a tím se zvyšují náklady na herbicidy.

Z důvodu menšího nakypření půdy, se na jaře pomaleji otepluje půda. [23].

3.3 Přímé setí

Technologie přímého setí je vhodná hlavně pro výsev obilovin. V porovnání s konvenčním zpracováním půdy, je nutné u přímého setí volit o 20 až 40 % vyšší výsevek. Přímé setí lze uplatnit na úrodných půdách, na kterých nejsou vytrvalé plevely, leží v nadmořské výšce do 350 m. n. m. s ročním úhrnem srážek do 600 mm. Při přímém setí zůstane velká část půdy mechanicky nezasažena. V závislosti na druhu použitých výsevních btek a zvolené meziřádkové vzdálenosti se narušuje pouze 5 – 10% povrchu půdy. Kvalita práce secích strojů pro přímé setí do nezpracované půdy je ovlivňována odporem povrchové vrstvy půdy na secí botky. Řešení na problém s vnikáním do půdy, je velká hmotnost těchto strojů [10].

Přímé setí do nezpracované půdy vyžaduje při srovnání s konvenčním zpracováním půdy vyšší hnojení půdy dusíkem a to až o 50 kg/ha^{-1} . Přímé setí se využívá například po pozdě sklizených obilninách, kdy musí nová plodina rychle do půdy, aby byly dodrženy agrotechnické podmínky zakládání nových porostů. Tento systém se nedoporučuje využívat v případě výskytu vytrvalých plevelů a při nadměrném množství organických zbytků na poli, které zbydou po předplodině [11].

Přímé setí se uskutečňuje přímo po sklizni hlavní plodiny. Odpadá tak předchozí zpracování půdy a tím i předchozí náklady na přípravu a zpracování půdy. K zakládání porostů se používají speciální secí stroje, které jsou schopny zapravit osivo do nezpracované půdy. U přímého setí je nutné využívat velké množství herbicidů. Herbicidy slouží jako ochrana proti nežádoucím plevelům, které při přímém setí zůstávají na povrchu půdy [5].

Secí stroje pro přímé setí do nezpracované půdy jsou většinou vybaveny kotoučovými secími botkami. U přímého setí, musí secí stroj kvalitně pracovat a sít, jak na suché, tak i na vlhčí půdě, tak i při velkém množství posklizňových zbytků [9].

Výhody přímého setí

Odpadá předchozí zpracování půdy a tím vzniká značná úspora pracovních nákladů a energie.

Z důvodu nižšího nakypření půdy, se minimalizuje půdní eroze.

Zlepšení stavu půdního prostředí, zejména půdní struktury a vlhkosti.

Nevýhody přímého setí

Omezené obracení půdy je příčinou zvýšeného množství hrabošů a vytrvalých plevelů.

U přímého setí dochází stejně jako u minimalizačních systémů k poklesu pH v povrchové vrstvě z důvodů nadměrného používání umělých hnojiv a omezeného zpracování půdy a tím se tato vrstva okyseluje.

V povrchové vrstvě zvyšuje koncentrace solí z průmyslových hnojiv [12].

4 Způsoby setí a části secích strojů

Řádkové setí:

1) Secí stroje pro nepravidelné setí

Pro nepravidelné setí se využívají řádkové secí stroje, které jsou používané pro výsev obilovin, olejnin a luskovin. Rozlišují se podle druhu výsevního mechanismu a také podle určení pro výsev do nakypřené nebo slehnuté půdy [5].

V současné době se u secích strojů pro řádkový výsev stále častěji používá zařízení pro aplikaci kapalných nebo granulovaných hnojiv. V případě, kdy je aplikováno granulované hnojivo současně se setím, je nutné, aby byl secí stroj vybaven speciálními botkami, které umožňují uložení hnojiva cca 1-2 cm pod seťové lůžko. Zásobní skříň je dělaná na část pro osivo a na část pro hnojivo. Dávkování hnojiva je zpravidla provedeno dávkovacím zařízením obdobné konstrukce, jako je výsevní ústrojí [4].

Šířka řádků:

- úzkořádkové, rozteč řádků 5 až 8 cm,
- se střední roztečí, rozteč řádků 10 až 15 cm,
- širokořádkové, rozteč řádků 30 až 70 cm,
- pásové, šířka pásu 5 až 12 cm [5].

2) Secí stroje pro přesné setí

Secí stroje pro přesné setí, jsou využívány nejvíce pro setí kukuřice a řepy. Stroj je postaven na základě samostatných secích jednotek, které jsou připojené ke společnému rámu. Každá secí jednotka má vlastní zásobník osiva, výsevní ústrojí i secí botku. Secí stroje pro přesné setí se rozdělují podle druhu použitého výsevního ústrojí [13].

Přesné setí lze definovat jako rozmístění semen v řádku v přesně stanovených vzdálenostech bez více zasetých semen najednou a bez vynechávek. Při ukládání do vytvořené rýhy nesmí docházet k odvalování osiva do stran. Pro dobrou stabilitu při práci slouží stabilizační kolečka. Přesné setí se využívá zejména pro výsev kukuřice a řepy [5].

Pokud setí není do řádků:

Plošné setí

Plošné setí umožňuje optimální rozmístění semen, která mají dostatečné množství světla i vláhy.

Setí naširoko

Aplikace osiva při setí naširoko se provádí dvoufázovým postupem. Osivo se nejprve po povrchu půdy rozmístí například rozmetadlem umělých hnojiv a následně se zavlažčí pomocí bran do půdy. Nevýhodou tohoto systému setí je nerovnoměrná hloubka uložení osiva.

Křížové setí

Křížové setí se provádí při vzájemně kolmých jízdách řádkového secího stroje.

Čtvercově hnízdové setí

Vytváří se hnízda, do kterých se klade několik semen. Hnízda mají stejnou vzdálenost v obou vzájemně kolmých směrech. Tento systém je vhodný pro výsev zeleniny [4].

4.1 Rám

Rám secího stroje plní spojovací článek všech funkčních celků v jeden stroj. Na rám jsou kladeny vysoké nároky z hlediska pevnosti, hmotnosti a také rozměrů. Podle konstrukce stroje, pro který je rám určen, může být v pevném provedení, které bývá u pracovních záběrů do 4 metrů nebo ve sklopném provedení, které je využíváno u ostatních secích strojů s pracovním záběrem nad 4 metry, aby byla splněna přepravní šířka a hlavně kvůli manévrovatelnosti stroje při přejezdech.



Obrázek 4. Rám secího stroje Farmet [25]

4.2 Zásobník osiva

Zásobník osiva má zpravidla lichoběžníkový tvar. Na secím stroji může být uložen podélně nebo příčně. Na secích strojích s menším pracovním závěrem se využívá příčné uložení a pro stroje s větším pracovním záběrem využívají většinou podélné uložení. Na výrobu se využívají povrchově upravené ocelové plechy nebo plasty, které jsou vhodnější díky snadnějšímu tvarování a malé hmotnosti. Ve spodní části je po celé délce umístěn otáčivý čechrač, který tvoří hřídel s napříč upevněnými prsty a pohonem odvozeným od pojezdových kol ozubenými převody. Čechrací ústrojí zabraňuje tvoření klenby uvnitř výsevní skříně. Výsevní skříň bývá vybavena signalizačním zařízením pro kontrolu množství osiva [24].

Zásobník osiva bývá umístěn tak, aby se hmotnost přesunula do co největší blízkosti traktoru. Tím se více zatíží náprava traktoru a zlepši se trakce. Dále mohou být secí stroje vybaveny doplňkovým zásobníkem, který bývá umístěn na předním tříbodovém závěsu traktoru [26].



Obrázek 5. Zásobník osiva [25]

4.3 Výsevní ústrojí

Výsevní ústrojí nesmí být citlivé na sklon, změnu pojezdové rychlosti, musí umožňovat změnu měrného výsevku, změnu vzdáleností vysévaných řádků, změnu rozmístění semen v řádku a změnu hloubky setí. Musí mít jednoduchou obsluhu, vyprazdňování výsevní skříně a její čištění. Výsevní ústrojí se rozděluje na dvě hlavní části. Jsou to výsevní ústrojí pro řádkové setí a výsevní ústrojí pro přesný výsev [4].

Druhy výsevních ústrojí

1) Individuální výsevní ústrojí:

- výsevní ústrojí s hrotovými válečky
- výsevní ústrojí s rýhovanými válečky
- lžičkové výsevní ústrojí
- kartáčové výsevní ústrojí

2) Centrální výsevní ústrojí:

- pneumatické výsevní ústrojí
- odstředivé výsevní ústrojí

3) Výsevní ústrojí pro přesné setí

- kotoučové výsevní ústrojí se svislým kotoučem a přímým náběrem
- kotoučové výsevní ústrojí se svislým kotoučem a děleným náběrem
- kotoučové výsevní ústrojí se šikmým kotoučem
- pneumatické podtlakové výsevní ústrojí
- lžičkové výsevní ústrojí
- páskové výsevní ústrojí

4.3.1 Individuální výsevní ústrojí

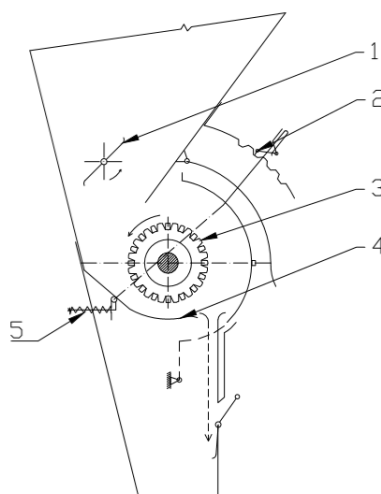
Secí stroje s individuálním výsevním mechanismem jsou často v kombinaci se stroji na předset'ovou přípravu půdy a vytváří secí kombinace, které jsou nesené na tříbodovém závěsu traktoru. Nesené kombinace omezují svou hmotností záběr stroje, který bývá maximálně 4 m. U individuálního výsevního mechanismu se využívají rýhované hrotové válečky, které jsou schopné bez problémů vysévat jetel, který má velice jemná semena nebo semena velká jako fazole [22].

Výsevní ústrojí s hrotovými válečky

Výsevní mechanismy s hrotovými válečky jsou dnes patrně nejpoužívanější u secích strojů s individuálními výsevními mechanismy. Válečky se otáčejí a svými hroty vhrnují osivo do semenovodů ve spodní části zásobníku. Tyto válečky zasahují trvale celou délkou do vrstvy osiva v zásobníku. V pohonu hrotových váleček je vložena převodovka s velkým počtem převodových stupňů a tak umožňuje nastavit

rozmanité množství frekvencí otáčení válečků a tedy i výsevků. Pro různé druhy osiva lze vyměnit celý hřídel s válečky odlišného tvaru. Hodně používané jsou dnes univerzální hrotové válečky, kde část válečku s drobnými hroty je určena pro výsevky drobných semen a část s většími hroty pro výsev obilovin [5].

Dno zásobníku je odpruženo pružinou. Toto uspořádání umožňuje i průchod nežádoucích příměsí (kameny, hroudy) v osivu, které by jinak mezerou mezi dnem a výsevním válečkem neprošly a mohly by způsobit poškození osiva nebo výsevního ústrojí [4].



