

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie – Ekologické zemědělství

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Měření a vyhodnocení exploatačních a kvalitativních ukazatelů orby
na konkrétním pozemku**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D

Autor diplomové práce: Bc. Jiří Eibl

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří EIBL**
Osobní číslo: **Z19531**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie – Ekologické zemědělství**
Téma práce: **Měření a vyhodnocení exploatačních a kvalitativních ukazatelů orby na konkrétním pozemku**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je naměření a vyhodnocení plošných výkoností a spotřeb pohonných hmot v přípravě půdy různými druhy pluhů v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na otázky:

1. Který ze sledovaných pluhů má prokazatelný vliv na vyšší kvalitu orby a na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

Dílicí cíle diplomové práce:

1. Změřit plošnou výkonnost, kvalitu práce a spotřebu PHM zvolených strojů v porovnatelných podmínkách.
2. Odpovědět na otázky z cíle této práce.
3. Výsledky zhodnotit a uvést závěry pro praxi.

Rozsah pracovní zprávy: 50 stran
Rozsah grafických prací: dle potřeby
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- BATEY T. (2009). Soil compaction and soil management, a review. Soil Use and Management, 25, s. 335-345. ISSN 1475-2743.
HAMOUZ P., SOUKUP J., HOLEC, J. NOVÁKOVÁ K. (2004). Field-scale variability of weed distribution on arable land. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, vol. XIX, 2004, s. 445 – 452.
HAMZA M. A., ANDERSON W. K. (2005). Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil and Tillage Research, vol. 82, no. 2, 2005. ISSN: 0167-1987.
KUMHÁLA F. (2007). Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. 1.vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, nakladatelství Powerprint, 439 s. ISBN 978-80-213-1701-7.
KUTÍLEK M. (2012). Půda planety Země. Praha S: Dokořán, s.r.o., ISBN: 978-80-7363-212-0.
MACÁK M., NOZDROVICKÝ L. (2014). Analysis of the Effects of Soil Tillage Practices on the Amount of CO2 Emissions from the Soil to the Atmosphere. Sborník mezinárodní vědecké konference: New Trends in Design and Utilisation of Machines in the Agri-food complex and Waste Management, opanované příspěvky jako součást časopisu Komunální technika 5/2014, ročník VIII, Profi Press Praha, 2014, ISSN 1802-2391. Recenzované periodikum č. 1802-2391.
ROH J., KUMHÁLA F., HEŘMÁNEK P. (2000). Stroje používané v rostlinné výrobě. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 296 s. ISBN 80-213-0327-1.

Firemní literatura a propagační materiály

Omezeně internetové zdroje:

<https://scholar.google.cz/>


https://books.google.com/advanced_book_search


<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>

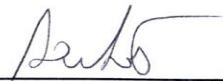
Vedoucí diplomové práce: Ing. Antonin Dolan, Ph.D.
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: 14. února 2020

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2021


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


JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
372 05 Česká Budějovice
LS.


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

V Českých Budějovicích dne 19. března 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě 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.

Datum

Podpis.....

Abstrakt

Tato práce se zabývá historií výroby pluhů, popisem a použitím pluhu pro základní klasické zpracování půdy. Mechanické zpracování půdy, které půdu nakypřuje, rozdrobuje, obrací i mísí zaorávané materiály se zeminou, nazýváme orbou.

Podmítka a orba, která je cílem této práce, se prováděla na určeném pozemku závěsným pluhem (přední část UPS, pětiradličná a dvouradličná vložka) a pluhem neseným (pětiradličným, dvouradličným). Porovnávaly se momentální exploatační a kvalitativní ukazatelé při práci pluhu v porovnatelných podmínkách.

Klíčová slova: pluh; historie pluhu; půda; zpracování půdy; podmítka; orba; vyhodnocení orby

Abstract

This diploma thesis focuses on the history of plough production, on the description and using the plough for basic typical soil tillage. Mechanical soil cultivation, that makes the soil loosed, divides, turns and mixes ploughed materials with soil. This process is called ploughing.

Stubble-tillage and ploughing is the aim of this thesis, it was done on the determined land with the semi-mounted plough (five- and two- blade insert), and with the full-mounted plough (front part UPS, five- and two- blade insert). There were compared current exploitation and qualitative indicators during the working with the plough in comparable conditions.

Keywords: plough; history of plough; soil; soil cultivation; stubble-tillage; ploughing; evaluation of ploughing

Poděkování

Moje poděkování patří vedoucímu diplomové práce Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D, který mi poskytoval cenné rady při konzultacích, a za velmi dobrou spolupráci při realizaci diplomové práce.

Obsah

Úvod.....	10
1 Literární přehled.....	11
1.1 Půda	11
1.1.1 Historie zemědělství	11
1.1.2 Historie obdělávání půdy	13
1.1.3 Historie orby	15
1.1.4 Historie výroby pluhů v Roudnici nad Labem.....	17
1.2 Způsob zpracování půdy	18
1.2.1 Ruční nářadí.....	18
1.2.2 Malá mechanizace.....	18
1.2.3 Zemědělská technika.....	20
1.4 Tradiční zpracování půdy	21
1.4.1 Podmítka	22
1.4.2 Orba	23
1.4.3 Doba a hloubka orby.....	24
1.4.4 Způsoby orby	25
1.4.5 Práce klínu v půdě.....	26
1.4.6 Způsob zpracování skývy	27
1.4.7 Vlastnosti půdy	29
1.4.8 Orební poměr	30
1.4.9 Orební odpor pluhu.....	30
1.4.10 Tahový výkon	32
1.4.11 Zásady sestavování orebních souprav.....	33
1.4.12 Organizace orby	33
1.4.13 Příprava pozemku	33
1.4.14 Směr orby.....	33
1.4.15 Rychlost orby	34
1.4.16 Kontrola orby	34
1.4.17 Náklady na provoz pluhu.....	35
1.4.18 Současná technika pro zpracování půdy	35
1. 5 Pluh.....	36
1.5.1 Rozdělení pluhů	36
1.5.2 Rám pluhu.....	36

1.5.3 Orební těleso	37
1.5.4 Pojistné zařízení pluhu	38
1.5.5 Předradlička	39
1.5.6 Krojidla	40
1.5.7 Čepel	41
1.5.8 Radlice	41
1.5.9 Plaz.....	42
1.5.10 Slupice	42
1.5.11 Zvedací a regulační mechanismy závěsného pluhu	43
1.6 Typy pluhů a výroba pluhů v ČR	44
1.6.1 Lokomobila.....	44
1.6.2 Motorový pluh	44
1.6.3 Pluhy potažní	45
1.6.4 Traktorové pluhy.....	46
1.6.5 Pluh a traktor před a po roce 1945	47
2 Cíl práce	51
3 Metodika	52
3.1 Úvod k měření	52
3.2 Pozemek	52
3.3 Pluhy a traktory pro předvedení orby.....	52
3.3.1 Pluh víceúčelový UPS a vložka U-51	52
3.3.2 Pluh nesený 532	53
3.3.3 Pluh víceúčelový UPS a vložka U-22.....	54
3.3.4 Pluh nesený 252	55
3.3.5 Traktor Škoda 30	56
3.3.6 Traktor Z 3011	57
3.4. Měřené hodnoty.....	58
3.4.1. Pracovní záběr pluhu	58
3.4.2 Pracovní hloubka pluhu	58
3.4.3 Šířka dna brázdy	59
3.4.4 Otevření brázdy.....	59
3.4.5 Úhel překlopení skývy	59
3.4.6 Spotřeba paliva	60

3.4.7 Měrná objemová spotřeba paliva	60
3.4.8 Měrná plošná spotřeba paliva	61
3.4.9 Šíře souvratě a otáčení soupravy	61
3.4.10 Seřízení pluhu	61
3.4.11 Přejezd soupravy	62
3.4.12 Výměna opotřebitelných dílů.....	62
4 Výsledky	63
4.1. Pracovní záběr a hloubka pluhu, šířka dna a otevření brázdy a úhel překlopení skývy.	63
4.2 Spotřeba paliva	63
4.3 Měrná objemová spotřeba paliva.....	63
4.4 Měrná plošná spotřeba paliva.....	64
4.5 Šíře souvratě a otáčení soupravy	64
4.6 Seřízení pluhu.....	64
4.7 Přejezd soupravy	65
4.8 Výměna opotřebitelných dílů	65
5 Diskuze.....	66
Závěr	69
Seznam použité literatury.....	71
Internetové zdroje:	73
Seznam obrázků	73
Seznam tabulek	75
Seznam vzorců	75
Příloha fotodokumentace	76

Úvod

Půda je neobnovitelným přírodním zdrojem a základním prostředkem sloužící k pěstování rostlin pro výrobu potravin. Při zpracování půdy, které je časově i energeticky náročné a výrazně ovlivňuje výnos pěstovaných rostlin, je důležité zachování úrodnosti půdy a ekologické funkce.

Základní tradiční mechanické zpracování půdy zajišťuje orba. Orbu vykonává orební ústrojí pluhu. V minulosti orbu vykonával potahový pluh se živou tažnou silou, který byl od poloviny dvacátého století zcela nahrazen zemědělskou technikou. Moderní orbu provádí výkonné traktory a víceradličné pluh.

Kvalita orby významně ovlivňuje výsledky hospodaření. Proto je důležité zvolit vhodnou techniku, zajistit organizaci orby a provádět průběžnou kontrolu orby.

1 Literární přehled

1.1 Půda

Půda je přírodní zdroj, který je neobnovitelný. V zemědělské výrobě půda slouží pro pěstování rostlin, které se používají k výrobě potravin, ke krmení hospodářských zvířat nebo pro využití v jiném sektoru. Při zemědělské činnosti na půdě je nutné zachování úrodnosti i ekologická funkce půdy.

V ČR v roce 1995 měla zemědělská půda 4 280 900 hektarů, z toho orná půda zaujímal 73,75 %. Na jednoho obyvatele v ČR z toho bylo 0,41 hektaru zemědělské půdy, z toho podíl orné půdy je 0,3 hektaru na jednoho obyvatele. Od roku 1966 až do roku 1995 ubylo v České republice až 5,5 % zemědělské půdy (Bauer, 1997).

V roce 2018 bylo zemědělské půdy v ČR 4 203 726 hektarů, podíl orné půdy 0,27 hektarů na jednoho obyvatele -(<https://czuk.cz/Periodika-a-publikace/Statistické-údaje/Souhrné-přehledy-půdního-fondu>, - „staženo dne: 9. 2. 2020“).

1.1.1 Historie zemědělství

Zemědělství se začíná utvářet v 10. až 8. tisíciletí před Kristem. Člověk přešel od sběrného způsobu zajištění potravy k primitivnímu způsobu pěstování obilnin. Půda se upravovala tím nejjednodušším dostupným způsobem, hlavně vypálením lesa i travnatých porostů a rozházená semena zašlapávali, nebo zahrnovali větve do popela.

Od 4. tisíciletí př. n. l. vznikl v úrodných nížinách a povodí řek Eufkrat a Tigris náplavový systém zemědělství. Říše Sumerů a také Akkádů pěstovala nejen pšenici, ječmen, ale i luskoviny. Náplavy rozrývaly s kamennými hroty a následně i bronzovými hroty tažené potahy. Evropské zemědělství se v 5. až 4. tisíciletí před Kristem vyvíjelo na Balkánském poloostrově a Podunají, směrem na naše území (Hůla, Procházková, 2008).

Přibližně z toho období se našla v Mezopotámii hliněná destička s vyobrazením rádlu. Rádlo půdu kypří, ale neobrací. Orbu se zvířecím potahem ukazuje také reliéf z druhého tisíciletí, objevený v egyptské hrobce El Kab. V Egyptě se začaly používat v letech 2800-2700 př. n. l. nástroje měděné (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

V době od 4. století před Kristem se zemědělství rozvíjelo v Řecku i na území ovládaném Římany (Hůla, Procházková, 2008).

V Řecku se rozšířilo hlavně pěstování oliv i vína. Základem místní výživy byla oliva a olivový olej se stal zdrojem nejen oleje, ale i lékem, svítidlem, surovinou na výrobu voňavek a prodával se stejně dobře jako víno (Charvát, 1968).

Zemědělský hospodářský rozvoj na venkově ve 12. - 13. století vedl k tomu, že se postupně rozšířila technická zařízení. Rostl počet žentourů na zvířecí pohon, ručních výtahů, budovaly se mlýny, kovárny a příchodu technického pokroku se využívalo také v dopravě. Zdokonaloval se potah, zlepšilo se řešení zápřahu zvířat za sebou, začaly se používat podkovy. Technickým pokrokem se stalo využití vody. Tento zdroj energie byl přístupný a poháněl mlýny, nebo vodní pily.

Výrobní zemědělský systém se rozšířil v českých zemích v období od 13. až 16. století. V předhusitské době bylo několik typů panského hospodaření. Na menších statcích se hospodařilo za pomoci čeledě a roboty poddaných a produkce sloužila hlavně pro vlastní potřebu. Na velkostatcích, převážně církevních, fungoval rentový statek, kdy většina zisků přicházela od poddaných (Novák, 2004).

Na začátku 16. století, kdy byla Francie nejlidnatější zemí Evropy, svobodní francouzští zemědělci půdu nevlastnili, ale měli možnost si pronajmout od feudálů půdu dlouhodobě, nebo krátkodobě. Za tento pronájem se odváděla peněžní renta, nebo jedna třetina úrody. Rolníci museli pracovat na velkostatcích feudálů a odvádět daně státu. To vše představovalo až dvě třetiny zisku francouzského rolníka. Proto si nemohli pořídit dokonalejší zemědělské nářadí a půda poskytovala malé výnosy (Charvát, 1968).

Zemědělství ovlivnila v 18. až 19. století politicko-spoločenská změna a zároveň větší produkce. Zaváděly se nové druhy plodin, šlechtěných rostlin i zvířat, vylepšovalo se nářadí na zpracování půdy (Hůla, Procházková, 2008).

Britské zemědělství se rozvíjelo v polovině 19. století stále pomaleji než průmysl, přesto tato země zažívala i zemědělský pokrok. Šlechtě, která vlastnila velkostatky, patřila většina zemědělské půdy, a zisky z hospodářství posloužily na pořízení moderních zemědělských strojů. To mělo za následek, že se snižoval počet zaměstnanců, zvyšoval se výnos i příjmy na velkostatku. Do Anglie se v této době dovážela pouze jedna čtvrtina z celkové spotřeby obilí (Charvát, 1968).

V polovině 19. století dochází k průmyslové výrobě zemědělských strojů. V severní Americe začíná výroba žacích strojů, mlátiček, parních strojů. V Evropě

se rozšiřuje pěstování okopanin a vyvíjí se moderní secí, kultivační i sklizňové stroje. Parní stroje pohání stabilní stroje a provádí orbu. K vývoji i k užívání strojů přispívá rozvoj všeobecného vzdělání, pokusnictví, vývoj (Novák, 2004).

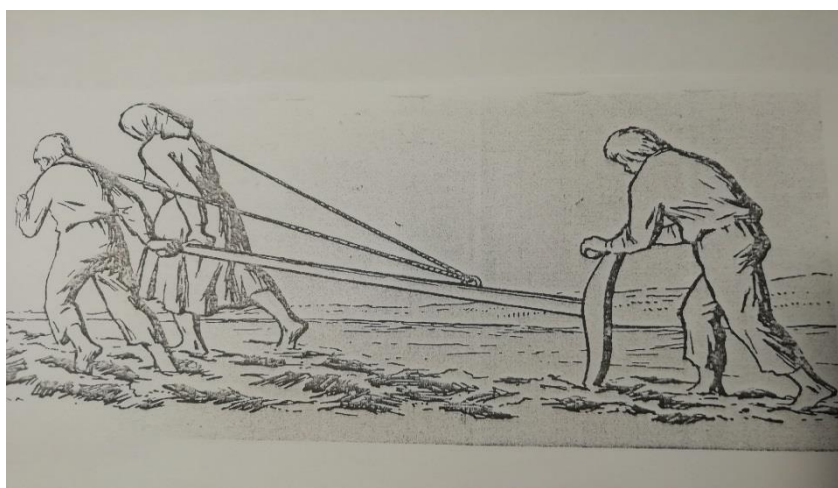
Racionalizace v přípravě půdy přichází ve dvacátém století. Západní státy Evropy se snaží o vyšší intenzitu v zemědělské produkci a nastává rozvoj nářadí, strojů na zpracování půdy i orby. V druhé polovině 20. století začíná docházet k největšímu rozvoji i uplatnění technologií v zemědělské výrobě (Hůla, Procházková, 2008).

Technickým předpokladem modernizace zemědělství v Čechách bylo vylepšení zemědělského nářadí, prosazení nových strojů a stabilizace vlastnických vztahů k půdě. Pozemková reforma 1919 přispěla k tomu, aby rolníci rozšířili výměru svojí půdy, a hlavně získání půdy pro bezzemky (Novák, 2004).

1.1.2 Historie obdělávání půdy

Způsob obdělávání půdy se utvářel s vývojem zemědělství a zemědělství zase s rozvojem lidské společnosti (Novák, 2004).

Příprava půdy po zasetí zrna byla prvotní zemědělská činnost. Zemědělským nářadím se stala ulomená větev, dřevěný hák tažený člověkem (viz obrázek č. 1). Tím se lidé stali prvním zdrojem energie v zemědělství. Později člověka začal nahrazovat při polních pracích koňský nebo kravský potah (Souhrada, 1962).



Obrázek č. 1: Prvním nářadím byl dřevěný hák, zdroj: Souhrada (1962)

V době železné se začal pěstovat oves, žito, hrách, čočka. Na sklizeň obilí se používal srp, který se skládal z ohnutého dřeva se vsazenými sílexovými

čepelkami. Získané obilí se následně mlelo na mouku v ručních drtidlech z kamene, nebo bylo skladováno v zemním obilním skladu, obilní jámě.

Předpokládá se, že v keltské době se zvyšovala rolníkova produktivita práce, protože na okrajích zemědělských zázemí se budovala větší hradiště a sídliště Keltů, kteří se sice nepodíleli na zemědělské prvovýrobě, ale využívali produkce zemědělců z okolí. Vzestupný i produktivní vývoj zaznamenala také nová zemědělská technika ve slovanském období. Prosadilo se především používání kovového nářadí při provádění orby (Novák, 2004).

Od poloviny 17. století se v zemědělství začal používat lehký pluh s kolečky. To zlepšilo orbu, větší výsev pšenice, objevily se první secí stroje, cepový mlátcí stroj i stroj na čištění obilí, který se rozšířil z Holandska (Charvát, 1968).

V první polovině 20. století se využívá hlavně potažní obdělávání půdy, v druhé polovině století nastává přechod k zemědělské technice. Používají se nejvíce traktory a více radličné orební soustavy. K traktoru se agregují různé stroje se snahou o co nejmenší počet pojezdů. V šedesátých letech přichází první technologie zpracování půdy s vynecháním pluhu (Hůla, Procházková, 2008).

Proto se úloha koní v zemědělské výrobě po roce 1945 zásadně změnila. Začala se prosazovat zemědělská technická základna komplexní mechanizace. Při zpracování půdy, setí, při sklizni obilnin i píce se podíl mechanizace v padesátých letech zvýšil až na 90 %. Toto zvýšení mechanických zdrojů mělo vliv nejen na stavy koní, ale i jiných druhů živé tažné síly (viz obrázek č. 2). Postupné zvyšování počtu traktorů v zemědělských hospodářstvích znamenalo snižování stavů koní, využití tažné síly krav zaniklo úplně. Ještě v roce 1934-38 se v zemědělství chovalo 656 000 koní i hříbat, roku 1955 to bylo 543 000 a v roce 1965 už jen v počtu 188 400. Ve třicátých letech vycházelo na 100 hektarů zemědělské plochy 8,5 koně, v roce 1965 pouze 2,7 koně (Dušek, 1967).



