

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Měření spotřeby pohonných hmot různých konstrukcí pluhů

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

Autor bakalářské práce:

Tomáš Švec

České Budějovice, 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš ŠVEC**

Osobní číslo: **Z14118**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**

Název tématu: **Měření spotřeby pohonných hmot různých konstrukcí pluhů**

Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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

Cíl práce:

Cílem práce je naměření a vyhodnocení spotřeb pohonných hmot při orbě různými druhy strojů v konkrétních srovnatelných podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpověď na vědecké hypotézy:

1. Která ze sledovaných technologií má prokazatelný vliv na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

V práci se zaměřte:

1. Změřte spotřebu PHM zvolených strojů v porovnatelných podmínkách.
2. Zjistěte náklady na pořízení technologie, její přínosy a návratnost.
3. Odpovězte na hypotézy z cíle této práce.
4. Výsledky zhodnoťte a uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné 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 5: 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, oponentované 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 bakalářské práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 16. února 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2017


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studenteká 1688, 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 18. března 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou 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 plagiátu.

V Českých Budějovicích dne 10. 4. 2017

Tomáš Švec

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za metodické vedení a cenné rady, které mi během řešení této bakalářské práce vždy ochotně poskytoval. Dále bych chtěl poděkovat společnosti BETA AGRO Soběslav a. s. za umožnění realizace měření a odbornou spolupráci.

Abstrakt:

Cílem této práce je změření spotřeby pohonných hmot soupravy při orbě s použitím jednostranného a oboustranného pluhu v totožných podmínkách zemědělského podniku v ČR a zhodnotit naměřené výsledky. Dalším cílem práce je odpovědět na vědecké hypotézy, která ze sledovaných technologií má vliv na úsporu nákladů a jestli má tato technologie vliv na kvalitu plodiny. Obsahem práce je popis půdy a její vlastnosti, dále se zabývá zpracováním půdy, zvláště orbou a jejím parametřům a nářadím potřebným k těmto operacím. Speciálně potom popisuje konstrukci pluhů. V neposlední řadě práce obsahuje faktory, které mohou ovlivňovat ekonomiku práce.

Měřením byla zjištěna spotřeba motorové nafty soupravy s jednostranným a oboustranným pluhem v totožných podmínkách. Na základě této spotřeby bylo zjištěno, která z technologií je úspornější, popřípadě o kolik %.

Klíčová slova: půda; zpracování půdy; orba; jednostranný pluh; oboustranný pluh; spotřeba paliva

Abstract:

The aim of this thesis is to measure the plowing set's consumption of fuel using unilateral and reversible plow under equal conditions of an agricultural enterprise in the Czech Republic, and to evaluate the obtained results. Another aim of the thesis is to respond to scientific hypotheses as to which of the observed technologies has an impact on cost savings and whether this technology has an impact on the quality of the crop. The content of the thesis is a description of soil and its characteristics, it further deals with soil processing, tillage especially and its parameters, and tools needed for these operations. It then describes plow construction especially. Last but not least, the thesis contains factors which may influence work economy.

The measuring has clarified the consumption of unilateral and reversible plows' set under equal conditions. Based on this consumption it was found out which technology is more economical, optionally giving the growth of percentage.

Keywords: soil; soil processing; tillage; unilateral plow; reversible plow; fuel consumption

Obsah:

1.	Úvod.....	10
2.	Literární přehled.....	11
2.1	Půda a půdní vlastnosti.....	11
2.1.1	Zrnitostní složení půdy.....	11
2.1.2	Prostorové uspořádání půdy.....	12
2.2	Zpracování půdy.....	14
2.2.1	Historie zpracování půdy	16
2.2.2	Tradiční (konvenční) zpracování půdy	16
2.2.3	Půdoochranné zpracování půdy	17
2.3	Základní operace zpracování půdy.....	18
2.3.1	Podmítka	19
2.3.2	Orba.....	20
2.3.2.1	Význam orby.....	20
2.3.2.2	Hloubka orby	21
2.3.2.3	Termín orby	24
2.3.2.4	Způsob orby	26
2.3.2.5	Výhody a nevýhody orby.....	26
2.3.3	Další operace základního zpracování půdy.....	27
2.4	Stroje používané pro zpracování půdy	28
2.4.1	Rozdělení strojů	28
2.4.2	Podmítače.....	30
2.4.3	Pluhy	31
2.4.3.1	Historie pluhů	31
2.4.3.2	Pracovní části pluhů.....	32
2.4.3.3	Radličné pluhy	34

2.4.3.4	Rotační pluhy	35
2.4.3.5	Rám pluhu.....	36
2.4.3.6	Jištění orebních těles	36
2.4.3.7	Zásady pro sestavování orebních soustav.....	36
2.4.4	Smyky	37
2.4.5	Brány	37
2.4.6	Válce	38
2.4.7	Kypřiče	38
2.5	Ekonomika práce	39
2.5.1	Ekonomika motoru.....	39
2.5.2	Zatížení traktoru	39
2.5.3	Regulační hydraulika	39
3.	Cíl práce	40
4.	Metodika	41
4.1	Charakteristika vybraného zemědělského podniku	41
4.2	Technické parametry použitého traktoru.....	42
4.3	Technické parametry jednostranného pluhu.....	43
4.4	Technické parametry oboustranného pluhu	44
4.5	Metodika měření.....	45
4.5.1	Měření spotřeby pohonných hmot	45
4.5.2	Výpočet plošné výkonnosti	46
4.5.3	Výpočet minimální roční výkonnosti.....	46
4.5.4	Výpočet úspornosti	48
4.5.5	Výpočet doby návratnosti	48
4.6	Hodnocení kvality pěstované plodiny	49
4.7	Použité výpočtové vztahy.....	49

5.	Výsledky	53
5.1	Hektarová spotřeba Q_{Ha}	53
5.2	Plošná výkonnost W_{Ha}	54
5.3	Minimální roční výkonnost rW_{min}	55
5.4	Úspornost soupravy	56
5.5	Doba návratnosti soupravy	57
5.6	Hodnocení kvality pěstované rostliny	61
6.	Diskuze.....	62
7.	Závěr	64
8.	Seznam použité literatury.....	65
9.	Seznam internetových zdrojů.....	67
10.	Seznam obrázků	68
11.	Seznam tabulek	69
10.	Seznam vzorců	70
12.	Seznam grafů.....	71

1. Úvod

Půda má v rostlinné výrobě nezastupitelné místo. Člověk půdu využívá k pěstování různých plodin, které jsou důležitým zdrojem potravy ať už pro člověka nebo jako krmivo pro hospodářská zvířata. Tyto plodiny jsou dále zpracovávány a vytváří se tak produkty potravinářského i nepotravinářského či průmyslového původu.

Pokud chceme, aby výnosy pěstovaných plodin byly co nejvyšší, je nutné, aby půda měla optimální vlastnosti a byla pro pěstovanou rostlinu kvalitně zpracována. Zpracování půdy výrazně ovlivňuje vzcházení semen a růst rostlin. Významným krokem při přípravě půdy je samotná orba, jelikož orba výrazným způsobem mění vlastnosti půdy. Při orbě dochází k obracení skývy, kypření a mísení půdy, ale také k zapravování rostlinných zbytků či aplikovaných hnojiv. Zpracování půdy je považováno za nejvíce energeticky náročné, zvláště potom samotná orba je nejnáročnější krok zpracování půdy, jelikož při orbě se spotřebuje nejvíce pohonných hmot na hektar. Tím se zvyšuje i cena dané jednotky práce. Dnes se nejčastěji k orbě využívají radličné pluh, které mohou být jednostranné nebo oboustranné. Tyto dvě konstrukce mají rozdílné parametry. Například jednostranný pluh má menší plošnou výkonost z důvodu delšího času přejezdů na souvrati, než pluh oboustranný. Oproti tomu ale disponuje o polovinu menší hmotností než oboustranný pluh a i pořizovací cena tohoto pluhu je nižší. Rozdílná hmotnost se projeví při tvorbě orebních soustav, kdy pro oboustranný pluh je potřeba výkonnějších traktorů.

V současnosti jsou ekonomické faktory práce velice důležité a je nutné je brát na vědomí. Jelikož je v dnešní době snaha o dosažení co největší výkonosti za co nejnižší náklady. Velmi důležitým faktorem je spotřeba pohonných hmot, a výkonost soupravy při práci. Tyto dva faktory výrazně ovlivňují náklady na jednotku dané práce a tím i cenu této práce.

V této bakalářské práci jsem se právě zaměřil na měření spotřeby pohonných hmot a stanovení plošné výkonosti při orbě s jednostranným a oboustranným pluhem. Měření těchto parametrů probíhalo v totožných podmínkách vybraného zemědělského podniku v ČR.

2. Literární přehled

2.1 Půda a půdní vlastnosti

Půda je přírodní neobnovitelný zdroj, který je charakteristický pro krajinu. Pro zemědělství je půda hlavně stanovištěm, kde lze pěstovat rostliny, které dále zpracováváme například k výrobě potravin, ke krmení hospodářských zvířat, či pro výrobu surovin s nepotravinářským využitím. Při dlouhodobém hospodaření na půdě by neměl být zapomenut hlavně zájem o zachování úrodnosti a ekologických funkcí půdy.

V roce 2016 činila výměra zemědělské půdy v České republice 4 208 374 hektarů, což činí 53,36 % z celkové rozlohy ČR. Orná půda zaujímal 2 965 606 hektarů, to představuje 37,60 % ze zemědělské půdy, což vykazuje pokles zornění zemědělské půdy, které bylo v uplynulých letech ovlivňováno v první řadě výrazným poklesem výměry orné půdy a odpovídajícím rozšiřováním ploch trvalých travních porostů. Se zorněním půdy souvisejí i nároky na zpracování půdy. Zpracování půdy je důležitým předmětem snahy o snižování spotřeby nafty a pracnosti, jelikož úprava půdy zahrnuje mechanické zásahy do půdy, které jsou spojeny s vysokou spotřebou energie. S touto snahou je spojeno i dosažení nižších nákladů vynaložených na danou jednotku práce.

Na jednoho obyvatele připadá v České republice 0,3988 ha zemědělské půdy, z toho orná půda tvoří podíl přibližně 0,2810 ha. Od roku 1966 ubylo celkem 6,77 % zemědělské půdy, z toho v letech 2000 až 2016 došlo na území České republiky k úbytku zemědělské půdy zhruba o 1,67 % (<http://www.cuzk.cz>, „staženo dne: 10. 2. 2017“).

2.1.1 Zrnitostní složení půdy

Vlastnosti půdy jsou určovány zrnitostním složením, jedná se o procentuální zastoupení půdních částic různé velikosti. Podle půdní textury se určuje půdní typ. Rozhodujícím faktorem pro hodnocení půd je zastoupení nejjemnějších, jílnatých částic. Někdy může být zrnitost půdy nazývána také jako mechanická skladba, textura či půdní druh. Zrnitost půdy je jedna z nejdůležitějších vlastností půdy,

kteřá dále ovlivňuje biologické, fyzikální i chemické vlastnosti půdy, dále také předurčuje úrodnost a zpracovatelnost půdy (VOPRAVIL a kol., 2010).

Půdní druh

Ze strany půdních vlastností je důležitá skupina zrn, jejichž velikost je menší než 0,01 mm. Na základě hmotnostního obsahu této skupiny částic se stanovuje půdní druh. Půda je tedy charakterizována především půdním druhem je důležitým ukazatelem. Podle zpracovatelnosti se půdy základně označují jako těžké půdy (jíl, jílovitá, jílovitohlinitá), střední půdy (hlinitá, písčitohlinitá) a lehké půdy (hlinitopísčítá, písčítá), (HŮLA a kol., 1997).

Půdní typ

Důležitým faktorem pro klasifikaci půdy je také půdní typ. Půdní typ je stanoven vytvořením půdy pod působením půdotvorných reakcí během vývoje půdy. Typ půdy nám představuje skupinu půd, které vznikly a vyvíjely se za podobných podmínek, tudíž mají srovnatelnou úrodnost. Půdy jsou potom označovány například jako černozem, hnědozem, nivní půda, lužní půda, hnědá půda, a další ostatní typy půd (HŮLA a kol., 1997).

2.1.2 Prostorové uspořádaní půdy

Měrná hmotnost

Měrná hmotnost M_z [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$] je hmotnost objemové jednotky pevné fáze bez pórů, tedy za předpokladu dokonale vyplněného prostoru pevnými částicemi. Závisí na obsahu organických látek a minerálů s různou hustotou. Průměrná hmotnost půdy se udává hodnotou blízkou hustotě křemičitanu ($2,65 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), které jsou v půdě nejvíce zastoupeny. Tuto hodnotu snižuje větší obsah humusu, naopak zvyšuje obsah těžkých minerálů. Měrná hmotnost je potřebná k výpočtu pórovitosti. Zjišťuje se pyknometricky (ŠARAPATKA, 2013).

Objemová a redukovaná objemová hmotnost

Objemová hmotnost půdy je hmotnost objemové jednotky v neporušeném stavu s póry vyplněnými vodou a vzduchem. Její hodnota je závislá na měrné hmotnosti, na podílu póru a jejich zaplnění vodou. Je to hodnota nestálá, která se během roku neustále mění, především v souvislosti s vlhkostním poměrem v půdě.

Redukovaná objemová hmotnost půdy je hmotnost objemové jednotky ve vysušeném a neporušeném stavu, to znamená bez vody v pórech. Hodnota je stálější a pohybuje se ve svrchních půdních vrstvách nejběžněji v intervalu 1,2 až 1,5 g.cm⁻³ v závislosti na měrné hmotnosti a celkovém objemu pórů v půdě. Ve spodních částech je půda většinou ulehlejší a s menším množstvím pórů a humusu, proto hodnota vzrůstá na 1,6 až 1,8 g.cm⁻³. Redukovaná objemová hmotnost do určité míry stanovuje nakypřenost či slehlost půdy, proto je využívána jako jedno z mnoha kritérií pro určení zhutnění půdy. Tento parametr je také důležitý pro výpočet pórovitosti půdy.

Objemová a redukovaná objemová hmotnost se určuje gravimetricky z půdních vzorků, které nejsou porušeny. Tyto vzorky se odebírají za pomoci Kopeckého fyzikálního válečku (ŠARAPATKA, 2013).

Pórovitost půdy

Póry v půdě se nacházejí mezi pevnými částčkami a mezi jejich shluky. Tyto póry mají různou velikost. Póry zajišťují vnikání vzduchu a vody do půdy a umožňují jejich pohyb v půdě. Díky pórům mohou rostliny zakořeňovat a půdní mikroorganismy vůbec existovat. (HŮLA a kol., 1997).

V jemných neboli kapilárních pórech je voda ovládána kapilárními silami, které vztlínáním umožňují pohyb vody proti gravitaci. Naproti tomu srážkovou vodu zadržují a zpomalují její pohyb do hloubky. Pohyb v jemném typu pórů je omezený. V kapilárních pórech probíhají jak chemické, biologické, tak i fyzikálně chemické reakce.

V hrubých či také nekapilárních pórech neomezeně působí gravitace, díky tomu snadno propouštějí vodu do spodiny a na její místo se dostává vzduch. Tím se půda obohacuje o kyslík a zbavuje se oxidu uhličitého (JANDÁK, 2003).

Pórovitost půdy představuje celkový objem pórů v půdě. Pórovitost je vyjádřena v procentech a udává nám procentuální zastoupení objemu pórů z úplného objemu vzorku půdy, získaného odebráním do zvláštních válců, aniž by došlo k narušení uspořádání půdního prostoru hmoty stlačením či nakypřením. Při optimálním zastoupení obou typů pórů jsou vytvořeny příznivé podmínky pro pěstování rostlin. V ornici se pórovitost nejčastěji pohybuje okolo 40 až 60 %, v podornici je nižší (HŮLA a kol., 1997).