Obrázek 6. Výsevní ústrojí s hrotovými válečky: 1- čechrač, 2- ovládací páka, 3- výsevní váleček, 4- dno výsevní schránky, 5- pružina

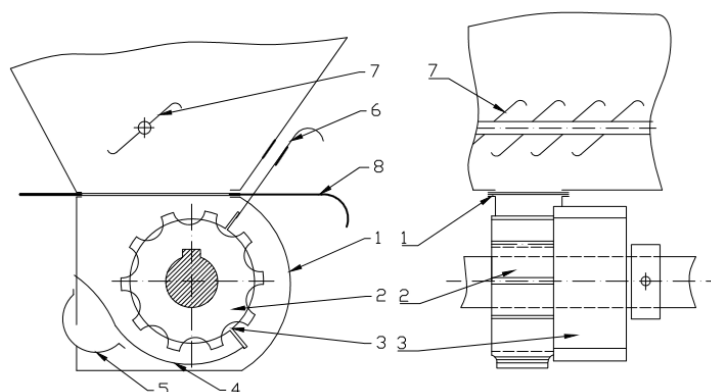
Výsevní ústrojí s rýhovanými válečky

Výsevní mechanismy s rýhovanými válečky jsou univerzální. Válečky se otáčejí a vyhrnují osivo do semenovodů. Semeno je také současně vyhrnováno aktivní vrstvou vyhrnovaného osiva [5].

Tento systém pracuje se spodním i vrchním výsevem. Spodní výsev se používá při setí obilovin a horní výsev při setí větších nebo naopak velmi drobných semen. Při tomto způsobu se váleček otáčí v obráceném smyslu [24].

Válečky jsou vyrobeny nejčastěji z plastu ve dvojicích, střídavě rýhovaný a hladký. Výsev se mění podle toho, jak velká část rýhovaného válečku vyhrnuje osivo. Hřídel, na kterém jsou uloženy válečky, je centrálně axiálně posuvný. Změnou frekvence otáčení tohoto hřídele pomocí změny velikosti ozubených kol v převodu

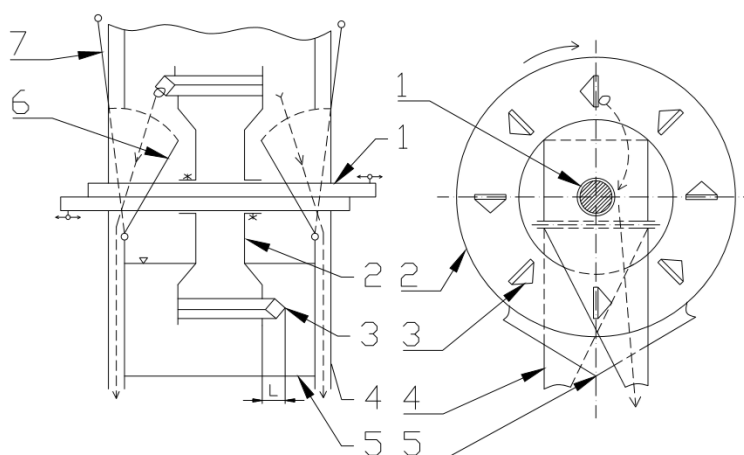
zle také měnit výsev. Součástí výsevního mechanismu je dále uzavírací šoupátko, kterým je možné zastavit přísun osiva k výsevnímu mechanismu [5].



Obrázek 7. Výsevní ústrojí s rýhovanými válečky: 1- výsevní schránka, 2- výsevní váleček, 3- hradítko, 4- dno výsevní schránky, 5- pružina, 6- šoupátka, 7- čechrač

Lžičkové výsevní ústrojí

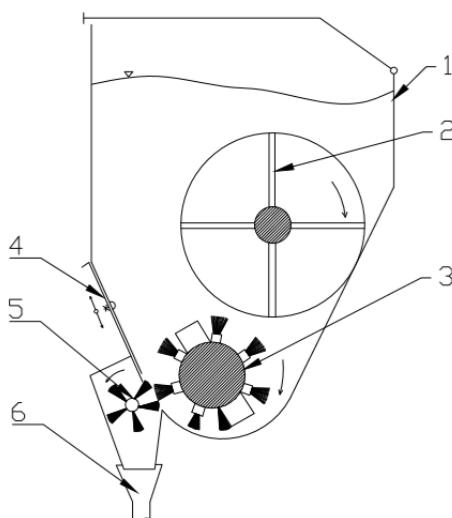
Lžičkové výsevní ústrojí je určeno pro výsev do 2 řádků. Hlavní částí systému jsou výsevní kotouče, které jsou umístěny na 2 dělených hřídelích. Na kotoučích jsou střídavě k levému a pravému, připojeny lžičky. Kotoučky jsou střídavě připojené k jedné nebo druhé polovině podélného děleného hřídele. Výsevek se reguluje vzájemným posuvem hřídelí. Tento systém má nevýhodu při práci ve vysokých rychlostech, kdy dochází k nerovnoměrnosti výsevku. Při velké pracovní rychlosti dochází k vyhazování semen vlivem odstředivé síly v nežádoucí poloze [5].



Obrázek 8. Lžičkové výsevní ústrojí: 1- dělený hřídel, 2- kotouček se lžičkami, 3- lžičky, 4- semenovod, 5- dno nabíracího prostoru, 6- sklopný žlábek, 7- páka nastavování žlábků, L- pracovní část lžičky

Kartáčové výsevní ústrojí

Kartáčový výsevní ústrojí využívá pro dávkování osiva dva druhy rotačních kartáčů, které jsou vyrobeny z pružných polyamidových vláken. První kartáč je vyroben z dlouhých pružných vláken, má velký průměr a je uložen ve spodní části zásobníku na osivo. Další rotační kartáče jsou vyrobeny z krátkých pružných vláken, mají malý průměr a jsou uloženy jednotlivě nad každou výsevní botkou. Při setí se při otáčení kartáče v zásobníku vyhrnuje osivo otvorem ve spodní části k jednotlivým výsevním jednotkám, kde se na hřídeli otáčejí malé rotační kartáče. Malé rotační kartáče pak dopravují osivo dále pomocí semenovodů k secím botkám. Změnu výsevku lze provádět změnou otevření šoupátek, která regulují množství vyhrnovaného osiva ze zásobníku nebo změnou frekvence otáčení hřídele s menšími rotačními kartáči. Kartáčové výsevní ústrojí je vhodné pro výsev travin [4].



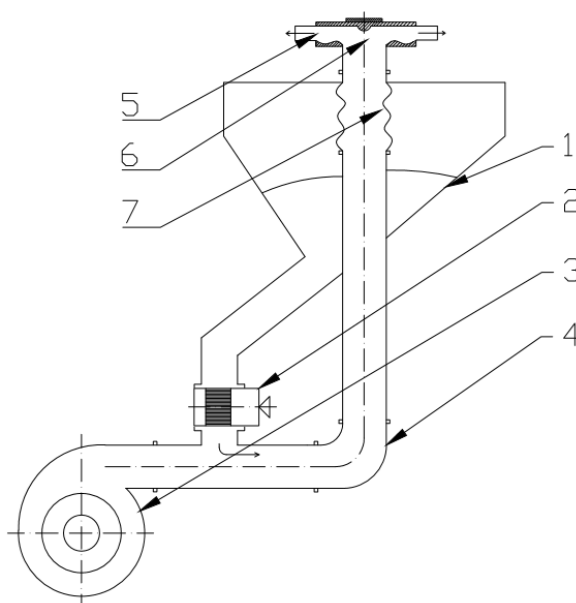
Obrázek 9. Kartáčové výsevní ústrojí: 1- zásobník osiva, 2- čehrač, 3- hřídel s vyhrnovacími kartáčky, 4- regulační hradítko, 5- výsevní schránka, 6- semenovod

4.3.2 Centrální výsevní ústrojí

U strojů, které používají centrální výsevní mechanismus, je průkopníkem firma Accord. Tento systém dávkuje osivo pro všechny secí botky jedním výsevním mechanismem do proudu vzduchu, který vytváří výkonný ventilátor a pak je v rozdělovači rozděleno k jednotlivým semenovodům a secím botkám [22].

Pneumatické výsevní ústrojí

Pneumatický výsevní mechanismus přetlakový má ve spodní části zásobníku jeden dávkovací mechanismus podobný výsevnímu mechanismu s rýhovaným válečkem. Osivo padá do výtlačného potrubí ventilátoru a proudem vzduchu je unášeno do rozdělovače. Po jeho rozdělení je možné na všechna potrubí připojit další rozdělovače a proto může mít secí troj velký počet semenovodů a velký pracovní záběr. Výhodná je pneumatická doprava osiva do vzdálených secích botek. U tohoto systému je ale poněkud horší rovnoměrnost výsevu, podobně jako u odstředivého výsevního mechanismu [5].

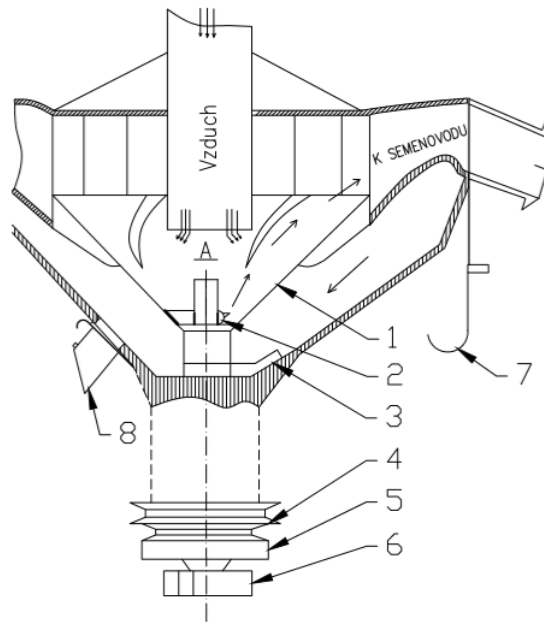


Obrázek 10. Pneumatické výsevní ústrojí: 1- zásobník osiva, 2- centrální výsevní ústrojí, 3- ventilátor, 4- potrubí, 5- potrubí k semenovodům, 6- rozdělovací hlavice, 7- vlnovec

Odstředivé výsevní ústrojí

Odstředivé výsevní ústrojí se skládá z rotujícího kuželového pláště postaveného vrcholem dolů. Ke vnitřku rotujícího kužele jsou připevněny radiální lopatky. Vrcholový úhel kužele je asi 80° . Osivo přichází ze zásobníku svislými kanály mezi radiálními, věncově umístěnými semenovody do pevného kužele. Otvorem ve spodní části rotujícího kužele se dostává osivo dovnitř, kde ho lopatky urychlují a vyhazují na obvodě do semenovodů. Otvor v rotujícím kuželu

je seřiditelný. Protože po obvodě lze umístit nejvíce 15 – 20 semenovodů, má secí stroj poměrně malý záběr. Při naklonění stroje se zhoršuje rovnoměrnost výsevu [5].



