

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

Bakalářská práce
Porovnání orebného a bezorebného
zpracování půdy na základě ekonomických
ukazatelů

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Filip

Autor bakalářské práce: Jaroslav Alexa

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Jaroslav ALEXA
Osobní číslo: Z16186
Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Agropodnikání
Téma práce: Porovnání orebného a bezorebného zpracování půdy na základě ekonomických ukazatelů
Zadávající katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Zásady pro vypracování

Cíl práce:

Student se v bakalářské práci bude zabývat různými technologiemi zpracování půdy. Cílem práce je porovnání orebné a půdoochranné technologie. Student zhodnotí ekonomickou efektivitu jednotlivých technologií a v rámci možností ověří jejich vliv na stav půdy, porostu a sklizně.

Struktura hlavní části práce bude následující:

1. Stručný úvod do problematiky
2. Princip konvenčního a půdoochranného způsobu zpracování půdy
3. Metodika terénních pokusů
4. Výsledky
5. Diskuse
6. Závěr

Součástí práce může být soubor fotografií či video dokumentace, který bude přiložen na datovém nosiči. Umožní-li to charakter získaných dat, pokusí se student výsledky opublikovat.

Rozsah pracovní zprávy: 30 stran
Rozsah grafických prací: dle potřeby
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- KUMHÁLA, František. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 9788021317017.
- KOVAŘÍČEK, Pavel, Josef HŮLA, Michal NÝČ, et al. Užité kypřičů v technologiích zpracování půdy bez orby: metodická příručka. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2017. ISBN 978-80-7569-001-2.
- HŮLA, Josef, Zdeněk ABRHAM a František BAUER. Zpracování půdy. Praha: Brázda, 1997. ISBN 80-209-0265-1.
- BRANT, Václav, David BEČKA, Pavel CIHLÁŘ, et al. Pásové zpracování půdy (strip tillage): klasické, intenzivní a modifikované. Praha: Profi Press, 2016. ISBN 9788086726762.
- KÖLLER, Karlheinz a Christian LINKE. Úspěch bez pluhu. Praha: Zemědělský týdeník, 2006. ISBN 80-87002-00-8.
- JANEČEK M. J. Ochrana zemědělské půdy před erozí, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007, ISBN 987-80-254-0973-2.
- HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. Minimalizace zpracování půdy. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 9788086726281.
- HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. Zemědělské informace. ISBN 8072711067.
- RATAJ, Vladimír, Jana GALAMBOŠOVÁ, Miroslav MACÁK a Ladislav NOZDROVICKÝ. Přesné polnohospodářství: systém – stroje – zkušenosti : vysokoškolská učebnice. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 9788086726649.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Filip**
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **15. února 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2020**

V Českých Budějovicích dne 19. března 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvák 1668, 370 05 České Budějovice



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

L.S.



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

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

V Českých Budějovicích dne.....

.....

Podpis

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Martinu Filipovi za cenné rady a odborné vedení této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Karlu Dvořákovi, jednateři společnosti Stagra spol. s r.o., za umožnění provedení polního pokusu, sběru dat, a odborné konzultace.

Abstrakt česky

Tato práce se zaměřuje na porovnání orebné a bezorebné technologie zpracování půdy na základě ekonomických ukazatelů. Byly porovnávány časy jednotlivých pracovních operací, náklady na zaměstnance a pohonné hmoty. Za účelem sběru dat byl proveden polní pokus na dvou sousedních pozemcích s využitím rozdílného způsobu zpracování půdy. Získané hodnoty z jednotlivých pozemků byly porovnány mezi sebou.

Klíčová slova: Půda, zpracování půdy, ekonomické ukazatele, orba, bezorebné zpracování

Abstract

This work focuses on the comparison of plowing and without plowing tillage technology based on economic indicators. In particular, the times of individual work operations, costs of staff and fuel were compared. In order to collect data, a field experiment was performed on two adjacent plots using different tillage methods. The values obtained from the individual plots were compared with each other.

Keywords: Soil, tillage, economic indicators, plowing, without plowing tillage

Obsah

1.	Úvod	8
2.	Půda	9
2.1	Zrnitost půdy	9
2.2	Zpracování půdy	10
2.3	Vývoj zpracování půdy	11
2.4	Vývoj bezorebných technologií zpracování půdy	12
3.	Orebná technologie zpracování půdy	14
3.1	Hloubka orby	15
3.2	Doba provedení orby	15
3.3	Rozdělení pluhů	16
3.4	Rozdělení radličných pluhů podle konstrukce	16
3.5	Orební těleso	18
3.6	Výhody a nevýhody orebného zpracování půd	19
4.	Bezorebná technologie zpracování půdy	20
4.1	Stroje pro bezorebné zpracování půdy	21
4.2	Výhody a nevýhody bezorebné technologie	23
5.	Metodika	24
6.	Výsledky	30
6.1	Konvenční zpracování půdy	30
6.2	Bezorebný způsob zpracování půdy	33
7.	Diskuse	38
8.	Závěr	40
9.	Seznam použité literatury a internetové zdroje	41
10.	Seznam obrázků	43
11.	Seznam tabulek	44

1. Úvod

Historickým úkolem zemědělství je zajištění potřeby potravy pro lidi na celém světě. Díky setrvale rostoucí populaci musí zemědělci hledat co nejefektivnější způsoby hospodaření, aby tuto stále se zvyšující potřebu naplnili. V dnešní době si většina zemědělců a stále se zvětšující podíl široké veřejnosti uvědomuje, že nejdůležitější zdroj naší obživy je půda. Je velice důležité pracovat s půdou co nejudržitelnějším způsobem. Obecně platí, že v čím lepší kondici je půda, tím lepších hospodářských výsledků se dá dosáhnout v dlouhodobém měřítku.

Tato práce se zaměří na porovnání dvou v dnešní době nejrozšířenějších technologických postupů zpracování půdy, se kterými je možné se nejčastěji setkat v praxi. Tedy porovnání klasického orebného postupu s postupem minimalizačním (bezorebným).

2. Půda

Půda je jedním ze základních pilířů, který je potřebný k fungování lidské civilizace. Na půdu musíme nahlížet jako na nedílný dynamický přírodní útvar, který se vyvíjí a udržuje pod vlivem okolního prostředí (TOMÁŠEK, 1995).

V zájmu zemědělců by mělo být prioritou starat se o půdu tak, aby byla zachována její úrodnost a její ekologické vlastnosti. Půda je neobnovitelným přírodním zdrojem. Pro zemědělskou činnost je stanovištěm pro pěstování rostlin, prostředkem k výrobě potravin, krmiv pro hospodářská zvířata, ale i zdrojem surovin pro nepotravinářské využití.

Česká republika patří k předním státům v Evropské unii v procentuálním zornění půdy. V České republice připadá na jednoho obyvatele přibližně 0,4 ha zemědělské půdy z toho přibližně 0,3 ha je půda orná (HŮLA, 1997).

2.1 Zrnitost půdy

Zrnitost půdy je dána velikostí minerální složky půdy. Z hlediska půdních vlastností je nejvýznamnější kategorie jílnatých zrn o velikosti menší než 0,01 mm. Podle hmotnostního obsahu těchto částic v půdě se určuje její druh (HŮLA, 1997).