Struktura půdy

Struktura je velmi významným znakem půdy, který je určen možností půdy sjednotit částice půdy a tvořit tak strukturní agregáty. Drobtovitá struktura má velikost půdních drobtů od 1 až do 10 mm a je nejkvalitnější. Půdní struktura ovlivňuje úrodnost půdy a dává předpoklad kvalitním poměrům v půdě mezi rostlinami, vodou, vzduchem a živinami. Během zpracování půdy je nezbytné se vyvarovat porušování struktury půdy hlavně tím, že provádíme jednotlivé operace za vhodné půdní vlhkosti. Zpracování příliš vlhké půdy může mít za následek poškození půdní struktury, podobně jako nadměrnými přejezdy po pozemku při vyšší půdní vlhkosti. Ovšem i u suchých půd může být porušena struktura půdy, například během opakujících se zákroků předseťové přípravy, kdy je povrch půdy velmi přeschlý, může dojít k rozprášení agregátů struktury půdy (HŮLA a kol., 1997).

Tření půdy a orební poměr

Tření půdy lze popsat jako odpor, který kladou nerovnosti styčných ploch smykového pohybu. Tření může být jak vnější (mezi půdou a nářadím) tak vnitřní (mezi částicemi půdy).

Orební odpor je měrný odpor, který se musí překonat pro odříznutí, vyzdvižení, drobení a obracení půdy. Vyjádřením tohoto odporu je tažná síla, která je měřená dynamometricky na závěsném háku traktoru. Orební odpor je závislí především na zrnitosti a vlhkosti půdy, ale také na humóznosti a použité hloubce orby.

Orební odpor má značný význam pro určení výkonnostních norem pro obsluhu traktoru s pluhem, ale i pro konstrukční řešení orebních či jiných strojů pro zpracování půdy (ŠARAPATKA, 2013).

2.2 Zpracování půdy

Obracení a kypření půdy, rovnání povrchu, nebo jeho zhutňování patří mezi nejdůležitější práce v rostlinné výrobě. I pro zemědělské závody platí přísloví, že dobrý zahradník pečuje především o půdu. V dobré humózní a vyhnojené půdě se rostlinám lépe daří, lépe rostou a jsou méně napadány škůdci a chorobami. Rovněž sklizeň probíhá na rovných, dobře připravených plochách mnohem lépe a s menšími ztrátami. S ohledem na sklizeň bychom měli k této skupině prací také přiřadit odstraňování kamení. Vyorané kamení působí potíže v průběhu ošetřování,

ale zejména při sklizni, kdy se poškozují mechanismy strojů a rostou náklady na jejich provoz (ROH a kol., 1997).

Zpracování půdy je soubor mechanických zákroků do půdy. Základním cílem těchto operací je připravit vhodné podmínky pro růst a vývoj rostlin a zachovat, případně zvětšit stupeň úrodnosti půdy. Během tohoto zpracování půdy dochází v půdě k nakypření, drobení, mísení, eventuálně k obracení zpracované vrstvy, během některých operací k záměrnému utužení ornice. To má výrazný vliv na změnu prostorového uspořádání hmoty v půdě ve zpracované vrstvě, což se nejvíce projeví během procesů fyzikálních, chemických a biologických reakcí v půdě.

Nepostradatelný úkol má zpracování půdy pro zapravení zbytků rostlin, hnojiv (organických či minerálních) do půdy, při prevenci proti plevelům, chorobám a škůdcům plodin.

Vybrané procesy zpracování půdy podstatně ovlivňují trvanlivost půdy proti škodlivým působením, hlavně proti vodní a větrné erozi a proti nechtěnému zhutňování půdy, vyvolávanému souborem působení, mezi kterými je v popředí stlačování ornice a podorničí způsobené přejezdem traktorů, dopravních prostředků a dalších strojů po pozemku.

Důležitým přínosem zpracování půdy, do nedávna opomíjeným, je účast na ztvárnění krajinné kultury, spojená s mimovýrobními funkcemi v zemědělství. Vybrané kroky zpracování půdy podstatně ovlivňují ekonomickou zemědělství, protože zpracování půdy je jeden z nejvíce energeticky náročných procesů v zemědělství. Podíl zpracování půdy na spotřebě pohonných hmot v zemědělství se rovná 35 % (LHOTSKÝ a kol., 1994).

Zpracování půdy jako agrotechnické opatření zaujímá tradiční a stále velmi významné postavení. Zpracování půdy patří mezi nejdůležitější agrotechnická opatření, jimž klademe základy pro příští úrody.

Současně je to postavení velmi náročné jak z hlediska ekonomického, potřeby energie a pracovních sil, tak i z hlediska organizačního. Jen samotná orba je ročně provedena na více než 3,5 mil. ha, přičemž každý jeden cm její hloubky orby představuje uvedení do pohybu 350 mil. m³ půdy.

Zpracování půdy je z agrotechnických opatření energeticky nejnáročnější v celé zemědělské výrobě. Na zpracování jedno hektaru půdy každoročně spotřebováváme průměrně 42,5 l nafty, což představuje 35 % její spotřeby v celé rostlinné výrobě (ŠIMON a kol., 1989).

2.2.1 Historie zpracování půdy

Konec 19. a začátek 20. století bylo významné období pro vývoj strojů v zemědělství, zvláště potom pro stroje pro zpracování půdy. Mimo inovace strojů plužních typů se objevují nové stroje, jako železné brány, kultivátory a secí stroje. Velké statky začínají využívat parní stroj při orbě a provádí tak lanovou orbou. Období před I. světovou válkou je velkým rozmachem zemědělského strojírenství, proto vzrostla i zemědělská výroba. V období mezi světovými válkami nastala hospodářská krize, která přinesla omezení a zpomalila rozvoj zemědělství a strojní modernizace.

S rozmachem hospodářského a rolnického družstevnictví souvisí i opatření a používání velkých strojů jako jsou traktory či sklízecí mlátičky.

V období po druhé světové válce přišla extrémní změna v zemědělství, rolnické hospodářství jsou združstevňována a velké statky zestátněny. Zpracování půdy a ostatní zemědělské práce byly na počátku v nově založených zemědělských družstvech a státních statcích prováděny především traktorovými a strojními státními stanicemi, které byly zakládány po roce 1948. Po čase, hlavně po stabilizaci ekonomiky státních zemědělských podniků, se zajišťovala práce družstev pomocí vlastních strojů. Potažní polní práce byla plně nahrazena traktorovou orbou a další široko záběrovou výkonnou technikou. Základ pro velkovýrobní režim zemědělské výroby byl vytvořen díky více radličným pluhům a podmítačům, kombinovaným stojům pro přípravu půdy, secím strojům, strojům pro kultivaci půdy v porostech plodin a ostatním strojům (KŘEN a kol., 2015).

2.2.2 Tradiční (konvenční) zpracování půdy

Typickým znakem pro konvenční zpracování půdy je každoroční opakované kypření a obracení ornice radličným pluhem. Jde o tradiční kroky, které se zakládají na využití časové mezery během procesy základní a předseťové přípravy půdy k dosažení agrotechnických nároků na zpracování půdy (potlačování plevelů,

dobré přirozené slehávání půdy v období během orby a setím). Nicméně v nynějším pojetí začleňujeme do tradičního zpracování půdy dnes tak rozšířené spojování pracovních operací, například sloučení orby s drčením hrud a podpovrchovým utužením půdy, sjednocení operací předset'ové přípravy půdy či sjednocení předset'ové přípravy se setím. Když se řekne konvenční zpracování půdy nelze si vybavit jenom procesy s předtím používanými oddělenými pracovními kroky. (mimo podmínku a orbu, smykování, vláčení, a ostatní varianty kypření, válení), (HŮLA a kol., 1997).

Zpracováním půdy upravujeme a ovlivňujeme půdní vlastnosti. Pro usměrnění fyzikálních, chemických a biologických reakcí v půdě a vytvoření vhodných podmínek pro růst a vývoj rostlin je třeba sestavit všechny obdělávací zákroky podle určitých pravidel do soustavy zpracování půdy. Tato soustava musí úzce souviset s povahou stanoviště (půda, klima, terén), s požadavky plodin v osevním postupu a použitými mechanizačními prostředky.

Na úrodných strukturních půdách jde v podstatě o regulování vodního, vzdušného a tepelného režimu, vytváření příznivých podmínek pro chemické a biologické pochody a živinný režim, omezování výskytu škodlivých činitelů a eliminaci nepříznivého vlivu mechanizace, popřípadě chemizace na půdu. Na méně úrodných půdách musí soustava obdělávacích zákroků plnit některé další úkoly, jako je radikálnější úprava některých fyzikálních vlastností, hlavně pórovitosti a provzdušování půdy. Také je nutno věnovat větší pozornost mechanickému ničení plevelů (ŠIMON a kol., 1989).

U tradičního zpracování půdy se volí sled operací podle plodiny, ke které se pozemek připravuje, podle stavu půdy zanechaného předplodinou a podle dalších ukazatelů, především momentální půdní vlhkosti a stupně zhutnění půdy. Operace zpracování půdy shrnujeme do tří okruhů: primární zpracování půdy, příprava půdy pro setí a sázení plodin, zpracování půdy v průběhu vegetace (LHOTSKÝ a kol., 1994).

2.2.3 Půdochranné zpracování půdy

Nepříznivé doprovodné jevy konvenčních systémů zpracování půdy, především snížená odolnost půdy vůči nevratným erozním procesům a vůči technogennímu zhutňování, i zvýšené riziko kontaminace podzemní vody

sloučeninami dusíku při intenzivním zpracování půdy vedou k ověřování a zavádění netradičních postupů zpracování půdy, označovány jako postupy půdoochranné (konzervační). Tyto postupy využívají v různé míře zkušenosti s minimálním zpracováním půdy. Hlavní odlišné znaky půdoochranného zpracování půdy oproti konvenčnímu zpracování jsou:

1. záměrné využívání zbytků předplodiny a biomasy meziplodiny na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice. Tím se chrání půda před vodní a větrnou erozí, před rozplavováním strukturních agregátů, před neproduktivním výparem vody a přehříváním v letním období,
2. prodloužení období, kdy je půda zakryta krytem z rostlin, se snižuje riziko proplavování dusíkatých sloučenin do podzemních vod,
3. snížení intenzity i hloubky zpracování půdy, tím se přispívá k vyšší odolnosti půdy vůči tlakům pojezdových ústrojí traktorů a dalších strojů,
4. spojování pracovních operací, případně jejich přesunutí z jara na podzim předchozího roku, to výrazně chrání půdu před zhutňováním,
5. snižuje se spotřeba nafty a práce v pracovních postupech zpracování půdy (omezením hloubky a intenzity zpracování půdy, spojováním operací), tyto kroky napomáhají dosahovat příznivějších ekonomických faktorů pracovních postupů (LHOTSKÝ a kol., 1994).

Pojem půdoochranné zpracování půdy představuje pěstování rostlin téměř bez obvyklé (tradiční) technologie zpracování půdy. Toto zpracování obsahuje souhrn kroků, které zajišťují zmenšení množství zásahů na minimální počet nutných zásahů. Z těchto kroků nevyplývá pouze sjednocení nebo vynechání nějakého zásahu, ale významnou změnu i v technologii pěstování rostlin. Touto metodou je možné docílit v první řadě významného šetření času potřebného k práci, obzvláště během bezorebné metody pěstování rostlin. Při dodržení správných zásad lze docílit i výrazné úspory finančních prostředků (ŠIMON a kol., 1989).

2.3 Základní operace zpracování půdy

Během základní zpracování půdy musí dojít hlavně k propracování orničního profilu půdy, obnovit strukturu půdy, upravit režimy v půdě a připravit tak pole pro růst kořenů plodin (ŠIMON a kol., 1989).

K základním operacím zpracování půdy se řadí podmítka, orba, prohlubování a hluboké kypření (LHOTSKÝ a kol., 1994).

2.3.1 Podmítka

Podmítka přichází jako první zákrok v zpracování půdy, a to hned po sklizni obilovin, ostatních zrnin či píce, které jsou sklizeny v létě, a po kterých zůstává strniště na poli. Dobré účinky podmítky, která by měla být provedena ihned po sklizni plodiny zanechávající strniště, jsou všeobecně oceňovány. Vzniknou velmi dobré podmínky pro vyklíčení semen plevelů a výdrolu obilnin nebo řepky. Vzrostlé rostliny se potom při následné operaci, kterou je obvykle orba, zapraví do půdy a tím se zničí (HŮLA a kol., 1997).

Jestliže není podmítkou nakypřena povrchová vrstva ornice bezprostředně po sklizni plodiny, může výparem z půdy dojít k obrovským ztrátám půdní vláhy. Během teplého, slunečného letního počasí mohou ztráty vody v podobě výparu představovat 20 až 30 m³ vody z jednoho hektaru denně. Během podmítky dojde k přerušení kapilárního zdvihu vody z půdních zásob na povrch půdy. Kromě zmíněného přerušení vztlínání vody k povrchu půdy plní podmítka tyto hlavní funkce:

1. vytváří podmínky přispívající ke zlepšení infiltrace srážkové vody do půdy,
2. používá se během potlačování plevelů, chorob a škůdců rostlin,
3. podporuje biologickou aktivitu půdy,
4. upravuje nerovnosti povrchu půdy (vyjeté koleje),
5. přispívá ke snížení energetické náročnosti následné operace, kterou je nejčastěji orba,
6. umožňuje zapravení průmyslových, v malých dávkách i statkových hnojiv do půdy (LHOTSKÝ a kol., 1994).

Podmítku chápeme jako mělké zpracování půdy po sklizni plodiny, kdy se půda nachází ve zhoršeném fyzikálním i biologickém stavu. Z hlediska maximální účinnosti a dodržení teoretického požadavku podmítky je třeba respektovat zásady jako je termín provedení, hloubka a kvalita. Agrotechnická lhůta provedení podmítky je téměř výhradně určena obdobím sklizně plodiny. Dodržení včasného termínu je významnou podmínkou pro to, aby podmítka mohla plnit své funkce.

Hloubka podmítky má veliký přínos na jejím finálním výsledku, to je vytvoření dostatečné zkyprění půdní vrstvy jako ochrany půdy. Při volbě správné hloubky podmítky vycházíme z výzkumně ověřených doporučení, která byla zakotvena v státní normě. Z hlediska hloubky rozdělujeme podmítku na:

1. mělkou (do 0,08 m),
2. středně hlubokou (0,08–0,12 m),
3. hlubokou (nad 0,12 m).

Velmi důležitou součástí podmítky je její následné ošetření. Jestliže se po podmítce neprovede její rozpracování (vláčení, válení), nedosáhne se dobrého kontaktu strniště a dalších zbytků s půdou, nevytvoří se podmínky pro vyklíčení plevelů a tím se nedosáhne plného účinku podmítky (ŠIMON a kol., 1989).

2.3.2 Orba

V dnešní době probíhá v zemědělském hospodaření změna v pohledu na orbu. Konvenční způsoby, které zahrnují orbu, jsou často vyměňovány za minimalizačními způsoby zpracování. Ovšem v souhrnu konvenčního neboli klasického zpracování půdy je pořád orba primárním zásahem při zpracování půdy. Orba má nejdůležitější vliv během tvorby a udržování hloubky ornice. Orbu vykonáváme pomocí pluhů. Klíčovou funkcí orby je utvořit v ornici nakypřenou, drobtovitou vrstvu s dobrými hydrofyzikálními a biologickými vztahy (KŘEN a kol., 2015).

2.3.2.1 Význam orby

Periodická orba nachází uplatnění i při pracovních postupech půdoochráněho zpracování půdy. Při orbě pluh odřezává skývu, přičemž ornice je obrácena, kypřena, drobená a mísená. Při orbě jsou zapravovány do půdy rostlinné zbytky, organická i průmyslová hnojiva. Významný je i přínos kvalitní orby pro potlačování plevelů, chorob a škůdců (LHOTSKÝ a kol., 1994).

Použitím orby je možné pozměnit situaci v půdě od úplného základu. Během orby pluhem dochází v půdě ke kypření, drobení, obracení a mísení. Tyto zásadní funkce orby jsou v podstatě zaopatrěny jejím technologickým postupem. Nakypření zorané ornice dosahuje proti nezorané ornici v oblasti s výskytem hlinitých půd zhruba 30 %, v oblasti jílovitohlinitých půd 50 % a v oblasti velmi těžkých půd až 75 %. Drobením ornice orbou se slitý, ulehlý, jednotný sloh půdy přemění ve

strukturní sloh, který následujícím vlivem přírodních činitelů se změní v žádaný drobtovitý stav. Docílí se tím půdní zralosti s příznivými vztahy mezi obsahem vody, provzdušenosti i biologické činnosti v půdě. Během mísení půdy je zaopatřeno rovnoměrné dělení organické hmoty a průmyslových hnojiv v orniční vrstvě. Pro zlepšení stavu téměř každé půdy je obracení nezbytně nutné. Během tohoto kroku jsou přesunovány rozložitelné látky a živiny z hlubokých vrstev do nižší povrchové vrstvy ornice (ŠIMON a kol., 1989).