Obrázek 11. Odstředivé výsevní ústrojí: 1- vnitřní rotující kužel, 2- šoupátko, 3- čechrač, 4- klínová řemenice, 5- stupnice, 6- matice, 7- šoupátko, 8- vyprazdňovací otvor

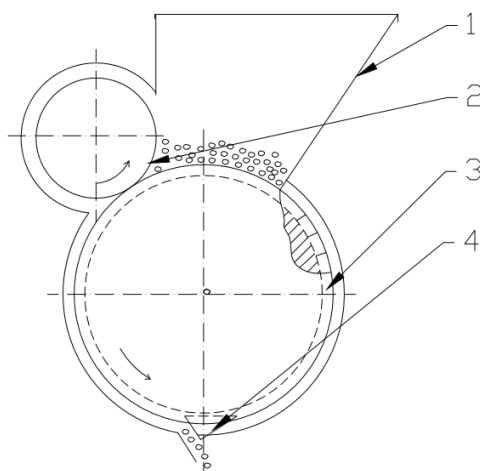
4.3.3 Výsevní ústrojí pro přesné setí

Výsevní ústrojí pro přesné setí mají vždy jako základní část otočný kotouč nebo pohyblivý pás s otvory nebo přidržovači. Při práci výsevního ústrojí se otáčí kotouč nebo se posouvá pás a nabírá osivo do otvorů. Nabírání osiva je buď řešeno, že semeno zapadne do otvoru působením vlastní hmotnosti nebo je zadrženo přidržovačem, případně může být také přisáto působením podtlaku. Výsevní mechanismus musí pracovat tak, aby bylo pokaždé nabráno pouze jedno semeno. Vynechání nebo nabrání více vysévaných semen najednou je u systémů pro přesné setí nepřijatelné [5].

Kotoučové výsevní ústrojí se svislým kotoučem a přímým náběrem

Kotoučové výsevní ústrojí se svislým kotoučem a přímým náběrem má na čele kotouče otvory. Všechny otvory jsou propojeny rýhou, ve které je umístěn vytlačovací kolík. Do otvorů v kotouči se semeno dostává ve spodní části zásobníku, pro přebytečná semena je zde umístěn stírací kotouč. Na spodní straně kotouče je

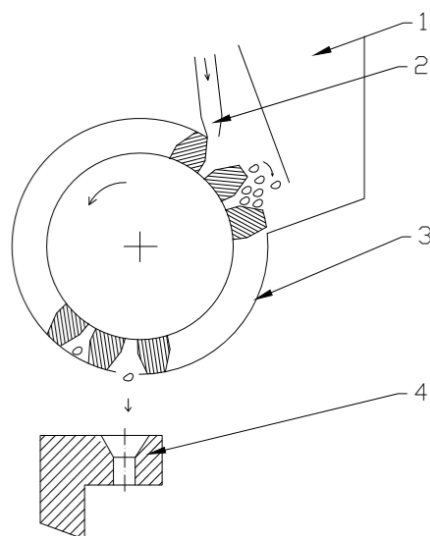
umístěn výtlačný nožík, který vytlačuje vysévané osivo z otvorů v kotouči. Vyhazovače nemají ostré hrany, aby nedocházelo k poškození osiva [13].



Obrázek 12. Kotoučový výsevní mechanismus se svislým kotoučem a přímým náběrem: 1- zásobník, 2- stírací kotouček, 3- výsevní kotouč, 4- nožový vyhazovač

Kotoučové výsevní ústrojí se svislým kotoučem a děleným náběrem

Kotoučové výsevní ústrojí se svislým kotoučem a děleným náběrem má na obvodě kotouče kuželovité otvory. Při nabírání osiva je v kuželovitém otvoru vždy více než jedno semeno. Semena jsou unášena ke vzduchové trysce, kde tlak vzduchu odfoukne přebytečná semena a na dně otvoru zůstane pouze jediné semeno. Osivo je následně na kotouči unášeno do spodní části, kde vypadává pomocí otvoru v plášti kotouče osiva do rýhy vytvořené sečí botkou [13].



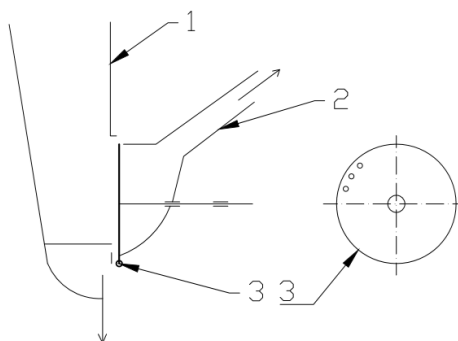
Obrázek 13. Kotoučový výsevní mechanismus se svislým kotoučem a děleným náběrem: 1- zásobník, 2- vzduchová tryska, 3- výsevní kotouč, 4- kuželovité otvory

Kotoučové výsevní ústrojí se šikmým výsevním kotoučem

Kotoučové výsevní ústrojí se šikmým výsevním kotoučem se skládá z náběrového kotouče, který má malý průměr a z ukládacího kotouče, který má velký průměr a je šikmo postavený. Oba kotouče jsou mezi sebou propojeny kanály. Protože jsou tyto kanály umístěny na plášti komolého kužele, je vždy nějaká trubka při otáčení kotouče ve svislé poloze. Nad trubkou, se nachází otvor v náběrovém kotouči výsevního mechanismu a nad ním je umístěna tryska pro přívod stlačeného vzduchu. Semeno následně vypadává do rýhy vytvořené secí botkou [5].

Pneumatické podtlakové výsevní ústrojí

Pneumatické podtlakové výsevní ústrojí má ve spodní části zásobníku umístěný otočný kotouček, který má po obvodě otvory. Na kotouček z jedné strany přiléhá osivo a z druhé strany je připojena odsávací trubice. V odsávací trubici je podtlak, který osivo přisává ke kotoučku a následně ho unáší do spodní části, kde podtlak už není. Ve spodní části osivo odpadá od kotoučku rovnou do rýhy připravené secí botkou [13].

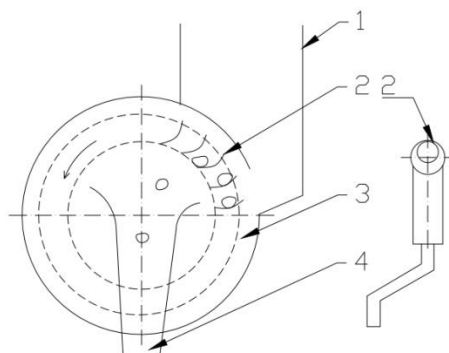


Obrázek 14. Pneumatický podtlakový výsevní mechanismus: 1- zásobník, 2- sací potrubí, 3- kotouček s otvory po obvodu

Lžičkové výsevní ústrojí

Lžičkové výsevní ústrojí pro přesné setí má ke kotouči otočně připevněné lžičky, které jsou jednou stranou vedeny ve vodící dráze. Lžičky při otáčení kotouče nabírají osivo ze zásobníku. Semena jsou vynesena až do horní polohy kotouče, kde se pomocí vodící dráhy lžičky pootočí a semena vlastní hmotností padají do výpadního otvoru a z něj do rýhy vytvořené secí botkou. Podle různých druhů osiva lze kotouče i lžičky měnit. Nevýhodou tohoto systému je podmínka dodržování

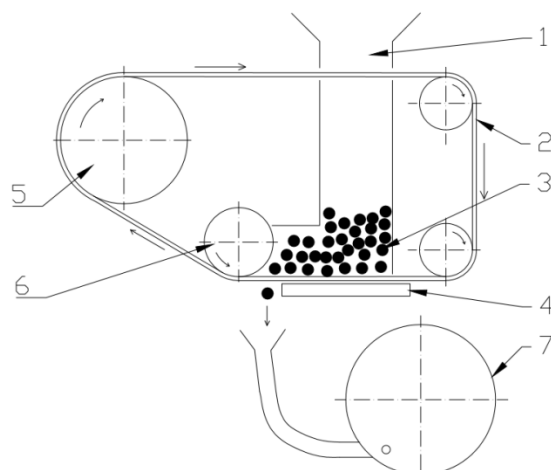
předepsané jezdové rychlosti, protože při velké pracovní rychlosti dochází k vyhazování semen vlivem odstředivé síly v nežádoucí poloze a tím vzniká nerovnoměrný výsev [5].



Obrázek 15. Lžičkový výsevní mechanismus pro přesné setí: 1- zásobník, 2- lžička, 3- kotouč se lžičkami, 4- výpadní otvor

Páskové výsevní ústrojí

Páskové výsevní ústrojí je tvořeno hnacím, vodícím a napínacím kotoučkem. Tyto 3 kotoučky jsou spojené nekonečným gumotextilním páskem, který může mít jednu nebo dvě řady otvorů. Otvory v pásku odpovídají svou velikostí danému druhu semen. Osivo přichází ze zásobníku na spodní část pásku, kde zapadá do připravených otvorů, aby nedocházelo k pohybu přebytečných semen po pásku, je zde stírací kroužek, který nepotřebná semena odstraní. Pod stíracím kotoučkem je umístěna výkyvná podpěrka, která ohýbá pásek a tím semena vypadávají [13].



Obrázek 16. Páskové výsevní ústrojí: 1- násypka, 2- texgumoidní pásek, 3- osivo, 4- opěra pásku, 5- poháněcí kolečko, 6- odmítací váleček, 7- secí botka,

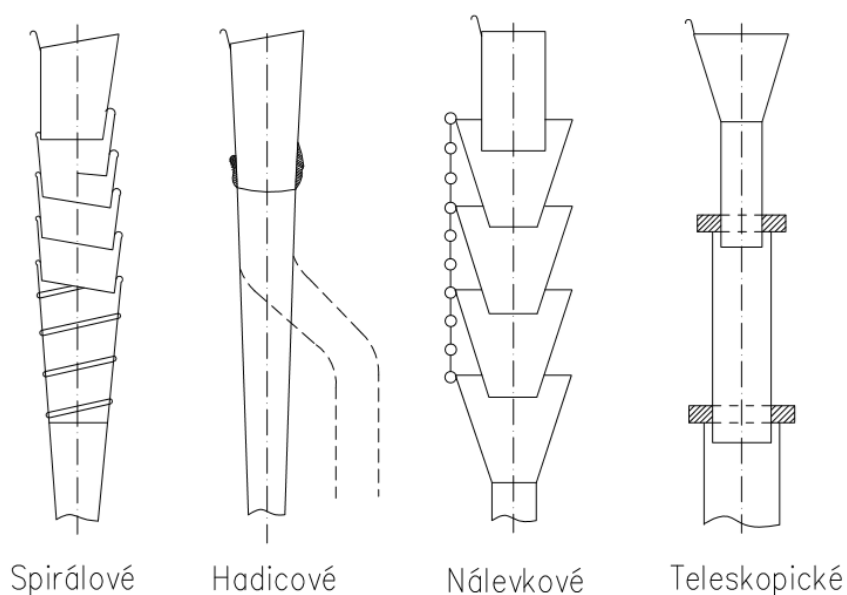
4.4 Semenovody

Semenovody vedou osivo od výsevních mechanismů k secím botkám. Z důvodu snadného procházení osiva bývá průměr větší než 35 mm.

Rozdělení dle konstrukce:

- spirálové,
- hadicové,
- nálevkové,
- teleskopické [5].

Semenovody musí být teleskopické nebo pružné, snadno demontovatelné a musí se přizpůsobit secí botce při kopírování terénu. Při zvedání secího stroje se nesmí poškodit a musí být pohyblivé v příčném směru při změně vzdálenosti mezi secími botkami. U široko záběrových secích strojů musí být schopné se přizpůsobit přestavbě stroje z pracovní do přepravní polohy. U pneumatických secích strojů jsou nejpoužívanější semenovody hadicové z ohebného materiálu [4].