Obrázek č. 2: Využití živé tažné síly, rok 1948, zdroj: Pešek (1985)

1.1.3 Historie orby

V době bronzové, ve 4. tisíciletí před Kristem na dnešním území Iráku, se začalo využívat dřevěných rádel, která se podobala pozdějším ruchadlům. Dřevěná rádla jsou také vyobrazena na obrazech v Palestině.

V Evropě Římané ve 4. století před Kristem pěstovali obilniny, zeleninu a pro zpracování půdy začali používat dřevěná oradla okutá železem. Příchodem Římanů se toto nářadí dostalo i k nám (Hůla, Procházková, 2008).

Orební technika starého Říma byla začátkem dnešní techniky. V 1 st. n. l. měl pluh vpředu opěrná kola, na orebním tělese byl nůž a odhrnovačka (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

Ve feudální době 11. století se rozloha orné půdy zvětšovala tím, že se porážely lesy a orala se ladem ležící půda. Obracení těžké a travnaté půdy ulehčil pluh. Základem takového pluhu byla nesouměrná železná radlice, ostřená z jedné strany, na které byla deska na odvalování ornice, před radlicí bylo přidělané do hřídele krojidlo na kolech. Tento nedokonalý pluh nepřeorával půdu hluboko, půdu neobracel, ale lépe ji prokypřil než dřevěný hák a radlo (Charvát, 1968).

Při mechanickém obdělávání půdy se využívaly hlavně dřevěné a parohové nástroje, nebo různé druhy plochých provrtaných motyk. Zdokonalování orného nářadí a postupné zavádění pluhu bylo významné. V královské kapli sv. Kateřiny ve Znojmě se zachovalo vyobrazení oradla z roku 1134. Je tam vyobrazen Přemysl Oráč a jeho rádlo. Rádlem se oraly brázdy obojím směrem (Novák, 2004).

Částečně železná, nebo celokovová oradla nahrazovaly v 6. až 7. století po Kristu v jižní Evropě jednoduché pluhy, které půdu nejen rozrývaly, ale z části obracely. Takto připravená půda byla rozkopávána motykami, rovnána branami ze dřeva se železnými hřeby. Tento způsob obdělávání půdy převažoval až do osmnáctého století (Hůla, Procházková, 2008).

U orby bylo po třicetileté válce v českých zemích technickým pokrokem využívání kovu k výrobě nářadí k orbě. Nejpoužívanějším typem orebního nářadí byl pluh. V hamrech se připravily radlice i krojidla pluhu a hospodář si je po zakoupení dokončil samovýrobou a namontováním dřevěných součástí. Z nářadí se dále používaly rádla a háky používané k příčným přeorávkám, nebo k provizorní orbě, kultivaci. Ve středních Čechách se používal pluh pražský, na severu Čech děčínské rádlo (Novák, 2004).

Od roku 1763 začala výroba pluhu se šroubovou odhrnovačkou v anglickém podniku Jamese Smalla. Prvním výrobcem pluhu s předradličkou se stala firma Ekkert v roce 1854. V Čechách sestrojil v roce 1832 konstruktér František Horký pluh se třemi až šesti orebními tělesy (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

Na začátku 19. století přichází snaha o zvýšení produkce, kvalitní úpravy polních podmínek. To bylo příčinou vynálezu ruchadla, revolučního orebního nářadí od bratraců Veverkových, kteří od roku 1824 až do roku 1827 pracovali na přeměně pluhu v ruchadlo, označované jako veverče. Ruchadlo mělo slupici zesílenou, přizpůsobenou délku plazu a kovovou desku, v dolní části mírně válcovitě vydutou. Umístění radlice šikmo proti směru znamenalo, že oraná půda se obracela na jednu stranu. Ruchadlo se u nás postupně rozšiřovalo, v cizině hlavně v Německu, Polsku. Ve Spojených státech John Deer používal od roku 1838 tuto radlici na své pluhy (Hůla, Procházková, 2008).

Pluh procházel největším i nejdelším vývojem, od dřevěných háků z ulomených větví vyrábíme dnes pluhy závěsné a nesené. V minulosti za jeden den zoral zemědělec s potahem přibližně jeden hektar, dnes je to s moderním víceradličným pluhem až dvanáct hektarů denně (Souhrada, 1962).

Převážnou většinu pluhů v naší zemi vyrobila od roku 1880 firma Jan Pracner, Rudolf Bächer v Roudnici nad Labem. (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

1.1.4 Historie výroby pluhů v Roudnici nad Labem

Výroba pluhů v Roudnici nad Labem začala v kovářské dílně Jana Pracnera od roku 1880. Jan Pracner produkoval potahové pluchy a drobné zemědělské nářadí. Od roku 1885 založil nový společný podnik s prodejcem zemědělských strojů Rudolfem Bächrem a zanedlouho v Roudnici nad Labem byla vystavěna tovární hala. Společný podnik se po pěti letech spolupráce rozdělil a od roku 1891 se Jan Pracner začal zaměřovat na výrobu secích strojů. Rudolf Bächer, který zůstal v původním provozu, pokračoval ve výrobě pluhů a orného nářadí - (<http://ross.estranky.cz/o-firme>, - „staženo dne: 22. 2. 2020“).

Firma Bächer vyráběla hlavně univerzální pluchy s vysokou konstrukcí, zajišťující minimální ucpávání pluhu. Od začátku 20. století se podnik modernizuje, vyrábějí se převážně hospodářské stroje k zpracování půdy.

Příchodem prvních traktorů se začalo s výrobou závěsných strojů, které se dobře prodávaly nejen v Čechách, ale i v zahraničí (Novák, 2004).

V roce 1939 se továrna Rudolf Bächer přejmenovala na Ringhoffer – Tatra (Bächer, 1939).

Po skončení druhé světové války se podnik v Roudnici znárodnil a získal jméno Agrostroj n.p. Od 2. poloviny 20. století měla továrna ve výrobním programu nejen zemědělské stroje, ale i rámy nákladních automobilů Praga V3S a pro nákladní automobily Liaz nápravy (Novák, 2004).

V roce 1964 se začal podnik jmenovat Roudnické strojírny a slévárny – Ross (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

Od roku 1983 se roudnický závod přejmenoval na Agrozet. V roce 1994 se ze státního podniku Agrozet Roudnice nad Labem po privatizaci stala firma Ross a.s. Majoritním vlastníkem Roudnických strojírny a slévárny a.s. byla od roku 1997 společnost Autovel a spol. Praha s.r.o., které nevyšel její podnikatelský záměr. Společnost Ross a.s. se dostala do konkurzu (Novák, 2004).

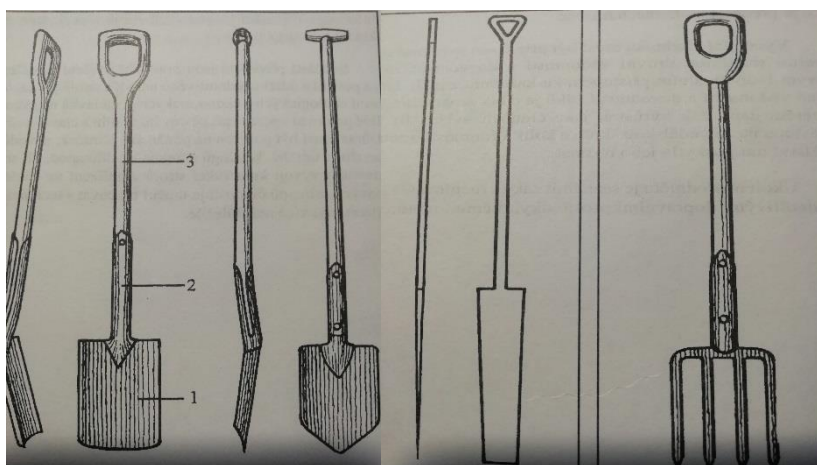
Tím začal odprodej nemovitého majetku. Prodaly se menší části podniku v Tovární ulici, objekt bývalé vývojové dílny továrny, skladu, ubytovny a podnikové byty. Slévárenský provoz a některé staré haly se prodaly, nebo se pronajímají, jiné čekala demolice. Výrobu určitých dílů provádí v současnosti firma Ross universum Roudnice nad Labem - (<http://ross.estranky.cz/o-firme>, - „staženo dne: 22. 2. 2020“).

1.2 Způsob zpracování půdy

V současnosti zemědělské práce provádí zemědělská technika, nebo malá mechanizace, která nahrazuje klasické ruční nářadí. Pro dokončovací práce na větších plochách, při opravě meliorace nebo na zahrádce rozumný zemědělec stále používá vhodné ruční nářadí (Kraus, 1996).

1.2.1 Ruční nářadí

Nejpoužívanějším ručním nářadím (viz obrázek č. 3) je rýč, který má dřevěnou akátovou, nebo jasanovou násadu o průměru 4 cm a konec násady bývá do tvaru D, T, rydlo obdélníkového, nebo srdcovitého tvaru, s oválnou, nebo rovnou hranou. Stejně použití jako rýč, s menší pracovní námahou, mají rycí vidle, které jsou vhodné na rytí zapleveleného pozemku, kamenité půdy a pro vyrývání zeleniny. Nejpoužívanější jsou rycí vidle se čtyřhrotým rydlem. V zahradnictví, ve sklenících se používají motyky a motyčky. Tímto nářadím se provádí rozrušování udusané půdy, odstraňování plevelů, okopávání a rozbíjení hrud (Kraus, 1996).



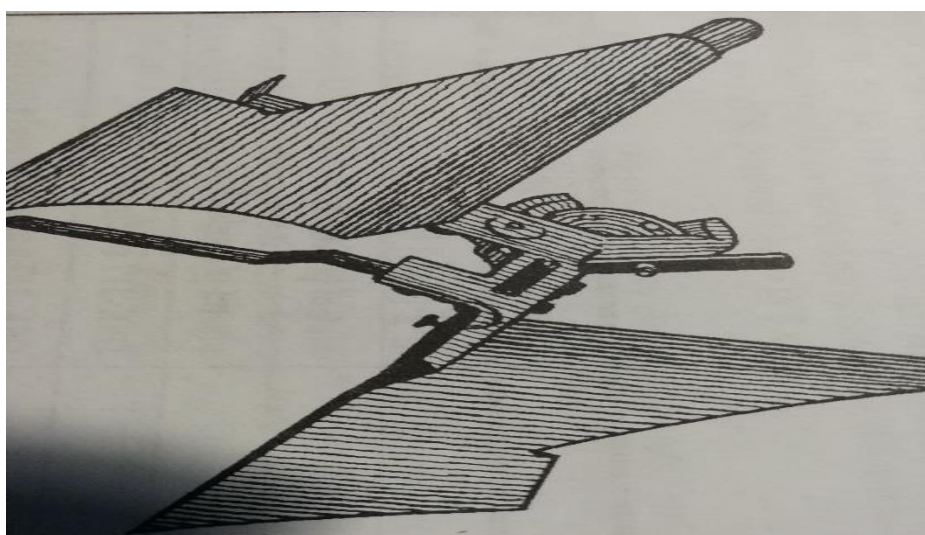
Obrázek č. 3: Rýč (1- rydlo, 2- objímka, 3- násada), úzký rýč a rycí vidle,

zdroj: Kraus (1996)

1.2.2 Malá mechanizace

Zemědělská výrobní činnost vyžaduje strojovou vybavenost, která je finančně náročná a pro výrobní činnost v určitých případech neekonomická. Z tohoto důvodu naši i zahraniční výrobci nabízejí jednoduchou, lehkou, výkonnou, spolehlivou, energeticky nenáročnou i finančně dostupnou malou mechanizaci (Jelínek, 2000).

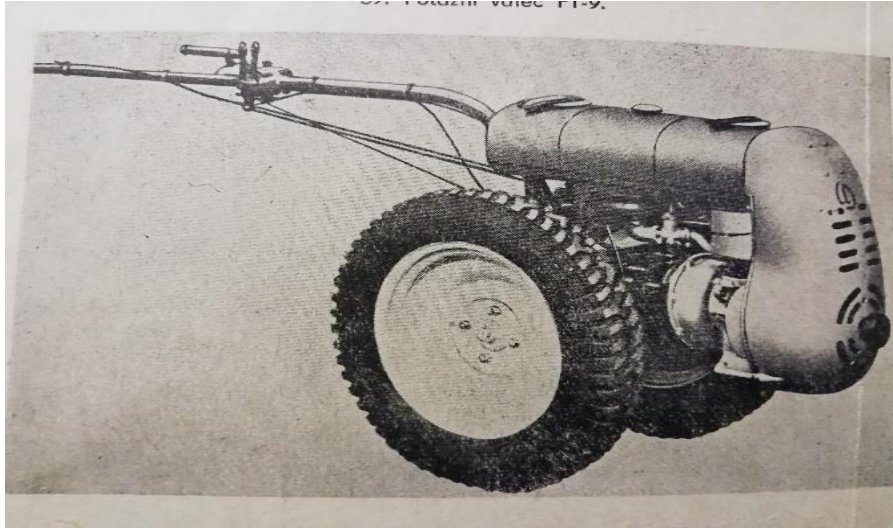
Malá mechanizace nahrazuje výkonnou zemědělskou mechanizaci tam, kde se provozují malé rodinné zemědělské farmy, nebo pro kovozezemědělce, kteří hospodaří na malých výměrách zemědělské půdy a zároveň chovají hospodářská zvířata. Provedení všech potřebných prací poskytuje malá mechanizace, mezi kterou řadíme i orbu. Jednoradličný otočný pluh APH-352 (viz obrázek č. 4), vyráběný v závodě Libice nad Cidlinou, je přídatným zařízením ke stavebnicovému systému Vari, zvládá orbu do maximální hloubky 20 cm. Konstrukce pluhu umožňuje jednoduchou manipulaci i seřízení, orební těleso je radlicové (slupice, kulturní odhrnovačka, pero, čepel) a před orebními tělesy jsou pevná nožová krojidla odřezávající skývu. Pluh má záběr 20 cm a výkonnost stroje se pohybuje od 0,02 do 0,06 ha.h⁻¹ (Kraus, 1996).



Obrázek č. 4: Jednoradličný otočný pluh APH – 352, zdroj: Kraus (1996)

Pro agregaci s malotraktorem Agrozet Roudnice nad Labem produkoval nesené pluhy. Nesený jednoradličný pluh APN-702, jednoradličný nesený oboustranný pluh APO-701, nesený dvouradličný oboustranný pluh APO- 155, nesený jednoradličný oboustranný pluh PON- 25, nesený dvouradličný pluh PJ 2x180 (Jelínek, 2000).

V minulosti se u nás vyráběl jednoosý traktor PF-62 – motorobot (viz obrázek č. 5). Bláha (1955) uvádí, že motorobot PF-62 byl nasazovaný v zemědělství na práce v sadech, nebo zelinářství, a také sloužil v lesních školkách a městských parcích.



Obrázek č. 5: PF – 62 (motorobot), zdroj: Bláha (1955)

1.2.3 Zemědělská technika

Zemědělská technika jsou stroje, které se používají k zajištění pracovních operací v zemědělství. Zemědělskou techniku (viz obrázek č. 6) můžeme rozdělit na energetické prostředky a mechanizační prostředky.



Obrázek 6: Orba dvěma pluhy (agregát), zdroj: Zapletal, 1959)

Energetické prostředky v zemědělství tvoří traktory, automobily i samojízdné nosiče. Mechanizační prostředky rozdělujeme na výrobní mechanizační prostředky, dopravní mechanizační prostředky a na manipulační mechanizační prostředky. Výrobní mechanizační prostředky přímo zpracovávají rostliny a půdu (Červinka et al., 1993). Zpracování půdy zajišťuje také orba, která je cílem této práce.

1.3 Zpracování půdy

V primitivním způsobu zpracování půdy se v minulosti pouze zoralo před zasetím. V současné době se provádí více agrotechnických zásahů do půdy, a to přispívá k většímu výnosu plodin (Souhrada, 1962).

Proto zpracování půdy má vliv na vznik příznivého stanoviště, který vede ke správnému růstu a vývoji rostlin. Soubor agrotechnických úkonů má za úkol vytvořit i udržovat drobtovitou strukturu pro zadržení srážkové vody v půdě během vegetační doby a také na uvolňování živin. Na jednotlivé úkony při zpracování půdy má vliv podnebí, hlavně teplota a srážky. S tím souvisí vhodné zvolení úkonu při změnách počasí. Způsob zpracování půdy se volí i vzhledem k tomu, pro kterou plodinu půdu připravujeme. Všechny rostliny vyžadují daný půdní stav k vývoji a také k růstu. Podle toho se rozhoduje o způsobu a časovém provedení úkonů při zpracování půdy (Zapletal, 1959).

Jestliže se provede hlubší kypření půdy, kořenový systém rostlin bude bohatší, pronikající do hloubky. Zpracování půdy slouží také k prevenci proti plevelům, škůdcům a chorobám. Při zpracování půdy se zapravují statkové i průmyslové hnojiva do půdy a půda se urovná. To dovoluje při setí, sázení a pozdější sklizni, použít mechanizační prostředky. Orba po vrstevnicích je způsob zpracování půdy, které předchází erozi půdy (Škaloud et al., 1971).

Při zpracování půdy mohou stroje a nářadí tvořit agregát. Agregát je spojení souprav, které dosahují lepšího využití traktoru, časovou úsporu. Tím se docílí dodržení agrotechnických lhůt a nedochází tolik k porušení půdní struktury traktory (Zapletal, 1959).

Zvyšuje se význam zpracování půdy se stoupajícím utužováním půd u nás. Zpracování půdy zajišťuje provzdušování půdy pro nároky pěstovaných plodin, činnosti mikroorganismů v půdě, ovlivňuje hospodaření půdy s teplem i vodní režim a podílí se na zabezpečení výnosu plodin (Šimon, Lhotský, 1989).

1.4 Tradiční zpracování půdy

Základním opatřením při tradičním zpracování půdy je orba. Při tomto zákroku orební těleso odřezává brázdovou skývu, skývu zvedá, posunuje do strany, drobí, mísí, obrací (Procházka et al., 1986).

Při základním zpracování půdy se provádí podmítka, všechny druhy, způsoby orby, prohlubování, podrývání a rigolování. Zahajuje se po sklizni úrody, nejpozději do začátku mrazivého zimního období (Krišpín, Burda, 1978).

1.4.1 Podmítka

Prvotním zásahem při zpracování půdy po sklizni obilnin, ostatních zrnin a píce sklizených v letním čase je podmítka. Podmítky realizované po sklizni plodin zanechávající strniště, mají vždy dobré účinky (Hůla et al., 1997).