Důvodem pro orbu je mnohdy stav půdy po sklizni okopanin, právě orbou lze urovnat hluboké koleje a připravit tak podmínky pro dobrou předseťovou přípravu půdy a setí. V našich podmínkách se však nelze obejít bez orby k okopaninám. Postupy s orbou jsou dlouhodobě ověřeny, v současnosti se stále zdokonalují pluhu z hlediska kvality práce, snižování nákladů na opravy i z hlediska komfortu obsluhy. Orba je tradičně chápána jako symbol zemědělce. Patří k nejdůležitějším agrotechnickým opatření v konvenčním zemědělství (HŮLA a kol., 1997).

Povrch půdy by měl být po provedené orbě stejnoměrně hřebenovitý. Jednotlivé skývy odříznuté ornice musí na sebe navazovat a přiléhat. Nároky na výšku vytvořených hřebenů mohou být odlišné. Během seťové orby musí být jejich výška, pokud možno co nejmenší. Samotné záběry pluhu by měli mít stejnou šíři. Neoptimálnější teoretická prokypřenost půdy, dobrá hřebenovitost a nejlepší podmínky pro příznivé překlopení skývy se dosahují, pokud je poměr hloubky orby k šíři záběru plužního tělesa 70:100, při tak zvaném orebním poměru 1,43. Pokud byla orba provedena kvalitně, dojde k poměrně dobrému zapravení rostlinných zbytků a organických hnojiv do půdy, eventuálně minerálních hnojiv a následující pracovní kroky nejsou ovlivňovány zbytky rostlin, které zůstali na povrchu pozemku. Během orby by mělo dojít k zorání úplně celého pozemku, vynechané či nezorané plochy, popřípadě neúplně zpracovaná místa mezi záběry pluhu by neměli vznikat. Nezpracovaná místa nazýváme oplazy (KŘEN a kol., 2015).

2.3.2.2 Hloubka orby

Z několika měření a pokusů ve světě je patrné, že pro dosažení vyšších výnosů plodin je nutné zvýšit hloubku ornice. Příliš vysoké výnosy je nemožné docílit tam, kde hloubka ornice nepřesahuje hloubku 0,20-0,25 m. Z technického pohledu se tedy hloubka ornice odvíjí zejména od hloubky provedené orby (KŘEN a kol., 2015).

Hloubka orby výrazným způsobem ovlivňuje a mění vlastnosti půdy. Hloubka orby působí zejména na:

- akumulaci vody ze srážek, a tím vytváření zásoby půdní vláhy,
- rozvoj mikrobiálního života v půdě,
- snazší zakořenění rostlin a lepší rozvoj kořenového systému,
- odplevelení půd a potlačování především vytrvalých plevelů.

Určujícím kritériem pro stanovení hloubky orby je:

- požadavek plodin na půdní podmínky,
- stav půdy po sklizni předplodiny,
- mocnost ornice,
- klimatické a povětrnostní podmínky,
- druh a typ půdy, její fyzikální a biologický stav,
- uspořádání podorničních vrstev.

Hloubka orby pro ozimé obilniny je určena i dobou mezi sklizní předplodiny a setím, čím kratší je toto období, tím více se snižuje hloubka zpracování půdy (ŠIMON a kol., 1989).

Hloubka orby se volí především podle stavu půdy a požadované následné plodiny v osevním postupu. Podle hloubky se rozlišuje orba na:

- Mělkou do 0,18m
- Střední 0,18 – 0,24 m
- Hlubokou 0,24 – 0,30 m
- Velmi hlubokou nad 0,30 m
- Rigolovací nad 0,50m

Rigolovací orba je výjimečné opatření před výsadbou některých speciálních plodin, jako je například chmel, chřest či ovocné stromy pěstované intenzivním způsobem (LHOTSKÝ a kol., 1994).

Rigolování je proces prohlubování půdy, během kterého se obracejí půdní vrstvy, mísí a kypří se do hloubky od 0,50 až do 0,80 m a někdy i více. Zároveň dochází k převrstvení půdy, přičemž se obvykle dostane spodina na povrch a ornice dospod na místo spodiny. Rigolování je možné provádět na takových půdách, které jsou k tomuto zákroku vhodné, to je půdy s hlubokou orniční vrstvou, kde rozdíl mezi spodinou

a ornici nejsou tak znatelné. Vrstvě zeminy, která byla vytažena na povrch pozemku, je bezpodmínečně důležité dodat živiny v podobě organického hnojení, nejlépe dvojnásobným množstvím statkových hnojiv (zhruba $60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a více), eventuálně lze provést sloučení hnoje a zeleného hnojení a běžně i vyšších dávek fosforečných minerálních hnojiv. Nejoptimálnější dobou pro rigolovací orbu je přelom mezi koncem léta a začátkem podzimu. Pro rigolování je používán speciální rigolovací pluh (KŘEN a kol., 2015).

Mělká orba se využívá na půdách s mělkým orničním profilem, často šterkovitým, kde hlubší orba není možná. Nejčastěji je to v podhorských a horských oblastech. Na hlubších půdách se mělká orba nejčastěji používá pro meziplodiny vysévané v létě (LHOTSKÝ a kol., 1994).

Středně hluboká orba má největší použití, a to jak ve vztahu ke stavu půdy, tak k pěstovaným rostlinám. V české republice se střední orba používá zhruba na 55 % plochy z celkové výměry orné půdy. Nejčastěji se také používá a je nejvíce uplatňovaná především k přípravě půdy pro obilnin, řepky a luskovin.

Hluboká orba vykazuje mnohé přednosti oproti orbě mělké, neboť hlubším propracováním orničního profilu se zásadně mění nebo upravují všechny vlastnosti půdy. Těžké půdy si obvykle žádají hlubší orbu. Rozsah uplatnění hluboké orby omezuje jednak mocnost orničního profilu, jednak ekonomická hlediska jako jsou zvýšené náklady finanční i energetické, a u některých plodin dokonce i malá výnosová reakce. Hluboká orba se uplatňuje především před zařazením plodin s kůlovým kořenem jako je cukrovka, mrkev, kukuřice, případně ostatních plodin.

Velmi hluboká orba se provádí na hlubokých, humózních půdách zpravidla jako prohlubovací orba k náročným plodinám nebo jako opatření ke zlepšení půdního prostředí. Velmi hluboká orba nachází uplatnění také u rostlin s kůlovým kořenem, avšak ne pravidelně, ale jako nákladné opatření na úrodných hlubokých půdách.

Na půdách, jejichž půdní profil dovoluje orat i na větší hloubku, má značný význam střídání hloubky orby v jednotlivých letech. Tento postup zmírňuje nebezpečí vytvoření utužených podorničních vrstev, zejména podbrázdí, a napomáhá k lepšímu využití profilu půdy rostlinami. Střídání hloubky orby umožňuje též vytvářet vhodnější podmínky pro plodiny pěstované v osevním postupu (ŠIMON a kol., 1989).

2.3.2.3 Termín orby

Z hlediska doby provedení a účelu orby používáme následující rozdělení:

- letní orba,
- seťová orba k ozimům,
- podzimní orba k plodinám setým na jaře,
- zimní orba,
- jarní orba.

Letní orba je obvykle prováděna s mělkou hloubkou orby. Provádí se mimořádně. Je nutné, aby byla provedena co nejrychleji, nejlépe ihned po sklizni předplodiny zároveň s rozdrobením skývy, z důvodu snížení ztrát vody neproduktivním výparem. Kratší časové rozpětí mezi sklizní předplodiny, orbou a zasetím je důležité i pro zdárné vzejití zasetého osiva. Letní orba se nejčastěji používá k meziplodinám, či k další plodině, která následuje po včasné sklizené předplodině, například po ozimé směsce, obilninách sklizených na zeleno raných bramborách (KŘEN a kol., 2015).

Seťová orba se převážně využívá k ozimím obilninám a řepce. Z hlediska vysokých výnosů zrna obilnin je zejména závažný její termín a kvalita provedení. Je proto třeba dodržovat zásadu, aby seťová orba byla provedena za příznivé vlhkosti půdy a včas. Má se orat nejméně 3 týdny před setím po předem provedené podmítce. Zásadou je, že čím kratší doba mezi orbou a setím, tím více se zmenšuje hloubka orby, hloubka orby se rovněž snižuje na těžkých půdách. Jestliže to situace dovolí, je vhodné používat stroje na drobení ornice, popřípadě drtiče hrud zároveň se seťovou orbou. Tento zákrok zkracuje přirozené slehnutí půdy, šetří půdní vláhu a umožní připravit kvalitní seťové lůžko. Přirozené slehnutí půdy závisí na zrnitostním složení půdy a obsahu vody. Přirození slehnutí je velice důležité pro správné klíčení, vzcházení i zakořeňování rostlin. Pokud nemůže půda před setím přirozeně slehnout, je třeba proces uléhání urychlit utužením půdy pomocí válců a pěchů, na těžších půdách jsou využívány speciální drtiče hrud.

Pokud se seťová orba provádí bez předchozí podmítky, je vhodné použít pluhu s předradličkou (ŠIMON a kol., 1989).

Podzimní orba je významná především pro plodiny seté a sázené na jaře, jako jsou jarní obilniny, okopaniny, luskoviny, olejnin, či různé druhy zeleniny. Podzimní orba se významně podílí na biologických procesech v půdě, proto má být vykonávána včas. Nakypřením půdy a vytvořením hřebenovité struktury povrchu se umožňuje lepší vsakování vody z dešťových srážek, to má příznivý vliv pro tvorbu větší zásoby zimní vláhy v půdě. Hlavní předností podzimní orby je vytvoření dobrého fyzikálního a biologického stavu půdy na jaře (mrazové zralosti). Po podzimní orbě se zoraná půda zpravidla zanechá v hrubé brázdě bez urovnání povrchu (KŘEN a kol., 2015).

K cukrovce, bramborám a popřípadě k dalším plodinám, kde se zaorávají statková hnojiva, se na podzim orá dvakrát, kdy první orba je středně hluboká a během této orby dochází k zaorání statkových hnojiv, druhá orba je hluboká a následuje za tři až čtyři týdny, cílem druhé orby je homogenizace ornice.

Zimní orba je v podstatě opožděná podzimní orba, která se provádí pouze tehdy, pokud nelze provést podzimní orba včas, například při příliš vlhkém pozemku nebo při pozdní sklizni. Tato opožděná orba je ale vždy méně přínosná než podzimní orba vykonaná včas, avšak je stále výhodnější než orba jarní (ŠIMON a kol., 1989).

Jarní orba je výhradně nouzovým zákrokem, jestliže nebyla z nějakých důvodů provedena podzimní orba. Jarní orba se vždy provádí oproti podzimní orbě na menší hloubku.

Z agrotechnických důvodů je jarní orba většinou nesprávná a má mnoho nedostatků:

- špatně zabezpečuje dostatek vody v půdě (ulehlá půda zachycuje menší množství srážek v podzimním a zimním období, při orbě na jaře navíc dochází k velkým ztrátám vody z půdy),
- narušuje vznik přirozené dospělosti půdy (radikálně se mění půdní prostředí a tím se narušují především mikrobiální procesy, které se začínaly rozbíhat se zvyšující se teplotou a za vhodné vlhkosti záhy na jaře),
- zhoršuje fyzikální stav půdy-při jarní orbě se zpravidla vytváří větší hrudovitost,
- zpožďuje výsevy jarních plodin,

- zvyšuje zaplevelenost porostů (semena plevelů jsou vynášena k povrchu půdy opožděně, později klíčí a nemohou být předseťovou přípravou půdy zasažena).

Někdy se na jaře, provádí i zaorávka jetelovin nebo jetelotrávy a to v případě následuje-li kukuřice, z důvodů rizika kontaminace podzemních vod dusíkem. To má význam hlavně v oblastech hygienické ochrany vodních zdrojů (KŘEN a kol., 2015).

2.3.2.4 Způsob orby

Podle způsobu zpracování brázdové skývy rozeznáváme několik způsobů orby. Při jednovrstevné orbě je brázdová skýva zpracovaná pouze jedním orebním tělesem.

Během dvouvrstevné orbě je brázdová skýva obracena nadvakrát, to znamená, že je použito dvou orebních těles. Nejčastějším případem je orba s pluhem s předradličkou. Předradlička se nachází před plužním tělesem a je široká obvykle dvě třetiny šíře plužního tělesa. Hloubka práce předradličky je v rozmezí 0,8 až 0,10 m. Předradličkou je kořeny prorostlá část skývy přesunuta na dno brázdy a následně zakryta zbylou částí brázdové skývy. Při orbě s předradličkou je povrch pozemku téměř rovny a organická hmota je dobře zakryta. To usnadňuje další přípravu půdy k setí.

Třívrstevnou orbou je brázdová skýva rozdělena na tři části, které jsou jednotlivě obraceny a vzájemně přemísťovány. Pluh má pro každou brázdu tři orební tělesa. Vrchní část během orby zůstane na povrchu, střední část je přesunuta na dno brázdy a nejspodnější část skývy je vtažena do středu brázdy. Třívrstevná orba se používá nejčastěji při rekultivaci půd (ŠIMON a kol., 1989).

2.3.2.5 Výhody a nevýhody orby

Použití orby přináší řadu výhod a nevýhod, mezi výhody použití orby patří:

1. výborná kvalita práce v relativně velkém rozsahu druhů půd a půdní vlhkosti,
2. účinný boj proti plevelům, chorobám a škůdcům,
3. dobré zapravení rostlinných zbytků a organických hnojiv do půdy,
4. další pracovní operace nejsou ovlivňovány rostlinnými zbytky na povrchu pole,
5. podíl živin a splavených hlinitých částic je vyneseno na povrch,
6. půdní agregáty jsou přirozeně rozrušeny.

Oproti tomu má použití orby i řadu nevýhod, jako je například:

1. šoková změna životních podmínek pro půdní život,
2. žádná ochrana povrchu půdy bezprostředně po zpracování,
3. je zničen systém půdních kapilár,
4. malý mísící efekt,
5. organické hnojení a rostlinné zbytky jsou ukládány ve vrstvách,
6. silná mineralizace organické hmoty v kypré půdě,
7. možné utužení podorničí,
8. částečná „konzervace“ semen (vyšší zaplevelení v dalších letech),
9. velká vzdálenost těžiště od připojovacích bodů traktoru, větší potřeba zvedací síly traktoru, vysoká potřeba tažné síly (KŘEN a kol., 2015).

2.3.3 Další operace základního zpracování půdy

Mezi další operace základního zpracování půdy řadíme prohlubování, podrývání, dlátování a kypření.

Prohlubování je proces, při kterém dochází k zvětšování hloubky ornice. Tento proces spočívá v provedení běžné orby na hloubku, na kterou se na vybraném pozemku ještě neoralo. Prohlubování je možné použít především na půdách s hlubokým humusovým horizontem a s vhodnou přirozenou úrodností, nebo na půdách, kde vlastnosti podorničí se téměř neodlišují od ornice. Je nutné dodržovat zásadu, že během prohlubovací orby by neměli být vynášeny na povrch půdy mrtviny (půda, která není oživena a má špatné fyzikální a chemické vlastnosti). Doporučená hloubka prohlubování je nejvýše 0,01 - 0,02 m podorničí, za předpokladu dostatečného organického hnojení. Prohlubování se provádí jednou až dvakrát za osevní postup a následující prohlubování je možné provést až za 3 - 5 let (KŘEN a kol., 2015).

Podrývání se provádí současně s hlubokou orbou s pomocí podrýváků, které jsou umístěny za pluhovým tělesem. Používá se všude tam, kde se ornice svými vlastnostmi odlišuje od podorniční vrstvy. Podrýváky mohou kypřit půdu až na hloubku 0,12m. Tato operace příznivě ovlivňuje půdní vlastnosti a je možné jej použít jako přípravné zabezpečení pro následující prohlubování ornice. V dnešní době, kdy je podorniční vrstva výrazně utužena a upevnění podrýváků za pluhové těleso značně

zvyšuje spotřebu energie a tím snižuje výkonost soupravy, se k prokypřování půdy používá spíše dlátování (ŠIMON a kol., 1989).