Na základě zrnitosti je půda rozdělena do čtyř praktických skupin podle procentuálního obsahu jílnatých zrn menších než 0,01 mm takto: velmi těžké půdy, těžké půdy, středně těžké půdy a lehké až velmi lehké půdy.

Název druhu půdy	Obsah zrn menší než 0,01 mm v %	Praktické označení
Jíl	nad 75	Velmi těžké půdy
Jílovitá půda	60 až 75	
Jílovito-hlinitá půda	45 až 60	Těžké půdy
Písčito-jílnatá půda	30 až 45	Středně těžké půdy
Hlinitá půda	30 až 45	
Písčito-hlinitá půda	20 až 30	
Hlinito-písčitá půda	10 až 20	Lehké půdy
Písek	0 až 10	

Tabulka 1 Rozdělení půd podle zrnitosti (HŮLA, 1997)

Jíl patří do skupiny půd s nejvyšším procentem jílových částic. Půdy tohoto typu jsou za vlhka velice vazké, pro vzduch a vodu nesnadno propustné. V období sucha jsou velice tvrdé a obtížně zpracovatelné, vykazují malou biologickou činnost.

Jílovité půdy jsou velice obtížné na zpracování, za vlhka mazné a nesnadně se kypří, za sucha se lámou a tvoří velké pevné hroudy.

Jílovito-hlinitá půda je poměrně obtížně zpracovatelná, za vlhka se maže a za sucha rychle tvrdne. Tyto půdy jsou biologicky aktivnější než velmi těžké půdy. Při ideálním vláhovém stupni se dají snadněji obdělávat. Tvoří hroudy, které se musejí za sucha rozbít.

Píščito-jílnaté půdy se podle obsahu jílnatých částí řadí mezi středně těžké půdy, mají ale nízký obsah prachových částic a tím pádem zhoršené technologické vlastnosti, které se přibližují spíše půdám těžkým.

Hlinité půdy mají velký obsah prachových částic, tím jsou příznivě ovlivňovány jejich fyzické vlastnosti, zejména uléhavost a vazkost. Mají přiměřenou vododržnost a propustnost to prodlužuje období optimální půdní vlhkosti.

Píščito-hlinité půdy patří mezi dobře zpracovatelné půdy. Vyrovnaný podíl jílu a prachu jim dodává střední zrnitost. Mají zvýšenou propustnost pro vodu a vzduch díky podstatné příměsi písčitých frakcí.

Hlinito-píščité půdy jsou velmi snadno zpracovatelné převážně z hrubých písčitých zrn. Mají malou soudržnost a vododržnost, pro vodu lehce propustné, proto jsou to lehce vysychající půdy.

Píščité půdy jsou charakteristické vysokým obsahem hrubých písčitých zrn a malou soudržností. Jsou náchylné na vysychání. Tento druh půd je velice snadno zpracovatelný (HŮLA, 1997).

2.2 Zpracování půdy

Zpracování půdy ovlivňuje všechny půdní vlastnosti a tím se významně podílí na udržování a zvyšování úrodnosti půdy. Hlavním úkolem zpracování půdy je zachování ideální půdní struktury, tedy docílit stabilní drobovitou strukturu především v orniční vrstvě.

Obděláváním půdy je třeba regulovat aerobní a anaerobní poměry v půdě a tím vytvářet příznivé podmínky pro rozklad organických látek a tvorbu humusu v půdě. Pro udržení dobré struktury a úrodnosti půdy je zapotřebí pracovat s vodní a vzdušnou kapacitou půdy.

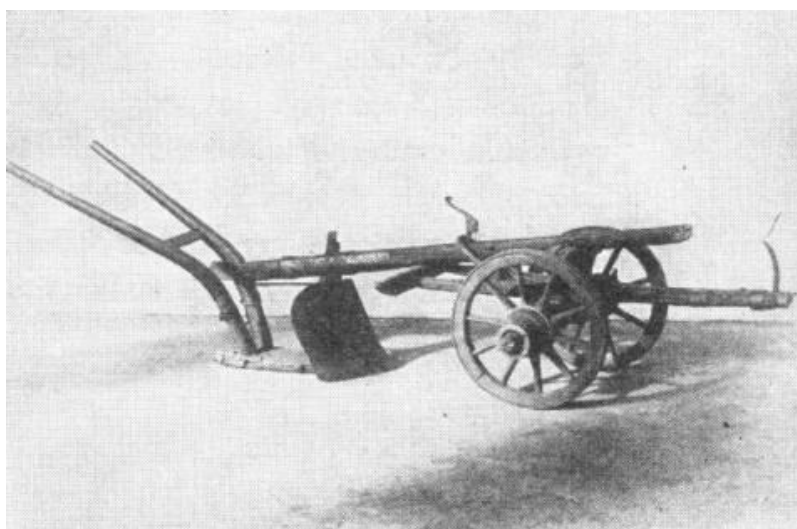
Vodní kapacita je schopnost půdy vodu přijímat a udržovat. Zpracování půdy má zásadní vliv na dynamiku půdní vody, kterou se rozumí pohyb vody v půdě a projevující se vzlínáním, prosakováním a infiltrací.

Vzdušná kapacita půdy je schopnost půdy jímat vzduch do půdních pórů. Zpracování půdy má na provzdušenost půdy podstatný vliv. Dobrá výměna vzduchu v půdě je důležitá pro pěstované plodiny, mikroorganismy, ale i z pedologického a biologického hlediska, zejména na těžkých a méně biologicky aktivních půdách je důležité dbát na správnou provzdušněnost ornice (ŠIMON-LHOTSKÝ, 1989).

2.3 Vývoj zpracování půdy

První primitivní zemědělský systém, založený na jednoduché úpravě půdy (vypálení lesních nebo travnatých ploch) a následném rozhození semen travin, které první zemědělci zašlapávali nebo zahrnovali do půdy a popela, vznikl v 10. až 8. tisíciletí před naším letopočtem. První železná radlice, která nejen půdu rozrývala, ale částečně i obracela, je na našem území datována do období Keltů (1. století před Kristem) (PROCHÁZKOVÁ, 2008).

Snaha o zvýšení produkce a efektivity práce vedla k vynálezu nového orebného náradí-ruchadla bratřenci Veverkovými. Ruchadlová (válcová) radlice, která umožňovala rozoranou půdu obracet jen na jednu stranu, se stala mezníkem ve vývoji pluhů u nás i ve světě (PROCHÁZKOVÁ, 2008).



Obrázek 1 Ruchadlo bratřenců Veverkových (stoplusjednicka.cz)

Zatímco v první polovině minulého století převládá potažní způsob obdělávání půdy, poválečný vývoj techniky jde v duchu víceradličných orebních soustav v agregaci s nově vyvíjenými traktory (PROCHÁZKOVÁ, 2008).

2.4 Vývoj bezorebných technologií zpracování půdy

Po staletí byla orba znakem pokrokových systémů zemědělské výroby. V 19. století se v oblastech jižní a východní Evropy a v USA rozvinuly různé systémy zpracování půdy, které půdu kypřily a podrývaly za současného minimálního obracení, aby docházelo k co nejmenším ztrátám půdní vlhkosti (PROCHÁZKOVÁ, 2008).