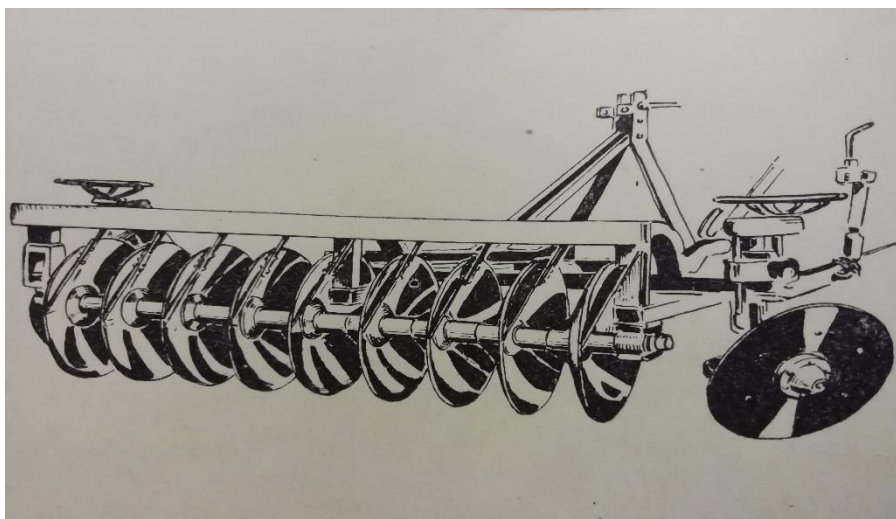
Před orbou se většinou provádí podmítka. Tento agrotechnický zásah způsobuje sloupení a nakypření vrchní části půdy. To zabrání vzlínání vody ze spodní části, nedochází ke ztrátě vody. Povrchové nakypření podporuje vsakování srážkové vody do dolní půdní vrstvy. Podmítka poskytuje rozklad organických zbytků rostlin, kořenů předcházející plodiny a likviduje zárodky chorob i škůdců, které se vyskytují na strništi po sklizni i v horní půdní vrstvě. Ulehčuje následující orbu, při které je zapotřebí menší tažné síly (Zapletal, 1959).

Podmítkou se likvidují plevely. Semena plevelů zůstávají po sklizni na povrchu půdy a podmítáním se přikryjí slabou vrstvou ornice. Vyklíčená semena a mladé rostlinky plevelů zahubí hluboká orba (Krištín, Burda, 1978).

Vrstva půdy po podmítce by měla krýt celý povrch, proto se důkladně rozdrobuje. Podmítnutý pozemek se poté převláčí, nebo v době sucha uválíme. To vše slouží ke vcházení semen plevelů (Hruška, 1962).

Pokud má být podmítka účinná, musí být provedena co nejdříve po provedení sklizni, aby obnažená půda nepřicházela o zbývající vláhu a hluboko nevysychala, protože se může stát tvrdou. Pozdější podmítka v zatvrdnuté půdě nedovoluje dodržet správnou hloubku a podmítka se stává méně účinnou (Zapletal, 1959).

Podmítka se provádí v kukuřičné oblasti 10 až 12 cm, v oblasti pěstování řepy 8 až 10 cm a v oblasti bramborářské 6 až 8 cm. Na podmítku se využívají podmítače talířové (viz obrázek č. 7), které půdu kypří, ale méně obrací, nebo radlicové podmítače, které zase půdu obračejí, umožňují rozklad zbytků rostlin, ale nejsou mnoho výkonné (Krišpín, Burda, 1978).



Obrázek č. 7: Nesený diskový podmítač PDN- 180, zdroj: Souhrada (1962)

Jsou výjimečné případy, kdy se podmítka nemusí provádět. Pouze ve vlhkém roce na nezaplevelených půdách, po luskovinách a plodinách zanechávající půdu v dobrém stavu a při napadení obilnin chorobami pat stébel je vhodnější rovnou hlubší orba (Šimon, Lhotský, 1989).

1.4.2 Orba

V základním zpracování půdy je nejdůležitější orba, která ovlivňuje růst rostlin a tím i výnos. Následný účinek orby na fyzikální i biologické vlastnosti půdy se projeví, pokud se orba provede kvalitně a ve správnou dobu. Kvalita orby se odvíjí od stavu půdy, nejvíce na jejím druhu i na množství vláhy v čase orby. Jestliže je mokro, hlavně v těžké půdě se vytvářejí souvislé uhlazené skývy, které se málo drobí a po zaschnutí se špatně rozmělnují. Naopak, při orbě v době sucha se pluh do těžké tvrdé půdy nedostává lehce. Půda se málo drobí, láme se do větších bloků, které se nerozpadávají a v zimě je ani mráz mnoho nenaruší. Ideální stav půdy na orbu je, když se pluh do půdy snadno dostává a ještě jí drobí (Zapletal, 1959).

Správně provedená orba přispívá k potlačování nejen plevelů, ale i chorob a škůdců plodin. Do půdy se orbou zaklápí jednoleté plevele i výdrol vzešlý od pěstovaných předplodin (viz obrázek č. 8). Hluboká orba omezuje výskyt pýru tím, že hluboce zaklopuje jeho oddenky. Orba také působí na půdní organismy nepříznivě, dochází ke snížení početního zastoupení žížal a chvostoků v půdě (Hůla, 1997).



Obrázek č. 8: Orba neseným pluhem 2-PN-30-M, zdroj: Krištín, Burda (1978)

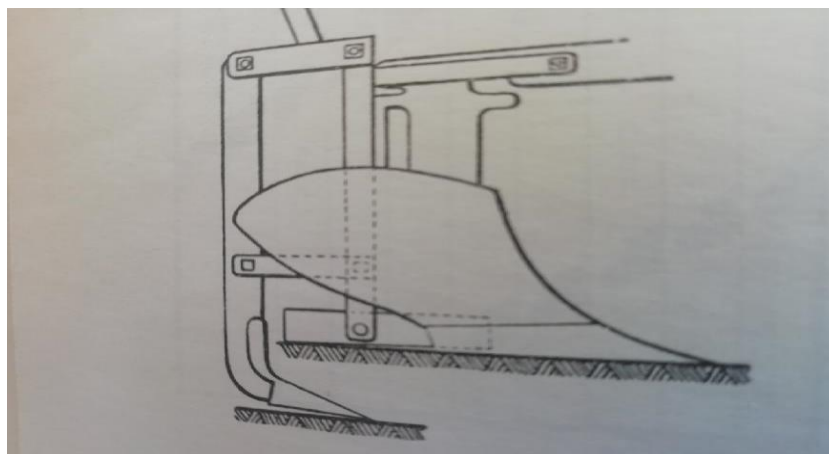
1.4.3 Doba a hloubka orby

Orba podle doby se rozděluje na předseťovou, podzimní a letní. Předseťová orba se provádí přibližně 3 až 4 týdny před setím ozimů, hloubka správné orby by měla být 18 až 22 cm kvůli ulehnutí půdy do setí. Podzimní orba, kterou nazýváme orbou hlubokou na půdě v zimě neoseté, se provádí nejpozději do prvních mrazivých dní. Hloubka orby bývá 22 - 25 cm, i 30 cm, záleží na plodině pěstované na oraném pozemku příští rok. Doba letní orby je základní zpracování půdy před letním výsevem rostlin po sklizni ozimých směsek. Hloubka orby je 12 až 25 cm (Krištín, Burda, 1978).

Podzimní orba pozitivně ovlivňuje vláhové poměry v půdě, půdní biologický život (mikroorganismy), strukturnost hlubších vrstev (rozrušení) a zmenšuje zaplevelenost (Zapletal, 1959).

Prohlubování ornice se provádí na půdách s hlubším humózním horizontem. Pokud je pod ornici vrstva podbrázdí, nemá prohlubování špatný vliv na příští plodinu. Podrývání se může provádět do hloubky 35 cm. Na prohlubování se využívají pluhů 5-PHX-40-1-H (Kvěch, Škoda, 1985).

Podrývání půdy se uskutečňuje montovanými podrýváků současně s hlubokou orbou. Podrývák (viz obrázek č. 9) se umísťuje za pluhové těleso, maximálně o 12 cm. Podrývání spojené s hlubokou orbou zlepšuje podorniční vrstvu. Samotná spodina není vynášena na povrch, nedochází k promísení s ornici (Šimon, Lhotský, 1989).



Obrázek č. 9: Podrývák umístěný za hlavním plužním tělesem,
zdroj: Škaloud et al., (1971)

V 80. letech se postupně nahrazuje použití podrýváku za hlavním plužním tělesem dlátovým kypřičem. Jeho použití je energeticky méně náročné. K podrývání se začal používat šestiradličný hloubkový kypřič PB 1-040 vyráběný v licenci od Howard Paraplow v Agrokombinátu JZD Slušovice (Škoda, Kvěch 1987).

Rigolovací orba (viz obrázek č. 10) je prohlubování půdy. Půdní vrstvy se obračejí, mísí a kypří do 50 až 80 cm hloubky. Při rigolování dochází i k převrstvování spodiny na povrch a ornice do spodní vrstvy. Správný termín rigolovací orby je na konci srpna, začátek podzimu (Šimon, Lhotský, 1989).

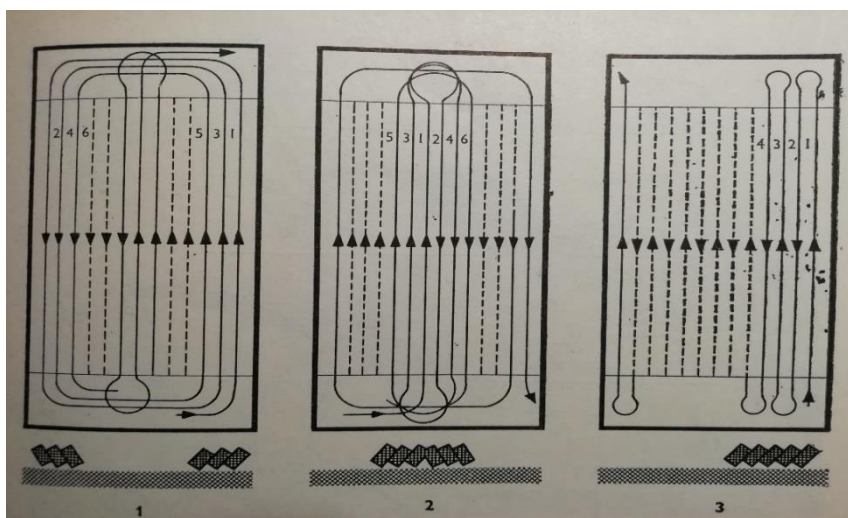


Obrázek č. 10: Rigolování, zdroj: Souhrada (1962)

1.4.4 Způsoby orby

Způsob orby je pracovní činnost traktoru zároveň s pluhem při orbě pozemků. Většina pozemků u nás mají větší plochu a při orbě se dělí na záhony. Ve směru orby

mají záhony delší stranu, šířka záhonu se odvíjí od násobku záběru pluhu. Rozložené záhony se orají postupně (viz obrázek č. 11) do rozoru, do skladu, do roviny (Krištín, Burda, 1978).



Obrázek č. 11: Způsoby orby: 1) orba do rozoru, 2) orba do skladu, 3) orba do roviny, zdroj: Krištín, Burda, (1978)

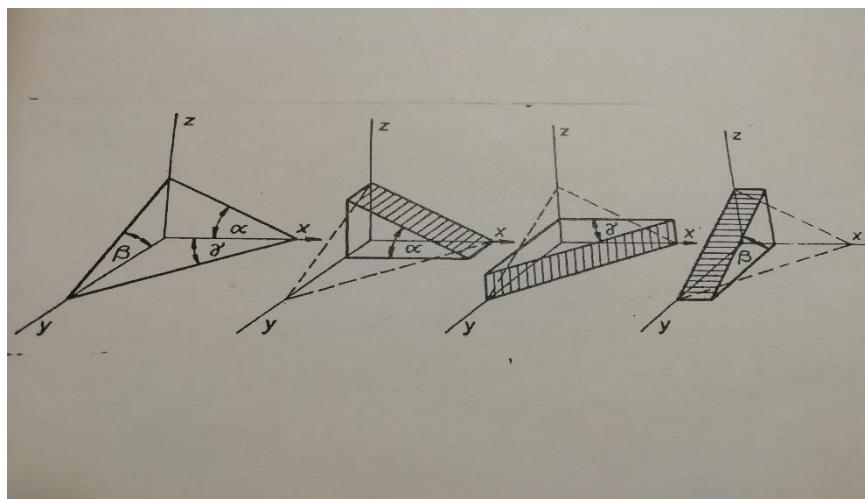
Orba do rozoru se zahajuje z pravé strany určeného záhonu a míří směrem ke středu záhonu. Při orbě do skladu se nejprve uprostřed záhonu provede rozorávka (mělká brázda na šířku několika pluhových těles). Samotná orba do skladu se provádí od středu záhonu (Hůla et al., 1997).

Kruhová orba je způsob orby, kdy se pozemek oře dokola. Tato orba není kvalitní a zároveň způsobuje nadměrnější opotřebení nářadí (Škaloud et al., 1971).

1.4.5 Práce klínu v půdě

Převážná skupina pracovních částí zemědělských strojů při zpracování půdy má tvar klínu s rovnou pracovní plochou, nebo zakřivenou pracovní plochou. Rovná pracovní plocha klínu může být čepel orebního tělesa, radličky kypřiče, nebo smyky. Zakřivená pracovní plocha klínu se používá u rozhrnovací radlice sazečů brambor, talířového orebního tělesa, radličného orebního tělesa.

Pro přiblížení vložíme třístranný klín malých rozměrů v souřadnicové soustavě x , y , z (viz obrázek č. 12). Jestliže se klín bude pohybovat směrem osy x , provede určitou práci. Identickou práci mohou provést i tři samostatné dvoustranné klíny (Friedman, 1973).



Obrázek č. 12: Nahrazení třístranného klínu třemi dvoustrannými klíny,

zdroj: Friedman, (1973)

Pracovní poloha prvního klínu svírá s vodorovnou rovinou úhel α . První klín bude oddělovat půdní skývu od horizontální roviny a také nazvedávat. Druhý klín, jehož pracovní plocha svírá se svislou rovinou, rovnoběžnou se směrem pohybu, úhel γ . Oddělovat půdu bude od vertikální roviny a posouvat ji na stranu. Třetí klín svírající úhel β s pracovní plochou, odříznutou skývu bude zvedat a natáčet ve svislé rovině, která je kolmá na směr pohybu.

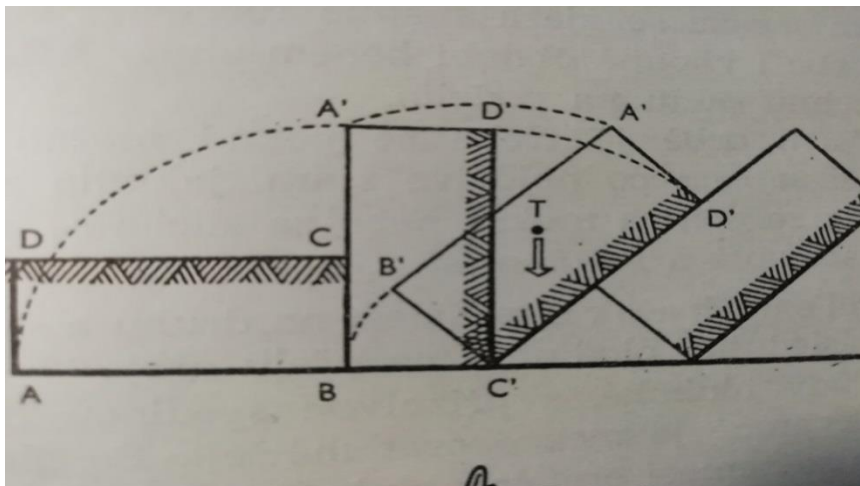
Postup působení dvoustranného klínu v půdě je rozdílný. Záleží na tom, o jakou půdu a o jaké fyzikálně mechanické vlastnosti se jedná. Dvoustranný klín působí jinak na těžší půdu s přiměřenou vlhkostí a jinak zase na půdu s velkým obsahem jílovitých a hlinitých částic, která je tvrdá i suchá. Půda nesoudržná a rozpadávající se může velice snadno hrnout před klínem. Vlhká půda se působením klínu drobit nebude. Bude se pouze ohýbat a posouvat se na horní ploše klínu jako celistvý pás. Aby klíny v suché, písčité půdě působily tak, že nebudou před sebou půdu hrnout, musí se zvolit úhel α co nejmenší (Friedman et al., 1973).

1.4.6 Způsob zpracování skývy

Při orbě pluh odřezává brázdovou skývu z půdy, nazvedává ji, drobí a pokládá ji do předešlé brázdy. Po odříznutí a obrácení brázdové skývy se vytvoří prohlubenina, která se nazývá brázda (Škaloud et al., 1971).

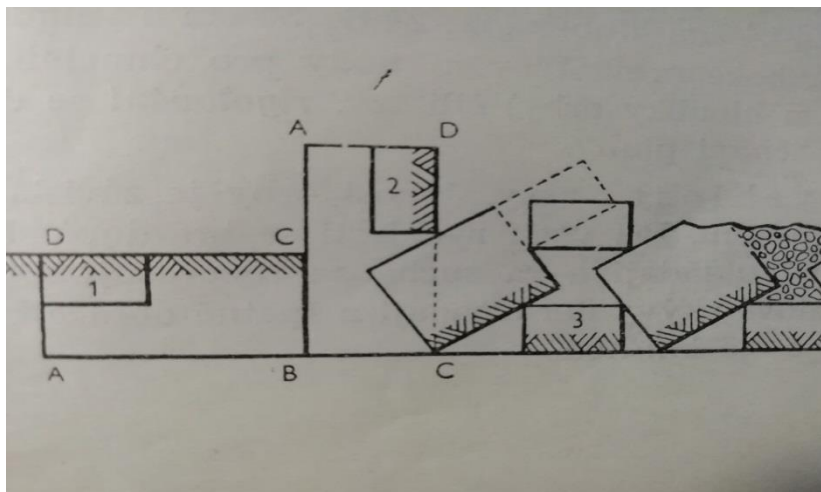
Orba se dělí podle způsobu zpracování skývy na jednovrstevnou, dvojevrstevnou, třívrstevnou. Jednovrstevná orba (viz obrázek č. 13) obrací skývu o 180° , nebo

i méně. Nevýhodou mohou být zbytky rostlinných výčnělků z horního místa styčných ploch a může nastat opětovné zaplevelení pole (Procházka et al., 1986).



Obrázek č. 13: Schéma práce pluhu: ABCD je skýva, jak se obrací,
zdroj: Škaloud et al., (1971)

Orba dvojrstevná využívá předradličku (viz obrázek č. 14), která odřezává malou skývu a dochází k obracení i ukládání skývy na spodní části v brázdě. Zbytek skývy už nemívá mnoho kořenů rostlin a dobře se drobí (Procházka et al., 1986)



Obrázek č. 14: Schéma práce pluhu s předradličkou: ABCD je skýva,
1,2,3, je poloha skývky, zdroj: Škaloud et al., (1971)

Použití pluhu s předradličkou se nejčastěji používá k zapravení zbytků jetelovin (Škaloud et al., 1971).

Předradlička se nastavuje na 8 až 10 cm hloubky pro podebrání celé drnové vrstvy a celková hloubka orby je dvojnásobná než hloubka předradličky (Škoda, Kvěch 1987).

Při třívrstevné orbě se používají tři orební tělesa na jednu skývu, která mají různou hloubku (Procházka et al., 1986).

1.4.7 Vlastnosti půdy

Význam vlastností půdy pro mechanické zpracování je:

- šterkovitost
- struktura
- obrušovací schopnost
- vlhkost
- součinitel tření
- pevnost půdy

Šterkovitost způsobuje zvýšené opotřebení pracovních nástrojů.

Struktura půdy působí na orební poměr. Jestliže bude půda droptovitější s částicemi o velikosti 1 až 10 mm, orební odpor je menší. Větší počet částic pod 0,1 mm orební odpor zvyšuje a dochází ke zmenšení drobení.