Dlátování je proces středně hlubokého kypření půdy až do hloubky 0,45 m. Tento především agrotechnický ale i do určité míry meliorační zásah je vhodný pro eliminaci špatných fyzikálních vlastností v podorničí. Dlátování se dnes velmi běžně také využívá v bezorebných metodách zpracování půdy, a to především místo orby. Meliorační význam dlátování je vhodný pro půdy s vyvinutým a poměrně silně utuženým podbrázdím. Kypření je důležité uskutečnit za ideální půdní vlhkosti. K operaci dlátování se dnes využívají dlátové kypřiče s rovnými nebo šikmými kypřicími tělesy (KŘEN a kol., 2015).

Hloubkové kypření je mechanický zásah do půdy s výrazným agromelioračním účinkem do hloubky 0,7 až 0,8 m. Je základním opatřením komplexní zúrodnovací soustavy na těžkých půdách, kde utužení přesahuje hloubku 0,45 m. Hloubkové kypření může být použito i k odvedení povrchové vody do hlubších vrstev půdy, či k zvětšení akumulární schopnosti půdy pro vodu (ŠIMON a kol., 1989).

2.4 Stroje používané pro zpracování půdy

V současnosti se již téměř nepoužívají jednotlivě samostatné stroje, vytváří se kombinace, během kterých dochází k spojování jednotlivých operací. Vlivem spojování operací dochází ke snížení spotřeby pohonných hmot, dosažení větší efektivity práce, ale i omezení počtu přejezdů po poli a tím snížení utužení půdy (HŮLA, 1999).

2.4.1 Rozdělení strojů

Dle použití

S ohledem na různé terénní, půdní a klimatické podmínky a na různé požadavky jednotlivých rostlin se v zemědělství používá celá řada strojů, jejich základní rozdělení je toto:

1. Stroje pro základní zpracování:
 - podmítače
 - radličné
 - talířové
 - pluhy
 - radličné
 - talířové

- | | | |
|-------------------------------------|---------------------|---------------|
| | | - rotační |
| | | - kombinované |
| 2. Stroje pro předseťovou přípravu: | - smyky | - trémové |
| | | - prstencové |
| | | - kombinované |
| | - brány | - hřebové |
| | | - talířové |
| | | - motýlkové |
| | | - prutové |
| | | - síťové |
| | | - rotační |
| | - válce | - hladké |
| | | - rýhované |
| | | - článkové |
| | | - prutové |
| | - kypřiče | - radličkové |
| | | - rotační |
| | | - kombinované |
| 3. Stroje pro meliorační kypření: | - dlátové kypřiče | |
| | - hloubkové kypřiče | |

(ŠIMON a kol., 1989).

Dle připojení

Podle připojení strojů k traktorům se stroje dělí na nesené, návěsné a přívěsné. Nesené stroje se k traktoru připojují na třibodový závěs hydraulického zvedacího zařízení traktoru a nemají vlastní podvozek. Návěsné stroje se k traktoru připojují pouze na obě spodní ramena třibodového závěsu traktoru a mají vlastní podvozek. Přívěsné stroje jsou k traktoru připojeny v jednom závěsném bodě a jsou vybaveny vlastním podvozkem (ŠIMON a kol., 1989).

Dle pracovních orgánů

Stroje můžeme dále dělit podle pracovních orgánů, a to na stroje s pasivními pracovními orgány a na stroje s aktivně poháněnými orgány.

Mezi stroje s pasivními orgány řadíme například kypřiče, brány, smyky či válce. Spojením těchto strojů vznikají kombinátory. Mezi výhody těchto strojů řadíme velkou výkonnost a levnější provoz. Při práci těchto strojů se využívá tahová síla traktoru, jejich pracovní nástroje nemají pohon odvozený od vývodového hřídele traktoru. Nejrozšířenější skupinou jsou kombinátory. Pro moderní kombinátory s výměnnými sekcemi a s možností přesně nastavit hloubku kypření se u nás vžil název kompaktory. Kromě uplatnění těchto strojů při předseťové přípravě půdy se tyto stroje využívají i při ošetřování půdy a porostů během vegetace.

U strojů s aktivními poháněnými pracovními orgány je pohyb poháněných orgánů odvozen od vývodového hřídele traktoru. Intenzivní působení pracovních orgánů na půdu předurčuje tuto skupinu strojů pro využití při předseťové přípravě středních a těžkých půd. Časté je jejich použití při ochranném zpracování půdy a setí do mulče (HŮLA, 1999).

Pracovní orgány ve tvaru nožů nebo hřebů jsou uloženy na poháněné hřídeli, jejíž osa je vodorovná a kolmá na směr jízdy (rotační kypřiče), nebo je osa otáčení svislá (vířivé kypřiče). Dalším strojem jsou vibrační brány, jejichž hřeby jsou umístěny na dvou příčných nosnících, které vykonávají protisměrný příčný pohyb.

Obvodová rychlost pracovních orgánů je vždy větší, než pojezdová rychlost traktoru (ŠIMON a kol., 1989).

2.4.2 Podmítače

Hlavním účelem podmítačů je vytvoření dobře nakypřené a rozdrobené povrchové vrstvy půdy do hloubky 6–12 cm. Protože se podmítače využívají i pro minimalizační způsob zpracování místo mělké orby, je nutné, aby zpracovávali půdu do hloubky alespoň 15 cm. Tyto stroje až na výjimky vytlačili dříve používané podmítací pluh.

Podmítače mohou být talířové či radličkové. Osvědčují se ale především talířové podmítače, které mají oproti radličkovým podmítačům menší pracovní odpor

v půdě a lepé půdu drobí. Talířové podmítače však nejsou vhodné pro kamenité půdy, kde může dojít k poškození talířů (ŠIMON a kol., 1989).

Talířové a radličkové podmítače se nejčastěji vyrábí s pracovním záběrem 2,5 až 6 m, pro velké pozemky až se záběrem 8 m. U strojů s větším záběrem je samozřejmostí hydraulické sklápění sekcí. Pro podmítače je charakteristická jejich vysoká výkonnost, především kvůli vysoké pojezdové rychlosti, která se pohybuje od 9 až do 12 km.h⁻¹ (HŮLA, 1999).

2.4.3 Pluhy

Pluhy jsou stroje, které se používají pro orbu. Pro orbu se používají pluhy různé konstrukce, pro kvalitní orbu jsou nejvhodnější hlavně víceradličné pluhy ve spojení s výkonnými traktory (LHOTSKÝ a kol., 1994).

2.4.3.1 Historie pluhů

Na orání pluhem se od antiky po devatenácté století mnoho nezměnilo. Teprve s průmyslovou revolucí a s ní spojenou technizací zemědělství se objevila nová řešení, jak hlouběji, rychleji a přesněji orat. Vzhledem k tomu, že se kvalita půdy v různých částech světa velmi liší, bylo nutné vyvinout tvary, které budou vyhovovat daným podmínkám. Pluhy měly původně jednu radlici, později se přidaly až další tři. Ve chvíli, kdy se pluhy začaly tahat traktorem, bylo možné díky jejich výkonosti začít používat víceradličné stroje (DÖRFLINGER, 2009).

Snaha o vyšší produkci, ale i o kvalitnější podmínky pro růst plodin, se projevila ve vynálezu nového orebního nářadí, a to ruchadla, které vynalezli bratřenci Veverkovi v Rybitví u Pardubic. V letech 1824 - 1827 se přeměnili do té doby využívané české pluhy v ruchadlo, někdy také přezdívané "veverče", nebo také "opočenský pluh". Tento místní název je symbolem příznivého obracení skýv během orby. Ruchadlo bylo nové hlavně proto, jelikož obsahovalo zesílenou slupici, která byla upravena délku plazu a místo běžné radlice s krojidlem a odhrnovačkou ze dřeva mělo desku z kovu, která byla v dolní části vyduta válcovitě (KŘEN a kol., 2015).

2.4.3.2 Pracovní části pluhů

Vlastní orbu vykonává orební ústrojí neboli orební jednotka pluhu. Skládá se z pravidla z orebního tělesa, předradličky, krojidla, eventuálně podryváku.

Orební těleso je základní a nezbytnou součástí orebního ústrojí. Jeho činnou částí je radlice, která se skládá z čepele a z odhrnovačky. Pomocné části radličného orebního tělesa jsou obvykle slupice, plaz, vzpěra a péro (NEUBAUER a kol., 1989).

Čepel

Čepel odřezává skývu od dna brázdy a hrana odhrnovačky ji odřezává ve svislé rovině od nezpracované ornice. Odříznutá půdní skýva má v průměru tvar obdélníku. Při zvedání a překlápění skývy do strany působí na orební těleso síla, jejíž boční složku zachycuje plaz, což je svislá deska opírající se o stěnu brázdy. Čepel je velmi namáhanou částí pluhu. Je proto v zájmu uživatele pluhu vybavit pluh čepelími s dlouhou životností. Výhodným řešením je vyměnitelná špička čepele, protože tato část čepel podléhá největšímu opotřebení (HŮLA a kol., 1997).

Radlice

Pracovní částí orebního tělesa je radlice. Podle tvaru pracovního povrchu rozlišujeme základní druhy radlic, a to na válcové, kulturní pološroubové a šroubové.

Pracovní povrch válcových radlic je vytvořen zpravidla z parabolického válce s horizontálními povrchovými přímkami. Válcové radlice dobře drobí, ale hůře překlápějí skývu. Používají se například u podmítacích pluhů, oboustranných či výkyvných pluhů.

Kulturní radlice jsou vhodné pro střední a hlubokou orbu lehkých a středně strukturních půd, půdu drobí a současně ji také překlápějí.

Pološroubovitě radlice vyhovují pro orbu těžkých i nestrukturních půd, dále vyhovují i při orbě na svazích. Proti kulturním radlicím skývu lépe překlápějí, ovšem na úkor jejího rozdrobení. Jak kulturní, tak pološroubovitě radlice mají pracovní povrch ve tvaru horizontálního konoidu.

Šroubovitě radlice jsou vhodné pro své velmi příznivé překlápěcí schopnosti pro orbu luk a pastvin. Jejich pracovní plocha je tvořena ze šroubovitě plochy (NEUBAUER a kol., 1989).

Při orbě lepivých půd při vyšší vlhkosti jsou vhodné páskové odhrnovačky, protože jejich plocha není celistvá. Snížením styčné plochy odhrnovaček se zmenšuje jejich pracovní odpor. Výhodou těchto odhrnovaček je i jejich nízká hmotnost (HŮLA a kol, 1997).

V současnosti se nejběžněji používá orební těleso s odhrnovačkou pološroubovitou, která je vhodněji přizpůsobena vyšším rychlostem při orbě a skývu obrací příznivěji (KŘEN a kol., 2015).

Krojidlo

Krojidlo slouží k odřezávání skývy ornice od záhonu, aby předradlička ani orební těleso již skývu neodřezávali. Nejčastěji se používá krojidlo kotoučové, které tvoří otočně uložený kotouč sevřený mezi dvěma přírubami. Vidlice je připojená ke slupici otočně přes svislý čep umístěný před osou krojidla, a proto je krojidlo samostavné. Samo se orientuje do směru jízdy, ale při bočním posuvu rámu pluhu nezachycuje boční síly, nýbrž se natačí. Někdy se používá nožové či čepelové krojidlo (ROH a kol., 1997).

Předradlička

Předradlička se skládá z čepele, odhrnovačky a slupice, která je k rámu připojena tak, aby bylo možno nastavit hloubku orby předradličky. Šířka záběru předradličky bývá rovna dvou třetinám záběru orebního tělesa. Hloubka orby se volí asi do jedné třetiny celkové hloubky orby. Předradlička se umísťuje asi 20 až 30 cm před orební těleso. Předradlička odkrajuje skývu a ukládá ji na dno vedlejší brázdy. Orební těleso tuto skývu zakrývá spodní vrstvou zeminy. Tím se dostává vrstva, prorostlá kořeny rostlin dospod (ROH a kol., 1997).

Podrývák

Jeho funkcí je rozrušit a nakypřit utužené podbrázdí, které vytváří nepříznivé podmínky pro růst rostlin. Podrývák zasahuje do hloubky větší o 50 až 150 mm než je hloubka orby. Půdu neobrací, nevynáší di vyšších vrstev, jen prokypřuje. Lépe vniká do podbrázdí vzduch, voda i kořeny rostlin. Jsou známa různá konstrukční řešení podrýváků. Nejběžnější jsou jednostranné a šípovité. Nevýhodou jednostranného podrýváků je působení nevyvážené boční síly, což u šípovitého podrýváků odpadá (NEUBAUER a kol., 1989).

Slupice

Slupice tvoří současně rám orebního tělesa i jeho držák. Slupice starších pluhů bývaly odlité v jednom celku. V současnosti mají slupice spodní část uzpůsobenou k připojení součástí orebního tělesa a část vrchní, která je držákem ve tvaru háku, nebo přímého sloupu, spojujícím orební těleso s rámem pluhu.

Plaz

Plaz je tvořen svisle postavenou deskou, orientovanou přibližně ve směru jízdy. Tato deska připojená ke slupici se při orbě opírá o stěnu brázdy a podchycuje sílu vyvolanou překlápním skývy do vedlejší brázdy. Zadní konec plazu bývá opatřen vyměnitelnou patkou, která se pohybuje po dně brázdy a zachycuje sílu svislou, vzniklou při zvedání skývy (ROH a kol., 1997).

2.4.3.3 Radličné pluhy

Charakteristické pro funkci radličných pluhů je obracení zpracovávané vrstvy půdy. Obracením skývy spolu s kypřením, drobením a mísením půdy představuje významný zásah do stavu půdy. Při orbě radličnými pluhy dochází k zaklápění rostlinných zbytků do půdy. Při orbě dobře seřízeným pluhem zůstává na povrchu méně než 10 % rostlinných zbytků či hnojiv.

V současnosti se vyrábějí pluh s měnitelným záběrem orebních těles, které usnadňuje přizpůsobení záběru hloubce orby. Měnitelný záběr pluhu má další výhodu v tom, že je možné změnou záběru pluhu při nezměněné hloubce orby volit odlišný stupeň drobení. Další výhodou plynule nastavitelné šířky záběru za jízdy z místa řidiče je usnadnění orby v místech, kde se nachází překážka na poli, například sloup či strom a možnost dokončit kvalitně orbu nepravidelných ploch (HŮLA a kol., 1997).

Rozdělení radličných pluhů

Podle počtu orebních těles, která mohou být současně v záběru, jsou pluhy jedno, dvou i víceradličné. U většiny pluhů jsou současně v záběru všechna orební tělesa, to jsou pluhy záhonové. Pluhy oboustranné mají současně v záběru pouze polovinu orebních těles, druhá polovina je v záběru při zpáteční jízdě.

Nejvíce jsou rozšířené pluhý traktorové, tažené traktorem. Pluhý mohou být také samojízdné, nebo lanové. Lanové pluhý jsou tažené lanem napnutým mezi dvěma energetickými zdroji s navijáky, postupně popojíždějícími po okraji pole. Podle připojení k traktoru jsou pluhý:

1. přívěsné (mají nejméně tři vlastní opěrné body a k traktoru jsou připojeny v jednom bodě),
2. návěsné, polonesené (jsou dvěma body připojeny na ramena třibodového závěsu traktoru a vzadu mají jeden opěrný bod v podobě kola),
3. nesené (jsou připojeny k třibodovému závěsu traktoru a podle regulačního systému traktoru buď nemají žádný vlastní opěrný bod, nebo mají kolo sloužící k nastavení hloubky orby), (ROH a kol., 1997).

Jednostranné pluhý překlápějí a odsouvají skývu doprava od směru jízdy. Pro orbu těmito pluhý musí být pozemek rozdělen na pruhy, na kterých se směr odsouvání skývy střídá. Při orbě jednostrannými pluhý vznikají rozory a skaldy, které jsou příčinou obtížnějšího urovnávání povrchu.

Oboustranné pluhý umožňují orat do roviny bez vytváření skladů a rozorů. Těmito pluhý se začne orat na jedné straně, činnost pravostranných a levostranných orebních těles se střídá při otáčení soupravy na souvratích.