První systematické pokusy obdělávat půdu bez orby, byly vedeny ve dvacátých a třicátých letech 20. století. Tyto pokusy ukázaly, že výnosy plodin jsou ve značné míře nezávislé na systému zpracování půdy. Při zpracování půdy bez orby se jako problematické ukázalo mechanické ničení plevelů. Proto k významnějšímu prosazení bezorebných postupů do praxe došlo teprve až po vyvinutí vhodných herbicidů. Od počátku šedesátých let minulého století dochází po celém světě k postupnému začleňování minimalizačních technologií na úkor orby. V současnosti je vyvíjen tlak na využívání půdoochranných technologií, které pomohou snížit vodní a větrnou erozi půdy a přispějí k jejímu lepšímu strukturnímu stavu (PROCHÁZKOVÁ, 2008).

V dnešní době se celosvětově uplatňují způsoby zpracování půdy, které jsou charakterizované různou hloubkou, intenzitou kypření i způsobem nakládání s posklizňovými zbytky. Patří sem konvenční ochranné zpracování půdy bez orby. Zde není využíván pluh a orba je nahrazena kypřením s minimálním obracením zpracovávané vrstvy. Základním strojem je zde kypřič. Rostlinné zbytky nejsou obraceny do půdy, ale jsou promíchány v celém zpracovávaném profilu a současně jejich část zůstává na povrchu (PROCHÁZKOVÁ, 2008), (AGROJOURNAL.CZ, 2015).

Přímé setí, kdy odpadá zpracování půdy, a setí se uskutečňuje přímo po sklizni hlavních plodin. K zakládání porostů je nutné využívat speciální secí stroje, které jsou schopny uložit osivo do nezpracované půdy. Při využívání přímého setí se v daleko větší míře využívá chemická herbicidní ochrana pro boj proti plevelům. Charakteristické pro tento způsob je, že na povrchu půdy zůstane 80-100 % posklizňových zbytků (PROCHÁZKOVÁ, 2008), (AGROJOURNAL.CZ, 2015).

Conservation-tillage (ochranné zpracování půdy) zahrnuje různé druhy zpracování půdy bez orby a přímé setí. Hlavním znakem je, že minimálně 30 % povrchu půdy je pokryto rostlinnými zbytky.

Minimum-tillage (minimální zpracování půdy) se vyznačuje co největší redukcí operací při zpracování půdy. Uplatňují se zde moderní kombinované stroje, které mají za úkol zvýšit efektivitu jednotlivých pracovních operací. Zahrnuje zpracování půdy orbou i využití bezorebné technologie. V tomto případě dochází často ke kombinaci těchto dvou způsobů zpracování půdy.

Strip-tillage (pásové zpracování půdy) je u nás v České republice rychle se rozvíjející odvětví zpracování půdy a zakládání porostů hlavně v případě kukuřice. Půda je zpracovávána v úzkých pásech, do nichž je následně uloženo osivo. Mezi zpracovanými řádky vzniká meziřadí, kde se nachází posklizňové zbytky a nezpracovaná půda.

Ridge-tillage (zpracování půdy s vytvořením hrůbků). Tento způsob se uplatňuje v pěstování širokořádkových plodin, kdy je možné hrůbky na poli ponechat několik let a využít při pěstování monokultur (PROCHÁZKOVÁ, 2008), (AGROJOURNAL.CZ, 2015).

3. Orebná technologie zpracování půdy

Orba za využití pluhu jako základního nástroje pro zpracování půdy má v evropském prostoru velkou tradici. Orba je vhodnou technologií pro zapravení rostlinných zbytků pod povrch půdy. To je výhoda zejména při zapravení statkových hnojiv z hlediska emisí i zeleného hnojení.

Správně provedená orba má přímý vliv na půdu. Dochází ke kypření, drobení, obracení zpracované vrstvy půdy a zapravování rostlinných zbytků a hnojiv do půdy. Tyto změny jsou ovlivněny půdní zrnitostí, vlhkostí, konstrukcí pluhu, rychlostí pojezdu orební soupravy. Uvedené změny jsou základem dobrého stavu půdní struktury, vodního a vzdušného režimu půdy (HŮLA, 1997), (AGROJOURNAL.CZ,2018).



Obrázek 2 Orba v lehké půdě (vlastní foto)

3.1 Hloubka orby

Hloubka orby významným způsobem ovlivňuje a mění fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Správně zvolenou hloubkou orby se dá významně ovlivnit schopnost půdy pracovat s vodou, pomoci rozvoji mikrobiálního života v půdě a současně potlačovat přítomnost vytrvalých plevelů. Volba ideální hloubky orby umožňuje vytvoření dobrých podmínek pro snazší vzcházení rostlin a lepší rozvoj kořenového systému (ŠIMON-LHOTSKY,1989).

Hloubka orby se volí především podle stavu půdy a v závislosti na následující plodinu a předplodinu. Klasicky se orba dělí podle hloubky na pět skupin:

- mělká orba (do 18 cm)
- střední orba (18-24 cm)
- hluboká orba (24-30 cm)
- velmi hluboká orba (více než 30 cm)
- speciální vysoce energetický druh orby rigolování.

Mělká orba se nejčastěji využívá na půdách s mělkým orničním profilem. Na hlubších půdách se mělká orba nejčastěji používá před meziplodinami vysévané v letě, nebo po příznivé předplodině s mohutným kořenovým systémem.

Střední orba se využívá nejčastěji, uplatňuje se především k obilovinám, řepce a luskovinám. Větší hloubka má za následek zvýšené riziko tvorby hrud za suchých podmínek a zvyšuje se nárok na předset'ovou přípravu.

Hluboká orba nejvýrazněji upravuje půdní vlastnosti. Uplatňuje se především před zařazením plodin s kůlovým kořenem (cukrovka, krmná řepa). Hluboká orba výrazně přispívá k potlačení víceletých plevelů. Hluboká orba je energeticky vysoce náročná, tudíž se z běžných plodin zařazuje především před cukrovku, která na tento způsob orby příznivě reaguje.

Rigolování je extrémně energeticky náročný způsob orby, který se může využít před založením trvalých kultur - chmelnic, ovocných sadů, vinic (HŮLA 1997), (ŠIMON-LHOTSKY 1989).

3.2 Doba provedení orby

Podle termínu se orba dělí do čtyř skupin, které kopírují agrotermíny na základě ročních období. Nastane-li z technologických, nebo klimatických problémů zdržení při

zpracování půdy, pravděpodobně to bude mít dopad na efektivitu hospodaření na zpracovávaném pozemku.

Letní orba je zpravidla mělká orba k mezipločinám, nebo následuje po sklizni raných brambor či směsek.

Seťová orba se provádí k ozimím plodinám nejčastěji obilovinám a řepce.

Podzimní orba k jarním plodinám jako jsou jarní obiloviny, kukuřice, brambory a další plodiny. Její výhodou je, že hrubá brázda zůstane přes zimu k promrzání, a to má příznivý efekt na strukturu půdy a její snazší zpracování na jaře před setím nebo sázením.