Vlhkost půdy není na určitém pozemku stejná, tím se mění i orební odpor a drobení půdy. K orebnímu odporu dochází při nízké i vysoké vlhkosti, nejmenší odpor půdy je při optimální vlhkosti půdy. U písčité půdy 8 – 10%, u hlinito-písčité půdy 11 – 12%, u hlinité půdy 16 – 17%, u jílovité půdy 18 - 21%.

Tření rozeznáváme vnitřní a vnější. U vnitřního tření se částice půdy pohybují proti sobě, u vnějšího tření půda prochází pracovním povrchem nástroje. Třecí síla je dána velikostí síly kolmé na povrch nástroje i součinitelem tření dle vztahu č. 1:

$$F_T = F_N * f \text{ [N]} \quad (1)$$

kde F_T – třecí síla [N]

F_N – kolmá síla [N]

f - součinitel tření 0,2 až 0,8, půda → ocel

Výsledek součinitele tření významně ovlivňuje druh a vlhkost půdy, drsnost třecí plochy i rychlost pohybu.

Pevnost půdy je větší než pevnost v tahu, protože půda vykazuje odolnost při průjezdu více mnohatunových zemědělských strojů.

Vlastnosti půdy jsou proto rozmanité a mění se během ročního období i během dne (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

1.4.8 Orební poměr

Správná volba pluhu ovlivňuje kvalitu orby a pluh zajišťuje správný orební poměr. Orební poměr je poměr mezi šířkou záběru jedné radlice a hloubkou orby. Nejpriznivější orební poměr je 1: 0,7 až 0,8. Při větším orebním poměru se při použití shodné odhrnovací desky skýva více obrací a posouvá se její těžiště. To vede k tomu, že půda je méně hřebenitá a snadněji slehne (Krištín, Burda, 1978).

Nejvhodnější orební poměr je 1,43. Skýva je otočena o úhel 135°, těžiště skývy je posunuto o 11° a nakypření je 50% záběru orebního tělesa. Skývy na sebe přiléhají, posklizňové zbytky jsou v nižších vrstvách a převážná část ornice odspodu je na povrchu. Větší orební poměr než 1,43 je příčinou, že obrácené skývy jsou strmější (Šimon, Lhotský, 1989).

1.4.9 Orební odpor pluhu

Velikost tahové síly, která překonává odpor pluhu, se během prací mění působením různých podmínek při pracovní činnosti pluhu. Při orbě působí na pluh tahová síla, tíhová síla pluhu, síla na drobení skývy při průchodu odhrnovačkou, odpor kol.

Orební odpor pluhu F a potřebná síla tahu se počítá z rovnice dle vztahu č. 2:

$$F = k * a * b \quad (2)$$

kde a = hloubka orby [cm]

b = šířka záběru orebního tělesa [cm]

k = měrný odpor půdy [$\text{kp} \cdot \text{cm}^{-2}$]

Měrný odpor půdy k se mění vzhledem k podmínkám orby a bývá přibližně 0,2 – 1,5 $\text{kp} \cdot \text{cm}^{-2}$. Tato rovnice je rozšířená i přesto, že v ní nejsou obsaženy podmínky ovlivňující odpor pluhu.

Dokonalejší teoretický rozbor orebního odporu provedl Gorjačkin (Friedman et al., 1973).

Akademik Vasilič Prochorovič Gorjačkin (1868 – 1935) teoreticky vypracoval tvar orebního tělesa a za jeho elementární základ určil třístranný klín v roce 1898 (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

Gorjačkin pracoval s předpokladem tří základních odporů při odporu pluhu dle vztahu č. 3:

$$F = F^1 + F^2 + F^3 \quad (3)$$

$$a) F^1 = G * f \text{ [kP]}$$

F^1 = odpor vlivem pluhu po pozemku

G = tíhová síla

f = koeficient odporu analogický s koeficientem tření půdy o ocel, třením orebních těles, nábojů kol. Většinou je hodnota $f = 0,3$ až $0,5$.

$$b) F^2 = k * a * B \text{ [kP]}$$

F^2 = Odpor potřebný na deformaci půdy, nezávislý na rychlosti orby.

k = měrný odpor půdy [kp. m⁻²]

a = hloubka orby [m]

B = šířka záběru pluhu [m].

$$c) F^3 = \varepsilon * a * B * v^2 p$$

F^3 = spotřeba tahové síly pro překonání odporu vznikající uvedením skývy do odhazování skývy

ε = koeficient závislý od tvaru odhrnovačky i vlastností půdy. Většinou e jeho hodnota 300 – 1000 [kp.s⁻². m⁻⁴]

a = hloubka orby [m]

B = šířka záběru pluhu [m].

vp = pracovní rychlost [m. s⁻¹]

Malé pracovní rychlosti (do $vp = 1,4$ m. s⁻¹) je hodnota F^3 menší. Přibližně asi

4 – 5% celkového odporu pluhu.

Celková síla nutná na překonání jednotlivých odporů dle vztahu č. 4:

$$F = G * f + k * a * B + \varepsilon * a * B * v^2 p \quad (4)$$

Tato rovnice ukazuje, že na technologickém procesu práce se podílejí poslední dvě rovnice, které nazýváme užitečný odpor. První část rovnice vyjadřuje neužitečný odpor, který je z celkového odporu pluhu větší.

Poměr užitečného odporu k celkovému odporu vykazuje stupeň účinnosti pluhu dle vztahu č. 5:

$$\eta = \frac{F^2 + F^3}{F} = \frac{k * a * B + \varepsilon * a * B * v^2 p}{G * f + k * a * B + \varepsilon * a * B * v^2 p} \quad (5)$$

Z měřených hodnot je stupeň účinnosti pluhu u závěsných pluhů 0,3 – 0,5 a stupeň účinnosti pluhu u nesených pluhů je 0,4 – 0,6 (Friedman et al., 1973).

1.4.10 Tahový výkon

Popis tahu ukazuje změnu tahové síly změnou převodového stupně a průběhu měrné spotřeby. Na tahový výkon má vliv:

- mechanická účinnost $\eta_m = 0,85$ až $0,93$ (pro kolové traktory vyšší hodnoty)
- valivá účinnost η_{val} s nejmenší hodnotou při malé tahové síle a převážná část výkonu překonává valivý odpor
- prokluzová účinnost η_δ se zvyšující tažnou silou se zmenšuje a zvyšuje se prokluz. Při pracovní činnosti bývá do 20%.

Celkovou tahovou účinnost vyjadřuje součin účinností. Celková účinnost při stálém výkonu motoru určuje tahový výkon při nějaké tažné síle v případě plynulé pojezdové rychlosti. V praxi se vyskytuje mezi výkony při jednotlivých převodových stupních část, kdy se úplný výkon nemůže využít. Z toho důvodu se vyrábějí převodovky s velkým rozsahem převodových stupňů, nejlépe automatické.

Maximální tahová účinnost $\eta_{max} = 0,7$. Doporučená pracovní tahová účinnost je od 0,4 až 0,7.

Znalost tažné síly je předpokladem správné volby připojení vhodného stroje. Tahový výkon se vyjadřuje dle vztahu č. 6:

$$P_x = P_{mot} * \eta_x \quad (6)$$

kde P_{mot} - výkon motoru

η_x - tahová účinnost

$$P_x = F_x * vp$$

kde F_x - tahová síla

vp - pracovní rychlost

Výpočet tahové síly dle vztahu č. 6: $F_x = \frac{P_x}{vp}$ [kN] (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

1.4.11 Zásady sestavování orebních souprav

Orba je energeticky nejnáročnější částí zpracování půdy. Vhodné sestavení orební soupravy má vliv na úspornost prováděné agrotechnické operace. Proto je nutné připojovat za traktor takový pluh, aby jeho celkový odpor odpovídal tahovým schopnostem traktoru. Traktor musí pracovat s celou svojí tahovou účinností a dodržovat stanovenou průměrnou rychlost (Hůla et al., 1997)

1.4.12 Organizace orby

Organizace orby zajišťuje správnou volbu orební soupravy a využití tažné síly, v přípravě zvoleného pluhu a traktoru na orbu. Příprava pozemku stanovuje směr orby a způsob orby (Škaloud et al., 1971).

1.4.13 Příprava pozemku

Na pozemku se před orbou případně odstraní překážky znesnadňující řádnou orbu. Na konci pozemku vznikají souvratě. Šířka záleží na typu traktoru a pluhu. Pro lepší a stejnoměrnější vnikání plužních těles na souvratě do půdy se před orbou provede brázda po celé délce souvratě. V naznačených místech se spouštějí i zdvihají plužní tělesa (Škaloud et al., 1971).

1.4.14 Směr orby

Pozemky v rovině se orají od delší strany, směr orby na svahu se provádí po vrstevnici. Tím se docílí, že povrchová voda je zadržována hřebeny brázd, nestéká po povrchu, nesplavuje ornici a zasakuje se do půdy a přispívá k obohacování půdní zásoby vody (Zapletal, 1959).

Na pozemcích ohrožených erozí se doporučuje neprovádět podmítku, protože posklizňové zbytky vytvářejí protierozní význam. Naopak je vhodná podmítka

kypřiči, které svrchní část ornice neobracejí, ale mělce kypří a na povrchu půdy posklizňové zbytky zůstávají. Při podzimní orbě na svahu volíme směr orby po vrstevnicích. Kvůli nebezpečí eroze se orba již neprovádí na svazích nad 16°. (Šimon, Lhotský, 1989).

1.4.15 Rychlost orby

Pro zvýšení výkonnosti orební soupravy se přidává orební těleso na pluh, nebo zvyšuje pracovní rychlost. Počet zvýšení orebních těles je omezený. Také agregace více pluhům přináší nevýhodu pohyblivosti soupravy a větší nároky na obsluhu. Zvýšení rychlosti orby z energetického hlediska přináší spíše větší spotřebu energie na zorání stejné plochy půdy při zachování shodné kvality zpracování půdy než při běžné rychlosti. Výhodou rychlorby je urovnanější povrch pole, při dopadu větších hrud na dno brázdy se lépe narušují a také dochází k menšímu prokluzu kol (Friedman et al., 1973).

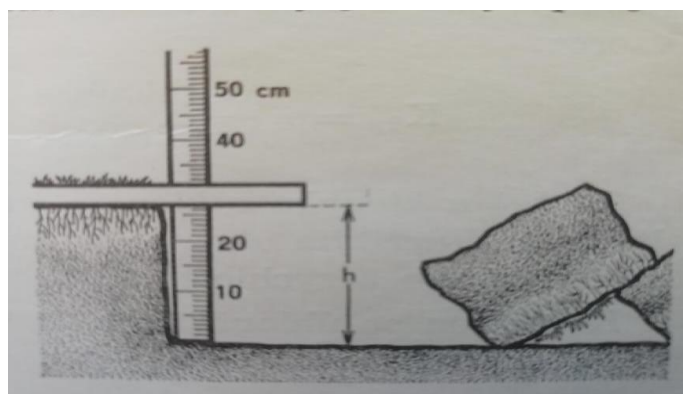
Pojezdová rychlost se využívá v technologickém procesu vlastní orby i v orebním výkonu. Při rychlosti 0,5 – 0,8 m.s⁻¹ se skývy obrací pomalu a drobí se slabě. Zvýšením rychlosti orby z 1,1 m.s⁻¹ na 2,0 m.s⁻¹ se kvalita orby zlepší. Velká rychlost orby půdu přemísťuje na větší vzdálenost a zároveň probíhá její třídění. Hroudy o větší velikosti dopadají blíže, menší zase dále a zůstávají na povrchu. Zároveň pokrývají spodní uložené větší hroudy. Rychlejší orba je nevhodná na vyschlé, těžší půdě, protože se půda špatně kypří a zvyšuje se odpor půdy.

Pojezdovou rychlost ovlivňuje odpor půdy, svažitost pozemku a prokluz (Šimon, Lhotský, 1989).

Pro vyšší rychlost orby se na pluh montují zkrácené kulturní odhrnovačky. Ty mají pracovní povrch přizpůsoben, aby převládala obracecí schopnost nad drobicí schopností odhrnovačky. Při úvaze rychlorby je nutné porovnat přínos zkrácení agrotechnické lhůty a celkovou energetickou bilanci (Procházka et al., 1986).

1.4.16 Kontrola orby

Kvalita orby ovlivňuje budoucí výnos, proto je důležité dodržet požadavky na orbu. Je to agrotechnická lhůta orby, hloubka orby (viz obrázek č. 15), rovnoměrnost hloubky, hřebenitou i kyprost orní vrstvy, stupeň zaklopení drnu a procento nedooraných míst (Procházka et al., 1986).



Obrázek č. 15: Měření hloubky orby brázdoměrem,
zdroj: Škaloud et al., (1971)

1.4.17 Náklady na provoz pluhu

Při úvaze o nakoupení nového stroje se nejvíce porovnává pořizovací cena, výkonnost, provozní spolehlivost, cena s dostupností servisu. Nejvýznamnější jsou jednotkové náklady na provoz stroje v podmínkách provozu. Jsou to fixní (pevné) a variabilní (proměnlivé) náklady (Abrahám et al., 1996).

1.4.18 Současná technika pro zpracování půdy

V současné době zemědělci, kteří hospodaří na orné půdě, mají možnost zvolit různé technologie zpracování půdy. Přesto je nutné vybrat vhodnou variantu výběru techniky, protože v případě pořízení nevhodně zakoupených strojů může dojít k finančním potížím zemědělského podniku. Vysoká investice do určitých strojů na zpracování půdy většinou nedovoluje přechod na jinou variantu technologie. Je důležité před tímto rozhodnutím mít k dispozici dostatek objektivních podkladů (Pastorek et al., 2002).

Moderní zpracování půdy uplatňuje technologie, které jsou v porovnání běžné technologie ekologickým přínosem. Jedná se hlavně o omezení hloubky, intenzity kypření půdy a zanechání určitého počtu rostlinných zbytků na povrchu. Kvalitní zpracování půdy zajišťuje vhodná zemědělská technika. V poslední době se prosazují radličkové kypřiče, talířové podmítače a talířové brány. Talířové brány splňují vysokou výkonnost svojí vyšší pojezdovou rychlostí. Pro své všestranné využití v běžném zpracování půdy působí jako podmítač a pro půdoochranné technologie provádějí úsporné mělké zpracování půdy (Hůla, Rybka, 1997).

1. 5 Pluh

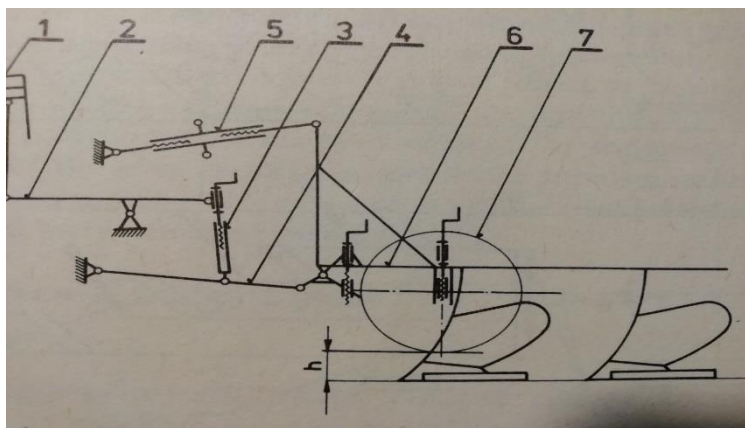
Úkolem radličného pluhu je obracet zpracovávanou vrstvu půdy, kypření drobení, mísení půdy. Pokud je pluh dobře seřízený, zůstává na povrchu přibližně jen 10 % rostlinných zbytků (Hůla et al., 1997).

1.5.1 Rozdělení pluhů

Pluhy se rozdělují podle:

- konstrukce pracovních orgánů (radličné, talířové, kombinované, speciální)
- způsobu obracení skývy (jednostranné, oboustranné)
- relativního pohybu pracovních orgánů (s relativním a bez relativního pohybu)
- účelu použití (podmítací, pro orbu, speciální)
- umístění na energetickým zdroji (čelní, mezinápravový a zadní)
- druhu tažného prostředku (potažní, traktorové, samochodné)

Traktorové pluhy se dělí na závěsné, nesené (viz obrázek č. 16) a polonesené (Procházka et al., 1986)

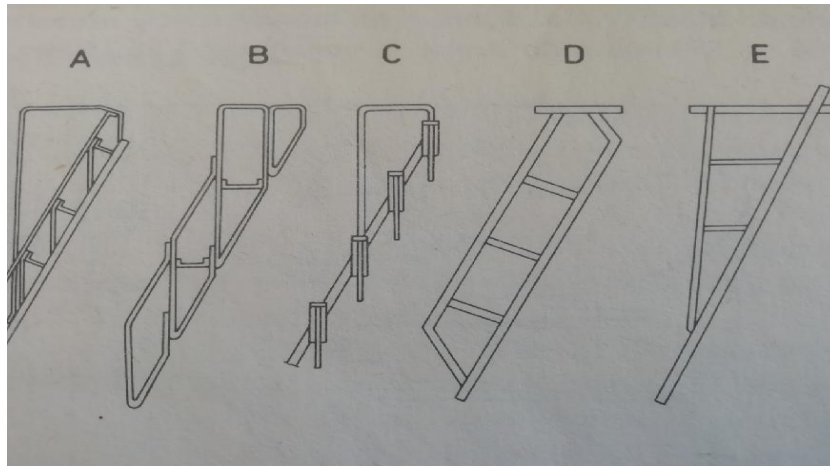


Obrázek č. 16: Nesený pluh, 1 - přímočarý hydromotor traktoru, 2 - zvedací rameno, 3 - zvedací táhlo s plynulou regulací délky, 4 - dolní závěsná táhla, 5 - horní (vzpěrné) táhlo, 6 - rám, 7 - opěrné kolo se zahlubovacím ústrojím,

zdroj: Procházka et al., (1986)

1.5.2 Rám pluhu

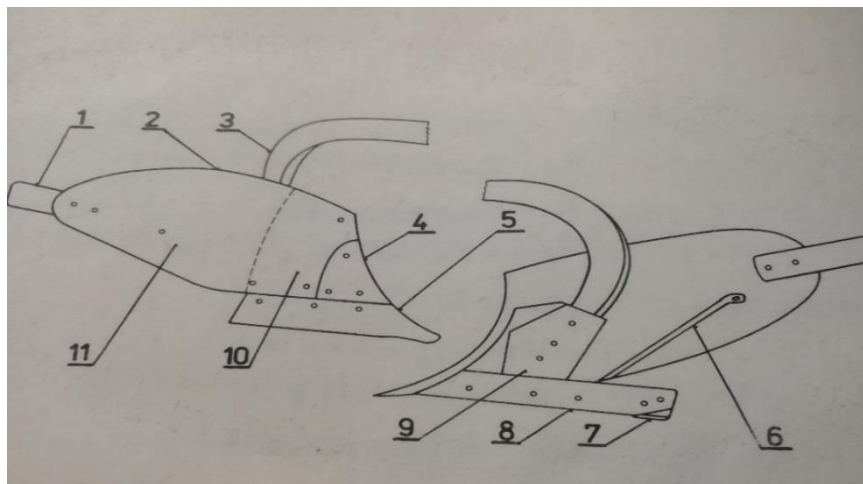
Rám pluhu (viz obrázek č. 17) je tuhá konstrukce nosníků a rozpěr sloužící k nasazení pracovních a pomocných ústrojí pluhu (Procházka et al., 1986).