Jednostranné pluhý mají asi o třetinu nižší hmotnost než oboustranné, s čímž souvisí i nižší cena stroje. Oproti tomu ale orba s jednostrannými pluhý snižuje výkonnost orby delší jízdou naprázdno po souvratích (HŮLA a kol., 1997).

2.4.3.4 Rotační pluhý

Rotační pluhý jsou určeny především pro zpracování těžkých, obtížně zpracovatelných půd. Šikmo uložený rotor pluhu je poháněn vývodovým hřídelem traktoru. Většina potřebného výkonu motoru traktoru pro orbu je přenášena přes vývodový hřídel, pouze menší část představuje tahový výkon. K rotačním pluhům je dodáván několik typů rotorů. Výběrem rotoru lze volit intenzitu obracení a mísení ornice. Talířový rotor dobře obrací půdu a zapravuje rostlinné zbytky. Rýčový rotor zvýrazňuje mísení ornice a rostlinných zbytků.

S rotačním pluhem se přejíždí po pozemku obdobně jako s jednostranným radličným pluhem. Znamená to, že je nutné dbát na to, aby při orbě nevznikaly příliš výrazné sklady a rozory (HŮLA a kol., 1997).

2.4.3.5 Rám pluhu

Rám pluhu musí být tuhý, aby se nedeformoval při náhlém zvýšení odporu a současně nesmí mít příliš velkou hmotnost. Tomuto požadavku nejlépe vyhovují silnostěnné profily kruhového, čtvercového nebo obdélníkového průřezu. Rám mívá jeden nebo dva centrální nosníky, nebo je řešen jako příhradová konstrukce z více kratších a méně masivních dílů. Většinou bývá rám plochý. U některých zahraničních výrobců jsou zadní konce podélných dílů rámu zahnuté dolů ve tvaru háků (ROH a kol., 1997).

2.4.3.6 Jištění orebních těles

Nejjednodušším a nejlevnějším způsobem ochrany pluhu před poškozením při najetí orebního tělesa na pevnou překážku je použití střížné pojistky u každého orebního tělesa. Toto jištění však vyhovuje pouze při orbě hlubokých půd bez kamenů, kde se mohou vyskytovat pouze ojedinělé překážky. Při orbě kamenitých půd a půd s malou mocností ornice, kde je nebezpečí zachycení plužních čepelí o velké kameny či o souvislou mateční horninu, je nutné použít automatické pojistky orebních těles nevyžadující přerušování jízdy. U tohoto způsobu jištění se orební těleso po najetí na překážku a vychýlení dozadu nebo i do strany vrací automaticky do pracovní polohy. Využívá se mechanických pružinových pojistek. Výrobci pluhů ustupují od hydropneumatických pojistek, u nichž je riziko uniku hydraulického oleje do půdy. Můžeme se však setkat i s pneumatickými pojistkami orebních těles (HŮLA a kol., 1997).

2.4.3.7 Zásady pro sestavování orebních soustav

Správná orební sestava, výrazně ovlivňuje ekonomiku práce. Orba patří mezi nejnáročnější operaci přípravy půdy. První zásada je taková, že traktor by měl, pokud možno pracovat s maximální tahovou účinností, zároveň rychlost orby by měla být taková, jakou výrobce určil. Rám pluhu musí být rovnoběžný podélně i příčně s povrchem pole. Pluh nesmí vyvolávat síly v příčném směru na traktor. Traktor by

neměl vybočovat z brázdy, nebo naopak být v brázdě držen v příčném směru natáčením kol (BAUER a kol., 2006).

2.4.4 Smyky

Smyky slouží k urovnání povrchu pole, k drcení hrud, k prokypření vrchní vrstvy půdy, popřípadě k zatlačování menších hrud. Uplatní se zejména při jarním urovnávání pole zoraného na podzim. Smyky pracují jen do malé hloubky, a proto je možno je používat brzy na jaře. Smykuje se, pokud možno šikmo na směr brázdy (NEUBAUER a kol., 1989).

Smyky obvykle sestávají ze dvou za sebou následujících desek nebo trámů, jejichž sklon lze vzhledem k povrchu půdy regulovat. Aby smyk vlhkou půdu neuhlazoval a lépe ji drobil, je obvykle pracovní hrana desek ozubená. Podle pracovních orgánů rozeznáváme trámové smyky (hladké a ozubené), které jsou složeny z hladkých či ozubených desek, nebo prstencové smyky (hladké nebo ozubené), jejichž činné části jsou prstence spojené řetízky nejčastěji ve dvou řadách (ŠIMON a kol., 1989).

2.4.5 Brány

Brány se používají ke kypření a urovnávání povrchu (vláčení), rozrušení půdního škraloupu, zničení mladého plevle, vytrhání oddenků plevle z půdy, zapravení hnojiva i semen do půdy, protrhávání příliš hustého osení. Brány jsou rozmanitou skupinou strojů, podle druhu a pohybu pracovních orgánů se brány dělí na brány bez relativního pohybu pracovních orgánů a na brány s relativním pohybem pracovních orgánů, které mohou být poháněny motoricky, nebo vlivem styku s půdou (NEUBAUER, 1989).

Podle druhu a tvaru pracovních orgánů rozeznáváme:

1. hřebové brány (k pevnému rámu jsou připevněny hřeby),
2. síťové brány (brány bez rámu, jednotlivé hřeby či články spojeny kloubově do tvaru sítě),
3. radličkové brány (mají pevný rám, na něm připevněné kypřící radličky),
4. prutové brány (k pevnému rámu jsou připevněny pružné pruty),
5. kloubové brány (jednotlivé články s hřeby jsou spojeny kloubově),

6. talířové brány (souprava talířů, která je nasazená na společném hřídeli a otáčí se jako celek vůči rámu),
7. hvězdicové brány (na rámu připevněny pětiramenné hvězdice, které jsou umístěny na společném hřídeli a poháněny vývodovým hřídelem traktoru),
8. vibrační brány (hřeby umístěné na nosníku, který koná přímovratný pohyb a je poháněn od vývodového hřídele traktoru),
9. rotační brány (rotor s hřeby vykonává točivý pohyb kolem svislé osy, je též poháněn vývodovým hřídelem traktoru (KŘEN a kol., 2015).

2.4.6 Válce

Válce půdu utužují, tím že na ni působí tlakem na její povrch. Zlepšují styk osiva s půdou a vzlínání vody na povrch, současně při tom drobí hroudy a urovnávají povrch (ŠIMON a kol., 1989).

Podle funkce a konstrukce rozeznáváme:

1. hladký válec (hladký dutý válec otáčející se volně vzhledem k rámu),
2. rýhovaný válec (má podélně rýhovaný povrch),
3. hřebový válec (na plášti válce jsou umístěny hřeby do tvaru šroubovice),
4. článkové válce (pracovní orgán tvoří jednotlivé články, patří sem kotoučový válec, prstencový válec, hrudořez, pěchovací válec),
5. prutové válce,
6. kombinované válce (válec je kombinací nejméně dvou druhů válců), (NEUBAUER, 1989).

2.4.7 Kypřiče

Kypřiče zabezpečují prokypření a rozdrobení povrchové vrstvy ulehlých půd s cílem zajistit dostatek vzduchu v půdě. Jako pracovní orgány kypřičů se používají šípové radličky, kypřící radličky či dlátové radličky. Radličky se připevňují na rám stroje obvykle ve třech či čtyřech řadách. Moderní kypřiče jsou doplněny ještě prutovými válci, které po radličkách urovnávají povrch půdy (ŠIMON a kol., 1989).

2.5 Ekonomika práce

2.5.1 Ekonomika motoru

Nejběžnější chybou v zemědělské praxi je nesprávně sestavena souprava traktoru a náradí. Především u traktorů vyšší výkonové třídy je častý problém s optimálním využitím výkonu motoru. V dnešní době se motory disponují vysokým točivým momentem. Jednou z mnoha výhod dnešních motorů je jejich nenáročné přenastavení do různých režimů, které mají různé otáčky, točivý moment a měrnou spotřebu. Dané vlastnosti můžeme využít v praxi tak, že se nastaví ekonomický režim, který nabízí nízkou spotřebu a vysokou účinnost motoru. Pokud chceme používat ekonomický režim motoru, je nutné zatížit motor traktoru, aby jeho otáčky byly ekonomické a pojezdová rychlost soupravy splňovala nároky dané operace (BAUER a kol., 2006).

2.5.2 Zatížení traktoru

Pokud nebude motor traktoru vytížen, pracuje motor traktoru se značnou výkonovou rezervou, důležité je ale mít na vědomí, že tato rezerva výkonu nás stojí zbytečné litry nafty navíc, čímž se zvyšuje cena vykonávané práce. Je dokázáno, že pokud bude motor traktoru v soupravě s náradím v ekonomických otáčkách během práce, bude spotřeba paliva nižší, a současně výkonnost vyšší (BAUER a kol., 2006).

2.5.3 Regulační hydraulika

Pro ovládání a regulaci třibodové závěsu je traktor vybaven regulační hydraulikou. Tato hydraulika značně ovlivňuje tahové vlastnosti soupravy. Základní regulační prvky výrazně ovlivňují spotřebu motoru, výkonnost a kvalitu práce. Cílem této regulace je zatěžovat traktor, aby byla co nejvíce využita hnací síla na kolech. Tím se dosáhne větší tahové účinnosti vlivem snížení prokluzu kol (BAUER a kol., 2006).

3. Cíl práce

Cílem této práce je naměření a vyhodnocení spotřeb pohonných hmot a plošné výkonnosti při orbě různými konstrukcemi pluhů v konkrétních srovnatelných podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na vědecké hypotézy:

1. Která ze sledovaných technologií má prokazatelný vliv na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

Za účelem dosažení cíle bylo provedeno v zemědělském podniku BETA AGRO Soběslav a. s. polní měření těchto parametrů. Měření proběhlo na pozemcích v katastru obce Tučapy u Soběslavi.

4. Metodika

4.1 Charakteristika vybraného zemědělského podniku

Společnost BETA Agro a.s. se sídlem v Soběslavi vznikla 9. července 1996. Tento zemědělský podnik se zabývá jak rostlinnou, tak i živočišnou výrobou. Rostlinná výroba zahrnuje základní obiloviny jako je pšenice, oves, ječmen či potravinářské žito. Dále se společnost zabývá pěstováním brambor, řepky a hořčice. Z živočišné výroby se společnost zabývá chovem masného skotu a chovem prasat, konkrétně produkcí selat a jatečních prasat. Mimo rostlinné a živočišné produkce nabízí společnost též služby, jako jsou: základní zemědělské práce, sklizňové práce obilovin, rotavátorování a mulčování pozemků nákladní doprava traktory a automobily, opravy veškeré zemědělské mechanizace (<http://www.betaagro.cz/>, „staženo dne: 6. 2. 2017“).

4.2 Technické parametry použitého traktoru

Do orební soustavy byl použit kolový traktor CASE IH MX 285 (viz obrázek č. 1). Jeho technické parametry jsou uvedeny v následující tabulce (viz tabulka č. 1).

Tabulka č. 1 - Technické parametry CASE IH MX 285

Technické parametry CASE IH MX 285	
Výrobce:	Case IH, USA
Rok výroby:	2003
Typ:	MX 285
Pohon:	4x4
Motor:	Cummins, vznětový-Common Rail přeplňovaný turbodmychadlem a s mezichladičem stlačeného vzduchu.
Zdvihový objem [cm ³]:	8 268
Max. výkon [kW/ot.min ⁻¹]:	233/1800
Max. točivý moment [Nm/ot.min ⁻¹]:	1282/1400
Převodovka:	Powershit (řazení pod zátěží) s mokrou lamelovou spojkou
Nejvyšší rychlost [km.h ⁻¹]:	40
Počet převodových stupňů:	18 vpřed, 4 vzad
Nejvyšší přípustná hmotnost	
Na přední nápravu [kg]:	6 030
Na zadní nápravu [kg]:	10 000
Celková [kg]:	14 000
Provozní hmotnost [kg]:	10 470
Rozměry	
Délka [mm]:	5980
Šířka [mm]:	2550
Výška [mm]:	3190
Pneumatiky	
Přední náprava:	600/70 R 30 152 A8
Zadní náprava:	710/70 R42 168 A8



Obrázek č. 1 - Traktor CASE IH MX 285

4.3 Technické parametry jednostranného pluhu

Pro měření byl použit návěsný sedmi radličný pluh PH 1-422 (viz obrázek č. 2) vyrobený v Agrozetu Roudnice nad Labem. Předností tohoto pluhu je vysoká pohyblivost při přepravě a jízdě na souvratích, provozní spolehlivost, kvalita orby, vysoký výkon, jednoduchá obsluha i snadná údržba. Parametry pluhu jsou uvedeny v následující tabulce (viz tabulka č. 2).

Tabulka č. 2 - Technické parametry pluhu PH 1/422

Technické parametry pluhu PH 1/422	
Délka pluhu v prac. poloze [mm]:	7 840
Šířka pluhu v prac. poloze [mm]:	3 260
Pracovní záběr pluhu [cm]:	210-294
Prac. záběr jedné radlice [cm]:	30-42
Max. pracovní hloubka [cm]:	24
Počet radlic [ks]:	7
Hmotnost pluhu [kg]:	2 580
Max. pracovní rychlost [km.h ⁻¹]:	7



Obrázek č. 2 - Pluh PH 1-422

4.4 Technické parametry oboustranného pluhu

Pro měření byl použit polonesený sedmi radličný pluh EUROPA II 180 (viz obrázek č. 3) vyrobený v OPaLL-Agri, Dolní Životice. Tento otočný, hydraulicky ovládaný pluh umožňuje kvalitně zorat pozemek z libovolné strany bez rozorů a skladů. Technické parametry pluhu jsou uvedeny v následující tabulce (viz tabulka č. 3).

Tabulka č. 3 - Technické parametry pluhu EUROPA II 180

Technické parametry pluhu EUROPA II 180	
Délka pluhu v prac. poloze [mm]:	7 960
Šířka pluhu v prac. poloze [mm]:	3 540
Pracovní záběr pluhu [cm]:	210-350
Prac. záběr jedné radlice [cm]:	30-50
Max. pracovní hloubka [cm]:	28
Počet radlic [ks]:	7
Hmotnost pluhu [kg]:	4090
Max. pracovní rychlost [km.h ⁻¹]:	7



Obrázek č. 3 - Pluh EUROPA II 180

4.5 Metodika měření

Cílem toho měření bylo zjistit spotřebu pohonných hmot traktoru CASE IH MX 285 v agregaci s jednostranným sedmi radličným pluhem PH 1-422, a v agregaci s oboustranným sedmi radličným pluhem EUROPA II 180. Dalším cílem tohoto měření bylo stanovení plošné výkonnosti těchto souprav. Posledním cílem bylo stanovení minimální roční výkonnosti soupravy. Měření probíhalo na pozemcích o rozloze 18 ha, s totožným profilem. Při měření byla prováděna středně hluboká orba.

4.5.1 Měření spotřeby pohonných hmot

Během tohoto měření byly sledovány parametry, jako je záběr stroje, délka zpracovaného úseku a spotřeba pohonných hmot. Měření záběru stroje bylo provedeno podle normy ON 47 0166, kdy po prvním projetí soupravy se stanovila vzdálenost od stěny brázdy na 10 m a označila se kolíkem po délce 50m. Po projetí soupravy se měřila od kolíku vzdálenost nezpracované plochy ke stěně brázdy, změřená vzdálenost se odečetla od původní vzdálenosti. Rozdíl těchto vzdáleností nám představuje skutečný záběr pluhu. Spotřebovaná motorová nafta byla změřena doléváním, kdy se před jízdou naplnila nádrž traktoru do plného hrdla, a po ukončení orby se na stejném místě pomocí odměrného válce opět doplní nádrž traktoru. Z těchto

naměřených hodnot se potom pomocí vzorce č. 1 vypočte spotřeba motorové nafty na hektar.

4.5.2 Výpočet plošné výkonnosti

Pro výpočet plošné výkonnosti je potřebné znát záběr stroje, délku zpracovaného úseku a čas potřebný k tomuto zpracování, tento čas byl měřen stopkami během měření. Z těchto naměřených parametrů byla potom pomocí vzorce č. 2 vypočtena plošná výkonnost.