Jarní orba je většinou nouzové řešení, není ideální z pohledu práce s jarní vláhou v půdě a oddaluje jarní práce a termíny setí a sázení. Podobné nouzové řešení je označované termínem zimní orba. Ta bývá také prováděna v nepříznivých podmínkách, ale z hlediska hospodaření s půdní vláhou je výhodnější než jarní orba (HŮLA, 1997).

3.3 Rozdělení pluhů

Pluhy se rozdělují podle konstrukce pracovního ustrojí na radličné (bez relativního pohybu pracovních orgánů vzhledem k rámu), talířové, kombinované a speciální (s relativním pohybem vzhledem k rámu). Nejrozšířenější skupinou v České republice jsou pluhy radličné. Podle způsobu obracení skývy se dělí pluhy na jednostranné, oboustranné a výkyvné. Kvůli efektivitě a kvalitě práce jsou nejrozšířenější pluhy oboustranné (NEUBAUER, 1989).

3.4 Rozdělení radličných pluhů podle konstrukce

Podle konstrukce se pluhy rozdělují do dvou skupin na jednostranné, oboustranné a podle připojení k traktoru v přepravní poloze na nesenné, návěsné a přívěsné.

Při orbě jednostranným pluhem je skýva překlápěna a odsouvána doprava od směru jízdy, proto musí být pozemek rozdělen na pruhy (líchy, záhony). Při orbě jednostrannými pluhy vznikají na styku lích rozory, nebo sklady. Při orbě do rozoru se začne orat na pravé straně vytyčeného záhonu a jezdí se směrem ke středu záhonu proti směru hodinových ručiček. Před orbou do skladu se uprostřed záhonu udělá mělká rozorávka. Vlastní orba se provádí od středu záhonu a souprava se pohybuje po

směru hodinových ručiček. Rozorávka umožní proorání půdy v celém profilu a přispěje k snazšímu urovnávání půdy po orbě (HŮLA, 1997).

Oboustranné otočné pluhy vybavené pravostrannými a levostrannými orebními tělesy umožňují začínat od jedné strany pozemku bez vzniku rozorů a skladů, tím se snižují zbytečné přejezdy strojů po úvrati a zvyšuje se efektivita orby i následné předseťové přípravy. Pluhy se čtyřmi a méně orebními tělesy jsou zpravidla nesené, oproti tomu více radličné pluhy jsou konstruovány jako návěsné. Některé radliční pluhy, které mají většinou sedm a více radlic, jsou konstruovány s kloubovým rámem. Touto konstrukcí je docíleno přesnějšího kopírování povrchu půdy strojem.

Radličné pluhy tvoří hlavní části a orební ústrojí. Mezi hlavní části se řadí: rám, závěs, pojezdové ústrojí (není u nesených pluhů), seřizovací ústrojí, zvedací ústrojí, speciální zařízení a drtiče hrud.

Orbu vykonává orební jednotka skládající se zpravidla z orebního tělesa, předradličky, krojidla a podrývaku.

Předradlička je zjednodušené orební těleso, které pomáhá obracet půdní skývu tím, že odřízne její vrchní vrstvu, nadzvedne ji a pootočí. Poté ji křídlo předradličky posune na kraj nezorané části pole, odkud pak spadne obrácena dolů na dno brázdy, kde jí zasype skýva.

Krojidla oddělují půdní skývu od záhonu. Přispívají k lepší práci orebního tělesa a zabraňují trhání stěn brázdy. Dělí se na kotoučová a nožová. Krojidla mají příznivý vliv na stabilitu pluhu při práci (HŮLA 1997), (NEUBAUER 1989).

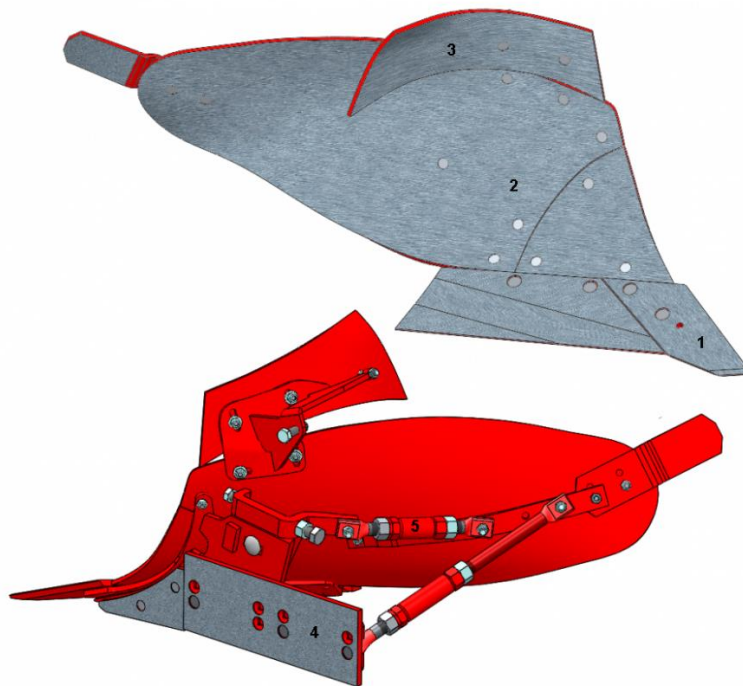


Obrázek 3 Návěsný pluh Lemken (danhel.cz)

Legenda: 1 - orební těleso, 2 - předradlička, 3 - krojidlo, 4 - pojezdové kolo, 5 - rám, 6 - závěs

3.5 Orební těleso

Radličné orební těleso se skládá z pracovních a pomocných částí. Hlavní pracovní části jsou čepel, odhrnovačka, plaz a škrabka. Pomocné části tvoří slupice, vzpěra a šrouby. Pro čepel s odhrnovačkou se užívá označení radlice. Účelem odhrnovačky je zvedat, drobit a obracet skývu. Tyto vlastnosti ovlivňuje zejména velikost radličného úhlu γ . Radlice dělíme podle odhrnovaček na základní čtyři druhy: válcové (úhel $\gamma = 45-50^\circ$, kulturní (úhel $\gamma = 40-45^\circ$), pološroubové (úhel $\gamma = 35-40^\circ$) a šroubové (úhel $\gamma = 35-40^\circ$). Pro orbu lehčích půd jsou vhodné odhrnovačky kulturní, pološroubové odhrnovačky vyhovují při orbě těžkých půd. Válcové odhrnovačky mají nejlepší drobití efekt, ale hůře obracejí skývu, využívají se především u oboustranných výkyvných pluhů. Při orbě těžkých, lepivých půd je vhodné využít speciální páskový druh odhrnovačky (PROCHÁZKA, 1986), (HŮLA 1997).



Obrázek 4 orební těleso UN 350 Opall-agri (opall-agri.cz)

Legenda: 1 - čepel, 2 - odhrnovačka, 3 - škrabka, 4 - plaz, 5 - vzpěra

3.6 Výhody a nevýhody orebného zpracování půd

Kvalitní a snadné zapravení posklizňových zbytků do půdy spolu s potlačováním chorob, škůdců a plevelů je jednou z hlavních výhod orebného zpracování půdy. Mezi nevýhody lze zařadit nižší pracovní výkon ve ztížených polních podmínkách, nutnost více pracovních operací a z toho plynoucí horší plnění některých agrotechnických lhůt. Zejména na těžkých půdách dochází často k tvorbě těžko zpracovatelných hrud. Časté převrácení ornice má rovněž negativní vliv na rozvoj půdních mikroorganismů (HŮLA 2008), (AGROJOURNAL.CZ 2018).