Obrázek č. 17 : Rámy pluhu, A-nosníkový rám, B-příhradový rám dělený,
C-dělený nosníkový rám, D, E-nedělené nosníkové rámy,
zdroj: Procházka et al., (1986)

1.5.3 Orební těleso

Orební těleso (viz obrázek č. 18) se skládá z čepele, vzpěry, pera a plazu, odhrnovačky. Tyto části jsou spojeny a uchyceny k rámu pluhu slupicí. Odhrnovačka s čepelí tvoří radlici (Hůla et al., 1997).



Obrázek č. 18: Radličné orební těleso: 1- pero, 2- odhrnovačka, 3- horní slupice,
4- výměnná část hrudi odhrnovačky, 5- čepel, 6- vzpěra, 7- patka plazu, 8- plaz,
9- spodní slupice, 10- hrud' odhrnovačky, 11- křídlo odhrnovačky,

zdroj: Procházka et al., (1986)

Na konci 80. let se v Agrozetu v Roudnici nad Labem vyráběla plužní tělesa:

- P 1 (pološroubová se záběrem 30-35 cm)
- S 1 (šroubová se záběrem 30-35 cm)
- P 40 - 12 (speciální se záběrem 40 cm pro hlubokou orbu)
- 25 - 10 (pološroubová se záběrem 25 cm, umožňující klopit skývu proti svahu)

Celosvětovým trendem v osmdesátých letech byly plužní tělesa pološroubového tvaru, které obracejí skývu dokonaleji a jsou přizpůsobivé rychloorbě (Škoda, Kvěch, 1987).

1.5.4 Pojistné zařízení pluhu

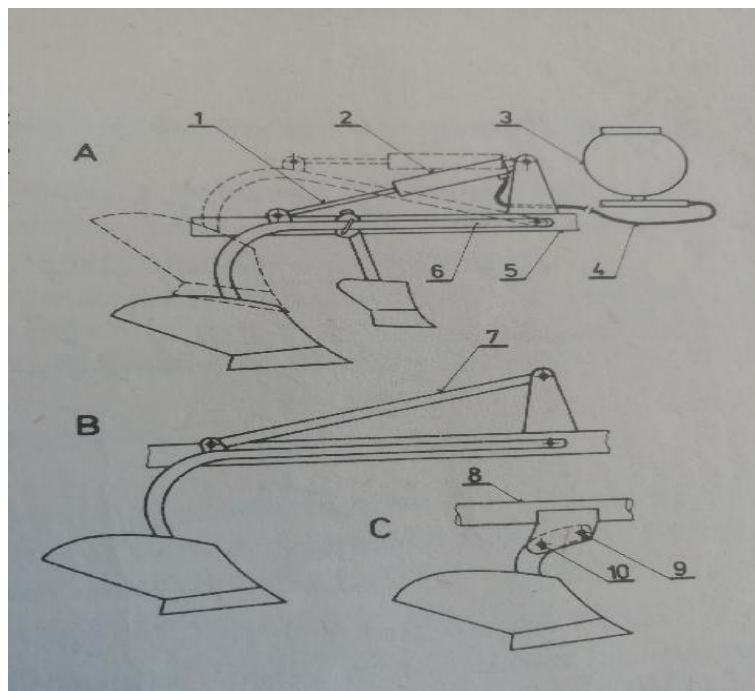
Jištění pluhu ochraňuje orební těleso pluhu. Orební těleso je zajištěno proti poškození při nárazu na překážku v půdě (Červinka et al., 1993).

Orební těleso se připojuje na rám pluhu šrouby na pevně, nebo výkyvně za asistence pojistného zařízení.

Pojistná zařízení se používají:

- střížné,
- třecí,
- pružinové,
- hydraulické.

Střížné i třecí zařízení vyžadují manuální zásah při nastavení tělesa do orební polohy, ostatní zařízení se vrací do orební polohy automaticky po přejetí překážky, nebo zvednutím pluhu. Nejčastěji se využívá jištění (viz obrázek č. 19) pluhu hydraulické (Procházka et al., 1986).



Obrázek č. 19: Pojistná zařízení radličných pluhů: A-hydraulické pojistné zařízení, 1- pístnice, 2- přímočarý hydromotor, 3- tlakový akumulátor, 4- tlaková hadice, 5- rám pluhu, 6- prodloužená horní slupice orebního tělesa, B- střížná pojistka 7- táhlo nahrazující hydromotor, C- střížná pojistka, 8- rám pluhu, 9- střížný šroub, 10- spojovací šroub, zdroj: Procházka et al., (1986).

Při návrhu pojistného zařízení se dodržuje podmínka, že síla F_p na uvolnění pojistky musí být větší oproti maximální zatěžující síle F_{max} a zároveň menší než rozpočtová síla F_{roz} (viz vztah č. 7), takže dosazením vychází že:

$$F_{max} < F_p < F_{roz} \quad (7)$$

U závěsných pluhů (které budou použity v této práci) zabezpečují ochranu orebního tělesa pojistné zařízení umístěné v táhle závěsu. Při přetížení se odpojí celý pluh (Friedman et al., 1973).

1.5.5 Předradlička

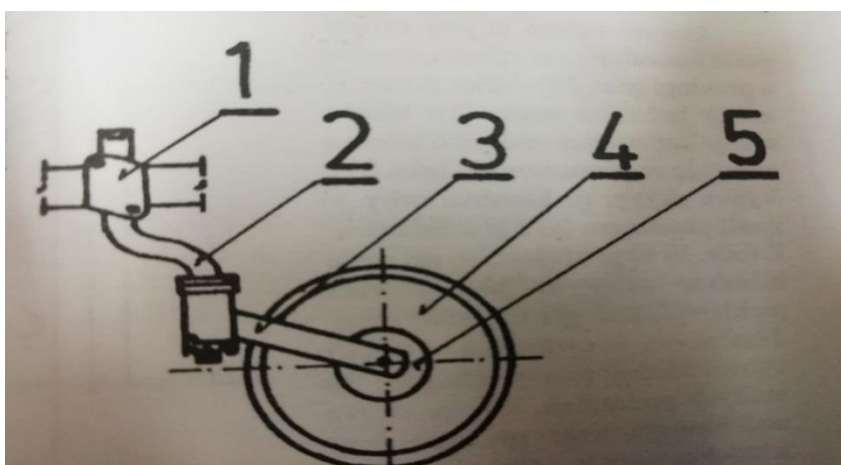
Předradlička odděluje část skývy s rostlinnými zbytky, skývu překlápí na dno brázdy. Montuje se před vlastní orební těleso. Předradlička se nejvíce uplatňuje při orbě víceletých píceň a usnadňuje předset'ová příprava půdy pro plodinu po víceleté píceň (Hůla et al., 1997).

1.5.6 Krojidla

Krojidlo slouží k odřezávání půdní skývy od půdního monolitu. Podle typu a určení pluhu se montují na pluh krojidla nožová nebo kotoučová.

Nožové (čepelové) krojidlo se nejvíce používalo u potažních pluhů. Je to nůž montovaný na slupici před plazem. Ostří skloněné mírně dozadu je postaveno vertikálně, dotýkající se polní hrany čepele orebního tělesa (Červinka et al., 1993).

Kotoučové krojidlo (viz obrázek č. 20) vykazuje menší tahový odpor než nožové krojidlo, odřezávání je přesnější, rozřezané rostlinné zbytky nevytahuje na povrch jako čepelové krojidlo, ale zatlačuje pod povrch (Friedman et al., 1973).



Obrázek č. 20: Kotoučové krojidlo: 1- třmen, 2- slupice, 3- vidlice, 4- krojidlo, 5- příruby, zdroj: Roh, Kumhála, Heřmánek (1997)

Při určení průměru kotouče je důležité počítat s tím, že se zvětšením průměru se zvýší i vertikální část reakce půdy snažící se o vytlačení krojidla z půdy. Proto se určují rozměry kotouče co nejmenší.

Výpočet průměru kotouče je dle vztahu č. 8:

$$D = 2 \left(a + \Delta a + \frac{d}{2} \right) \quad (8)$$

kde: a = zahloubení krojidla (12- 13 cm)

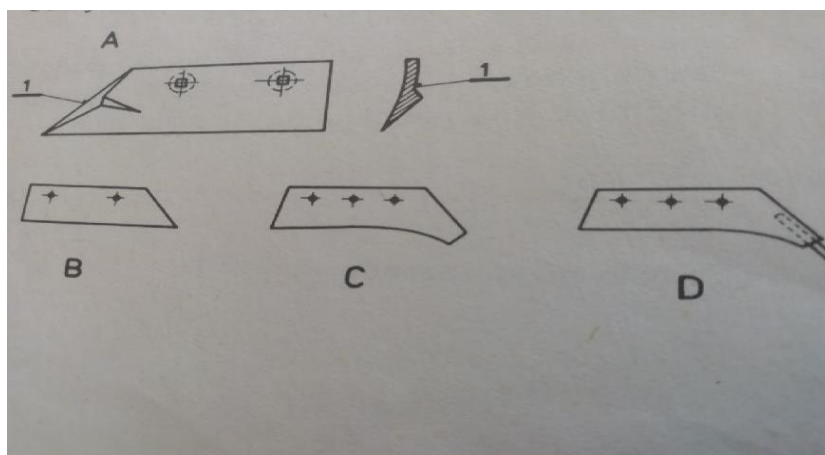
Δa = přídavek kvůli nerovnosti povrchu (1 – 2 cm)

d = průměr příruby (\approx 100 mm)

Řezný nástroj kotoučového krojidla pluhu se otáčí pomocí třecí síly mezi kotoučem a půdou (Friedman et al., 1973).

1.5.7 Čepel

Odděluje skývu od dna brázdy. Oddělená půdní skýva tvoří v průřezu tvar obdélníku. Čepel (viz obrázek č. 21) je velice vytiženou částí pluhu a proto je výhodná montáž čepele s dlouhou životností. U čepele se využívá systém výměny špičky čepele. Čepel je nejvíce namáhanou a opotřebitelnou částí orebního tělesa (Hůla et al., 1997).



Obrázek č. 21: Čepel, A- zadní strana lichoběžníkové čepele, B- lichoběžníková čepel, C- dlátovitá čepel, D- čepel s výměnným dlátem, 1- zesílení čepele nad hrotem
zdroj: Procházka et al., (1986)

Čepel je vyrobena ze speciální ocele. Z celkového odporu orebního tělesa zaujímá 50% odporu na čepele. Břit čepele se ková, kalí a tloušťka by neměla přesáhnout jeden milimetr. Životnost čepelí ovlivňuje použitý materiál na výrobu i abrazivní vlastnosti zpracovávaných půd (Procházka et al., 1986).

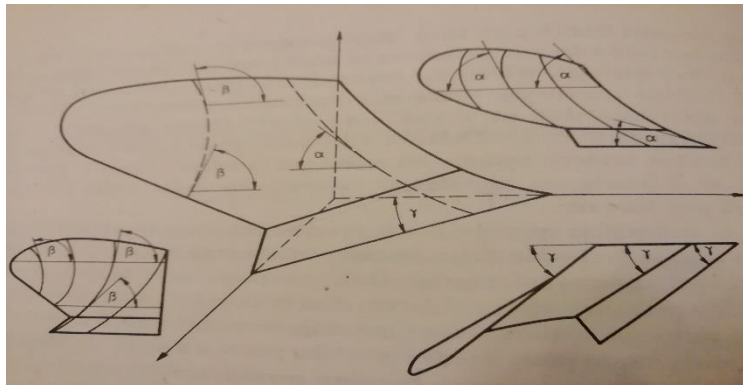
1.5.8 Radlice

Činná část orebního tělesa, kterou tvoří čepel a odhrnovačka, se nazývá radlice. Hrud' na pracovním povrchu odhrnovačky zvedá a drobí skývu, obracení skývy zajišťuje křídlo (Procházka et al., 1986).

Odhrnovačky dělíme na:

- válcové
- kulturní
- pološroubové
- šroubové

Válcové odhrnovačky jsou určeny pro oboustranné výkyvné pluhy, dobře drobí, překlápění skývy je horší. Na orbu lehčích až středně těžkých půd se používají kulturní odhrnovačky, pološroubové odhrnovačky jsou vhodné na orbu těžkých půd a šroubové na zaorávání drnu, dokonale překlápí půdní skývy (Hůla et al., 1997).



Obrázek č.22: Úhly radličného tělesa, zdroj: Procházka et al., (1986)

Na orbu těžkých vlhkých půd se používají radlice s páskovou odhrnovačkou. Pásové odhrnovačky jsou lehčí a tím, že nemají celistvou plochu, snižují pracovní odpor pluhu, protože adheze se odvíjí od styčné plochy s půdou. Prováděly se i zkoušky odhrnovaček z plastů, kvůli nízké životnosti se nepoužívají (Hůla et al., 1997).

1.5.9 Plaz

Plaz je pásová ocel namontována na záhonovou stranu slupice. Přední část je zvednuta nad dno s odchýlením od stěny brázdy. Zadní konec plazu je nejvíce namáhanou i opotřebovanou částí. K této zadní části je připevněna patka plazu (Procházka, 1986).

1.5.10 Slupice

Podle provedení se dělí slupice na:

- plnou slupici
- dutou slupici
- kovanou slupici
- litou slupici.

Slupice se podle typu rámu rozlišují na:

-nízkou slupici

-vysokou slupici

Slupice uchycuje čepel, odhrnovačku a plaz. Na přední straně má sedlo pro čepel a odhrnovačku, na záhonové straně pro uložení plazu drážku (Procházka et al., 1986).

1.5.11 Zvedací a regulační mechanismy závěsného pluhu

Jsou to pomocné mechanismy, které se rozdělují na zvedací a stavěcí mechanismus. Zvedací mechanismus slouží k převodu pracovní polohy pluhu k poloze transportní. Stavěcí (regulační) mechanismus reguluje hloubku orby.

Mechanismus podle pojezdových kol se dělí na:

-mechanismus záhonového kola

-mechanismus brázdového kola

-mechanismus zadního kola

Záhonovým kolem se ovládají zahlubovací a zvedací mechanismus, brázdové kolo slouží ke spojování a vyrovnávání pluhu. Mechanismus zadního kola přenáší pohyb nápravy záhonového kola při zvedání pluhu na zadní kolo.

Zvedací automat pluhu spojuje a rozpojuje záhonové kolo se zvedacím mechanismem. Je ručně ovládán přímo z kabiny traktoru a zvedací automaty rozdělujeme na:

-rohatkový otevřený

-rohatkový uzavřený

-žebříčkový

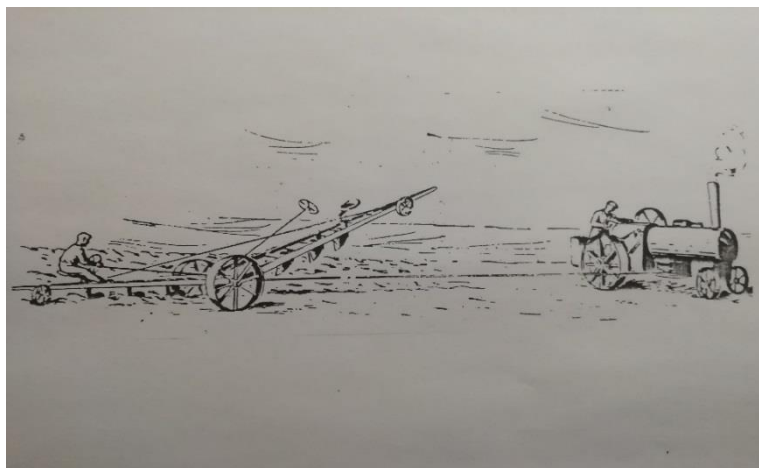
-hydraulický

Nejvíce je používán rohatkový otevřený zvedací automat (Friedman et al., 1973).

1.6 Typy pluhů a výroba pluhů v ČR

1.6.1 Lokomobila

Zdrojem mechanické energie v zemědělství začal být nejdříve parní stroj. Parní stroj se používal při výmlatu obilí a také k orbě (viz obrázek č. 23). Při orbě dva parní stroje (oračky), které byly umístěné na protilehlém konci pozemku, jednotlivě přitahovaly lanem navíjeného na buben, několikaradličný pluh. Orba pomocí tažné síly oraček byla provedena kvalitně a hluboko (Souhrada, 1962).



Obrázek č. 23: Orba parním strojem (oračka), zdroj: Souhrada (1962)

Systém parní orby za pomoci parního stroje navrhnul v roce 1858 John Fowler z Anglie. V Rakousku – Uhersku se lanová orba představila poprvé v roce 1861 na Slovensku a také v rakouském Schwechatu. U nás byla použita první parní orba v roce 1870 ve Zvoleněvsi a o rok později v Židlochovicích. Od té doby se v Čechách lanová orba s naproti stojícími stroji velmi rozšířila a v roce 1902 se v českých zemích používalo k orbě 363 parních orebních souprav (Novák, 2004).

1.6.2 Motorový pluh

V Čechách se první motorový pluh vystavoval na jarní zemědělské výstavě v Praze, autorem tohoto pluhu byl Václav Snětina z Přístupimi u Českého Brodu. Motorový pluh se skládal ze čtyř pojezdových kol a na jeho čelech byly zavěšeny dvojradičné a tříradičné pluhy zvedající se lanem vedeného přes kladku.

Továrna Rudolf Bächer v Roudnici na Labem začala vyrábět motorový nesený pluh Excelsior (viz obrázek č. 24) od roku 1911. Motor dodávala firma z Mladé Boleslavi Laurin a Klement. Byl to jednoúčelový stroj pro hlubokou orbu, který měl dvě velká pojezdová kola vpředu a jedno menší kolo v zadu sloužící k řízení, které

zajišťovali dva lidé. Pluh se šesti radlicemi poháněl motor o výkonu 52 až 60 kW. Celková cena činila 28 000 korun (Novák, 2004).



Obrázek č. 24: Motorový pluh Excelsior, zdroj: Novák (2004)

1.6.3 Pluhy potažní

Po zdomácnění zvířat začal člověk zvířata využívat k zemědělské činnosti. Zdrojem pohybové energie se staly koňské potahy nebo potahy dobytčí (Souhrada, 1962).

V minulosti byl nejvíce používaným typem orebního nářadí tažený pluh. Potah byl zapřahován za pomoci bran, koně se zapřahovali k rozporkám (zavěšeny na konci váziště). To vše se připojovalo k drabci koleček pomocí svorníku. Většinou se do potažního pluhu zapřahal jeden pár potahu pomocí chomoutu (Novák, 2004).

Dušek (1967) uvádí při sledování pohybových hodnot koní, že pokud koně provádějí střední orbu taženým pluhem, délku kroku a také rychlost pohybu zkracují o 25 % nežli u srovnání při volném předvedení. Při hluboké orbě dokonce až o 38 %.