4.5.3 Výpočet minimální roční výkonnosti

Minimální roční výkonnost udává minimální počet zpracovaných ha, kterých je potřeba soupravou zpracovat, aby daná souprava přinášela zisk z provozu. Pro výpočet minimální roční výkonnosti práce je třeba znát pořizovací cenu strojů (viz tabulka č. 4). Pořizovací ceny poskytla společnost BETA Agro a.s., která stroje za tyto ceny pořídila. Dále je třeba zjistit celkové fixní náklady. Mezi fixní náklady řadíme náklady na amortizaci, zúročení vlastního kapitálu a v neposlední řadě náklady na garážování. Dále je nutné zjistit jednotkové variabilní náklady. Do variabilních nákladů spadají náklady na mzdy, na opravy a náklady na PHM. V neposlední řadě je potřeba znát cenu práce, která byla zjištěna dle agronormativu.

Tabulka č. 4 - Pořizovací ceny strojů

Pořizovací ceny strojů	
Stroj	Pořizovací cena C_s [Kč]
CASE IH MX 285	3900000
PH 1/422	200000
EUROPA II 180	800000

Fixní náklady

Veškeré stroje byli pořízeny z vlastního kapitálu, proto fixní náklady sestávají z nákladů na amortizaci, zúročení, z nákladů na garážování.

Náklady na amortizaci budou vypočteny pomocí vzorce č. 3. Odpisová sazba je dána daňovými odpisy, které upravuje §31 zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů. Tato sazba lze počítat rovnoměrně, nebo zrychleně (KAVKA, 2009).

Pro výpočet bude zvoleno odepisování rovnoměrné na 5 let (2. odpisová skupina) s roční odpisovou sazbou 20%, která je stanovena již zmiňovaným zákonem (<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-586>, „staženo dne: 9. 4. 2017“).

Náklady na zúročení budou vypočteny pomocí vzorce č. 4. Tento univerzální vztah používaný SRN platí pouze za podmínky, že nebyl využit bankovní úvěr či finanční leasing a doba používání stroje je větší nebo rovna stanovené době odepisování, dle dané odpisové skupiny. Při výpočtu bude použita hodnota zúročení 1,14%.

Náklady na garážování stroje budou vypočteny pomocí vzorce č. 5. Ve vybraném podniku se stroje garážují na zpevněné ploše, a proto ve výpočtech budou použity náklady na jednotku skladovací plochy $150 \text{ Kč.rok}^{-1}.\text{m}^{-2}$.

Celkové roční fixní náklady budou vypočteny pomocí vzorce č. 6. Vypočtou se jako součet všech výše zmiňovaných nákladů.

Variabilní náklady

Variabilní náklady zahrnují náklady na mzdy, na údržbu a náklady na PHM.

Náklady na mzdy budou vypočteny pomocí vzorce č. 7. Hrubá hodinová mzda bude počítána jako 130 Kč.h^{-1} . Hodnota hodinové mzdy mi byla poskytnuta společností BETA Agro a.s. Do výpočtu bude zahrnuta i konstanta k_{sp} , která vyjadřuje podíl sociálního a zdravotního pojištění, které musí být za obsluhu odvedeno. Tento koeficient měl v roce 2015 hodnotu 0,34 (KAVKA, 2009).

Náklady na údržbu budou vypočteny pomocí vzorce č. 8. Do výpočtu bude použita jako skutečná roční výkonnost hodnota 810, která byla poskytnuta společností BETA Agro a.s. Jako koeficient oprav bude použita hodnota 0,4 pro traktor, a 0,8 pro pluh.

Náklady na pohonné hmoty budou vypočteny pomocí vzorce č. 9. Do výpočtu budou použity spotřeby motorové nafty, které byly zjištěny během měření. Jako komplexní cena paliva bude brána hodnota $22,4 \text{ Kč.l}^{-1}$. Tento údaj mi byl poskytnut společností Beta Agro a.s.

Celkové jednotkové variabilní náklady budou vypočteny pomocí vzorce č. 10. Vypočtou se jako součet všech výše zmiňovaných nákladů.

Cena práce

Dalším důležitým parametrem k vypočítání minimální roční výkonnosti je cena práce C_P [Kč.ha⁻¹]. Tato cena stanovuje částku, za kterou je možné provádět mechanizovanou práci v podobě služeb (KAVKA, 2009).

Při měření byla prováděna středně hluboká orba. Cena práce pro středně hlubokou orbu čerpaná z agronormativu je 1470 Kč.ha⁻¹ (http://www.agronormativy.cz/docs/4040001_rslt.html, „staženo dne: 9. 4. 2017“).

Minimální roční výkonnost

Výsledná minimální roční výkonnost jednotlivých souprav bude vypočtena pomocí vzorce č. 10. Tato výkonnost bude vypočtena z celkových ročních fixních nákladů dané soupravy, z celkových jednotkových variabilních nákladů dané soupravy a z ceny práce dané operace, která byla převzata z agronormativu (KAVKA, 2009).

4.5.4 Výpočet úspornosti

Procento úspornosti bude vypočteno pomocí trojčlenky z nákladů na PHM a na mzdy obsluhy, které jsou potřeba na zpracování 810 ha, které společnost BETA Agro ročně zpracovává orbou. Díky tomuto výpočtu bude zjištěno, která z technologií je úspornější, popřípadě o kolik procent.

4.5.5 Výpočet doby návratnosti

Doba návratnosti jednotlivých souprav bude vypočtena pomocí programu TechConsult© (1994) od MZe ČR. Pro výpočet v programu bude použit následující strom zadávání parametrů: Ekonomické úvahy o soupravách → Soupravy → Ekonomické úvahy o soupravách → Sestavení soupravy → Operace → Stroj → Vyber S. → Energetický prostředek → Kolový traktor → Vyber E. → Přidej větu → Návrat → Vstupní data → Cena stroje (800 000,-Kč – EUROPA II 180, 200 000,-Kč PH 1/422) → Roční výkonnost (810 ha.rok⁻¹) → Strategie žádná → Cena traktoru (3 900 000,-Kč) → Roční výkonnost (810 ha.rok⁻¹) → Strategie žádná → Cena práce (1470,-Kč.ha⁻¹) → Výnosnost. Do tohoto programu budou zadány parametry strojů stejného typu s podobným výkonem či záběrem strojů. Vstupní data (viz obrázek č. 4 a obrázek č. 6) a vypočtené hodnoty (viz obrázek č. 5 a obrázek č. 7) budou uvedeny ve výsledcích.

4.6 Hodnocení kvality pěstované plodiny

Na pokusných pozemcích byla vyseta řepka ozimá. Kvalita porostu pěstované rostliny bude hodnocena podle počtu rostlin na 1 m². Počet rostlin bude sledován na pozemcích, na kterých bylo provedeno pokusné měření. Měření počtu rostlin na 1 m² bude provedeno na 3 náhodných místech pozemku. K tomuto měření bude sloužit rám, který vyhraničí plochu 1 m², na které se spočte počet rostlin. Zjištěné hodnoty budou zapsány do tabulky a vyhodnoceny. Toto hodnocení bude vypovídat, zda mají dané technologie vliv na kvalitu pěstované rostliny. Zdravotní stav rostlin bude posouzen subjektivně agronomem podniku.

4.7 Použité výpočtové vztahy

Hektarová spotřeba Q_{Ha} se vypočítá ze vztahu:

$$Q_{Ha} = \frac{Q \cdot 10}{B \cdot l} \quad [l \cdot ha^{-1}] \quad (1)$$

kde:

Q_{Ha}	-	hektarová spotřeba nafty	[l.ha ⁻¹]
Q	-	spotřeba nafty při zpracování	[ml]
B	-	záběr stroje	[m]
l	-	délka zpracovaného úseku	[m]

Plošná výkonnost W_{Ha} se vypočítá ze vztahu:

$$W_{Ha} = \frac{B \cdot l \cdot 0,36}{T} \quad [ha \cdot h^{-1}], \quad (2)$$

kde:

W_{Ha}	-	plošná výkonnost	[ha.h ⁻¹]
B	-	záběr stroje	[m]
l	-	délka zpracovaného úseku	[m]
T	-	čas potřebný na zpracování úseku	[s]

Náklady na amortizaci $rN_a(t)$ se vypočítají ze vztahu:

$$rN_{a_i} = \frac{C_s \cdot a_i}{100} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}], \quad (3)$$

kde:

rN_{a_i}	-	roční náklady na odepisování v i-tém roce	[Kč.rok ⁻¹]
C_s	-	pořizovací cena stroje	[Kč]
a_i	-	roční odpisová sazba v i-tém roce	[%.rok ⁻¹]

Náklady na zúročení $rN_{zu}(t)$ se vypočítají ze vztahu:

$$rN_{zu}(5) = 0,5 \cdot C_s \cdot \frac{zu}{100} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}], \quad (4)$$

kde:

rN_{zu}	-	náklady na zúročení vlastního kapitálu	[Kč.rok ⁻¹]
C_s	-	pořizovací cena stroje	[Kč]
zu	-	zúročení	[%]

Náklady na garážování rN_g se vypočítají ze vztahu:

$$rN_g = (D + 1) \cdot (\check{S} + 1) \cdot rN_{m^2} \quad [\text{Kč.rok}^{-1}], \quad (5)$$

kde:

rN_g	-	náklady na garážování	[Kč.rok ⁻¹]
D	-	délka stroje	[m]
\check{S}	-	šířka stroje	[m]
rN_{m^2}	-	roční náklady na jednotku skladovací plochy	[Kč.rok ⁻¹ .m ⁻²]

Celkové roční fixní náklady $rN_f(t)$ se vypočítají ze vztahu:

$$rN_f(t) = rN_a(t) + rN_{zu}(t) + rN_g \quad [\text{Kč.rok}^{-1}], \quad (6)$$

kde:

$rN_f(t)$	-	celkové roční fixní náklady	[Kč.rok ⁻¹]
$rN_a(t)$	-	náklady na amortizaci	[Kč.rok ⁻¹]
$rN_{zu}(t)$	-	náklady na zúročení vlastního kapitálu	[Kč.rok ⁻¹]
rN_g	-	náklady na garážování	[Kč.rok ⁻¹]

Náklady na mzdy obsluhy jN_{on} se vypočítají ze vztahu:

$$jN_{on} = \frac{hN_m \cdot (1+k_{sp})}{pW_s} \quad [\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}], \quad (7)$$

kde:

jN_{on}	-	náklady na mzdy obsluhy	$[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$
hN_m	-	hodinová mzda	$[\text{Kč} \cdot \text{h}^{-1}]$
pW_s	-	skutečná plošná výkonnost stroje	$[\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}]$
k_{sp}	-	konstanta vyjadřující podíl zaměstnavatele na zdravotním a sociálním pojištění	$[-]$

Náklady na údržbu $jN_u(t)$ se vypočítají ze vztahu:

$$jN_u(t) = \frac{rN_a(t_n)}{rW_{s_n}} \cdot k_{n_u}(t) \quad [\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}], \quad (8)$$

kde:

$jN_u(t)$	-	náklady na údržbu	$[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$
$rN_a(t_n)$	-	roční náklady na odpisy ve funkci doby používání při normované době používání, a při normovaném ročním využití rW_{s_n}	$[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$
rW_{s_n}	-	normované roční využití (průměrné roční využití, při kterém byly zjištěny roční náklady na údržbu)	$[\text{ha} \cdot \text{rok}^{-1}]$
$k_{n_u}(t)$	-	koeficient oprav	$[-]$

Náklady na PHM jN_{phm} se vypočítají ze vztahu:

$$jN_{phm} = Q_{ph} \cdot C_{kn} \quad [\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}], \quad (9)$$

kde:

jN_{phm}	-	náklady na pohonné hmoty	$[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$
Q_{ph}	-	spotřeba pohonných hmot na jednotku výkonnosti	$[\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}]$
C_{kn}	-	komplexní cena paliva	$[\text{Kč} \cdot \text{l}^{-1}]$

Celkové jednotkové variabilní náklady $jN_v(t)$ se vypočítají ze vztahu:

$$jN_v(t) = jN_{on} + jN_u(t) + jN_{phm} \quad [\text{Kč.ha}^{-1}], \quad (10)$$

kde:

$jN_v(t)$	- celkové jednotkové variabilní náklady	[Kč.ha ⁻¹]
jN_{on}	- náklady na mzdy obsluhy	[Kč.ha ⁻¹]
$jN_u(t)$	- náklady na údržbu	[Kč.ha ⁻¹]
jN_{phm}	- náklady na pohonné hmoty	[Kč.ha ⁻¹]

Minimální roční výkonnost rW_{min} se vypočítá ze vztahu:

$$rW_{min} = \frac{rN_f}{(C_p - jN_v)} \quad [\text{ha.rok}^{-1}], \quad (11)$$

kde:

rW_{min}	- minimální roční výkonnost soupravy	[ha.rok ⁻¹]
rN_f	- celkové roční fixní náklady soupravy	[Kč.rok ⁻¹]
C_p	- cena práce	[Kč.ha ⁻¹]
jN_v	- celkové jednotkové variabilní náklady soupravy	[Kč.ha ⁻¹]

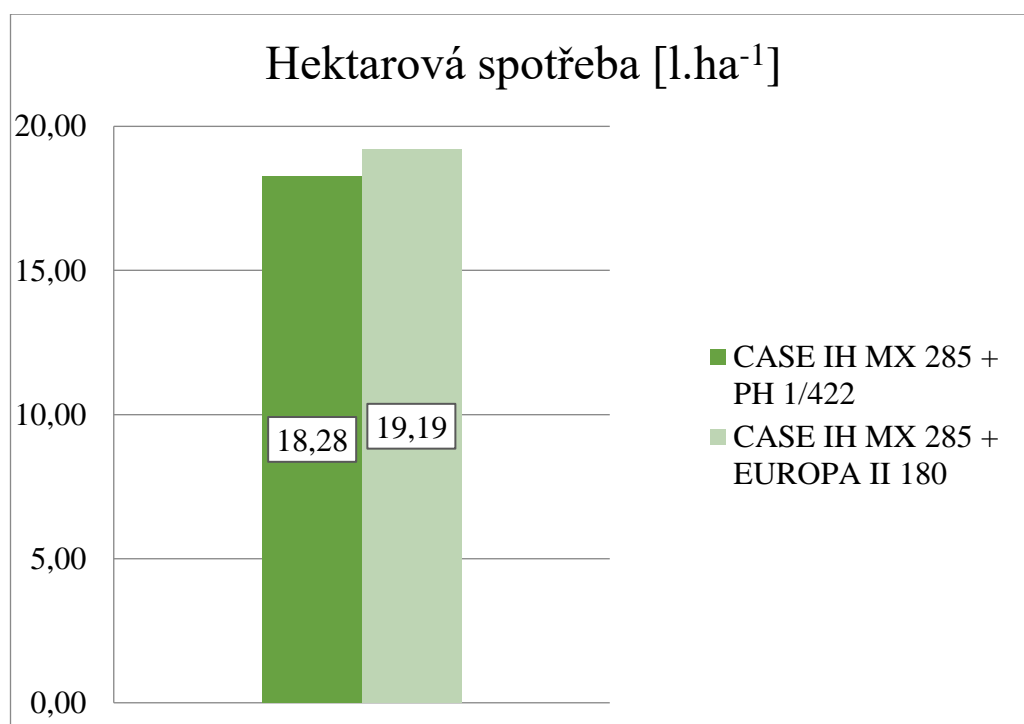
5. Výsledky

5.1 Hektarová spotřeba Q_{Ha}

Tabulka č. 5 - Hektarová spotřeba Q_{Ha}

Hektarová spotřeba Q_{Ha} [$l \cdot ha^{-1}$]				
Souprava	Naměřené hodnoty			Vypočtené hodnoty
	B [m]	Q [ml]	l [m]	Q_{Ha} [$l \cdot ha^{-1}$]
CASE IH MX 285 + PH 1/422	2,8	328952	64285,71	18,28
CASE IH MX 285 + EUROPA II 180	3,4	345412	52941,17	19,19

Grafické znázornění hektarové spotřeby (viz graf č. 1).