4. Bezorebná technologie zpracování půdy

Celosvětový trend snižování množství zemědělské půdy a její zvyšující se cena nutí zemědělce po celém světě včetně České republiky hledat takové způsoby zpracování půdy, které jsou efektivní, ekonomicky udržitelné a mají půdoochranný vliv. V současné době se ukazuje, že bezorebná technologie příznivě působí na půdní strukturu, hospodaření půdy s vodou a narušování zhutnění spodních vrstev půdy. Princip bezorebné technologie spočívá v šetrném kypření půdy bez jejího obracení a zapravení posklizňových zbytků a hnojiv ideálně do celého profilu zpracovávané půdy. Důležité je docílit toho co nejmenším počtem pracovních operací. Z toho důvodu se musí na tuto technologii pohlížet komplexně. V bezorebných a půdoochranných technologiích závisí kvalita práce při zpracování půdy do značné míry na kvalitě předchozích pracovních operací. Velice důležitým faktorem, který začíná již při sklizni předplodiny, je rovnoměrná distribuce posklizňových zbytků. To je důležité pro jejich následné kvalitní promíchání a promísení s půdou. Díky tomu je možné docílit správné půdní struktury, ideální vodní dynamiky a omezit vlivy vodní a větrné eroze.

Charakteristické pro bezorebnou, oproti orebné technologii, je určité množství posklizňových zbytků na povrchu půdy. Je to dáno mícháním půdy namísto jejího obracení. V počátcích bezorebného zpracování se jednalo převážně o mělké zpracování půdy, ale díky vývoji technologií hlavně v oblasti traktorů, kypří a podrývá se dnes půda často do větší hloubky než při zpracování půdy orbou (HŮLA 2018, 1997), (mechanizaceweb.cz 2011), (Horsch.com).



Obrázek 5 Kombinovaný kypřič Horsch terrano 4 MT podzimní zpracování půdy (vlastní foto)

4.1 Stroje pro bezorebné zpracování půdy

Hlavní skupinou strojů pro zpracování půdy bez orby jsou kypřiče pro mělké až střední kypření půdy s kvalitní možností kypření a současně urovňovacím účinkem. Dominantní požadavek na tyto stroje je vysoká plošná výkonnost, která umožňuje stihnout přípravu půdy i následné operace v ideálních argrotermínech. Podle konstrukce pracovních orgánů dělíme stroje na: kypřiče pro mělké a středně hluboké zpracování půdy a kypřiče pro hlubší zpracování půdy. Rozsah hloubek zpracování a jejich dělení zde může být stejné jako u orby (HŮLA, 2018).

Talířové kypřiče charakterizuje vysoký plošný výkon při mělké podmítce, nebo následné předset'ové přípravě. Pojezdová rychlost souprav s těmito kypřiči je zpravidla 14 km/h. Talířové kypřiče jsou většinou vybaveny drobicími a utužovacími válci a není tedy nutné další úpravy podmítky.



Obrázek 6 Talířový kypřič (vlastní foto)

Radličkové kypřiče mají široké využití, které se liší podle konstrukce a pracovních orgánů, kterými jsou tyto stroje osazeny. Výběr pracovních orgánů umožňuje volit intenzitu kypření. Pro mělké zpracování půdy jsou kypřiče osazeny šípovými radličkami, které umožňují intenzivní míchání půdy. Při kypření do větší hloubky (mezi 20-40 cm) bývají stroje osazeny užšími dláty. To umožňuje kypřit půdu do hloubky srovnatelné s orbou bez jejího otáčení.

Pro hluboké zpracování, za účelem úpravy půdní struktury se používají dlátové kypřiče. Hlavním úkolem je dosažení požadované hloubky často okolo 30 cm a více bez současného intenzivního míchání a většího narušení povrchové vrstvy půdy. Tím se docílí rozrušení utužení ve spodních vrstvách půdy se sníženým rizikem vytahování větších hrud na povrch (HŮLA, 2018).

Speciální kategorií jsou kypřiče kombinované, které jsou konstruovány tak, aby v jedné pracovní operaci prováděly kypření do narůstající hloubky. Tyto kypřiče bývají konstrukčně rozděleny do tří sekcí. První sekce, nejčastěji talířová, má za úkol rozrušit vrchní vrstvu půdy a promíchat organickou hmotu do hloubky 10-15 cm. Následuje kypření radličkami do větší hloubky a následné zpětné utužení pomocí utužovacích válců (HŮLA, 2018).



Obrázek 7 Pracovní organ radličkových kypřičů (Horsch.com)

Legenda: 1- jištění, 2- slupice, 3- dláto, 4- odhrnovačka, šipka-pohyb půdy

Na obrázku sedm jsou znázorněny pracovní orgány radličkového kypřiče při hlubším zpracování půdy. Radlička je konstruována tak, aby bez rozdílů v nastavení hloubky nebyl na žádné ploše radličky svislý úhel. Tím se snižuje pracovní odpor, s půdou se pracuje šetrně a spotřebovává se méně pohonných hmot (Horsch.com, 2020).

4.2 Výhody a nevýhody bezorebné technologie

Hlavní výhody této technologie jsou v oblasti ekologické a ekonomické. Mezi ekologické patří příznivý vliv na strukturní stav půdy a hospodaření s vodou, omezení vodní a větrné eroze. Po ekonomické stránce přinášejí bezorebné technologie úsporu práce a energie. Pokles počtu pracovních operací a vyšší výkonnost strojů snižují nároky na organizaci práce, náklady na zaměstnance a pohonné hmoty.

Mezi nevýhody patří vysoká náročnost této technologie na chemickou ochranu rostlin. Díky tomu se začínají objevovat některé rezistentní plevele například sárka polní. Pravidelné kypření bez obracení půdy má vliv na mineralizaci látek v nižších půdních vrstvách. Tyto problémy se dají řešit občasným přerušením kypření orbou (HŮLA, 2008), (PROCHÁZKOVÁ, 2008), (agrojournal.cz, 2015).

5. Metodika

Tato bakalářská práce se bude věnovat porovnání orebného způsobu zpracování půdy se způsobem bezorebným. K tomuto účelu bude proveden pokus v provozních podmínkách, který bude posléze vyhodnocen na základě ekonomických vstupů a výstupů. Budou sledovány celkové náklady na vedení porostů a výnos na obou pozemcích.

Zejména se budou porovnávat jednotlivé pracovní operace na základě spotřeby pohonných hmot a mzdových nákladů na zaměstnance. Spotřeba bude měřena odečtem palubních počítačů, které budou vždy před započítáním pracovní operace na jednotlivých pozemcích vynulovány. Čas, po který budou jednotlivé pracovní operace prováděny, bude měřen stopkami na celé minuty. Po sklizni budou oba pozemky vyhodnoceny a výsledkem bude rozdíl mezi výnosy a náklady a následné porovnání obou zvolených technologií zpracování půdy.