Obrázek 17. Semenovody

4.5 Secí botky

Secí botky slouží k ukládání osiva do půdy. Botky jsou na secím stroji upevněny na vertikálně výkyvných ramenech a do zpracovávané půdy jsou přitlačovány pomocí pružiny nebo závaží [24].

Rozdělení secích botek podle způsobu práce:

1) Aktivní

- kotoučové

2) Pasivní

- radličkové (šípové)

- dlátové

4.5.1 Jednokotoučové secí botky

Jednokotoučové secí botky jsou postavené šikmo ke směru řádků. Odsunují podstatnou část rostlinných zbytků z povrchu půdy stranou a omezují riziko zatlačování rostlinných zbytků, zejména slámy pod osivo [14].

Pro spolehlivé zajištění požadované hloubky setí se používají omezovače hloubky přispívající k přesnému hloubkovému vedení secích botek. Přítlak je regulovatelný až do 2500 N na jednu botku. Výhodou kotoučových secích botek je, že se zpravidla neucpávají ani při silnější vrstvě zbytkové slámy na povrchu půdy. Ve vlhčích podmínkách se však může stát, že kotouče vlhčí slámu neproříznou, ale zatlačí ji do hloubky setí a osivo je pak ukládáno do slámy. Důsledkem je nevyrovnaný a nerovnoměrný porost [1].



Obrázek 18. Jednokotoučová secí botka [27]

4.5.2 Dvoukotoučové secí botky

Dvoukotoučové secí botky mají základní princip stejný jako botky jednokotoučové. Jsou postavené šikmo ke směru řádků, tím odsunují podstatnou část rostlinných zbytků z povrchu půdy stranou a omezují riziko zatlačování rostlinných zbytků, zejména slámy pod osivo [14].

Dvoukotoučové secí botky jsou vhodným konstrukčním řešením, pro ukládání osiva ve ztížených podmínkách minimalizačních technologií. Rozdíl mezi jednokotoučovými a dvoukotoučovými secími botkami je v tom, že před těmito botkami mohou být umístěny prořezávací kotouče. Obvod prořezávacích kotoučů může být hladký, ozubený nebo zvlněný. Kotouče se zvlněným obvodem mohou půdu nakypřit se současným dobrým odklízecím efektem v dráze secí botky, tak odpadá zatlačování rostlinných zbytků do hloubky setí. Hladké prořezávací kotouče půdu nekypří, ale jen prořezávají [1].

Dvoukotoučové secí botky, před kterými je prořezávací kotouč, jsou někdy také označovány jako tříkotoučové secí botky, které jsou do půdy zatlačovány masivní pružinou. Tyto secí botky se využívají u secích strojů pro přímé setí do nezpracované půdy [5].



Obrázek 19. Dvoudiskové secí botky [28]

4.5.3 Šípové secí botky

Šípové secí botky jsou uspořádány na secích strojích většinou ve třech řadách. Secí stroje, které mají šípové secí botky, používají většinou pneumatický výsevní mechanismus. Osivo je pod tlakem dopravováno k secím radličkám a rozptylováno pod proud odříznuté zeminy na rovné lůžko. Zamačkávací válce upraví zeminu a rostlinné zbytky nad osivem. Okolo slupic šípových botek proudí zemina, ve které jsou obsaženy rostlinné zbytky a tak se výrazně čistí místo potřebné pro uložení osiva [22].

Při volbě vhodných radliček můžeme cíleně ovlivnit množství nakypření a promíchávání půdy. V praxi platí, že radličkové secí botky půdu kypří a promíchávají lépe než secí botky kotoučové. U porostů založených secími stroji se šíповými botkami je dosahováno zpravidla dobrých výsledků díky lepšímu nakypření a promísení se zlepšuje prohřívání horní vrstvy půdy. Pro šípové secí botky je problém se zpracováním půdy při výskytu velkého množství slámy na povrchu, může tak docházet k hnutí slámy před botkou. Výhodou naopak je, že radličkové secí botky potřebují menší sílu pro zahloubení, proto mohou být stroje lehčí konstrukce než secí stroje s kotoučovými secími botkami. Zatížení na jednu botku se udává přibližně 800 N [1].



Obrázek 20. Šípová secí botka Väderstad [29]

4.5.4 Dlátové secí botky

Dlátové secí botky jsou připevněny na pevných nebo pružných slupicích. K vedení botek slouží opěrná kola, která zajišťují nejen jejich vedení ale také jednotnou hloubku ukládání osiva do půdy, která je vytvářena dlátem secí botky [22].

Dlátové secí botky se hlavně využívají u strojů pro přímé setí do nezpracované půdy, protože dobře vnikají i do tvrdého povrchu půdy. Ke zlepšení kvality přímého setí s využitím dlátových botek byly vyvinuty rotační zavlačovače, pro dokonalejší zahrnutí zeminou [12].

Dlátové botky se hojně používají u strojů, které jsou v kombinaci setí a přihnojování pod lůžko minerálními hnojivy. Hnojení pod lůžko se však používá i u ostatních typů secích botek [1].



Obrázek 21. Dlátové secí botky [30]

4.6 Znamenáky

Znamenáky jsou nedílnou součástí stroje a jsou plně nastavitelné. Zasahují střídavě vpravo a vlevo do půdy vedle stroje. Na konci ramena je umístěna pružinová slupice s diskem. Tato kombinace umožňuje označit další jízdu i při velmi těžkých podmínkách, při zachování stále čistého znamenáku. Firma Väderstad využívá pre-emergentní znamenák, který se spouští automaticky pokud stroj vytváří kolejové řádky. Disk označí stopu, kterou se následně řídí stroje, které provádějí operace po setí [29].

Znamenák se skládá z výkyvně zavěšené tyče vysunuté do strany a zakončené talířem, který vytvoří rýhu, aby řidič při další jízdě věděl kudy jet. Délka znamenáku

se obvykle volí tak, aby po vyryté rýze mohl jet traktor levým nebo pravým předním kolem. Ovládání znaménáku může být hydraulické nebo automatické.

Potřebnou délku znaménáku můžeme vypočítat podle vzorce:

$$L = \frac{1}{2} * (B - D) + c$$

Kde: L = délka znaménáku [m],

B = vzdálenost krajních botek secího stroje [m],

D = rozchod kol přední nápravy traktoru [m],

c = rozteč secích botek [m] [5].



Obrázek 22. Znamenák firmy Farmet [25]

4.7 Zavlačovače

Zavlačovače jsou poslední pracovní nářadí na secích strojích. Jejich úlohou je zahrnování vysetého osiva jemnou zeminou, drcení posledních hrud a urovnání povrchu půdy. Pro optimální zpracování půdy mají široký rozsah nastavení pracovního úhlu, který lze měnit podle různých půdních podmínek [29].

Před správným nastavením se nejprve secí stroj nastaví na požadované parametry, ujede se krátký zkušební úsek, kde se kontroluje hloubka výsevu a funkce zavlačovačů. Kontrola funkce je důležitý prvek, protože vlivem opotřebování zavlačovačů, může docházet k jejich zkracování a tím se mění potřebný pracovní úhel. Nevhodně nastavené a hodně opotřebované zavlačovače mohou mít za následek

špatné zahrnutí osiva původním množstvím zeminy. Při práci secího stroje, by měli zavlačovače zasahovat do půdy ideálně ve hloubce 2 cm [31].

Druhy zavlačovačů:

- S – zavlačovače,
- V – zavlačovače,
- prstové zavlačovače
- dvoudílné zavlačovače
- prutové zavlačovače



Obrázek 23. S - zavlačovače [32]

4.8 Systém ISOBUS

Celý název systému je International Standardization Organization Binary Unit System, což v překladu znamená mezinárodně standardizovaný binární systém. ISOBUS je obchodní jméno elektronického systému s využitím v zemědělství a na komunální či lesní technice. Systém komunikace a datových sběrnic, odpovídá normě ISO 11783. Norma jasně definuje mimo fyzických vlastností jako je provedení spojovacích konektorů mezi jednotlivými částmi, také způsob a formát přenosu a prezentace nasbíraných dat.

ISOBUS je odpovědí na standardizaci technologických řešení řídicí elektroniky moderní zemědělské techniky. Klíčovým slovem je zde zejména precizní

zemědělství, protože v tomto spojení je na systém nutné přihlížet. Moderní a výkonná technika pro precizní zemědělství pracuje automatizovaně na základě dat ukládaných do výnosových, hnojících a postřikových map. Tyto aplikace vyžadují intenzivní komunikaci mezi tažným prostředkem, příslušným strojem a jednotlivými pracovními a řídicími orgány. Množství a typy ovládacích zařízení bylo třeba sjednotit tak, aby byly všechny stroje použitelné se všemi traktory. Výhodou automatizovaného řízení strojů v moderním zemědělství je to, že stroj pracuje stále na plný výkon s plným soustředěním a při správném nastavení. Cílem a většinou i výsledkem je úspora nákladů na provedení dané operace, úspora času a velká preciznost. Jeho prostřednictvím může být k terminálům různých výrobců připojen jakýkoli vhodný stroj s tímto připojením. Celosvětovou standardizaci má na starosti řídicí komise, která ladí komunikaci mezi evropským a americkým sdružením [33].

ISOBUS konektory

Konektor ISOBUS má na starosti nejen přenos potřebných dat, ale i napájení elektrických řídicích orgánů, ventilů a dalších potřebných věcí. Důležitá je zde vysoká odolnost proti mechanickému poškození a dobrá ochrana proti povětrnostním podmínkám [33].



Obrázek 24. ISOBUS konektor [34]

Video Terminál

Video Terminál je komunikačním a ovládacím rozhraním, mezi strojem a počítačem. Počítač může obsahovat tlačítka, ale v současné době přicházejí na trh dotykové displeje s vysokým rozlišením, které tlačítkové verze nahrazují. Všechny zařízení připojené do systému se na terminálu musí ohlásit a nahrát si svůj objektový

soubor. Norma udává, že na jednom terminálu by mělo být možné současně ovládat i více strojů. Přepínání mezi nimi má být možné pomocí přepínacího tlačítka [33].



Obrázek 25. Video Terminál [34]

5 Secí stroje na českém trhu

Následující část je věnována nejvýznamnějším výrobcům secích strojů, které jsou dostupné na českém trhu. Mezi nejprodávanější značky na našem trhu patří například Lemken, Horsch, Amazone, Pöttinger, Väderstad, Kuhn, Pneusej, Kverneland, Great Plains a Bednar. Tyto značky mají většinou svůj původ v zahraničí ve velkých firmách s dlouholetou tradicí. Do této řady lze také zařadit secí stroje, které vyrábí Česká firma Farmet. Nabídka zemědělské techniky od této firmy je konkurenceschopná i pro největší světové producenty a proto se jejich stroje neustále zdokonalují a vyvíjejí.

Na trhu se secími stroji se objevují také méně známé značky, jako například Unia, Sulky, Rabe, Monosem nebo Köckerling které nemají v České republice vytvořenou rozsáhlou prodejní síť jako jejich známější konkurenti.

Ocenění secích strojů:

Stroj roku 2012 získal na výstavě AGRITECHNICA v Hannoveru pneumatický přesný secí stroj Horsch Maestro [35].

Stroj roku 2013 získal na výstavě AGRITECHNICA v Hannoveru univerzální pneumatický secí stroj Pöttinger Aerosem [36].

Hlavní cenu Grand Prix na mezinárodním veletrhu zemědělské techniky TECHAGRO 2014 získal modulární secí stroj Farmet Falcon [37].