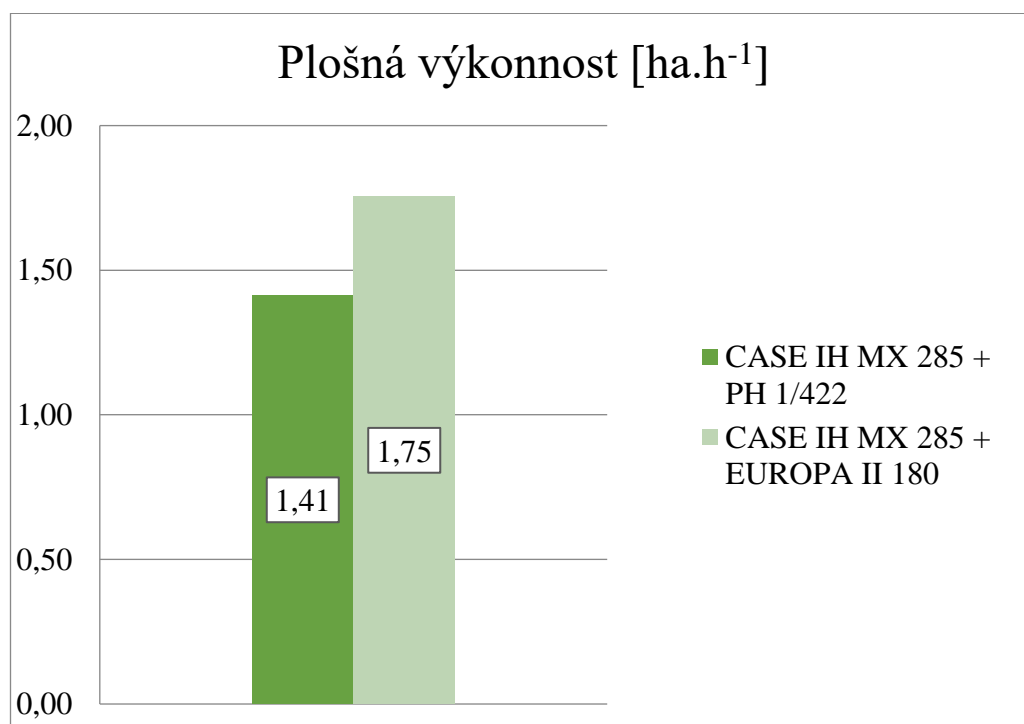
Graf č. 1 – Hektarová spotřeba Q_{Ha}

5.2 Plošná výkonnost W_{Ha}

Tabulka č. 6 - Plošná výkonnost W_{Ha}

Plošná výkonnost W_{Ha} [$ha \cdot h^{-1}$]				
Souprava	Naměřené hodnoty			Vypočtené hodnoty
	B [m]	T [s]	l [m]	W_{Ha} [$ha \cdot h^{-1}$]
CASE IH MX 285 + PH 1/422	2,8	45885	64285,71	1,41
CASE IH MX 285 + EUROPA II 180	3,4	36935	52941,17	1,75

Grafické znázornění plošné výkonnosti (viz graf č. 2).



Graf č. 2 – Plošná výkonnost W_{Ha}

5.3 Minimální roční výkonnost rW_{\min}

Tabulka č. 7 - Roční fixní náklady

Roční fixní náklady					
Souprava	Požizovací cena C_s [Kč]	Náklady na amortizaci rN_{ai} [Kč.rok ⁻¹]	Náklady na zúročení rN_{zu} [Kč.rok ⁻¹]	Náklady na garážování rN_g [Kč.rok ⁻¹]	Celkové roční fixní náklady rN_f [Kč.rok ⁻¹]
CASE IH MX 285 PH 1/422	3900000	780000	22230	3716,85	852 735,61
	200000	40000	1140	5648,76	
CASE IH MX 285 EUROPA II 180	3900000	780000	22230	3716,85	976 608,61
	800000	160000	4560	6101,76	

Tabulka č. 8 - Jednotkové variabilní náklady

Jednotkové variabilní náklady				
Souprava	Náklady na mzdy obsluhy jN_{on} [Kč.ha ⁻¹]	Náklady na PHM jN_{phm} [Kč.ha ⁻¹]	Náklady na opravy jN_u [Kč.ha ⁻¹]	Celkové jednotkové variabilní náklady jN_v [Kč.ha ⁻¹]
CASE IH MX 285 PH 1/422	123,35	409,36	38,52	575,18
			3,95	
CASE IH MX 285 EUROPA II 180	99,29	429,85	38,52	583,46
			15,80	

Tabulka č. 9 - Minimální roční výkonnost rW_{\min}

Minimální roční výkonnost				
Souprava	Celkové roční fixní náklady rN_f [Kč.rok ⁻¹]	Celkové jednotkové variabilní náklady jN_v [Kč.ha ⁻¹]	Cena práce C_p [Kč.ha ⁻¹]	Minimální roční výkonnost rW_{\min} [ha.rok ⁻¹]
CASE IH MX 285 PH 1/422	852735,61	575,18	1470	952,97
CASE IH MX 285 EUROPA II 180	976608,61	583,46	1470	1101,59

5.4 Úspornost soupravy

Tabulka č. 10 - Úspornost soupravy

Úspornost soupravy				
Souprava	Náklady na PHM [Kč]	Náklady na Mzdy [Kč]	Celkové náklady [Kč]	Úspora [%]
CASE IH MX 285 PH 1/422	331583,64	99914,59	431498,23	
CASE IH MX 285 EUROPA II 180	348175,34	80425,97	428601,31	0,67

5.5 Doba návratnosti soupravy

TechConsult - [Hodnocení využití strojů v soupravách]

Soupravy Ceniky Normativy Konec Nápověda Moduly

Hodnocení využití strojů v soupravách F.Souprava Nová F.Souprava

Operace: **Orba střední** Počet soupr.: **1**

Stroj: **Kverneland řada PS 6** En. prostřed.: **CASE 7240 Magnum**

Cena b.DPH: **800000 Kč** Cena b.DPH: **3900000 Kč** Souprava: **CASE 7240 Magnum + Kverneland řada PS 6**

Cena práce-tř.b.D.: **1470 Kč/ha**

Roční výkonnost: 810 ha/rok Podíl vlast. zdrojů: 100 % Odepisování: Doba používání: 6 roky Strategie: Žádná strategie	Roční využití: 810 hv/rok Podíl vlast. zdrojů: 100 % Odepisování: Doba používání: 6 roky Strategie: Žádná strategie	Sazba zúčtení: 3,0 % Sazba úvěrů: 6,0 % Doba splácení BÚ: 6,0 rok Poč. splátek za rok: 1 Platba na konci?: <input checked="" type="checkbox"/> (x)-ano; Akontace: 0 Kč Mzda obsluhy: 85,0 Kč/h Spotřeba PH: 21,0 l/ha Spotřeba el.en.: 0,0 kWh/ha Cena PH: 27,50 Kč/l Cena kWh: 4,00 Kč/kWh Výkonnost hod.: 1,7 ha/h
Sazba: 0,00 % Sáhací daň: 0 Kč/rok Sazba pojištění: 3,00 % Zákonné pojištění: 0 Kč/rok Sazba za garáž: 150 Kč/m2/rok Koef. oprav: 1,00 Počet prac. obsluhy: 0,00 Příkon stroje: 120,0 kW	Sazba: 0,00 % Sáhací daň: 0 Kč/rok Sazba pojištění: 3,00 % Zákonné pojištění: 1503 Kč/rok Sazba za garáž: 300 Kč/m2/rok Koef. oprav: 0,50 Počet prac. obsluhy: 1,00 Výkon motoru: 181,0 kW	

Výpočet nákladů Zápis pro optimalizaci

Položka	Kč/rok	Kč/ha	Suma Kč/ha	Položka	Kč/rok	Kč/ha	Suma Kč/ha	Položka	Kč/ha	Suma Kč/ha
Amortizace:	0	0,0	0,0	Amortizace:	0	0,0	0,0	Amortizace:	0,0	0,0
Zúčtení:	0	0,0	0,0	Zúčtení:	0	0,0	0,0	Zúčtení:	0,0	0,0
Úroky:	0	0,0	0,0	Úroky:	0	0,0	0,0	Úroky:	0,0	0,0
Sáhací daň:	0	0,0	0,0	Sáhací daň:	0	0,0	0,0	Sáhací daň:	0,0	0,0
Pojištění v.:	24000	29,6	29,6	Pojištění v.:	117000	0,1	0,1	Pojištění v.:	29,7	29,7
Pojištění z.:	0	0,0	29,6	Pojištění z.:	1503	0,0	0,1	Pojištění z.:	0,0	29,7
Garážování:	3570	4,4	34,0	Garážování:	7214	0,0	0,1	Garážování:	4,4	34,1
Opravy:	0	0,0	34,0	Opravy:	0	0,0	0,1	Opravy:	0,0	34,1
								Energie:	532,7	566,8
								Živá práce:	67,5	634,3
Celkem:	27570	34,0		Celkem:	125717	0,1		Celkem:		634,3
								z toho variabilní:		600,2
								Potřeba živé práce:	0,59	Lh/ha

Minimální roční výkonnost a cena práce Poznámka:

Zápis pro optimalizaci Úprava DPH

Record: 43 of 43

Roční využití stroje v MJ prac. operace za rok

Obrázek č. 4 - Vstupní data soupravy s oboustranným pluhem

TechConsult - [Hodnocení využití strojů v soupravách]

Soupravy Ceniky Normativy Konec Nápověda Moduly

Hodnocení využití strojů v soupravách

F.Souprava Nová F Souprava

Operace: **Orba střední** Počet soupr.: **1**

Stroj: **Kverneland řada PS 6** En. prostř.: **CASE 7240 Magnum**

Cena b.DPH: **800000 Kč** Cena b.DPH: **3900000 Kč**

Souprava: **CASE 7240 Magnum + Kverneland řada PS 6**

Cena práce b.D: **1470 Kč/ha**

Návratnost a výnosnost investice

Roční výkon.: **810** ha/rok Roční využití: **810** h/rok

Strategie: **Zádná strategie** Strategie: **Zádná strategie**

Vlastní Leasing Pronájem

Zůst.cena StratDP: **800000 Kč** Zůst.cena StratDP: **3900000 Kč**

Zůst.cena MaxDP: **800000 Kč** Zůst.cena MaxDP: **3900000 Kč**

Sazba zúčtování: **3,0 %**

Odhad výv.inflace: **3,0 %**

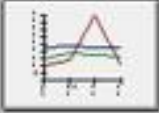
Riziko podnikání: **5,0 %**

Max.doba používání: **12** rok

Zisk soupravou bude realizován po: **Okamžitě** letech

Návratnost nově pořiz. investic: **6,4** rok

Doba používání v letech Čistá pohotová hodnota zisku/ztráty za rok



Náklady ve funkci ročního využití

Roční výkon.: **810** ha/rok Roční využití: **810** h/rok

Strategie: **Zádná strategie** Strategie: **Zádná strategie**

Vlastní Leasing Pronájem

Plátce DPH

Marže fin.leasingu: **5,0 %**

Zisk dlouhodob.pronájmu: **30,0 %**

Zisk krátkodob.pronájmu: **40,0 %**

Zisk služeb: **10,0 %**

Jedn.nákl.na energii: **532,7 Kč/ha**

Jedn.nákl.na ž.práci: **67,5 Kč/ha**

Krok přírůstku roční výkonnosti: **50** ha/rok

Graf [N-t/W] Graf [N-t/ž]

tN=|Čas,tW|

Doba používání Roční využití Náklady Cena práce pro cizí bez DPH s DPH

Record: 47 of 47

Roční využití stroje v MJ prac.operace za rok

Obrázek č. 5 - Návratnost soupravy s oboustranným pluhem

Hodnocení využití strojů v soupravách

F.Souprava Nová F Souprava

Operace: **Orba střední** Počet soupr.: **1**

Souprava: **CASE 7240 Magnum + Kverneland BB 100-9-8**

Stroj: **Kverneland BB 100-9-8** En. prostř.: **CASE 7240 Magnum**

Cena b.DPH: **200000 Kč** Cena b.DPH: **3900000 Kč**

Cena práce-tř b.D: **1470 Kč/ha**

Vstupní data

Výběr pro bilanci Plátce DPH

Roční výkonnost: **810** ha/rok
 Podíl vlast. zdrojů: **100** %
 Odepisování:
 Doba používání: **6** roky
 Strategie: **Žádná strategie**
 Sazba: **0,00** %
 Síňiční daň: **0** Kč/rok
 Sazba pojištění: **3,00** %
 Zákonné pojištění: **0** Kč/rok
 Sazba za garáž: **150** Kč/m2/rok
 Koef. oprav: **1,00**
 Počet prac. obsluhy: **0,00**
 Příkon stroje: **176,0** kW

Roční využití: **810** h/rok
 Podíl vlast. zdrojů: **100** %
 Odepisování:
 Doba používání: **6** roky
 Strategie: **Žádná strategie**
 Sazba: **0,00** %
 Síňiční daň: **0** Kč/rok
 Sazba pojištění: **3,00** %
 Zákonné pojištění: **1503** Kč/rok
 Sazba za garáž: **300** Kč/m2/rok
 Koef. oprav: **0,50**
 Počet prac. obsluhy: **1,00**
 Výkon motoru: **181,0** kW

Sazba zúročení: **3,0** %
 Sazba úvěru: **6,0** %
 Doba splácení BÚ: **6,0** rok
 Poč. splátek za rok: **1**
 Platba na konci?: (x)-ano:
 Akontace: **0** Kč
 Mzda obsluhy: **85,0** Kč/h
 Spotřeba FH: **21,0** l/ha
 Spotřeba el.en.: **0,0** kWh/ha
 Cena FH: **27,50** Kč/l
 Cena kWh: **4,00** Kč/kWh
 Výkonnost hod.: **1,8** ha/h

Výpočet nákladů

Zápis pro optimalizaci

Položka	Kč/rok	Kč/ha	Suma Kč/ha	Položka	Kč/rok	Kč/ha	Suma Kč/ha	Položka	Kč/ha	Suma Kč/ha
Amortizace:	0	0,0	0,0	Amortizace:	0	0,0	0,0	Amortizace:	0,0	0,0
Zúročení:	3012	3,7	3,7	Zúročení:	58734	0,0	0,0	Zúročení:	3,8	3,8
Úroky:	0	0,0	3,7	Úroky:	0	0,0	0,0	Úroky:	0,0	3,8
Síňiční daň:	0	0,0	3,7	Síňiční daň:	0	0,0	0,0	Síňiční daň:	0,0	3,8
Pojištění v.:	6000	7,4	11,1	Pojištění v.:	117000	0,1	0,1	Pojištění v.:	7,5	11,3
Pojištění z.:	0	0,0	11,1	Pojištění z.:	1503	0,0	0,1	Pojištění z.:	0,0	11,3
Garážování:	5649	7,0	18,1	Garážování:	7214	0,0	0,2	Garážování:	7,0	18,3
Opravy:	0	0,0	18,1	Opravy:	0	0,0	0,2	Opravy:	0,0	18,3
								Energie:	532,7	550,9
								Živá práce:	63,8	614,7
Celkem:	14661	18,1		Celkem:	184451	0,2		Celkem:	614,7	
								z toho variabilní:	596,4	
								Potřeba živé práce:	0,56	Lh/ha

Sestav. soupr.

Náklady rH

Cena práce

Výnos-ngat

Náklady x výkon.

Soghm

Kalend.

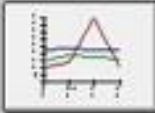
Pozn.