Pokus bude probíhat na dvou pozemcích vedle sebe, které jsou rozděleny pouze polní cestou. Podle Lpisu jsou označeny 4 307/1 a 4 301. Na pozemku 4 307/1 o rozloze 2,33 ha bude probíhat zpracování pomocí orby. Na vedlejším pozemku 4 301 o ploše 2,2 ha bude orba vynechána a bude zpracován pouze bezorebnou technologií. Oba pozemky spadají do kategorie lehké, hlinitopísčité půdy a nacházejí se v nadmořské výšce 600 m. n. m. Průměrná hloubka ornice na obou pozemcích je 25 cm. Pozemek 4301 je více svažité a členitý kvůli vedení vysokého napětí.

Na obou pozemcích bude pěstována kukuřice na siláž a jako předpolodina bude pšenice ozimá.

Opatření na chemickou ochranu rostlin a hnojení budou na obou pozemcích stejná a prováděna ve stejný termín. Nebudou tedy zahrnuta do porovnávání a celkového výsledku pokusu.



Obrázek 8 Pokusné pozemky (Mapy.cz)

Na pokusných pozemcích, které se nacházejí nedaleko vesnice Horní Němčice hospodaří společnost Stagra spol. s r.o. Společnost byla založena v roce 1992 a v současné době hospodaří na 1785 ha zemědělské půdy. V rostlinné výrobě se zaměřují převážně na tržní plodiny jako je pšenice, žito, řepka a krmné plodiny zejména kukuřice na siláž. V živočišné výrobě chová společnost cca 1100 kusů skotu v největším zastoupení je holštýnský skot, z toho je 400 kusů dojených krav. Společnost celkově zaměstnává 77 zaměstnanců. Od svého založení obdělává své pozemky bezorebnou technologií. Společnost je součástí Mlékařského a hospodářského družstva JIH a na základě toho se zavázala k vyloučení aplikace glyfosátu na všech svých pozemcích včetně těch pokusných.

První operace na pozemku 4 307/1 po sklizni a sběru balíků slámy, který bude zpracováván orbou, bude mechanické ničení výdrolu za využití radličkového kypřiče Horsch Terrano 8 FG, který bude agregován s traktorem Deutz Fahr Agrottron 9340 TTV vybaveným motorem Deutz TCD o objemu 7,8l (336k) a plynulou hydromechanickou převodovkou TTV. Terrano 8 FG bude osazeno 25 tvrdokovovými radličkami s křídélky s tvrdokovem o celkové rozteči 30 cm. Terrano 8 FG nemá zadní pěch, ale pouze třířadý zavlačovač. V případě nutnosti většího zpětného utužení půdy, může být zadní pěch ke stroji připojen ve formě Obtipacku. Stroj bude nastaven na pracovní hloubku 5 cm, při pracovní rychlosti 14 Km/h. Pracovní záběr stroje je 7,9 metrů.

Následně bude zapravena mrva v množství 25 t/ha pomocí poloneseného otočného pluhu Lemken Vari-Diamant s traktorem Class Axion 810 s šestiválcovým motorem FPT o objemu 6,7 l (215k). Pluh bude nastaven na hloubku 20 cm, při pracovní rychlosti 5-6 Km/h.

Předseťová příprava bude opět provedena strojem Horsch Terrano 8 FG agregovaným v traktoru Deutz Fahr 9340 TTV. Pracovní hloubka bude nastavena na 10 cm při pracovní rychlosti 14 Km/h. Tentokrát bude stroj osazen pouze dláty bez křidélek, aby bylo možné dostatečně míchat a rozrušit hrubou brázdou tak, aby nedošlo k nechtěnému celoplošnému podříznutí v pracovní hloubce.

Po předseťové přípravě bude zasetá kukuřice odrůda LG 30.248 Limagrain. Výsevek bude nastaven na 90 000 klíčivých semen na hektar, se současným ukládáním hnojiva Amofos v dávce 100 Kg/ha. Setí bude provedeno na konečnou vzdálenost secím strojem Horsch Maestro 8 CC v agregaci s traktorem Deutz Fahr Agrottron 7250 TTV s motorem Deutz 6,1 Tier 4 final (246k). Traktor je vybavený přesnou navigací RTK a Section Cotrol. Díky tomu bude možné zasít kukuřici přesně a bez zbytečných přesevů.



Obrázek 9 Založení porostu kukuřice (vlastní foto)

Na pozemku 4301, který bude zpracováván bezorebnou technologií, bude po sklizni stejně jako na sousedním pozemku provedená mělká podmítka strojem Horsch Terrano 8 FG v agregaci s traktorem Deutz Fahr 9340 TTV.

Následná pracovní operace bude zapravení mrvy a kypření na hloubku 20-22 cm. Tuto práci bude vykonávat Traktor Deutz Fahr 9340 TTV ve spojení s kombinovaným kypřičem Horsch Terrano 4 MT. Terrano 4 MT je navržen tak, aby bylo možné docílit kvalitního míchání a hlubokého kypření se zpětným utužením. Je to díky dvěma předním řadám disků o průměru 52 cm a dvěma zadním řadám radliček o rozteči 80 cm. Stroj bude osazen špičkami s tvrdokovem a krátkými křídly, aby došlo ke kvalitnímu zamíchání a zapravení mrvy. Tento stroj v půdních podmínkách na pokusných pozemcích, tedy hlinitopísčítých půdách, pracuje velice efektivně a měl by být schopen připravit pole pro setí kukuřice jedním přejezdem.

V případě nutnosti bude následovat předseťová příprava Terranem 8 FG. Následována setím kukuřice stejnou soupravou, jako na pozemku s orbou. Výsevek a přihnojení bude také stejné. Tedy 90 000 klíčivých semen na hektar a 100 Kg/h hnojiva Amofos.

Spotřeba nafty výpočet dle Formáčka 2019 ze vztahu 1.

$$Q_{celk} = l \times Q_{ha} \quad [1]$$

Kde:

Q_{celk} = celková spotřeba motorové nafty [l],

l = výměra [ha],

Q_{ha} = spotřeba motorové nafty [l/ha].

Plošná výkonnost soupravy výpočet dle Formáčka 2019 ze vztahu 2.

$$W_s = \frac{l}{T_c} \times S \quad [2]$$

Kde:

W_s = celková zpracovaná plocha [ha/h],

T_c = celkový čas práce [h],

S = celková zpracovaná plocha [ha].

Jednotkové náklady na pohonné hmoty výpočet dle Formáčka 2019 ze vztahu 3.

$$jN_{phm} = Q_{ha} \times C_{pmh}$$

[3]

Kde:

jN_{pmh} = jednotkové náklady na pohonné hmoty [Kč/ha],

Q_{ha} = spotřeba paliva na hektar [l/ha],

C_{phm} = cena pohonných hmot [Kč/l].

Jednotkové náklady na zaměstnance výpočet dle Formáčka 2019 ze vztahu 4.

$$jN_{zam} = \frac{C_{zam}}{W_s}$$

[4]

Kde:

jN_{zam} = jednotkové náklady na plat zaměstnance [Kč/ha],

C_{zam} = hodinový plat zaměstnance [Kč/h],

W_s = skutečná plošná výkonost [ha/h].