Secí stroj roku 2015 získal na výstavě zemědělské techniky SIMA v Paříži tažený secí stroj pro bezorebnou technologii Kuhn ESPRO [38].

V další části této kapitoly, budou popsány a mezi sebou porovnány čtyři vybrané pneumatické řádkové secí stroje. Porovnanými secími stroji jsou Lemken Solitair, Pöttinger TERRASEM, Amazone Cirrus a Väderstad Spirit.

5.1 Lemken Solitair

Německá firma Lemken s dlouholetou tradicí výroby zemědělských strojů, nabízí rozsáhlou řadu pneumatických secích strojů Solitair. Pneumatické secí stroje Solitair 8, 9, 10 a 12 mohou být podle potřeby použity jako stroje nástavbové, závěsné nebo návěsné, záleží jen na výběru zákazníka. Volitelná pracovní šířka od 3 do 12 metrů nabízí možnost širokého využití ve všech zemědělských podnicích. Vedle kombinace s různými stroji na zpracování půdy mohou pneumatické stroje Solitair 8 a 9 pracovat také samostatně [39].



Obrázek 26. Lemken Solitair 9 [39]

Zásobník osiva

Zásobník osiva u secího stroje Lemken Solitair 9 s pracovním závěrem 6 metrů, může pojmout až 4500 litrů osiva a je garantem vysoké výkonnosti. Zásobník je příčně uložený a dobře přístupný při plnění a čištění. Plnění je možné provádět velkoobjemovými vaky pomocí teleskopického nakladače nebo šnekovým dopravníkem. Víko zásobníku je velké a vyrobené z umělé hmoty. Otevřené víko může sloužit jako nárazová stěna, která se může využít při plnění osivem. V zadní části zásobníku je prostorná plošina, vyrobená z materiálu odolného proti uklouznutí. Zásobník chrání osivo před nežádoucím prachem a vlhkostí [39].

Vedení a dávkovací systém

Lemken Solitair využívá vícedílné dávkování osiva. Šestidílné výsevní válečky se pro výsev různých druhů osiva dají snadno přenastavit v rozsahu od 1 do 300 kg/ha. Další částí systému je hydraulicky poháněný ventilátor, jeho otáčky lze plynule nastavovat na ovládacím panelu. Pohon ventilátoru tlakem hydraulického oleje zaručuje, že při poklesu otáček vývodového hřídele traktoru se otáčky ventilátoru nezmění. Rozdělovací hlavy jsou uloženy pod zásobníkem osiva. Aby rozdělení osiva bylo přesné, jsou semenovody od rozdělovací hlavy k botkám co možná nejkratší a všechny stejně dlouhé. Sklon semenovodů je rovnoměrný a tím se zabráňuje jejich ucpávání. Semenovody jsou při setí kontrolovány senzorem, který hlásí na ovládacím panelu případné zacpání [39].



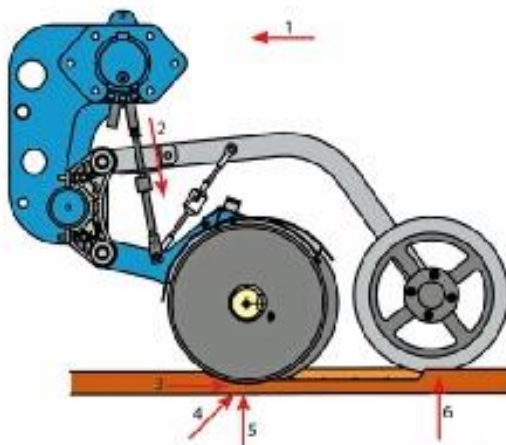
Obrázek 27. Dávkovací váleček a rozdělovací hlava [39]

Kolejové řádky

Pro tvorbu kolejových řádků lze využívat vypínání pracovních záběrů. Každá dávkovací sekce může být dle potřeby samostatně vypnuta nebo zapnuta. Funkce vypínání a zapínání se dají optimálně obsluhovat přes palubní počítač z kabiny traktoru. Snadným ovládním je možné dle potřeby dosáhnout rychlého nastavení požadovaných kolejových řádků a lze tak jednoduše osít i zbytkové plochy bez velkých přesahů. Tento sečí stroj může být vybaven u 2-4 semenovodů vypínáním, pro individuální zakládání kolejových řádků. Při zakládání kolejových řádků se pak nevyužitě osivo od uzavřených semenovodů odvádí vratným potrubím zpět do zásobníku [39].

Dvoudiskové secí botky

Dvoudiskové secí botky jsou spojené s kopírovacím kolečkem, které je opatřeno gumovým pláštěm. Osivo se tak ukládá přesně do stále stejné hloubky i při měnících se podmínkách, jako například vysoké pracovní rychlosti. Paralelogramové vedení dvoudiskové secí botky umožňuje nastavování přitlaku botky a hloubky ukládání osiva nezávisle na sobě. Disky jsou opatřeny radiálními kuličkovými ložisky, která nepodléhají opotřebení a jsou bezúdržbová. Prostor mezi disky je chráněn krytem, který zabraňuje jejich blokování kameny. Předsazeným uspořádáním dvojitých disků je zabezpečena plynulá práce bez ucpávání i při velkém množství posklizňových zbytků. Tlak na secí botky lze nastavit centrálně v rozsahu od 0 do 70 kg. [39].



Obrázek 28. Dvoudisková secí botka [39]

Zavlačovače

Secí stroje Solitair používají u všech typů výsevních botek dvoudílné zavlačovače osiva – S. Nastavení pracovního přitlaku a intenzity, je snadné a bez použití nářadí. Zavlačovací prsty jsou uloženy do dvou řad, tím zajišťují dobré urovnění povrchu a zakrytí osiva volnou půdou. Zavlačovače osiva-S mohou být vybaveny hydraulickým zvedáním a pak je lze používat pouze v případě, pokud není osivo dostatečně zahrnováno [39].

Lemken Solitronic

Elektronický systém Solitronic slouží u secího stroje Solitair 9 pro ovládání a nastavení všech řídicích a kontrolních funkcí elektrického zařízení. Systém Solitronic je snadno ovladatelný a má přehledný displej, který ukazuje jednotlivá nastavení s grafickým znázorněním.

Základními funkcemi systému jsou zjišťování hektarového výkonu za určitý čas, nastavování kolejových řádků, ovládání elektronického výsevního hřídele, souvratový management a nastavování tlaku botek [39].



Obrázek 29. Lemken Solitronic [39]

Přepravní šířka

Secí stroj Solitair 9 s pracovní šířkou 6 metrů se jednoduše a rychle sklopí na přepravní šířku 3 metry pomocí hydraulického systému. Šířka stroje tak může být kdykoli krátkodobě a bezpečně zmenšena při přejezdu z pole na pole. Rám je vybaven velkoobjemovými pneumatikami, které zlepšují pohodlí při jízdě ve vysoké rychlosti i se zásobníkem osiva naplněným až po okraj. Pro zvýšení bezpečí při jízdě a hlavně dodržování předpisů pro provoz na pozemních komunikacích, nabízí firma Lemken volitelně hydraulické nebo dvouokruhové vzduchové brzdy [39].

5.2 Pöttinger TERRASEM

Secí stroj TERRASEM je univerzální pneumatický secí stroj od Rakouské firmy Pöttinger. Výrobní řada TERRASEM se rozděluje na modely C4, C6, C8 a C9 v závislosti na pracovní šířce. Pracovní záběr je možné volit v rozmezí od 3 metrů, kdy se jedná o pevné provedení až do 9 metrů. Univerzální secí stroj TERRASEM je možné použít pro setí do mulče ale i pro běžné setí. Tento stroj zaručuje přesné ukládání osiva pomocí dvoukotočové výsevní botky uchycené na paralelogramu, který garantuje dobré kopírování nerovností [40].



Obrázek 30. Pöttinger TERRASEM [40]

Zásobník osiva

Zásobník osiva je podélně uložený, má velkým objemem a inteligentní ovládání. Objem zásobníku je u řady C6 s pracovním záběrem 6 metrů až 4000 litrů. Secí stroj TERRASEM, je možné plnit velkoobjemovými vaky pomocí teleskopického nakladače nebo plnicím šnekem. Zásobník je v horní části vybaven rolovací plachtou, která zabraňuje vnikání prachu a vlhkosti do zásobníku. Na přání je možné přidat nástavbu zásobníku, čím se zvýší objem o dalších 950 až 1100 litrů. Spodní část zásobníku je opatřena roštem, který chrání soustavu před vniknutím nežádoucích nečistot a poškozením. Pod roštem je umístěn snímač osiva, který umožňuje vysévat až do minimálního množství osiva v zásobníku [40].

Dávkovací systém

Dávkovací systém je uložený pod zásobníkem osiva a je tvořen dvěma dávkovacími válečky. Dávkovací válečky jsou ve dvou variantách pro jemný a pro hrubý výsev. Pohon dávkovacích válečků je zajištěn přes ozubené soukolí, které pohání elektromotor. Rychlost pohonu má plynulou regulaci, která se upravuje podle pojezdové rychlosti soupravy. K ozubenému soukolí je připojený buď radarový senzor nebo systém ISOBUS, který je napojen do sítě traktoru. Plynulé nastavení výsevku je možné od 60 do 250 kg a to přímo z kabiny traktoru. Automatickou výbavou tohoto stroje je také automatické dávkování osiva s předávkováním [40].



Obrázek 31. Výsevní válečky [40]

Ventilátor a rozdělovací hlava

Ventilátor je poháněný hydraulicky a zajišťuje otáčky kolem 3000 min^{-1} . Hydraulický pohon zajišťuje, že i při snížení otáček na 500 min^{-1} nedojde k poklesu proudění vzduchu natolik, aby bylo ovlivněno proudění osiva do rozdělovacích hlav. Ve ventilátoru je velký obsah vzduchu s nízkým prouděním, tím je chráněno osivo před poškozením. Spolu s precizním dávkovacím systémem a velkou rozdělovací hlavou se rozděluje osivo maximálně přesně. Secí stroj TERRASEM C6, je vybaven jednou rozdělovací hlavou, která může mít 24 až 48 vývodů. Velký průměr rozdělovací hlavy a dlouhé semenovody, pomáhají k rovnoměrnému rozdělení osiva pro každou secí botku.

Tvorbu kolejových řádků, zabezpečují elektromagnety, pomocí kterých je možné uzavírat výsevní jednotky. Na jeden kolejový řádek je možné uzavřít až 3 výsevní jednotky najednou. Přebytné osivo z kolejových řádků je zpětně vedené do

zásobníku. Současně je automaticky upravován i nastavený výsevek a tím dochází také k úspoře osiva a to až o 6% [40].



Obrázek 32. Rozdělovací hlava [40]

Dvoudiskové secí botky

Dvoudiskové secí botky od firmy Pöttinger se nazývají Dual Disk a mají mezirádkovou vzdálenost 125 mm. Botky jsou zavěšeny pomocí paralelogramu a tím je zabezpečeno dokonalé kopírování terénních nerovností. Disky botky jsou přesazené pro tvorbu úzkého žlábků. Secí botky jsou vybaveny stěrkou, která pomáhá odstraňování nežádoucích nečistot při práci v mokřích podmínkách. Každá botka má utužovací váleček, který slouží i pro hluboké setí. Botky i válečky jsou uloženy bezúdržbově pro snížení nároků na údržbu. Hloubka setí se nastavuje centrálně použitím ráčnového mechanismu. Obsluha stroje může také hydraulicky nastavovat přítlak na botku v rozmezí od 40 do 130 kilogramů. K základní výbavě secího stroje TERRASEM patří i kontrola průchodnosti osiva pro každou botku. Tento systém pracuje spolehlivě na principu průtokového množství – počet semen/sekunda [40].