Od druhé poloviny 20. století se vyrábělo stále potahové nářadí (viz obrázek č. 25) sériově, nebo podle požadavku. Výrobní program potahových pluhů u nás v roce 1955 popisuje Bláha (1955):

- pluh jednoradličný s předradličkou a s krojidlem (výroba podle požadavku)
- dvojradičný pluh pro střední orbu a podmítku (výroba podle požadavku)
- jednoradliční obracecí pluh s předradličkou a krojidlem, pro svahovité terény v horských oblastech (výroba podle požadavku)
- dvojradičný obracecí pluh pro střední orbu a podmítku (výroba podle požadavku)
- tříradličný pluh podmítací (výroba podle požadavku)



Obrázek č. 25: Potahový pluh, zdroj: Bächer (1939)

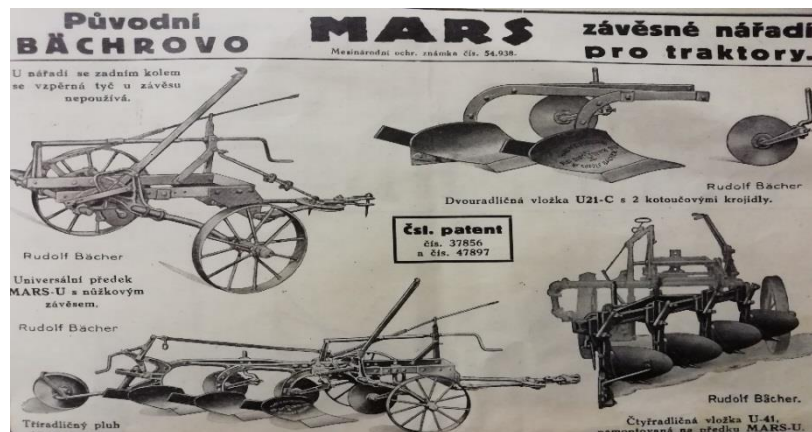
1.6.4 Traktorové pluhy

Traktorové pluhy se rozdělují na:

- a) Závěsné pluhy
- b) Nesené pluhy
- c) Polonesené pluhy

a) Závěsné pluhy jsou připojeny k traktoru závěsem, který má dvě táhla a závěsné pravítko s pevným nebo volným závěsným pravítkem. Závěs zajišťuje vyrovnaný chod pluhu, který musí dovolovat regulaci bodu připojení pluhu s traktorem ve svislé i vodorovné rovině. Rám pluhu s upevněnými orebními tělesy je posazen na třech kolech. Kolo záhonové, brázdové a zadní. Nápravy kol jsou spojeny seřizovacím a zvedacím ústrojím. (Friedman, 1973).

Pluhy závěsné se podle konstrukce dělí na pluhy víceúčelové a jednoúčelové, které slouží jen k orbě. Víceúčelové pluhy (viz obrázek č. 26) jsou s univerzálním předkem, ke kterému se montovaly podmittací, orebné a kultivátorové vložky. Základním universálním předkem je UPS předek, který má zvedací automat, závěs umožňující stranovou a výškovou regulaci, regulační šroub a páku na hloubku orby (Maleř, 1957).



Obrázek č. 26: Pluhy závěsné za traktor, zdroj: Bächer (1939)

b) Pluhy nesené jsou připevněny k traktoru třibodovým závěsem. Nesený pluh se ovládá hydraulickým okruhem traktoru a ručně stavitelným šroubem na ramenech traktoru (Maleš, 1957).

Po připojení k traktoru jsou nesené pluhy kratší než závěsné pluhy, veškerá váha pluhu je přenesena na podvozek traktoru (Procházka et al., 1986).

c) Polonesené pluhy se k traktoru připojují do třibodového závěsu spodních táhel. V přepravní poloze se rozděluje hmotnost pluhu mezi podvozek traktoru a podvozek pluhu.

Připojení k traktoru je pomocí čepů závěsu pluhu, které se nasadí do spodních táhel třibodového závěsu traktoru a rychlospojky vnějšího hydraulického okruhu traktoru, kterým se ovládá zadní část pluhu (Červinka et al., 1993).

1.6.5 Pluh a traktor před a po roce 1945

Od roku 1926 začala výroba traktorů Škoda HT 30, ke konci dvacátých let přišla s výrobou traktoru Praga a předvedla traktor Praga AT 25. Rokem 1929 představila prostějovská továrna Wikov nový traktor Wikov 32 a ve třicátých letech předvedla firma Svoboda z Kosmonos u Mladé Boleslavi traktor Svoboda Diesel Kar. Po druhé světové válce začala výroba traktorů Škoda 30, Svoboda 15 a Zetor 25. Všechny tyto traktory používaly pluhy závěsné (Souhrada, 1962).

Výrobě traktorových závěsných strojů ke zpracování půdy se věnoval hlavně podnik Rudolfa Bächera z Roudnice nad Labem. Stala se největším výrobcem, prodejcem zemědělských strojů u nás, ale i úspěšným vývozcem do zahraničí (Novák, 2004).

V Československu bylo v roce 1937 asi 8000 traktorů, v roce 1950 se používalo přibližně 26 000 strojů (viz obrázek č. 27) a v roce 1965 už pracovalo v zemědělských podnicích okolo 125 000 traktorů. Počet traktorů v roce 1953 vycházel na 1 000 hektarů zemědělské plochy 4,6 kusů, ale v roce 1965 na stejný počet připadalo už 25,3 traktorů (Dušek, 1967).



Obrázek č. 27: Rozorávání mezi v Malovicích u Vodňan, srpen 1950,
zdroj: Pešek (1985)

Na konci 40. let dvacátého století se začal vyrábět traktor s hydraulickým zařízením (Zetor 25A, Zetor 25K) a to byl začátek výroby nesených pluhů u nás (Souhrada, 1962).

Od sedmdesátých do devadesátých let 20. století v ČR vyráběl Zetor I. a II. unifikovanou řadu traktorů a Liaz Škodu ŠT 180. Tyto moderní traktory používaly pluhy podmítací sedmiradličné až devítiradličné, pluhy pro střední orbu čtyřradličné až osmiradličné, pro hlubokou orbu tříradličné až šestiradličné (Procházka, 1986).

V současné době jsou v České republice podmínky srovnatelné se západními státy, které nabízejí možnost pořízení traktoru a pluhu libovolné značky. Neustále probíhá vývoj agregátů pro provedení i usnadnění nejnamáhavější pracovní operace základního zpracování půdy. Využití víceúčelového mobilního traktoru a pracovního stroje se i v moderním zemědělství při zpracování půdy stále prosazuje. Výkon motorů u traktoru se zvyšuje, spotřeba paliva se snižuje, používají se elektronické převodovky, regulační hydraulika, pásové podvozky. Traktory dnes využívají elektronizaci pracovních souprav. Jsou to čidla, signální zařízení, informační,

regulační a řídicí prvky jsou napojené k digitální sběrnici, probíhá vzájemná komunikace traktoru a pracovního nářadí na základě zadaných parametrů.

Také u pluhu se stále inovují konstrukční řešení, které směřují ke zlepšení kvality orby a zvýšení výkonu za minimální náklady. Přispívá k tomu možnost změny pracovního záběru pluhu, hloubky a ovlivnění drobení skývy, automatická pojistka orebních těles, samonaváděcí systém při jízdě traktoru on - land. K pluhu lze připojit pěch, který zkracuje čas mezi orbou a setím, nebo drtič hrud (Pastorek et al., 2002).

Uplatňují se též oboustranné výkyvné pluchy se symetrickými odhrnovačkami s válcovou pracovní plochou pro orbu lehkých a středních půd. Orba probíhá bez rozorů a skladů, přestože se u pluhů nevyskytují zdvojená orební tělesa. Konstrukce radlic poskytují to, že shodná orební tělesa vykonávají střídavě práci těles levostranných i pravostranných. Výhodou oboustranných výkyvných pluhů oproti oboustranným otočným pluhům je, že mají menší hmotnost i menší náklady na pořízení. Nevýhodou těchto pluhů je potřeba větší tahové síly až o 20% než běžné pluchy s orebními tělesy (Hůla et, al., 1997).

V České republice je výrobcem moderních pluhů firma Sukov, která produkuje jednostranné nesené pluchy Katland - dvouradličné až šestiradličné pluchy jištěné šroubem, obracecí nesené pluchy Junior Roto - dvouradličné až pětiradličné pluchy jištěné systémem listových pružin Spring, dále obracecí polonesené pluchy ArcoAgro On-Land - pětiradličné až devítiradličné pluchy jištěné systémem Spring a ArcoAgro NP On-Land s uspořádáním orebních těles 7+2 až 9+4 (třináctiradličný pluh), vybavený mimo jiné i tlumičem rázů při přepravě. Pro traktory bez třibodového hydraulického závěsu vyrábí společnost univerzální podvozek Assist (<https://sukov.cz/produkty/>, - „staženo dne: 14. 3. 2020“).

Výrobce pluhů Sukov vlastní certifikát Strenx na hlavní rámovou vysokopevnostní ocel. Rám z vysokopevnostní borové ocele je potom mnohem více pružný, tvrdý a nedochází k ohybu – (<https://agroportal24h.cz/clanky/ceske-pluchy-sukov-orou-az-na-sibiri-vyrobce-nyni-posiluje-i-na-domacim-trhu>, - „staženo dne: 14 . 3. 2020“).

Dalším důležitým tuzemským výrobcem je od roku 1995 společnost OPaLL AGRI s.r.o. Firma nabízí pluchy nesené oboustranné otočné Jupiter, které jsou tříradličné až pětiradličné jištěné střižným šroubem, nebo pružinovým mechanismem, pluchy Apollo čtyřradličné až šestiradličné jištěné střižným šroubem, pružinovým, nebo

hydropneumatickým mechanismem a také polonesené pluhy Europa II a Orion, pětiradličné až devítiradličné pluhy jištěné střížným šroubem nebo pružinovým mechanismem s ovládním hydraulického nastavení záběru první radlice – (<http://opall-agri.cz/pluhy-2,-> „staženo dne: 14. 3. 2020“).

2 Cíl práce

Cílem práce je naměření a vyhodnocení plošných výkonností a spotřeb pohonných hmot v přípravě půdy různými druhy pluhů v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v české republice a odpovědět na otázky:

1. Který ze sledovaných pluhů má prokazatelný vliv na vyšší kvalitu orby a na úsporu nákladů?

2. Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

Dílčí cíle diplomové práce:

1. Změřit plošnou výkonnost, kvalitu práce a spotřebu PHM zvolených strojů v porovnatelných podmínkách.

2. Odpovědět na otázky z cíle této práce.

3. Výsledky zhodnotit a uvést závěry pro praxi.

3 Metodika

3.1 Úvod k měření

Už v minulosti i nyní je kladen důraz na zpracování půdy. Hlavně se jedná o kvalitní provedení orby a co nejmenší zatížení energetickou náročností. Tato práce má za úkol zjistit měřením práci pluhu a energetického prostředku.

3.2 Pozemek

Zvolený pozemek pro orbu je přibližně 0,712 km od stanoviště zvolené zemědělské techniky. Je mírně svažité, a proto byla orba rozdělena na dvě části, aby se vyrovnaly podmínky na energetickou náročnost při orbě a současně možnost provést jedno otočení na souvrati pro každý pluh.

Orba a měření je plánované provádět v jeden den dohromady, aby se zajistily stejné podmínky půdy a klimatické podmínky. V opačném případě by rozdílné podmínky mohly ovlivnit výsledné měření. Hloubka podmítky se provede v rozmezí 8 - 12 cm, hloubka orby 18 - 22 cm.

3.3 Pluhy a traktory pro předvedení orby

3.3.1 Pluh víceúčelový UPS a vložka U-51

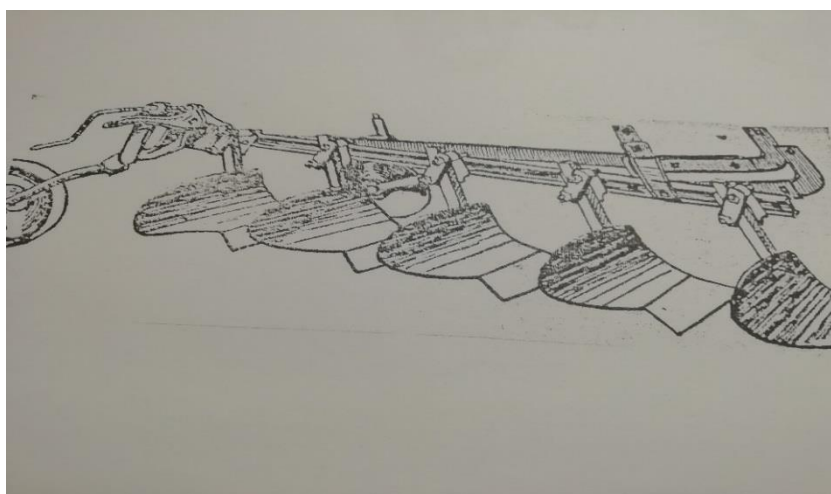
- výrobce: Agrostroj Roudnice nad Labem
- použití: podmítka, mělká orba
- rok výroby předku UPS: přibližně 1950 - 1955
- rok výroby vložky U 51: 1957
- hloubka orby max.: 15 cm
- cena v roce 1939: 4920,- Kč

Tabulka č. 1: Popis pluhu U-51

Počet radlic	5
Celková délka	4 060 mm
Celková šířka	1 580 mm
Celková výška	1 280 mm
Výška pod rám	405 mm
Hmotnost vložky	435 kg
Záběr jedné čepele	25 cm
Celkový záběr	125 cm

Montáž pluhu s vložkami se musí provádět na rovné ploše. Vložka se postaví do horizontální polohy, ležící na ostřích a plazech. Víceúčelový předek se umístí před vložku a sníží se do polohy vložky vypínací pákou zvedacího zařízení a regulačním šroubem. Pákou na vyrovnávání hloubky orby se vyrovná rám pluhu. Přední část s vložkou se vymezi výztužnou vložkou a spojí se čtyřmi šrouby.

K přepravě pluhu (viz obrázek č. 28) se odlehčí zvedací zařízení regulačním šroubem, vyrovnávací páka hloubky orby se nechá v horizontální poloze, táhlo pluhu se napne k zadnímu kolu, regulační šroub se dotáhne. Dosahovaná přepravní rychlost by neměla přesáhnout $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (Maleř, 1957).



Obrázek č. 28: PZ vložka U-51, zdroj: Maleř (1957)

3.3.2 Pluh nesený 532

-výrobce: Agrostroj Roudnice nad Labem

-použití: podmítka, mělká orba

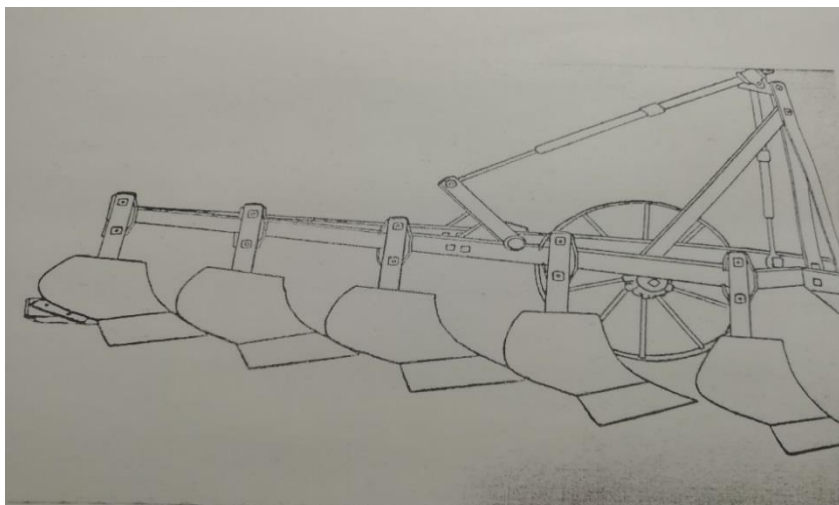
- rok výroby: 1961

Tabulka č. 2: Popis pluhu PN 532 (viz obrázek č. 29)

Počet radlic	5
Celková délka	2 280 mm
Celková šířka	1 460 mm
Celková výška	1 310 mm
Výška pod rám	420 mm
Hmotnost	230 kg
Záběr jedné čepele	25 cm
Celkový záběr	152 cm

-hloubka orby max: 15 cm

- při 5 km.h⁻¹ zorá 0,36 ha.h⁻¹



Obrázek č. 29: PN 532, zdroj: Maleř (1957)

3.3.3 Pluh víceúčelový UPS a vložka U-22

-výrobce: Agrostroj Roudnice nad Labem

-použití: střední a hluboká orba do 25 cm

-rok výroby předku UPS: přibližně 1950 – 1955

-rok výroby vložky U-22: přibližně 1950 – 1955

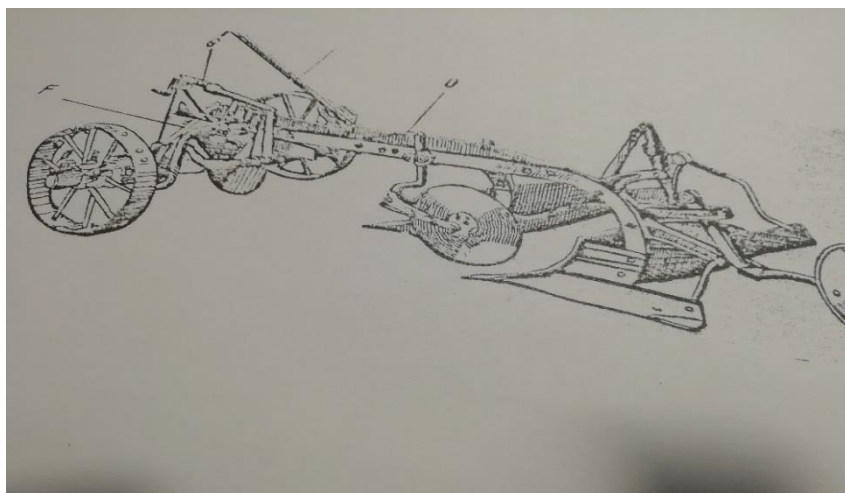
-hloubka orby max.: 25 cm

- při 5 km.h⁻¹ zorá 0,28 ha.h⁻¹

-cena v roce 1939: 4800,- Kč

Tabulka č. 3: Popis pluhu U-22 (viz obrázek č. 30)

Počet radlic	2
Celková délka	4 290 mm
Celková šířka	1 530 mm
Celková výška	1 280 mm
Výška pod rám	560 mm
Hmotnost vložky	450 kg
Záběr jedné čepele	30 cm
Celkový záběr	60 cm



Obrázek č. 30: PZ U-22: Spojení vložky s přední částí: O - přípevňovací šrouby

F – vypínací páka zvedacího zařízení, G - regulační šroub, zdroj: Maleř (1957)

3.3.4 Pluh nesený 252

-výrobce: Agrostroj Roudnice nad Labem

-použití: střední a hluboká orba

-rok výroby. 1961

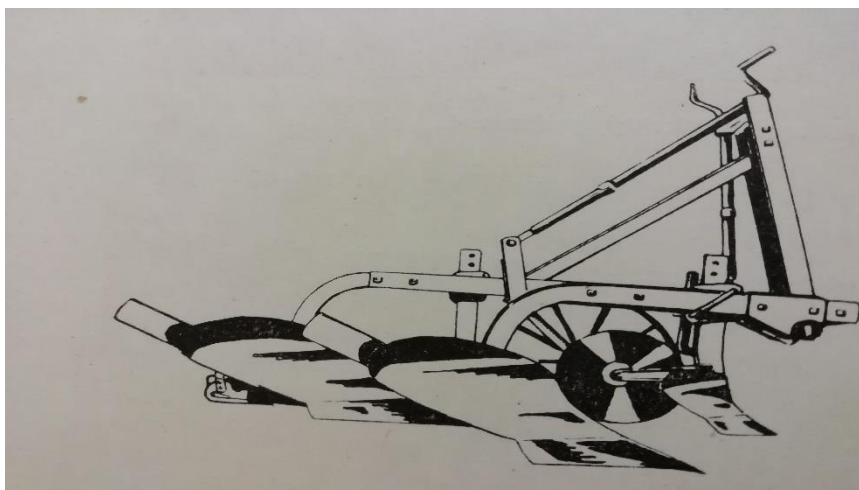
-hloubka orby max.: 25 cm

- při 5 km.h⁻¹ zorá 0,29 ha.h⁻¹

-cena v roce 1961: 775,- Kč

Tabulka č. 4: Popis pluhu PN 252 (viz obrázek č. 31)

Počet radlic	2
Celková délka	2 050 mm
Celková šířka	1 150 mm
Celková výška	1 485 mm
Výška pod rám	570 mm
Hmotnost	260 kg
Záběr jedné čepele	30 cm
Celkový záběr	60 cm



Obrázek č. 31: Pluh PN 252, zdroj: Souhrada (1962)

3.3.5 Traktor Škoda 30

Technické parametry viz tabulka č. 5, vzhled viz obrázek č. 32

Tabulka č. 5: Popis traktoru Škoda 30

Výrobce	Škodovy závody Plzeň
Rok výroby	1949
Hmotnost traktoru	2 040 kg
Druh motoru	naftový, čtyřtakový
Zařízení pro spouštění	Benzín
Počet válců	2
Obsah	3,116 cm ³
Vrtání	115 mm
Zdvih	150 mm
Maximální výkon	22 kW při 1500 ot. min ⁻¹
Chlazení	vodní s nuceným oběhem



Obrázek č. 32: Traktor Škoda 30, zdroj: Thierry (1951)

Připojení závěsného pluhu za traktor se provádí tak, aby pluh mohl zachovat seřízenou hloubku i záběr a záběry na sebe navazovaly. Hloubka orby všech orebních těles se zaručuje, je-li rám rovnoběžný s povrchem pozemku. Správný záběr všech orebních těles je dodržen, pokud je stejná podélná osa pluhu se směrem jízdy. Vyrovnání rámu pluhu v příčném směru vykonává vyrovnávací ústrojí brázdového kola. Umístění rámu v podélném směru koriguje seřízené ústrojí zadního kola a směr tahové síly (Procházka et al., 1986).