Celkové jednotkové náklady na jeden hektar výpočet dle Formáčka 2019 ze vztahu 5.

$$jN_{celk} = jN_{phm} + jN_{zam}$$

[5]

Kde:

jN_{celk} = celkové jednotkové náklady podniku [Kč/ha],

jN_{phm} = jednotkové náklady na pohonné hmoty [Kč/ha],

jN_{zam} = jednotkové náklady na zaměstnance [Kč/ha].

Celkové náklady podniku na celou výměru kukuřice výpočet ze vztahu 6.

$$Celková_{kuk} = jN_{celk} \times lkuk$$

[6]

Kde:

$Celková_{kuk}$ = náklady na celkovou výměru kukuřice podniku

jN_{celk} = celkové jednotkové náklady

$lkuk$ = celková výměra kukuřice v podniku

Pro výpočty se bude vycházet z ceny pohonných hmot (C_{phm}) 35,7 [Kč/ha] a nákladů na hodinovou mzdu zaměstnance, včetně odvodů na zdravotní a sociální pojištění (C_{zam}) 174 Kč.

6. Výsledky

6.1 Konvenční zpracování půdy

První pracovní operací byla mechanická likvidace výdrolu provedena za suchých podmínek. Celkově byl průběh podzimní sezóny velice suchý a na pokusný pozemek spadlo od začátku září do konce října přibližně 20 l/m² z toho většina srážek byla jednorázová na konci října. Díky tomu veškeré podzimní práce probíhaly za sucha a stroje neměly problém s pohybem po pozemku.

Vláhové podmínky byly při zakládání porostu dobré, v půdě byla dostatečná zásoba jarní a zimní vláhy. Pouze nízké teploty, které dvakrát způsobily ranní přízemní mrazíky, zpomalily vzcházení kukuřice, ale neměly vliv na pozdější výnos. Výnos na tomto pokusném pozemku byl 47 t/ha siláže.

Operace	Čas [h]
Mělká podmítka	0,31
Orba	2,27
Předset'ová příprava	0,39

Tabulka 2 Časy potřebné při zpracování konvenčním způsobem

Plošná výkonnost soupravy

Orba:

$$Ws = \frac{1}{Tc} \times S = \frac{1}{2,27} \times 2,33$$

Výsledná zpracovaná plocha za hodinu byla 1,03 [ha/h]

Mělká podmítka:

$$Ws = \frac{1}{Tc} \times S = \frac{1}{0,31} \times 2,33$$

Výsledná zpracovaná plocha za hodinu by byla 7,5 [ha/h]

Předset'ová příprava:

$$W_s = \frac{1}{T_c} \times S = \frac{1}{0,39} \times 2,33$$

Výsledná zpracovaná plocha za hodinu by byla 6 [ha/h]

Operace	Spotřeba pohonných hmot [l/ha]
Mělká podmínka	5,8
Orba	24
Předset'ová příprava	6,1
Celkem	35,9

Tabulka 3 Zjištěné hodnoty spotřeby pohonných hmot konvenční způsob

Celková spotřeba pohonných hmot při konvenčním zpracování půdy:

$$Q_{celk} = l \times Q_{ha} = 2,33 \times 35,9$$

Celková spotřeba pohonných hmot při konvenční zpracování byla 83,65[l]

Jednotkové náklady na pohonné hmoty:

Orba:

$$jN_{phm} = Q_{ha} \times C_{phm} = 24 \times 35,7$$

Cena pohonných hmot na 1 hektar orby byla 856,8 [Kč/ha]

Mělká podmínka:

$$jN_{phm} = Q_{ha} \times C_{phm} = 5,8 \times 35,7$$

Cena pohonných hmot na 1 hektar mělké podmínky byla 207 [Kč/ha]

Předset'ová příprava:

$$jN_{phm} = Q_{ha} \times C_{phm} = 6,1 \times 35,7$$

Cena pohonných hmot na 1 hektar předset'ové přípravy byla 217 [Kč/ha]

Celková cena pohonných hmot na 1 hektar:

$$jNphmcelk = 856,8 + 207 + 217$$

Cena pohonných hmot na 1 hektar byla 1 280 [Kč/ha]

Cena pohonných hmot na pokusný pozemek:

$$Ccelková = 1\,280 \times 2,33$$

Cena pohonných hmot na celý pokusný pozemek byla 2 982 [Kč]

Jednotkové náklady na mzdu zaměstnance:

Orba:

$$jNzam = \frac{Czam}{Ws} = \frac{174}{1,03}$$

Náklady na mzdu zaměstnance při orbě byly 168 [Kč/ha]

Mělká podmínka:

$$jNzam = \frac{Czam}{Ws} = \frac{174}{7,5}$$

Náklady na mzdu zaměstnance při mělké podmítce byly 23,2 [Kč/ha]

Předset'ová příprava

$$jNzam = \frac{Czam}{Ws} = \frac{174}{6}$$

Náklady na mzdu zaměstnance při předset'ové přípravě byly 29 [Kč/ha]

Celkové náklady na mzdu zaměstnance na 1 hektar:

$$jNzamcelk = 168 + 23,2 + 29$$

Celkové náklady na mzdu zaměstnance na 1 hektar byly 220,2 [Kč/ha]

Celkové náklady na mzdu zaměstnance na celý pokusný pozemek:

$$C_{celkové} = 220,2 \times 2,33$$

Celkové náklady na mzdu zaměstnance na celý pokusný pozemek byly 513 [Kč]

Celkové jednotkové náklady na 1 hektar:

$$jN_{celkem} = 1280 + 220,2$$

Celkové jednotkové náklady na 1 hektar byly 1500,2 [Kč/ha]

Celkové náklady na pokusném pozemku, na kterém se půda zpracovávala konvenčním způsobem byly 3 495,5 [Kč]

Celkové náklady podniku na celou plochu kukuřice:

$$C_{enacelková\ kuk} = jN_{celk} \times lkuk$$

V podniku pěstují 405 ha kukuřice, kdyby veškerou svou výměru zpracovávali konvenčním způsobem, byly by náklady ve výši 607 581 Kč.

6.2 Bezorebný způsob zpracování půdy

Na tomto pokusném pozemku byla stejně jako na pozemku vedlejším první pracovní operací mělká podmítka. Na jaře následovalo rozhození mrvy a zapravení kombinovaným kypřičem nastaveným na 22 cm hloubky. Obě pracovní operace probíhaly za sucha, tedy za ideálních podmínek bez zbytečných časových prodlev způsobených prokluzem, nebo zvýšeným odporem půdy. Kukuřice byla založena ve stejný den a za stejných podmínek jako u sousedního pokusného pozemku. U tohoto pozemku se na pracovních časech a spotřebě projevila větší členitost a vedení elektrického napětí, rovněž je pozemek v mírném svahu. Výnos na tomto pokusném pozemku byl 55 t/ha siláže.