Obrázek 33. Dvoudisková botka Dual Disc [40]

Zavlačovače

Zavlačovače jsou pro ideální přizpůsobení polním podmínkám opatřené pružinou, která slouží k lepšímu kopírování terénu. Na nosníku jsou zavlačovače upevněny na bezúdržbových gumových elementech, které snižují vibrace. Zavlačovače jsou jištěné proti špatnému výkyvu, který může vzniknout při couvání a tak je chráněn celý nosník před poškozením. Nastavení hloubky, přítlaku a sklonu prstů se provádí centrálně. Na stranách secího stroje, jsou zahnuté zavlačovače, které zabraňují tvorbě tzv. hrobečku [40].

Ovládání TERRASEM

Secí stroj TERRASEM je možné standardně ovládat pomocí systému ISOBUS. V případě, že traktor není vybaven systémem ISOBUS, jsou k dispozici dva druhy ovládacích panelů, které jsou kompatibilní i se systémem ISOBUS, pokud je jím traktor vybaven. Základními funkcemi těchto ovládacích panelů je předdávkování soustavy osivem, zapínání elektrického pohonu dávkovacího válečku, zkouška výsevku, plynulá změna výsevku, kontrolní funkce ventilátoru a dávkovacího válečku pomocí čidel, zaplnění zásobníku nebo tabulka osiv [40].

ARTIS

U ovládacího panelu ARTIS nelze využívat hydraulické předvolby, proto jsou všechny ovládací funkce jen přes hydraulický systém traktoru. Traktor musí mít jeden jednočinný okruh se zpětnou větví pro pohon ventilátoru a tři dvojčinné okruhy pro zvedání na souvrati, nastavení hloubky zpracování půdy a manuální ovládání ventilů pro sklápění, znamenáky a přítlak na secí botky [40].



Obrázek 34. Ovládací panel Artis/Artis + [40]

ARTIS +

U ovládacího panelu ARTIS + lze využívat elektrohydraulické předvolby. Ovládání všech funkcí, kromě pohonu ventilátoru jsou pomocí ovládacího panelu. Pro tento druh ovládání je nutný jeden jednočinný okruh se zpětným vedením pro pohon ventilátoru a jeden dvojčinný okruh pro ovládání ostatních funkcí [40].

Přepravní šířka

Pro přepravu po komunikacích jsou všechny modely TERRASEM C sklopné na přepravní šířku do 3 metrů. Při přejezdu jsou prostřední kola podvozku zvednuta a stroj tak jezdí jen na dvojicích krajních kol, tím se zlepšuje stabilita stroje a díky tomu je možná také vyšší přepravní rychlost. Stroj je vybaven vzduchovými brzdami, to garantuje lepší bezpečnost při vyšších přepravních rychlostech. Tato přepravní šířka a výbava umožňuje bezproblémový přejezd po komunikacích a stroj tak splňuje všechny předpisy [40].

5.3 Amazone Cirrus

Firma Amazone patří ke špičkovým německým výrobcům zemědělské techniky. Amazone nabízí pneumatický secí stroj Cirrus, který má dvě konstrukční řady. První řada má označení Cirrus a je vhodná pro práci na lehčích půdách. Druhá řada je určena pro práci na velmi těžkých půdách a nese označení Cirrus Super. Oba typy lze individuálně přizpůsobit konkrétním podmínkám uživatele. Amazone Cirrus je vhodný pro konvenční i minimalizační systém zpracování půdy. Pro uspokojení potřeb různě velkých zemědělských podniků je stroj nabízen v pracovních šířkách 3, 4 a 6 metrů [41].



Obrázek 35. Amazone Cirrus [41]

Zásobník osiva

Zásobník je podélně uložen a tím vytváří ideální přístup při provádění veškerých prací jako je plnění, zkouška výsevku nebo vyprazdňování zbytkového osiva a čištění. Objem zásobníku je u modelu Cirrus 6002 s pracovním záběrem 6 metrů v rozmezí 3000 až 3600 litrů. Zásobník na osivo je umístěn tak, aby byl co nejbližší zadní nápravě traktoru a to má pro celou soupravu mnoho výhod. Převážná část hmotnosti zásobníku se přenáší přímo na zadní nápravu traktoru, tím se zlepšuje trakce a snižuje případný nežádoucí prokluz zadních kol traktoru [41].

Dávkovací systém

Secí stroj Cirrus má elektrický pohon dávkování. Elektronický pohon umožňuje snadné a rychlé provádění zkoušky výsevku nebo individuální změny vysévaného množství osiva. Dávkovací systém je vhodný pro veškeré druhy a množství osiva s možností nastavení výsevku od 2 do 400 kg/ha. Velké dávkovací kotouče mají malou obvodovou rychlost a tak přispívají k šetrnému zacházení s osivem. Výměna dávkovacího kotouče je při změně druhu osiva velmi rychlá a lze jí provádět i pokud je zásobník osiva plný. Až na 95% všech druhů osiva se používají tři sériově dodávané kotouče. Dodatečně jsou k secímu stroji nabízeny ještě další kotouče pro výsev kukuřice nebo speciálních plodin [41].



Obrázek 36. Dávkovací kotouče pro normální a jemné osivo [41]

Secí botky Cirrus

Cirrus je vybavený systémem botek RoTec+-Control. Hluboké vedení je zajištěno kolečkem Control 25, které má styčnou plochou o šířce 25 mm a tím zajišťuje velmi rovnoměrné hloubkové vedení botky. Minimální pohyb zeminy v oblasti secí botky zajišťuje kombinace skládající se z rovně nastaveného secího disku o průměru 400 mm, vyrobeného z odolné oceli a speciálního hrotu secí botky. Botky RoTec+-Control pracují s přítlakem 0 až 55 kg. Provoz botek je i s malým přítlakem velmi klidný. U stroje Cirrus lze zvolit dvojí vzdálenost řádků a to 125 mm jako univerzální řešení nebo 167 mm pro oblasti čistě zaměřené na rostlinnou výrobu [41].



Obrázek 37. Botka RoTec+-Control [41]

Zavlačovače

Amazove Cirrus používá pro zahrnování otevřených výsevních drážek přesné zavlačovače. Zavlačovače jsou postaveny tak, aby nedocházelo k ucpání ani v případě velkého množství posklizňových zbytků na poli. Zavlačovací prsty, jsou jednotlivě kyvně uložené, aby se přizpůsobovali nerovnostem terénu a zajišťovali rovnoměrné zahrnování osiva zeminou. Přítlak na zavlačovače se seřizuje hydraulicky, stačí si jen pomocí čepu na zavlačovači nastavit maximální a minimální hodnotu. [41].

AMATRON 3

Řízení a nastavení všech důležitých funkcí u strojů Cirrus probíhá v počítači AMATRON 3. V počítači lze nastavit základní pracovní funkce, ale také seřizovat a kalibrovat výsevní ústrojí. Systém umožňuje ovládat veškeré funkce, jako je vypnutí při otáčení na souvrati či nastavení pracovní intenzity diskových bran, přímo z traktoru. Přes počítač se také řídí a kontroluje funkce kolejových řádků. Do paměti lze uložit až 20 pracovních zadání s veškerými důležitými údaji. Díky sériovému nastavení, které je integrované v počítači AMATRON 3, lze Cirrus ve spojení s terminálem GPS používat pro výsev na specifických dílcích pole. Systém obsahuje také radar, který zaznamenává ujeté vzdálenosti a pracovní rychlost [41].



Obrázek 38. AMATRON 3 [41]

Přepravní šířka

Pro přepravu po silnici lze stroj rychle složit na přepravní šířku 3 metry. Velká kola zajišťují při jízdě po silnici dobrou stabilitu stroje a tak je zaručena klidná jízda. Cirrus je sériově vybavený dvouokruhovými vzduchovými brzdami a tak splňuje legislativní požadavky i při rychlostech do 40 km/hod [41].

5.4 Väderstad Spirit

Pneumatický secí stroj Spirit nabízí Švédský výrobce s pracovním záběrem od 4 do 9 metrů. Jeho konstrukce je vytvořena pro zemědělce, kteří vyžadují dvojitou utužení připravované půdy, při jednom přejezdu. Dvojitou utužení se po dlouhodobém testování ukázalo jako nejlepší varianta pro rovnoměrné vzházení rostlin. Konstrukce je postavena tak, že před secími botkami jsou široká pracovní kola, uložená v pozici OffSet, což znamená, že kola jsou vůči sobě montována

s odsazením 300 mm, tím je umožněna zvýšená průchodnost zeminy a rostlinných zbytků a tak se při práci snižuje valivý odpor. Studie dokazují, že systém OffSet snižuje potřebný tahový výkon až o 25 % [42].



Obrázek 39. Väderstad Spirit [42]

Zásobník osiva

Zásobník osiva u modelu Spirit 600 může být až 3900 litrů. Toto množství osiva odpovídá zasetí 15-20 hektarů na jedno naplnění, záleží ale na druhu osiva a nastaveném požadovaném výsevku. Zásobník osiva je podélně uložený a je možno ho snadno naplnit velkoobjemovými vaky, které zemědělci často používají a díky plnicí výšce 2,4 metru a velkému plnicímu otvoru ho snadno naplnit pomocí manipulátoru. V základní výbavě je ve spodní části zásobníku síto, které zabraňuje vniknutí kamenů a velkých nečistot do dávkovacího a výsevního ústrojí [42].

Dávkovací systém

Systém dávkování se nazývá Fenix. Tento systém byl mnoho let prověřován a testován na pneumatických secích strojích Väderstad Rapid, kde se technologie ukázala jako ideální řešení pro dávkovací systém na nový model Spirit. Systém může vysévat všechny velikosti osiv, aniž by muselo dojít k výměně dávkovacích válečků. Dávkovací válec je vyrobený z pružné pryže, tím se zvyšuje jeho šetrnost k osivu a proto se množství potřebného osiva může snížit vzhledem k tomu, že nejsou skoro žádná poškození. Výsevek je možno nastavit na hodnotách 1,5 až 500 kg/ha. Celý systém je poháněný hydraulicky, což zaručuje spolehlivost a bezpečnost. Systém

dávkování osiva nabízí také možnost vypínání poloviny stroje, stačí pootočit kryt na rozdělovací hlavě a tím se zamezí pohyb semen do poloviny semenovodů. [42].



Obrázek 40. Výsevní ústrojí Fenix [42]

Výsevní disky

Výsevní jednotky jsou konstruovány jako dvojdisk ve tvaru V o průměru 380 mm. Oba disky jsou uloženy na ložiscích, která jsou bezúdržbová. Jeden z disků je stranově vůči druhému osazen. To znamená, že drážku pro osivo vytváří pouze jeden disk, což snižuje odpor půdy a zlepšuje možnost proniknout a vytvořit drážku pro osivo. Jeden disk leží v zákrytu za druhým a to snižuje jejich opotřebení a udržuje přesnou hloubku setí, i pokud jsou již disky opotřebené. Disky V-tvaru odhrnují půdu do stran a ukládají osivo na dno set'ového lůžka v rovnoměrné požadované hloubce. Půda padá za disky následně zpět a zakryje osivo jemnou zeminou. Mezi disky jsou umístěny škrabky, které je udržují stále čisté, aby byla zachována stejná funkce. Pracovní tlak na botku lze jednoduše nastavit v rozmezí 20 – 30 kg u lehkých půd až do 80 kg u těžších půd. Tlak se nastavuje jednoduše přivřením nebo otevřením ventilu v přední části stroje [42].