3.3.6 Traktor Z 3011

Technické parametry viz tabulka č. 6, vzhled viz obrázek č. 33

Tabulka č. 6: Popis traktoru Zetor 3011

Výrobce	Zetor Brno
Rok výroby	1965
Hmotnost traktoru	1 440 kg
Druh motoru	naftový čtyřdobý
Počet válců	3
Obsah	2 350 ccm
Vrtání	95 mm
Zdvih	110 mm
Maximální výkon	24 kW při 2000 ot. min ⁻¹
Chlazení	nucené, vodní s termostatem



Obrázek č. 33: Traktor Zetor 3011, zdroj: Souhrada (1962)

Připojení neseného pluhu za traktor se provádí spojením závěsného třibodového stojánku se závěsem traktoru a tímto se vyrovnává i příčný směr a podélný směr (Procházka et al., 1986).

3.4. Měřené hodnoty

Předvedení orby a měření probíhalo dne 7. 3. 2020 na pozemku po sklizni kukuřice. Pozemek nese název Číhadlo a nachází se v oblasti CHKO Blanský les, v nadmořské výšce 490 m n. m. Je mírně svažité, proto bude orba vedena v obou směrech.

3.4.1. Pracovní záběr pluhu

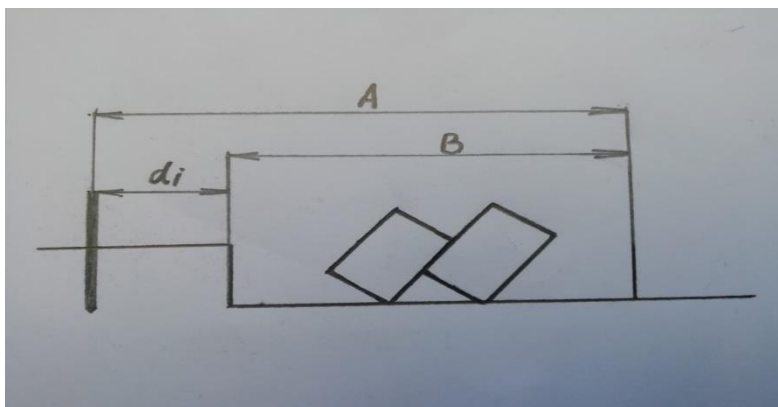
Na neobdělaném povrchu se vytyčí bod a změří se vzdálenost ke stěně brázdy. Po dalším průjezdu se provede druhé měření od nové stěny brázdy. Rozdílem se získá pracovní záběr pluhu (dle vztahu č. 9 a viz obrázek č. 34).

$$B = A - di \quad (9)$$

B – pracovní záběr pluhu [m]

A – zvolená vzdálenost [m]

di – vzdálenost od nové brázdy [m]



Obrázek č. 34: Pracovní záběr pluhu.

3.4.2 Pracovní hloubka pluhu

Maximální hloubka daného orebního tělesa se vypočítá dle vztahu č. 10:

$$h_{max.} = \frac{b}{1,27} \quad (10)$$

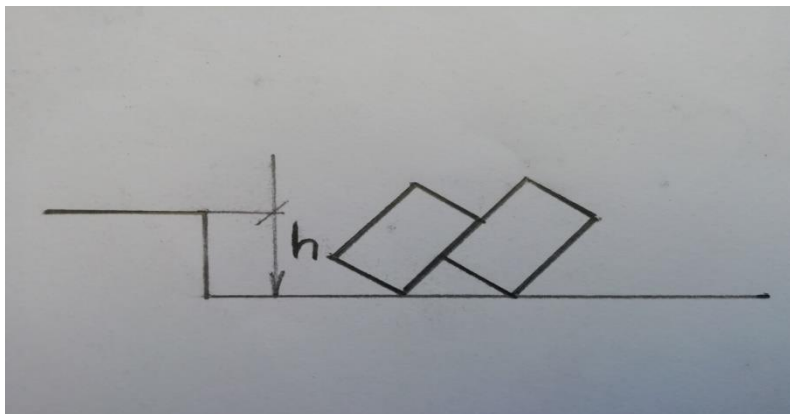
kde $h_{max.}$ – maximální hloubka orby

b – záběr orebního tělesa

hodnota 1,27 - mezní orební poměr.

Na dno brázdy se kolmo vloží posuvné měřítko a směrem k neobdělanému povrchu získáme hloubku. Hloubka orby (h) se bude měřit brázdoměrem (viz obrázek č. 35),

celkem na třech místech při každé orbě a zároveň bude probíhat kontrola rovnoměrnosti hloubka orby.



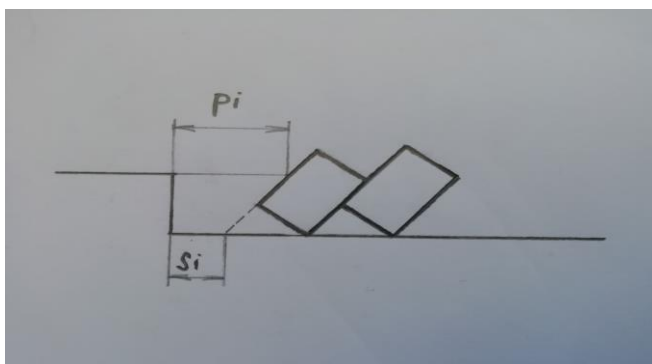
Obrázek č. 35: Měření hloubky orby (h).

3.4.3 Šířka dna brázdy

Šířka dna brázdy (s_i) je vzdálenost od stěny dna brázdy k okraji překlopené skývy (viz obrázek č. 36).

3.4.4 Otevření brázdy

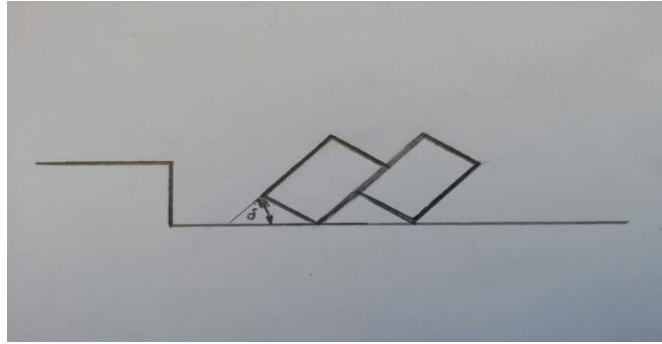
Otevření brázdy (p_i) je vzdálenost od horního okraje stěny brázdy k převrácené skývě (viz obrázek č. 36).



Obrázek č. 36: Šířka dna brázdy (s_i) a otevření brázdy (p_i).

3.4.5 Úhel překlopení skývy

Překlopení skývy se porovnává podle úhlu překlopení od dna brázdy. Na měření úhlu překlopení skývy použijeme úhloměr překlopení skývy (viz obrázek č. 37). Každá orba bude měřena dvakrát na různých místech.



Obrázek č. 37: Měření úhlu překlopení skývy.

3.4.6 Spotřeba paliva

Spotřeba paliva se bude měřit u traktoru Š 30 při orbě závěsných pluhů a u Z 3011 při orbě pluhů nesených. Po seřízení pluhu se nádrž traktoru před každou orbou naplní palivem na maximální možný stav. Orba bude probíhat po dobu 10 minut s jednou otáčkou na souvrati. Po uplynutí stanovené doby se orba zastaví a nádrž traktoru se opět naplní pomocí odměrného válce na maximální možný stav.

3.4.7 Měrná objemová spotřeba paliva

Spotřeba paliva na objemovou jednotku zpracované půdy orbou dle vztahu č. 11:

$$Q_o = \frac{Q}{B * h * L} \quad [\text{ml. m}^{-3}] \quad (11)$$

kde: Q_o - měrná objemová spotřeba paliva [ml. m^{-3}]

Q = spotřeba paliva [ml]

B = pracovní záběr pluhu [m]

h = pracovní hloubka pluhu [m]

L = délka měřicího úseku [m],

souprava: a) Š 30 + PZ U51

b) Z 3011 + PN 532

c) Š 30 + PZ U22

d) Z 3011 + PN 252

3.4.8 Měrná plošná spotřeba paliva

Spotřeba paliva na jednotku zpracované plochy 1 ha dle vztahu č. 12:

$$Q_p = \frac{Q}{B * L} * 10\ 000 \text{ [ml. ha}^{-1}\text{]} \quad (12)$$

kde: Q_p = měrná plošná spotřeba paliva [ml. ha⁻¹]

Q = spotřeba paliva [ml]

B = pracovní záběr pluhu [m]

L = délka měřicího úseku [m],

souprava: a) Š 30 + PZ U51

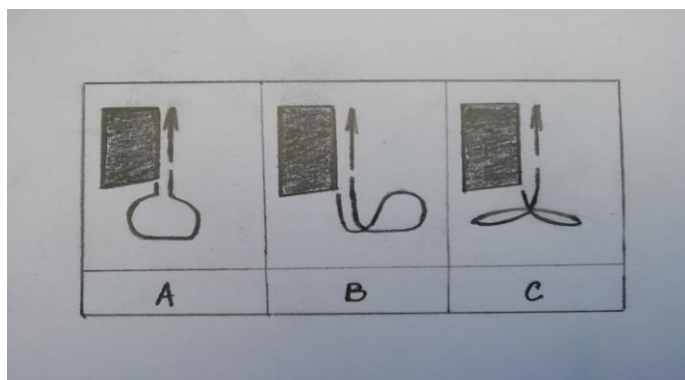
b) Z 3011 + PN 532

c) Š 30 + PZ U22

d) Z 3011 + PN 252

3.4.9 Šíře souvratě a otáčení soupravy

Na zjištění potřebné šíře souvratě využijeme měřící pásmo a na změření časové náročnosti na otáčku orební soupravy použijeme stopky. Tento čas se bude odměřovat od vyhloubení posledního orebního tělesa až do doby, kdy poslední orební těleso začne zahlubovat na stanovenou hloubku. Otáčení bude provedeno třemi různými způsoby A, B, C (viz obrázek č. 38).



Obrázek č. 38: Způsob otáčení orební soupravy na souvrati

3.4.10 Seřízení pluhu

Provede se měření časové náročnosti seřízení pluhu a zkušební jízdy (t_s) stopkami před orbou. Správně seřízený pluh by měl mít hlavně nastavenou stejnou výšku všech radlic, nastavení vodorovné polohy při orbě a ostré čepele.

3.4.11 Přejezd soupravy

Pozemek zvolený na provedení orby je vzdálený přibližně 0,712 km od stanoviště orební soupravy a převážná část komunikace má asfaltový povrch.

Čas přejezdu (t_p) traktoru se závěsným i neseným pluhem bude od stanoviště zemědělské techniky měřen až na pozemek provedení orby.

3.4.12 Výměna opotřebitelných dílů

Při výměně opotřebitelných dílů bude měřena časová náročnost na výměnu čepele, pera, odhrnovací desky, patky plazu. Výměna dílů bude probíhat na stanovišti pluhu a čas demontáže a montáže odměřen stopkami.

4 Výsledky

4.1. Pracovní záběr a hloubka pluhu, šířka dna a otevření brázdy a úhel překlopení skývy.

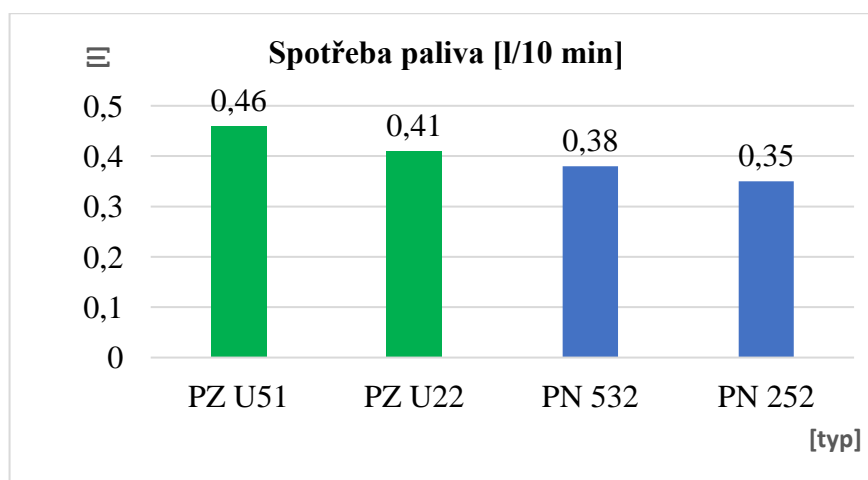
Zobrazuje tabulka č. 7.

Tabulka č. 7: Kvalitativní ukazatelé orby

Pluh	Záběr tělesa [cm]	Záběr pluhu [cm]	Hloubka orby [cm]	Šířka dna brázdy [cm]	Otevření brázdy [cm]	Úhel překlopení [°δ]
PZ U51	25	125	8	21-24	27-29	49-52
PZ U22	30	60	21	27-28	35-37	51-57
PN 532	25	125	7	21-23	26-28	48-52
PN 252	30	60	22	26-28	36-39	51-56

4.2 Spotřeba paliva

Z grafu (viz obrázek č. 39.) vyplývá, že spotřeba paliva na orbu závěsným pluhem je vyšší než orba pluhem neseným.



Obrázek č. 39: Grafické znázornění naměřených hodnot spotřeby paliva.

4.3 Měrná objemová spotřeba paliva

Zobrazuje tabulka č. 8.

Tabulka č. 8: Výsledek soupravy a, b, c, d

Traktor	Pluh	Spotřeba paliva ml. m ⁻³
Škoda 30	PZ U51	54,12
Zetor 3011	PN 532	39,73
Škoda 30	PZ U22	38,28
Zetor 3011	PN 252	31,19

4.4 Měrná plošná spotřeba paliva

Zobrazuje tabulka č. 9.

Tabulka č. 9: Výsledek soupravy a, b, c, d

Traktor	Pluh	Spotřeba paliva ml. ha ⁻¹
Škoda 30	PZ U51	43294
Zetor 3011	PN 532	35764
Škoda 30	PZ U22	80392
Zetor 3011	PN 252	68627

4.5 Šíře souvratě a otáčení soupravy

Zjištěné hodnoty šíře souvratě a časová náročnost na otočení orební soustavy zobrazuje tabulka č. 10, 11, 12. Z výsledných hodnot vyplývá, že závěsný pluh má větší nároky na šířku souvratě a zároveň i na čas otočení orební soupravy.

Tabulka č. 10: Otáčení soupravy- způsob A

Pluh	Traktor	Šíře souvratě A [m]	Čas na otočení t _o [s]
PZ U51	Š 30	17,40	24
PZ U22	Š 30	17,10	22
PN 532	Z 3011	14,75	16
PN 252	Z 3011	14,50	15

Tabulka č. 11: Otáčení soupravy- způsob B

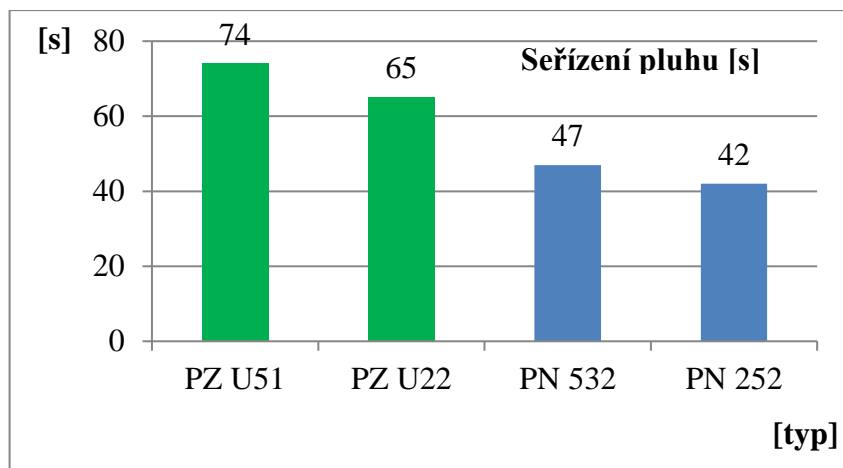
Pluh	Traktor	Šíře souvratě B [m]	Čas na otočení t _o [s]
PZ U51	Š 30	15,95	35
PZ U22	Š 30	15,70	33
PN 532	Z 3011	13,00	27
PN 252	Z 3011	12,90	26

Tabulka č. 12: Otáčení soupravy- způsob C

Pluh	Traktor	Šíře souvratě C [m]	Čas na otočení t _o [s]
PZ U51	Š 30	13,75	67
PZ U22	Š 30	13,50	65
PN 532	Z 3011	12,45	62
PN 252	Z 3011	12,30	62

4.6 Seřízení pluhu

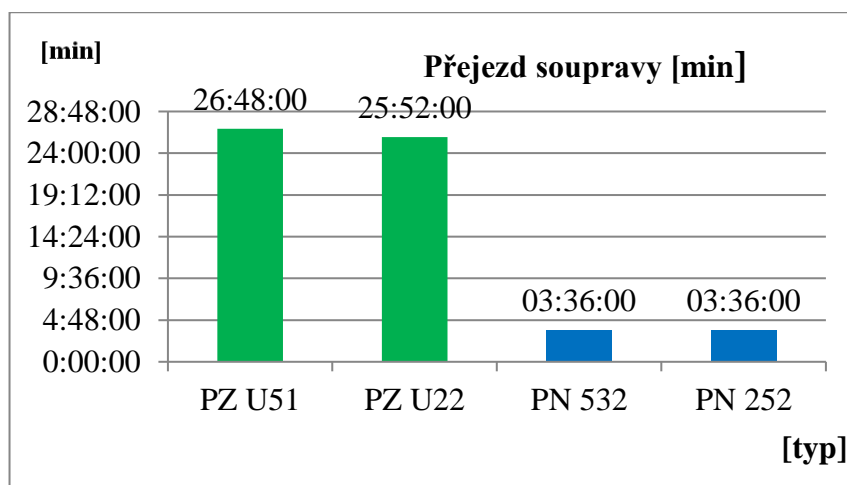
Z grafu (viz obrázek č. 40) vyplývá, že doba na seřízení pluhu byla zjištěna u všech typů pluhů přibližně stejná, pouze nastal časový rozdíl u ovládání vyrovnávacích mechanismů při zkušební jízdě.