Record 45 of 45

Název pracovní operace

Obrázek č. 6 - Vstupní data soupravy s jednostranným pluhem

59

Hodnocení využití strojů v soupravách				F.Souprava <input type="checkbox"/> Nová F.Souprava <input type="checkbox"/>													
Operace: Orba střední		Počet soupr.: 1		Souprava: CASE 7240 Magnum + Kverneland BB 100-9-8													
Stroj: Kverneland BB 100-9-8		En. prostř.: CASE 7240 Magnum		Cena práce b.D.: 1470 Kč/ha													
Cena b.DPH: 200000 Kč		Cena b.DPH: 3900000 Kč															
Návratnost a výnosnost investice				Sazba zúročení: 3,0 %													
Roční výkon.: 310 ha/rok		Roční využití: 810 h/rok		Odhad výv.inflace: 3,0 %													
Strategie: Žádná strategie		Strategie: Žádná strategie		Riziko podnikání: 5,0 %													
Vlastní <input checked="" type="radio"/> Leasing <input type="radio"/> Pronájem <input type="radio"/> D <input type="radio"/> K <input type="radio"/>		Vlastní <input checked="" type="radio"/> Leasing <input type="radio"/> Pronájem <input type="radio"/> D <input type="radio"/> K <input type="radio"/>		Max.doba používání: 12 rok													
Zůst.cena StraiDP: 200000 Kč		Zůst.cena StraiDP: 3900000 Kč		Zisk soupravou bude realizován po: Okamžitě letech													
Zůst.cena MaxDP: 200000 Kč		Zůst.cena MaxDP: 3900000 Kč		Návratnost nově pořiz.investic: 5,4 rok													
Doba používání v letech		Čistá pohotová hodnota zisku/ztráty za rok															
Náklady ve funkci ročního využití				Plátce DPH <input checked="" type="checkbox"/>													
Roční výkon.: 810 ha/rok		Roční využití: 810 h/rok		Marže fin.leasingu: 5,0 %													
Strategie: Žádná strategie		Strategie: Žádná strategie		Zisk dlouhodob.pronájmu: 30,0 %													
Vlastní <input checked="" type="radio"/> Leasing <input type="radio"/> Pronájem <input type="radio"/> D <input type="radio"/> K <input type="radio"/>		Vlastní <input checked="" type="radio"/> Leasing <input type="radio"/> Pronájem <input type="radio"/> D <input type="radio"/> K <input type="radio"/>		Zisk krátkodob.pronájmu: 40,0 %													
Doba používání		Roční využití		Náklady													
				Cena práce pro cizí bez DPH s DPH													
				Jedn.nákl.na energii: 532,7 Kč/ha													
				Jedn.nákl.na ž.práci: 63,8 Kč/ha													
				Krok přírůstku roční výkonnosti:													
				$nN=I(W)$ 50 ha/rok													
				Graf $nN=I(W)$ Graf $nN=Iž$													
				$nN=I(Čas./W)$													
<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Sestav. soupr.</td> <td>Vstup. údaje</td> <td>Náklady rN</td> <td>Cena práce</td> <td>Výnosnost</td> <td>Náklady x výkon.</td> <td>Souhrn Kalend.</td> <td>Bozn.</td> <td></td> </tr> </table>									Sestav. soupr.	Vstup. údaje	Náklady rN	Cena práce	Výnosnost	Náklady x výkon.	Souhrn Kalend.	Bozn.	
			Sestav. soupr.	Vstup. údaje	Náklady rN	Cena práce	Výnosnost	Náklady x výkon.	Souhrn Kalend.	Bozn.							
Record: 45 of 45																	
Roční využití stroje v MJ prac.operace za rok																	

Obrázek č. 7 - Návratnost soupravy s jednostranným pluhem

5.6 Hodnocení kvality pěstované rostliny

Tabulka č. 11 - Počet rostlin na 1 m²

Pozemek	Měření č. 1 [Ks]	Měření č. 2 [Ks]	Měření č. 3 [Ks]	Měření č. 3 [Ks]	Průměrný počet rostlin [Ks]
Č. 1	60	56	48	54	55
Č. 2	52	50	50	60	53

Zdravotní stav rostlin byl posouzen jako shodný na obou experimentálních pozemcích.

6. Diskuze

Z naměřených a vypočtených parametrů, lze vyvodit závěry a odpovědět na vědecké hypotézy z cíle této bakalářské práce.

Která ze sledovaných technologií má prokazatelný vliv na úsporu nákladů?

Žádná, výrazný a prokazatelný vliv na úsporu nákladů nemá ani jedna technologie. Z naměřených hodnot hektarové spotřeby paliva je patrné, že spotřeba soupravy s jednostranným pluhem je nižší pouze o $0,91 \text{ l.ha}^{-1}$ oproti soupravě s oboustranným pluhem. Navzdory vyšší spotřebě paliva však oboustranný pluh disponuje větší plošnou výkonností, která je větší o $0,34 \text{ ha.h}^{-1}$ oproti pluhu jednostrannému. Z těchto zjištěných parametrů byla dále vypočtena celková úspornost daných souprav. Výsledky úspornosti opět potvrzují, že ani jedna z vybraných technologií nemá zásadní vliv na úsporu nákladů, jelikož bylo zjištěno, že souprava s oboustranným pluhem je úspornější pouze o $0,67 \%$

HŮLA (1997) uvádí, že orba s jednostranným pluhem má menší výkonnost z důvodu delší jízdy na prázdnou při otáčení na souvrati. Dále však dodává, že jednostranný pluh má asi o třetinu menší hmotnost, což má vliv na spotřebu motorové nafty soupravy.

ROH (1997) popisuje, že oboustranné pluchy jsou těžší, od čehož se odvíjí vyšší spotřeba. Dále jsou také složitější, z tohoto důvodu je i pořizovací cena je vyšší. Dále však ale uvádí, že všechny tyto nevýhody vyváží vysoká kvalita práce a úspora času z důvodu kratších jízd na souvraticích.

Ve výsledcích byla také stanovena minimální roční výkonnost souprav a návratnost daných souprav. Minimální roční výkonost u soupravy s jednostranným pluhem byla vypočtena na cca 953 ha.rok^{-1} , oproti tomu u soupravy s oboustranným pluhem tato roční výkonnost činí cca 1102 ha.rok^{-1} . Návratnost soupravy s jednostranným pluhem je přibližně 5,4 let. Souprava s oboustranným pluhem má návratnost za 6,4 let. Nutno však zdůraznit, že vyšší minimální roční výkonnost a delší doba návratnosti u soupravy s oboustranným pluhem je dána vyšší pořizovací cenou pluhu, která může být mnohdy 2x vyšší než u pluhu jednostranného. Dále je také nutné podotknout, že ani jedna z uvedených souprav se ve vybraném podniku, který ročně

orbou zpracovává 810 ha, se nedostane do pozice zisku, jelikož jejich vypočtená minimální roční výkonnost je vyšší.

Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

Ne, použití jednostranného či oboustranného pluhu při přípravě půdy nemá vliv na výnos kulturní plodiny. Hodnocení výnosu bylo založeno pouze na hodnocení počtu rostlin na 1 m², z důvodu neukončení vegetačního růstu rostlin. Z naměřených výsledků je patrné, že vybrané stroje nemají vliv na výnos kulturní plodiny. Na pozemku č. 1, kde byl požit jednostranný pluh, byl průměrný počet rostlin řepky ozimé na 1 m² 55 kusů. Obdobně tomu bylo i na pozemku č. 2, který byl zpracován pluhem oboustranným. Zde byl počet rostlin řepky ozimé na 1 m² roven 53 kusů. Rozdíly počtu rostlin na jednotlivých pozemcích jsou velmi nepatrné. Také zdravotní stav rostlin dle posouzení agronoma podniku BETA Agro a.s. se na obou pokusných pozemcích téměř nelišil. Z těchto výsledků je možné vyvodit odpověď na vědeckou hypotézu.

ROH (1997) uvádí, že oboustranné pluchy mají vysokou kvalitu práce orby z důvodu nevytváření rozorů a skladů. Dále také uvádí, že novější oboustranné pluchy lépe zaklápí obracenou skývu.

KŘEN (2015) popisuje několik výhod použití orby jako je např. výborná kvalita práce v relativně velkém rozsahu druhů půd a půdní vlhkosti, dále účinný boj proti plevelům, chorobám a škůdcům, a v neposlední řadě dobré zapravení rostlinných zbytků a organických hnojiv do půdy.

Na základě zjištěných výsledků je však patrné, že použité stroje při orbě nemají žádný vliv na vzejití semen pěstované rostliny či výnosu plodiny. Vybrané technologie mohou mít pouze vliv na kvalitě zpracování orby. Ovšem podle výsledků této práce tato kvalita zpracování orby není pro výnos pěstované plodiny rozhodujícím parametrem.

7. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo naměření a vyhodnocení spotřeb pohonných hmot při orbě různými druhy strojů v konkrétních srovnatelných podmínkách zemědělského podniku v ČR. Práce je zaměřena konkrétně na použití jednostranných a oboustranných pluhů při orbě. Za tímto účelem bylo provedeno měření daných parametrů ve spolupráci s podnikem BETA Agro a.s.

Naměřené parametry byli v práci zpracovány a následně zhodnoceny. Z výsledků není jednoznačně jasné, která z vybraných technologií je výhodnější, a která má větší přínos. Největší výhodou jednostranného pluhu je jeho malá pořizovací cena, dále menší hmotnost a nižší spotřeba soupravy. Ovšem velkou nevýhodou je menší plošná výkonnost a nižší kvalita práce. Oproti tomu výhodou oboustranného pluhu je vysoká kvalita práce a větší plošná výkonnost. Nevýhodou je vyšší spotřeba v soupravě a velká pořizovací cena, která může být oproti pluhu jednostranném až dvojnásobná. Návratnost a využitelnost těchto strojů je téměř totožná. Z výsledků lze taky usoudit, že vybrané stroje nemají vliv na výnos kulturní plodiny, mohou pouze ovlivnit kvalitu zpracování půdy. Rozdílné výnosy plodiny by mohli být mezi použitím konvenčního zpracování půdy a použitím půdoochranného zpracování půdy.

Dle mého názoru při použití jednostranného pluhu sice dosáhneme nižší spotřeby, ale na úkor menší plošné výkonnosti, z čehož je patrné že orba pozemku nás bude stát více času. Také použití jednostranného pluhu klade větší nároky na obsluhu z důvodu složitější techniky orby, kdy je nutné na pozemku vytvářet rozory a sklady. Zatímco použitím pluhu oboustranného dosáhneme sice vyšší spotřeby, ale tuto nevýhodu kompenzuje vyšší plošná výkonnost stroje, která nám ušetří čas potřebný k zpracování pozemku, také technika orby klade na obsluhu menší nároky. Při orbě s oboustranným pluhem se souprava pohybuje po pozemku člunkově.

V praxi bych doporučil pořídit oboustranný pluh, který má sice vysokou pořizovací cenu, ale z hlediska výkonosti je výkonnější než pluh jednostranný. Díky tomu nám ušetří spoustu času, který je při zpracování půdy po předplodině velice důležitý, z důvodů dodržení agrotechnických termínů. Dále bych také oboustranný pluh volil z hlediska lepší kvality zpracování a z důvodu jednodušší techniky orby.

8. Seznam použité literatury

BAUER F., SEDLÁK P., ŠMERDA T. (2006): *Traktory*, 1. vydání, Praha, nakladatelství Profi Press, 192 s. ISBN 80-86726-15-0.

DÖRFLINGER M. (2009): *1000 zemědělských strojů*. Praha: Knižní klub, 336 s. ISBN 978-80-242-2461-9.

HŮLA J., ABRHAM Z., BAUER F. (1997): *Zpracování půdy*, 1. vydání, Praha, nakladatelství Brázda, 144 s. ISBN 80-209-0265-1.

HŮLA J., MAYER V. (1999): *Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy*, 1. vydání, Praha, Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 35 s. ISBN 80-7105-187-X.

JANDÁK J. (2003): *Cvičení z půdoznalství*, 1. vydání, Brno: Skriptum MZLU v Brně, 92 s. ISBN 80-7157-733-2.

KAVKA M. a kol. (2009): *Výběr z normativů pro zemědělskou výrobu ČR pro rok 2008/2009*. Ústav zemědělských a potravinářských informací MZe ČR. 301 s., ISBN 978-80-7271-198-7.

KŘEN J., NEUDERT L., PROCHÁZKOV, B., SMUTNÝ V., HŮLA J. (2015) *Obecná produkce rostlinná*. 1. vydání, Brno: Mendelova univerzita v Brně, 152 s. ISBN 978-80-7509-325-7.

LHOTSKÝ J., HLUŠIČKOVÁ J., HŮLA J., JONÁŠ F., KVÍTEK T., MOUČKA V., PODLEŠÁKOVÁ E., ŠIMON J., ŠPIŘÍK F. (1994): *Kultivace a rekultivace půd*, 1. vydání, Praha, výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 198 s.

NEUBAUER K., FRIEDMAN M., JECH J., PÁLTIK J., PTÁČEK F. (1989): *Stroje pro rostlinnou výrobu*, 1. vydání, Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 720 s. ISBN 80-209-0075-6.

PRAX P., JANDÁK J., POKORNÝ E. (1995): *Půdoznalství*, 1. vydání, Brno: Skriptum MZLU v Brně, 153 s. ISBN 80-7157-145-8.

ROH J., KUMHÁLA F., HEŘMÁNEK P. (1997): *Stroje používané v rostlinné výrobě*, 1. vydání, Praha, nakladatelství Credit, 269 s. ISBN 80-213-0327-1.

ŠARAPATKA B. (2013): *Vybrané kapitoly z pedologie a ochrany půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 91 s. ISBN 8024434768.

ŠIMON J., LHOTSKÝ J. (1989): *Zpracování a zúrodnování půd*, 1. vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 320 s. ISBN 80-209-0048-9.

VOPRAVIL T., BANÝROVÁ J., ČERMÁK P., FUČÍK P., HLADÍK J., JACKO K., JANEČEK M., JANKŮ J., KHEL T., KVÍTEK T., NOVÁK P., NOVOTNÝ I., PAPA J. V., PÍRKOVÁ I., PIVCOVÁ J., ROŽNOVSKÝ J., VÁCHA R., VAŠKŮ Z.,

VRABCOBÁ T. (2010): *Půda a její hodnocení v ČR I. díl*, 2. vydání, Praha, výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 154 s. ISBN 978-80-87361-05-4.

9. Seznam internetových zdrojů

<http://www.betaagro.cz/>, „staženo dne: 6.2. 2017“

<http://www.cuzk.cz>, „staženo dne: 10.2. 2017“

http://www.agronormativy.cz/docs/4040001_rslt.html, „staženo dne: 9.4. 2017“

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-586>, „staženo dne: 9.4. 2017“

10. Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - Traktor CASE IH MX 285	43
Obrázek č. 2 - Pluh PH 1-422	44
Obrázek č. 3 - Pluh EUROPA II 180	45
Obrázek č. 4 - Vstupní data soupravy s oboustranným pluhem.....	57
Obrázek č. 5 - návratnost soupravy s oboustranným pluhem	58
Obrázek č. 6 - Vstupní data soupravy s jednostranným pluhem.....	59
Obrázek č. 7 - návratnost soupravy s jednostranným pluhem.....	60

11. Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Technické parametry CASE IH MX 285	42
Tabulka č. 2 - Technické parametry pluhu PH 1/422	43
Tabulka č. 3 - Technické parametry pluhu EUROPA II 180	44
Tabulka č. 4 - Pořizovací ceny strojů	46
Tabulka č. 5 - Hektarová spotřeba Q_{Ha}	53
Tabulka č. 6 - Plošná výkonnost W_{Ha}	54
Tabulka č. 7 - Roční fixní náklady	55
Tabulka č. 8 - Jednotkové variabilní náklady	55
Tabulka č. 9 - Minimální roční výkonnost W_{Rmin}	55
Tabulka č. 10 - Úspornost soupravy	56
Tabulka č. 12 - Počet rostlin na $1m^2$	61

10. Seznam vzorců

- (1) Vztah pro výpočet hektarové spotřeby Q_{Ha}
- (2) Vztah pro výpočet plošné výkonnosti W_{Ha}
- (3) Vztah pro výpočet nákladů na amortizaci $rN_a(t)$
- (4) Vztah pro výpočet nákladů na zúročení $rN_{zu}(t)$
- (5) Vztah pro výpočet nákladů na garážování rN_g
- (6) Vztah pro výpočet celkových ročních fixních nákladů $rN_f(t)$
- (7) Vztah pro výpočet nákladů na mzdy obsluhy jN_{on}
- (8) Vztah pro výpočet nákladů na údržbu $jN_u(t)$
- (9) Vztah pro výpočet nákladů na PHM jN_{phm}
- (10) Vztah pro výpočet celkových jednotkových variabilních nákladů $jN_v(t)$
- (11) Vztah pro výpočet minimální roční výkonnost W_{Rmin}

12. Seznam grafů

Graf č. 1 – Hektarová spotřeba Q_{Ha}	53
Graf č. 2 – Plošná výkonnost W_{HA}	54