Obrázek 41. Výsevní disk V-tvaru [42]

Zavlačovače

Zavlačovače na stroji Spirit jsou součástí secí botky a jsou namontovány na pružném ocelovém držáku. Individuálně uložené zadní zavlačovače se výškově nastavují pomocí napínacího šroubu. Všechny sekce se zde nastavují samostatně a tak nedochází ke změně pracovních funkcí secích botek. Zadní zavlačovače dokončují pracovní operaci, urovnávají povrch půdy a přerušují kapilaritu na povrchu půdy, tak aby bylo zajištěno perfektní vzcházení rostlin [42].

Control-Station

Přes ovládací panel Control-Station může být většina funkcí kontrolována přímo z kabiny traktoru. Panel je vybaven osvětleným displejem, který napomáhá řidiči při práci v noci. Varovné a informativní údaje jsou zobrazovány na ovládacím panelu přehledně a celkem v 15 jazycích. Pokud chce obsluha měnit výsevku z kabiny traktoru, je možnost doplnit panel o přídatný panel, který umožňuje ovládat změnu dávky množství hnojiva nebo výsevku. Změna tak může proběhnout pohodlně ze sedadla řidiče. Obsluha obdrží od panelu jasnou informaci o nastavení a výsevni množství může být dle potřeby upravováno podle předem naprogramovaných kroků. Pokud je systém Control-Station vybaven systémem GPS, potom je tato změna výsevku prováděna automaticky [42].



Obrázek 42. Ovládací panel Control-Station [42]

Přepravní šířka

Všechny modely Spirit mají přepravní šířku 3 metry a přepravní výšku maximálně 4 metry, bez ohledu na pracovní záběr. Dále jsou všechny modely vybaveny dvouokruhovými vzduchovými brzdami, aby splňovali předpisy pro provoz na pozemních komunikacích [42].

6 Porovnání vybraných secích strojů

Pro porovnání popisovaných secích strojů byla zvolena jako pevný parametr pracovní šířka 6 metrů. Pracovní šířka 6 metrů je mezi zemědělci nejrozšířenější jak z důvodu ideální manipulace, tak i možnosti velkých pracovních výkonů.

Tabulka 2. Srovnávané parametry [39, 40, 41, 42]

	Lemken Solitair	Pöttinger TERRASEM	Amazone Cirrus	Väderstad Spirit
Pracovní šířka (cm)	600	600	600	600
Přepravní šířka (cm)	300	300	300	300
Potřebný výkon traktoru (Hp)	200	190	200	200
Objem zásobníku (l)	4500	3950	3600	3900
Výška plnění (cm)	220	255	269	240
Hmotnost (kg)	9500	8600	7600	9500
Rozteč řádků (cm)	12,5 nebo 16,7	12,5	12,5 nebo 16,7	12,5 nebo 16,7
Počet secích botek	48	48	48	48
Přítlak na secí botky (kg)	0-70	40-120	0-55	0-80
Průměr secích disků (cm)	40	38	40	38
Nastavení výsevku (kg/ha)	1-300	60-250	2-400	1,5-500
Max. pracovní rychlost (km/h)	15	15	15	18
Pořizovací cena (Kč)	3 000 000	3 200 000	2 500 000	4 000 000

Přepravní šířka

Přepravní šířka je u všech porovnávaných strojů stejná. Hlavním důvodem pro přepravní šířku 3 metry jsou silniční předpisy. Všechny popisované secí stroje jsou vybaveny dvouokruhovými vzduchovými brzdami, aby byly splněny předpisy pro provoz zemědělských strojů po pozemních komunikacích. Dalším důvodem mohou být přejezdy mezi jednotlivými pozemky po většinou úzkých polních cestách

a mostech. Secí stroje se na přepravní šířku skládají pomocí hydraulických pístů, které se ovládají z kabiny traktoru. Proces skládání a rozkládání tak zabere jen málo času.

Potřebný výkon traktoru

Potřebný výkon traktoru má většina strojů stejný. Jen firma Pöttinger uvádí požadovaný výkon pro secí stroj TERRASEM o 20 % nižší. Tyto výkonové požadavky, které uvádí výrobci, jsou ovšem zkoušeny a vypočteny pro práci v ideálních podmínkách. Při práci například v kopcovitém terénu je tento minimální výkon nedostatečný a je potřeba používat silnější traktory. V praxi jsou tyto secí stroje s pracovní šířkou 6 metrů viděny i v kombinaci s traktory, které mají přes 300 hp. Takové secí kombinace jsou pak schopny dosahovat udávaných plošných výkonů i v těžších pracovních podmínkách.

Objem zásobníku

Objem zásobníku má každá značka jiný. Hodnoty v tabulce jsou uvedeny i včetně nástaveb zásobníků. Největšího zásobníku dosahuje firma Lemken s objemem 4500 litrů. Tento objem je garancí vysoké výkonnosti a tím je Solitair mezi svou konkurencí z hlediska velikosti zásobníku na prvním místě. Nejmenší zásobník s objemem 3600 litrů, včetně nástavby má Amazone Cirrus a tím značně snižuje při nastavení vyššího výsevku svou hektarovou výkonnost.

Výška plnění

Výška plnění je důležitou vlastností secích strojů. U porovnávaných strojů jsou tyto hodnoty rozdílné, z důvodu konstrukčních řešení a uložení zásobníku osiva. Nejnižší výšku plnění má Lemken Solitair s hodnotou 2,2 metru, naopak nejvyšší hodnotu má secí stroj Amazone Cirrus s hodnotou 2,69, důvodem je úzké a vysoké tvarování zásobníku osiva.

Hmotnost

Rozdíly v hmotnosti jsou mezi konkurenčními secími stroji hodně velké a přesahují přes 1500 kg. Velké rozdíly v hmotnosti způsobují hlavně rozdílné konstrukce strojů a materiály použité na výrobu jednotlivých částí, ale také různé objemy zásobníků. Nejmenší hodnoty dosahuje Amazone Cirrus s hmotností 7600

kg. Menší hmotnost znamená lepší manipulaci a menší tlak na zpracovávanou půdu. Na druhé straně z hlediska hmotnosti, jsou Lemken Solitair a Väderstad Spirit. Hodnota jejich hmotnosti dosahuje až na 9500 kg.

Rozteč řádků a počet secích botek.

U většiny secích strojů je možnost volitelné dvojí rozteče řádků. Rozteč může být buď 12,5 cm, která je řešena jako univerzální řešení nebo 16,7 cm do oblastí, které jsou zaměřené na rostlinnou výrobu. Firma Pöttinger nabízí jen variantu univerzální rozteče 12,5 cm. Počet secích botek, je u všech variant s univerzální roztečí řádků 12,5 cm 48 kusů. U secích strojů od firem Lemken, Amazone a Väderstad, které nabízí i rozteč řádků 16,7 je počet secích botek 36.

Přítlak na secí botky

Přítlak na secí botky je důležitou součástí pro přesnou hloubku setí. S narůstající pracovní rychlostí a zhoršujícím se půdním podmínkám se musí přítlak nastavovat větší. Pöttinger TERRASEM nenabízí možnost nastavení přítlaku od nuly, ale na druhé straně převyšuje svou konkurenci s možností nastavení maximálního tlaku až 120 kg na secí botku. Nejmenší rozsah nastavení přítlaku má Amazone Cirrus v rozsahu od 0 do 55 kg na secí botku. Lepší než Amazone je Lemken Solitair s rozsahem nastavení od 0 do 70 kg na secí botku a nakonec největší rozsah má Väderstad Spirit, který je možné nastavit od 0 do 80 kg na secí botku.

Průměr secích disků

Průměr secích disků lze u porovnávaných strojů rozdělit na dvě skupiny. První skupinu tvoří secí stroje Lemken Solitair a Amazone Cirrus. Ty jsou vybaveny secími botkami, které mají průměr disků 40 cm. Do druhé skupiny patří secí stroje Pöttinger TERRASEM a Väderstad Spirit, které mají průměr secích disků 38 cm. Rozdíl hodnot je pouze minimální, ovšem na výsledné obvodové rychlosti, bude mít vliv značný.

Nastavení výsevku

Možnost nastavení výsevku na hektar je u každého secího stroje jiná. Nejširší možnost nastavení má Vädesrtad Spirit, jeho rozsah je od 1,5 do 500 kg/ha. Na druhém místě je Amarone Cirrus s rozsahem nastavení od 2 do 400 kg/ha. Třetí

místo zabírá Lemken Solitair, který má rozsah nastavení od 1 do 300 kg/ha. Na posledním místě je Pöttinger TERRASEM s rozsahem nastavení od 60 do 250 kg/ha. Jeho nevýhodou je nemožnost nastavení malého výsevku, který je důležitý například pro výsev řepky ozimé.

Maximální pracovní rychlost

Při dodržování maximální pracovní rychlosti, které udávají výrobci, by měl být stále garantován kvalitní výsev. Tato rychlost bývá v praxi většinou mnohem menší, v závislosti na terénu, pracovních podmínkách a výkonu tažného prostředku. U porovnávaných strojů umožňuje nejvyšší pracovní rychlost Väderstad Spirit, který může kvalitně pracovat až do rychlosti 18 km/hod. Ostatní porovnávané stroje, mají udávanou maximální pracovní rychlost, při zajištění kvalitní práce do 15 km/hod.

Pořizovací cena

Pořizovací cena je při nákupu nového stroje vždy hodně důležitým ukazatelem. Väderstad Spirit je z porovnávaných strojů nejdražší, ale má nejlepší parametry. Cena tohoto stroje je 4 000 000 korun. Mezi konkurencí má nejširší možnost nastavení výsevku, přítlaku na secí botky a optimální velikost zásobníku. Na druhém konci v cenové kategorii se nachází Amazone Cirrus. Cena tohoto stroje je 2 500 000 korun. Vedle konkurence má nejmenší objem zásobníku a nejmenší rozsah nastavení přítlaku na secí botky. Výhodou secího stroje Cirrus je široká možnost nastavení výsevku.

Závěr

Bakalářská práce obsahuje přehled o různých možnostech zpracování půdy a setí a také o jednotlivých částech, ze kterých se secí stroje skládají. Různé možnosti zpracování půdy se od sebe liší použitým pracovním nářadím, hloubkou zpracování půdy, odlišnými vlastnostmi na zapravení posklizňových zbytků do půdy a velikostí nákladů na zpracování. Podle druhu zpracování půdy je nejdůležitější správný výběr secích botek. Pro minimalizační technologie jsou vhodné jednokotoučové, dvoukotoučové nebo šípové secí botky, které pracují kvalitně i při velkém množství posklizňových zbytků na povrchu půdy. Pro technologii přímého setí je vhodné využívat dlátové secí botky pro snadné vnikání do povrchu půdy. Jednotlivé části secího stroje, od nosného rámu, na kterém jsou všechny ostatní části připevněné, až po zavlačovače, které práci secího stroje zakončují, má každý secí stroj individuální, ovšem jejich funkce a principy jsou stále stejné. Důležitým faktorem při výběru secího stroje, je v závislosti na pěstovaných plodinách volba výsevního ústrojí, která může být u řádkových secích strojů individuální nebo centrální. Samostatnou kategorií jsou výsevní ústrojí u secích strojů pro přesné setí. Pro pěstování obilovin je dnes nejrozšířenější centrální pneumatické výsevní ústrojí, které je svou kvalitní prací, vhodnou volbou pro precizní setí.