Obrázek č. 40: Grafické znázornění doby seřízení pluhu.

4.7 Přejezd soupravy

Z grafu (viz obrázek č. 41) vyplývá, že přejezd závěsných pluhů je časově náročnější.



Obrázek č. 41: Grafické znázornění časové náročnosti přejezdu na pozemek.

4.8 Výměna opotřebitelných dílů

Zobrazuje tabulka č. 13.

Tabulka č. 13: Tabulka času výměny opotřebitelných dílů

Pluh	Čepel [s]	Odhrnovací deska [s]	Patka [s]	Pero [s]
PZ U51	74	120	32	0
PN 532	72	115	35	0
PZ U22	89	135	40	45
PN 252	92	139	36	39

5 Diskuze

Ze získaných dat lze vyhodnotit provedení orby závěsným a neseným pluhem.

Který ze sledovaných pluhů má prokazatelný vliv na vyšší kvalitu orby a na úsporu nákladů?

Orba závěsných a nesených pluhů prokázala, že při správném seřízení pluhu je možné docílit velmi podobné vlastnosti orby u obou typů konstrukce pluhu. Pracovní schopnosti radlic jsou prakticky stejné, při použití výrobně shodných kotoučových krojidel mají krojidla minimální tahový odpor. Výhodou závěsného pluhu je samotná váha pluhu, která přispívá k lepšímu zahlubování bez vnějšího vlivu, zajišťuje přesnější kopírování povrchu pozemku i při různých nerovnostech. Předváděné závěsné pluchy v této práci jsou víceúčelové, takže poskytují možnost podle potřeby postupně měnit vložky pluhu pro danou orbu, v určité době. Další předností je, že konstrukce pluhu U-22 dovoluje navýšení výkonu pluhu zvýšením počtu o jedno orební těleso, tím vznikne typ pluhu U-322.

Naopak výhodou neseného pluhu je kratší otáčení na souvrati a tím méně zatěžující časové náklady na orbu, poměrně menší náklady na případné opravy z důvodu absence mechanismu brázdového kola, mechanismu zadního kola a zdvihacího automatu. Seřizování pluhu lze provádět bez nutnosti výstupu z prostoru traktoru.

Nevýhodou obou těchto typů jednostranných pluhů, oproti oboustrannému otočnému pluhu, je orba na pozemcích ve svahu s hrozící vodní erozí půdy.

Při orbě závěsným a neseným pluhem traktor jednou stranou projíždí dnem brázdy. Hůla et al. (1997) popisuje tuto klasickou orbu a dodává, že pojezdové kolo tímto přejezdem stlačuje půdu, a proto se v současnosti preferuje jízda traktoru všemi koly po povrchu na nezoraném záhonu. Tento přejezd vedoucí ke zmírnění utužení půdy dostal název orba on-land.

Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

Problematiku utužování půdy a účinky zpracování půdy publikovali Xue Lingzhu, Khan Shahbaz, Sun Min (2019) a představují závěry šestiletého polního výzkumu v letech 2009 – 2015 v čínské oblasti Loess Plateau. Uvádí, že hluboká orba a podmítka se využívají k omezení rizika utužení půd při častém využívání bezorebného, nebo omezeného zpracování půdy. Zkoumány byly různé postupy

zpracování půdy na zvýšení výnosu pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.) a ovlivnění příchodem srážek. Prováděly se tři postupy zpracování půdy. Hluboká orba, podmítka a bezorebné zpracování půdy. Výsledkem bylo, že hluboká orba i podmítka přispěly ke zvýšení vody v půdě, pozitivně ovlivnily délku i plochu kořene. Po hluboké orbě se zvýšil výnos pšenice ozimé až o 31% a po podmítce až o 26 % ve srovnání s bezorebním zpracování půdy. Při menších srážkách byla vhodnější pro ozimou pšenici hluboká orba než podmítka a naopak.

Proto se konvenční orba v dnešní době stále využívá. Holý et al., (1997) příčiny používání klasické orby vysvětluje tím, že její účinky jsou dlouhodobě vyzkoušeny a orba poskytuje jistotu výnosu i při horších klimatických podmínkách, po sklizni okopanin se zase orbou vyrovnávají případné hluboké koleje po zemědělské technice.

Který pluh přispívá k úspornější orbě?

K úspornější orbě přispívá podle naměřených hodnot pluh nesený. Jeho hmotnost je přibližně o polovinu menší než u závěsného pluhu, zvedání pluhu z pracovní polohy do přepravní polohy je hydraulicky ovládané, čas otáčení na souvrati je podstatně kratší a výkon pluhu větší. Menší jsou náklady na případné opravy.

Vliv na spotřebu paliva má i příprava pluhu k orbě. Procházka et. al. (1986) uvádí, že použití tupé čepele orebního tělesa odvádí horší kvalitu práce a zvýšený odpor půdy může ovlivnit spotřebu paliva o 8 až 12%. To samé platí u případné změny tvaru původní čepele i čepelí s drsným, nerovným povrchem.

Snaha o omezení spotřeby paliva podle Friedmana et al. (1973) vedla k tomu, že se v několika zemích prováděla orba vyšší rychlostí za účelem zvýšení výkonnosti při orbě. Výsledky ukázaly, že prováděné rychloorby s radlicemi pro pracovní rychlost 3 - 5 km.h⁻¹ jsou neuspokojivé a dochází ke komplikacím v provozu.

Který pluh je náročnější na přepravu, výměnu opotřebitelných dílů a údržbu?

Časově náročnější na přepravu je z naměřených hodnot výrazně pluh závěsný. Závěsné pluchy předvedené v této práci mají záhonové, brázdové i zadní kolo konstrukce celokovové, proto je přeprava pluhu ze stanoviště na pozemek výrazně prodloužena než při montáži diskových kol s pneumatikou montovaných u novějších typů.

Náročnost na výměnu opotřebitelných dílů je přibližně stejná a výměnu dílů lze provádět přímo v terénu.

Údržba nesených pluhů je časově podobná. Závěsný pluh je vybaven navíc pomocnými mechanismy.

Závěr

Mechanické zpracování půdy příznivě podporuje růst rostlin a následný výnos. Orba potlačuje plevel, choroby, škůdce. Je také energeticky nejnáročnější částí zpracování půdy. Platí to pro orbu prováděnou v minulosti potahem, lokomobilou, motorovým pluhem nebo traktorem. Úsporu může přinést orba, která se provádí ve správnou dobu s dodržением doporučené hloubky orby a při nasazení vhodné zemědělské techniky.

Porovnáním pluhů v této práci bylo zjištěno, že při použití závěsných a nesených pluhů nastávají podobné nároky na seřízení pluhu, v životnosti opotřebitelných dílů a časové náročnosti na výměnu opotřebitelných dílů. U měření spotřeby paliva na orbu nevzniká zásadní rozdíl. Naopak velký rozdíl u těchto pluhů je v kopírování povrchu, v otáčení na souvrati, v údržbě, v celkové využitelnosti i hmotnosti samotného pluhu a v přejezdu soupravy ze stanoviště na pozemek. Toto vše platí při zachování správného výběru pluhu a využití tažné síly energetického prostředku v součinnosti s daným typem pluhu.

Výsledky porovnání pluhů mohou přispět k tomu, že zemědělci, prosazující i využívající dnes pouze nesené pluchy, při pořizování pluhu nového, budou uvažovat také o pluhu poloneseném, který umožňuje přesnější zahlubování, vyhlubování pluhu na souvratích a s kloubovým rámem dovoluje provádět účinnější kopírování povrchu pozemku.

Představením běžné orby z poloviny minulého století si můžeme všichni udělat představu o tom, jak probíhala orba, které traktory nebo pluchy byly k dispozici. Pokrok přechodu od potažní orby k využití mechanizace až k dnešním moderním výkonným strojům s použitím automatizačních prvků, optimalizace pracovních parametrů, zařízení k automatickému sběru, zpracování i ukládání dat, mobilní navigaci a zavádění dálkově řízené funkce agregátů a automatický systém pohybu po zemědělském pozemku.

Tato práce je zaměřena hlavně na provedení a vyhodnocení orby pluhem závěsným a neseným, ale také na historii orby a výroby pluhů v továrně Roudnické strojírny a slévárny v Roudnici na Labem. Připomenutím vzniku, vývoje a výroby roudnické továrny na zemědělské stroje se můžeme seznámit s minulostí našeho zemědělského strojírenství a zároveň to vše porovnat, nebo zhodnotit se současnou situací firem

pokračující s výrobou zemědělských strojů i zemědělci, kteří tyto stroje používají. Také je možné navštívit setkání s ukázkou orby, soutěž v orbě, nebo Mistrovství České republiky v orbě.

Všechny zde popsané a použité pluhy byly vyrobeny v Agrostroji ROUDNICE N/L, v letech největší produkce podniku, v období zániku výroby potažních pluhů i postupné změny poptávky a výroby závěsných pluhů na pluhy nesené, vlivem modernizace traktorů. Masivní výroba zemědělských strojů v tomto závodě pokračovala do konce osmdesátých let. Ještě na začátku devadesátých let roudnický podnik vyráběl dál a v důsledku společenských změn začal nabízet také menší pluhy Privat 220, 230 pro začínající malé zemědělské podniky. Přesto výroba pluhů v Roudnici nad Labem na začátku tisíciletí skončila. V současné době je v České republice od roku 1991 pomyslným nástupcem roudnické továrny na výrobu pluhů český výrobce firma Sukov.

Seznam použité literatury

- Abrahám Z, Kovářová M., Polenda J., Špelina M., Duda J., Kocánová V. (1996). *Náklady na provoz zemědělských strojů*, 1. vyd., Praha: Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství České republiky, 53 s.,
- Bláha V., (1955). *Soustava strojů československého zemědělství*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 68 s.
- Červinka J., (1993). *Mechanizace rostlinné výroby*, 1. vyd., Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 169 s., ISBN 80-7157-085-0
- Dušek J., (1967). *Kůň v zemědělství*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 202 s.
- Firemní literatura Agrozet Roudnice, (1990). *Návod k obsluze unifikované řady nesených pluhů PRIVAT 230,330, 430*, Roudnice: Obchodně technické služby, 63 s.
- Hruška L., (1962). *Abeceda pěstování brambor*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 210 s.
- Hůla J., Abrahám Z., Bauer F. (1997). *Zpracování půdy*, 1. vyd. Praha: Nakladatelství Brázda, 144 s., ISBN 80 – 209 – 0265
- Hůla J., Procházková B., (2008). *Minimalizace zpracování půdy*, 1. vyd. Praha: Profi Press, 248 s., ISBN 978-80-8726-28-1
- Hůla J., Rybka A., (1997). *Nové trendy ve zpracování půdy*, 1. vyd. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, 82 s., ISBN: 80-85645-25-4
- Charvát J., (1968). *Světové dějiny*, 1. vyd. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladatelstvo, 560 s.
- Jelínek A. a kol. (2000). *Malá mechanizace*, 1. vyd. Praha: Agrospoj, 267 s.
- Kraus Z., (1996). *Malá zemědělská mechanizace*, 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR, 56 s.
- Krištín J., Burda F., (1978). *Zemědělská výroba*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 323 s.
- Kvěch O., Škoda V. (1985). *Současné a perspektivní způsoby zpracování půdy*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola zemědělská v Praze ve Videopress MON, 111 s.

- Maleř J., (1957)., *Zemědělské stroje a nářadí v tabulkách*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 206 s.
- Novák P. (2004). *Historie zemědělské techniky*, 1. vyd. Praha: Profi Press, 140 s., ISBN 80-86726-10-X
- Pešek J., (1985). *Přerod jihočeské vesnice*, 1. vyd. České Budějovice: Jihočeské nakladatelství, 247 s.
- Procházka B., Konupčík J., Turček J., Velda K., (1986). *Mechanizácia rastlinnej výroby*, 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo Príroda, vydavateľstvo kníh a časopisov, 527 s.
- Roh J., Kumhála F., Heřmánek P. (1997). *Stroje používané v rostlinné výrobě*, 1. vyd. Praha: Česká zemědělská universita 278 s., ISBN 80 – 213 – 0327 – 1
- Souhrada J., (1962). *Mladý mechanizátor*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 153 s.
- Šimon J., Lhotský J., (1989). *Zpracování a zúrodnování půd*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 317 s., ISBN 80 – 209 – 0048 – 9
- Škaloud J., Hudák J., Kumštýř K., Vondřejc J., (1971). *Rostlinná výroba*, 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 506 s.
- Škoda V., Kvěch O., (1987). *Kultivace půdy v intenzivní zemědělské soustavě*, 1. vyd., Praha: Vysoká škola zemědělská Praha, nositel Řádu práce, v Čs. redakci VN MON, 184 s.,
- Thierry A. (1951). *Traktor ŠKODA 30*, 2. vyd. Praha: Práce – vydavatelství ROH, 224 s.
- Zapletal R., (1959). *Praktická agrotechnika*, 2. vyd. Praha: Československá akademie zemědělských věd ve Státním zemědělském nakladatelství, 846 s.

Internetové zdroje:

https://apps.webofknowledge.com/summary.do?product=WOS&parentProduct=WOS&search_mode=GeneralSearch&parentQid=&qid=4&SID=D6C5sjH9XVa7n5RIM9d&&update_back2search_link_param=yes&page, - („staženo dne: 26. 2. 2020“)

<https://agroportal24h.cz/clanky/ceské-pluhy-sukov-orou-az-na-sibiri-vyrobce-nyni-posiluje-i-na-domacim-trhu>, („staženo dne: 14 .3. 2020“)

<https://czuk.cz/Periodika-a-publikace/Statistické-údaje/Souhrné-přehledy-půdního-fondu>, („staženo dne: 9. 2. 2020“)

<https://opall-agri.cz/pluhy-2>, („staženo dne: 14. 3. 2020“)

<https://ross.estranky.cz/o-firme>, („staženo dne: 22. 2. 2020“)

<https://sukov.cz/produkty/>, („staženo dne: 14. 3. 2020“)

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Dřevěný hák	12
Obrázek č. 2 – Využití živé tažné síly	14
Obrázek č. 3 – Rýč, úzký rýč, rycí vidle	17
Obrázek č. 4 – Jednoradličný otočný pluh APH – 352	18
Obrázek č. 5 – PF – 62 (motorobot)	19
Obrázek č. 6 – Orba dvěma pluhy (agregát)	19
Obrázek č. 7 – Nesený diskový podmítač PDN – 180	22
Obrázek č. 8 – Orba neseným pluhem 2 - PN - 30 – M	23
Obrázek č. 9 – Podrývák umístěný za hlavním plužním tělesem	24
Obrázek č. 10 – Rigolování	24
Obrázek č. 11 – Způsoby orby	25
Obrázek č. 12 – Nahrazení třístranného klínu třemi dvoustrannými klíny	26
Obrázek č. 13 – Schéma práce pluhu	27
Obrázek č. 14 – Schéma práce pluhu s předradličkou	27
Obrázek č. 15 – Měření hloubky orby brázdoměrem	34
Obrázek č. 16 – Nesený pluh	35

Obrázek č. 17 – Rámy pluhu	36
Obrázek č. 18 – Radličné orební těleso	36
Obrázek č. 19 – Pojistná zařízení radličných pluhů	38
Obrázek č. 20 – Kotoučové krojidlo	39
Obrázek č. 21 – Čepel	40
Obrázek č. 22 – Úhly tříradličného tělesa	41
Obrázek č. 23 – Orba parním strojem	43
Obrázek č. 24 – Motorový pluh Excelsior	44
Obrázek č. 25 – Potahový pluh	45
Obrázek č. 26 – Pluhy závěsné za traktor	46
Obrázek č. 27 - Rozorávání mezí v Malovicích u Vodňan	47
Obrázek č. 28 - PZ U-51	51
Obrázek č. 29 – PN 532	52
Obrázek č. 30 – PZ U-22	53
Obrázek č. 31 – PN 252	54
Obrázek č. 32 – Traktor Škoda 30	55
Obrázek č. 33 – Traktor Zetor 3011	56
Obrázek č. 34 – Pracovní záběr pluhu	57
Obrázek č. 35 – Měření hloubky orby	58
Obrázek č. 36 – Šířka dna brázdy a otevření brázdy	58
Obrázek č. 37 – Měření úhlu překlopení skývy	59
Obrázek č. 38 – Způsob otáčení orební soupravy na souvrati	60
Obrázek č. 39 – Spotřeba paliva	62
Obrázek č. 40 – Seřízení pluhu	64
Obrázek č. 41 – Přejezd soupravy	64

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Popis pluhu U 51	51
Tabulka č. 2 – Popis pluhu PN 532	52
Tabulka č. 3 – Popis pluhu U 22	53
Tabulka č. 4 – Popis pluhu 252	54
Tabulka č. 5 – Technické parametry Š 30	55
Tabulka č. 6 – Technické parametry Z 3011	56
Tabulka č. 7 – Pracovní záběr a hloubka pluhu, šířka dna a otevření brázdy a úhel překlopení skývy	62
Tabulka č. 8 – Měrná objemová spotřeba paliva	62
Tabulka č. 9 – Měrná plošná spotřeba paliva	63
Tabulka č. 10, 11, 12 – Šíře souvratě a otáčení vozidel	63
Tabulka č. 13- Výměna opotřebitelných dílů	64

Seznam vzorců

Vztah č. 1 – Třecí síla	28
Vztah č. 2 – Orební odpor pluhu	29
Vztah č. 3 – Orební odpor pluhu teoretický	30
Vztah č. 4 – Síla překonání odporu	31
Vztah č. 5 – Stupeň účinnosti pluhu	31
Vztah č. 6 – Tahový výkon	31
Vztah č. 7 – Pojistné zařízení	38
Vztah č. 8 – Průměr kotouče	39
Vztah č. 9 – Pracovní záběr pluhu	56
Vztah č. 10 – Pracovní hloubka pluhu	57
Vztah č. 11 – Měrná objemová spotřeba paliva	59
Vztah č. 12 – Měrná plošná spotřeba paliva	59

Příloha fotodokumentace



Snímek č. 1: Reálné provedení podmítky pluhem PZ U-51



Snímek č. 2: Reálné provedení orby pluhem PZ U-22



Snímek č. 3: Reálné provedení podmítky pluhem PN 532



Snímek č. 4: Reálné provedení orby pluhem PN 252



Snímek č. 5: Reálné měření hloubky orby brázdoměrem.



Snímek č. 6: Reálné měření úhlu překlopení.



Snímek č. 7: Výrobní štítek vložky pluhu U-51



Snímek č. 8: Výrobní štítek pluhu PN 532



Snímek č. 9: Výrobní štítek pluhu PN 252