Na našem trhu, se nachází mnoho zahraničních secích strojů, které jsou mezi českými zemědělci hodně rozšířené, ale také i české secí stroje, například od firmy Farnet, které svou kvalitou mohou konkurovat světovým výrobcům. Porovnávané secí stroje od firem Lemken, Pöttinger, Amazone a Väderstad využívají pro svou práci centrální pneumatické výsevní ústrojí. Každý z těchto strojů umožňuje po jednoduché výměně výsevních válečků vysévání většiny obvyklých zemědělských komodit.

Použitá literatura:

- [1] HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2008, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1
- [2] DÖRFLINGER, Michael. *1000 zemědělských strojů*. Vyd. 1. Praha: Knižní klub, 2009, 336 s. ISBN 978-80-242-2461-9.
- [3] NOVÁK, Petr. *Historie zemědělské techniky*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2004, 140 s. ISBN 80-86726-10-x.
- [4] NEUBAUER, Karel. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. 1. vyd. Praha: SZN, 1989, 716 s. Mechanizace, výstavba a meliorace. ISBN 80-209-0075-6.
- [5] KUMHÁLA, František. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7.
- [6]. TEKSL, Milan. *Pěstování rostlin 1: učebnice pro střední zemědělské školy*. 1. vyd. Praha: Credit, 1996. ISBN 80-901645-7-9.
- [7] KROUPA, Pavel, Pavel KOVAŘÍČEK a Josef HŮLA. *Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin*. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1998, 62 s. Mechanizace (modrá ř.). ISBN 80-7105-161-6.
- [8] KÖLLER, Karlheinz a Christian LINKE. *Úspěch bez pluhu*. 1. vyd. Praha: Zdeněk Makovička - Vydavatelství ZT, 2006, 191 s. ISBN 8087002008.
- [9] KŘEN, Jan, Lubomír NEUDERT, Blanka PROCHÁZKOVÁ, Vladimír SMUTNÝ a Josef HŮLA. *Obecná produkce rostlinná*. Vydání první. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-327-1
- [10] HŮLA, Josef, Zdeněk ABRHAM a František BAUER. *Zpracování půdy*. Vyd. 1. Praha: Brázda, 1997. ISBN 80-209-0265-1.
- [11] KŘEN, Jan. *Metodika pěstování ozimých obilnin: [pšenice ozimá, ječmen ozimý, žito, tritikale]*. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav, 1998, 143 s. ISBN 80-902545-2-7.
- [12] VACH, Milan a Miloslav JAVŮREK. *Předpoklady pro netradiční technologie zakládání porostů polních plodin*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2010, 32 s. ISBN 978-80-7427-050-5.
- [13] ROH, Jiří, František KUMHÁLA a Petr HEŘMÁNEK. *Stroje používané v rostlinné výrobě*. 1. vyd. Praha: Credit, 1997. ISBN 80-213-0327-1.
- [14] PASTOREK, Zdeněk. *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií*. 1. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002, 144 s. ISBN 80-902413-4-4.

Internetové zdroje:

- [15] Obrazová dokumentace Národního zemědělského muzea, 2014 [online]. [cit. 2016-01-03]. Dostupné z: <http://www.nzm.cz/userfiles/image/caslav/caslav-modely-ze-sbirek-nzm-2014-01.jpg>
- [16] Internetový časopis Oko, Historické zemědělské stroje [online]. [cit. 2016-01-3]. Dostupné z: <http://oko.yin.cz/31/historicke-zemedelske-stroje/>
- [17] Cerea a.s., Obrazová dokumentace Great Plains, 2011 [online]. [cit. 2016-01-3]. Dostupné z: <http://www.cerea-zt.cz/spartan>
- [18] Výukový materiál, Milan Fríd [online]. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2014/02/sazeni_a_seti.pdf
- [19] http://www.szesprerov.cz/dum/pro/VY_32_INOVACE_PRO_3ROC_13.pdf
- [20] Časopis Zemědělec, 2012 [online]. [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/zaklad-uspechu-spravne-setove-luzko-2/>
- [21] Doporučené výsevky zemědělských plodin [online]. [cit. 2016-01-07]. Dostupné z: http://www.lagerhaus.cz/gallery/lagerhaus_osiva.pdf
- [22] Časopis Zemědělec, 2007 [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/technologie-zakladani-porostu/>
- [23] Časopis Zemědělec, Orba a minimalizační technologie, 2009 [online]. [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: <http://profipress.cz/archiv/zemedelec-262009/#page/12>
- [24] Výuková prezentace [online]. [cit. 2016-01-10]. Dostupné z: http://mechmes.websnadno.cz/prezentace_vyuka/setiasazeni.pps
- [25] Obrazová dokumentace firmy Farmet [online]. [cit. 2016-01-21]. Dostupné z: <http://www.farmet.cz>
- [26] Prospekt firmy Pöttinger [online]. [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: http://www.poettinger.at/landtechnik/download/233.08.0211_Aerosem_cz.pdf
- [27] <http://www.farmet.cz/Media/Accessory/165/pneumaticky-seci-stroj-monsun-me-600-dvojity-pritlak-botek.jpg>
- [28] Obrazová dokumentace firmy Great Plains [online]. [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/c4-5d6af.jpg>
- [29] Obrazová dokumentace firmy Väderstad [online]. [cit. 2016-01-21]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz>
- [30] Dlátová sečí botka [online]. [cit. 2016-02-08]. Dostupné z: http://cdn2.regie-agricole.com/ulf/TNM_Biblio/fiche_82816/Fiches_592012_1855_134.jpg
- [31] Správné nastavení zavlačovačů, Karel Falta, 2011 [online]. [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: http://produktiv.cz/horsch/bezorebne/german/g-index4847.html?id=739&action=news_cz

- [32] Obrazová dokumentace AGF Mistral [online]. [cit. 2016-03-08]. Dostupné z: http://www.mistral.sk/Img_produkty/Prislusenstvo/20.jpg
- [33] Systém ISOBUS, Magrix s.r.o [online]. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://www.magrix.cz/index.php/produkty/zemedelska-technika/technologie/product/67-isobus>
- [34] Obrazová dokumentace časopis Mondo Macchina/ Machinery World, 2014 [online]. [cit. 2015-12-21]. Dostupné z: <http://www.mondomacchina.it/it/isobus-quando-la-comunicazione-alla-base-dell-innovazione-c515>
- [35] Horsch Magazin, 2012 [online]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: https://www.horsch2.com/fileadmin/fm.../magazin_horsch_nr12.pdf
- [36] Pöttinger Magazin, 2015 [online]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: https://www.poettinger.at/landtechnik/download/cz/NEWS_%20podzim_2015.pdf
- [37] Výzkumný ústav rostlinné výroby, TECHAGRO 2014 [online]. [cit. 2016-03-1]. Dostupné z: http://www.vurv.cz/index.php?p=uspechy&site=pro_verejnost
- [38] Kuhncenter, Nový koncept profesionálního secího stroje, 2015 [online]. [cit. 2016-03-11]. Dostupné z: <http://www.kuhncenter.cz/cz/novinky-espro---novy-koncept-profesionalniho-seciho-stroje.html>
- [39] Secí stroj Lemken [online]. [cit. 2015-12-10]. Zemědělská technika. Dostupné z: <http://www.lemken.cz/solitair-8-9>
- [40] Secí stroj Pöttinger [online]. [cit. 2015-12-18]. Zemědělská technika. Dostupné z: http://www.poettinger.at/cs_cz/Produkte/Kategorie/65/seci-stroje
- [41] Secí stroj Amazone [online]. [cit. 2015-12-28]. Zemědělská technika. Dostupné z: <http://www.zavesnatechnika.cz/pneumaticky-seci-stroj-amazone-cirrus>
- [42] Secí stroj Väderstad [online]. [cit. 2015-12-30]. Zemědělská technika. Dostupné z: <http://www.agromel.cz/vaderstad-spirit-next>

Seznam obrázků

Obrázek 1. Wunderlichův secí stroj [15]	10
Obrázek 2. Moderní secí kombinace [17].....	11
Obrázek 3. Schéma rozdělení systému zpracování půdy [8].	16
Obrázek 4. Rám secího stroje Farnet [25].....	24
Obrázek 5. Zásobník osiva [25]	25
Obrázek 6. Výsevní ústrojí s hrotovými válečky	27
Obrázek 7. Výsevní ústrojí s rýhovanými válečky	28
Obrázek 8. Lžičkové výsevní ústrojí.....	28
Obrázek 9. Kartáčové výsevní ústrojí	29
Obrázek 10. Pneumatické výsevní ústrojí.....	30
Obrázek 11. Odstředivé výsevní ústrojí	31
Obrázek 12. Kotoučový výsevní mechanismus se svislým kotoučem a přímým náběrem	32
Obrázek 13. Kotoučový výsevní mechanismus se svislým kotoučem a děleným náběrem	32
Obrázek 14. Pneumatický podtlakový výsevní mechanismus	33
Obrázek 15. Lžičkový výsevní mechanismus pro přesné setí.....	34
Obrázek 16. Páskové výsevní ústrojí	34
Obrázek 17. Semenovody	35
Obrázek 18. Jednokotoučová secí botka [27]	36
Obrázek 19. Dvoudiskové secí botky [28].....	37
Obrázek 20. Šípová secí botka Väderstad [29]	38
Obrázek 21. Dlátové secí botky [30].....	39
Obrázek 22. Znaménák firmy Farnet [25]	40
Obrázek 23. S - zavlačovače [32]	41
Obrázek 24. ISOBUS konektor [34].....	42
Obrázek 25. Video Terminál [34].....	43
Obrázek 26. Lemken Solitair 9 [39].....	45
Obrázek 27. Dávkovací váleček a rozdělovací hlava [39].....	46
Obrázek 28. Dvoudisková secí botka [39]	47
Obrázek 29. Lemken Solitronic [39].....	48
Obrázek 30. Pöttinger TERRASEM [40].....	49
Obrázek 31. Výsevní válečky [40].....	50
Obrázek 32. Rozdělovací hlava [40].....	51
Obrázek 33. Dvoudisková botka Dual Disc [40]	51
Obrázek 34. Ovládací panel Artis/Artis + [40]	52
Obrázek 35. Amarone Cirrus [41].....	53
Obrázek 36. Dávkovací kotouče pro normální a jemné osivo [41]	54
Obrázek 37. Botka RoTec+-Control [41]	55
Obrázek 38. AMATRON 3 [41]	56
Obrázek 39. Väderstad Spirit [42]	57
Obrázek 40. Výsevní ústrojí Fenix [42].....	58
Obrázek 41. Výsevní disk V-tvaru [42]	58

Obrázek 42. Ovládací panel Control-Station [42].....	59
--	----

Seznam tabulek:

Tabulka 1. Doporučené výsevky zemědělských plodin [21]	14
Tabulka 2. Srovnávané parametry [39, 40, 41, 42].....	60