Operace	Čas [h]
Mělká podmítka	0,40
Hluboké kypření	0,78

Tabulka 4 Časy potřebné při zpracování minimalizačním způsobem

Plošná výkonost soupravy:

Mělká podmítka:

$$W_s = \frac{1}{T_c} \times S = \frac{1}{0,40} \times 2,2$$

Výsledná zpracovaná plocha by byla 5,5 [ha/h]

Hluboké kypření:

$$W_s = \frac{1}{T_c} \times S = \frac{1}{0,78} \times 2,2$$

Výsledná zpracovaná plocha by byla 2,82 [ha/h]

Operace	Spotřeba pohonných hmot [l/ha]
Mělká podmítka	6,5
Hluboké kypření	17,8
Celkem	24,3

Tabulka 5 Zjištěné hodnoty spotřeby pohonných hmot minimalizační způsobem

Celková spotřeba pohonných hmot při minimalizačním zpracování:

$$Q_{celk} = l \times Q_{ha} = 2,20 \times 24,3$$

Celková spotřeba při minimalizačním zpracování byla 53,46 [l]

Jednotkové náklady na pohonné hmoty

Mělká podmítka:

$$jN_{phm} = Q_{ha} \times C_{phm} = 6,5 \times 35,7$$

Náklady na 1 hektar mělké podmítky byly 232 [Kč/ha]

Hluboké kypření:

$$jN_{phm} = Q_{ha} \times C_{phm} = 17,8 \times 35,7$$

Náklady na 1 hektar hlubokého kypření byly 635,46 [Kč/ha]

Celková cena pohonných hmot na 1 hektar

$$jN_{phmcelk} = 232 + 635,46$$

Celková cena pohonných hmot na 1 hektar byla 867,5 [Kč/ha]

Cena pohonných hmot na pokusný pozemek:

$$C_{celková} = 867,5 \times 2,2$$

Cena pohonných hmot na celý pokusný pozemek byla 1 908,5 [Kč]

Jednotkové náklady na mzdu zaměstnance:

Mělká podmítka:

$$jN_{zam} = \frac{C_{zam}}{W_s} = \frac{174}{5,5}$$

Náklady na mzdu zaměstnance při mělké podmítce byly 31,6 [Kč/ha]

Hluboké kypření:

$$jN_{zam} = \frac{C_{zam}}{W_s} = \frac{174}{2,82}$$

Náklady na mzdu zaměstnance při hlubokém kypření byly 61,7 [Kč/ha]

Celkové náklady na mzdu zaměstnance na 1 hektar:

$$jN_{zamcelk} = 31,6 + 61,7$$

Celkové náklady na mzdu zaměstnance na 1 hektar byly 93,3 [Kč/ha]

Celkové náklady na mzdu zaměstnance na celý pokusný pozemek:

$$C_{celkové} = 93,3 \times 2,2$$

Celkové náklady na mzdu zaměstnance na celý pokusný pozemek byly 205,3 [Kč]

Celkové jednotkové náklady na 1 hektar:

$$jN_{celkem} = 867,5 + 205,3$$

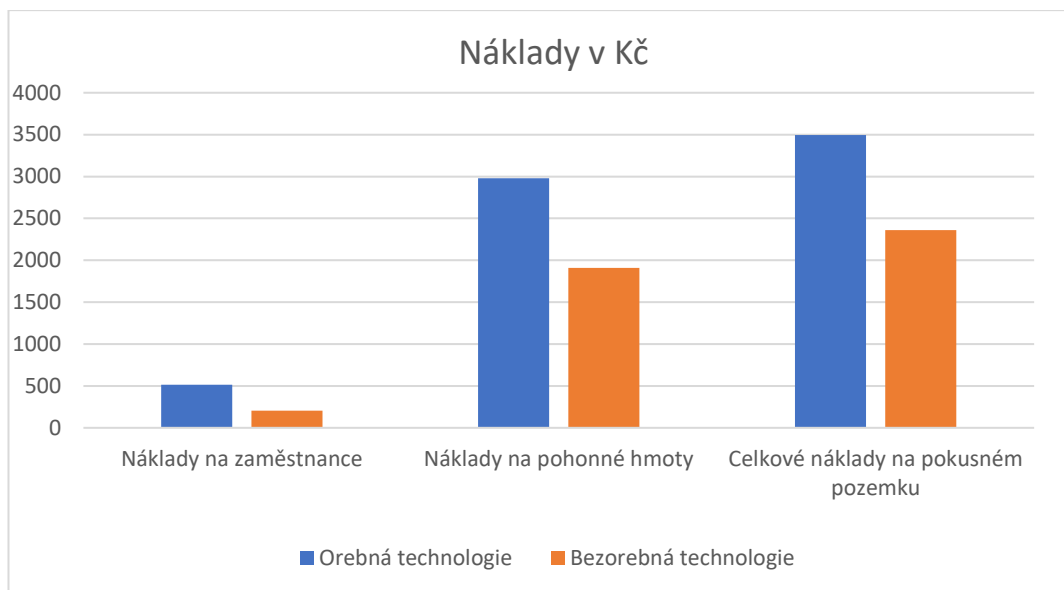
Celkové jednotkové náklady na 1 hektar byly 1 072,8 [Kč/ha]

Celkové náklady na pokusném pozemku, na kterém se zpracovávala půda minimalizačním způsobem byly 2 360,2 [Kč].

Celkové náklady podniku na celou plochu kukuřice:

$$C_{enacelková kuk} = jN_{celk} \times lkuk$$

V podniku pěstují 405 ha kukuřice, kdyby veškerou svou výměru zpracovávali minimalizací, byly by náklady ve výši 434 484 Kč.



Obrázek 10: Náklady v Kč

7. Diskuse

Na základě výsledků jsou patrné rozdíly mezi orebnou a bezorebnou technologií zpracování půdy. Počasí i půdní podmínky během prací na obou pokusných pozemcích byly dobré a neměly žádný negativní vliv na naměřené hodnoty. Na pozemku zpracovaném orbou byl výnos silážní kukuřice 47 t/ha. Oproti tomu výnos po bezorebné technologii byl o 7 tun vyšší tedy 55 t/ha. Je důležité zmínit, že průměrný výnos z hektaru na celé výměře kukuřice v podniku byl v době pokusu 50 t/ha. Tedy na pozemku zpracovaném orbou byl výnos jen o 3 tuny nižší, než byl výnos průměrný. Také je potřeba brát v úvahu, že pozemek, na kterém probíhala orba, obhospodařoval podnik nově, celkově třetí rok. Podle dostupných informací nebyl pravidelně hnojen organickými hnojivy a byla na něm historicky prováděna jen mělká orba do 15 cm hloubky. To mohlo mít za následek horší strukturní stav půdy oproti pozemku zpracovávaném kypřením a mohlo se negativně podílet na celkovém výnosu a vyšší spotřebě nafty při hlubší orbě.

Celkové náklady na pohonné hmoty byly u orby 2 982 Kč to bylo o 1 073,5 Kč více než na pozemku bezorebném. Bylo to dáno hlavně vyšší spotřebou pohonných hmot při orbě oproti kypření a nutností dodatečné předseťové přípravy.

V nákladech na zaměstnance vyšlo mnohem lépe bezorebné zpracování. Opět se projevila nutnost jedné operace navíc a vyšší plošná výkonnost při kypření než při orbě. Souprava, která prováděla kypření, byla vybavena přesnou navigací s autopilotem, to mělo příznivý vliv na její plošnou výkonnost. Náklady na zaměstnance na pozemku orebně zpracovaném byly 513 Kč. To bylo o 307,7 Kč více než na pozemku zpracovaném bezorebně, kde byly náklady na zaměstnance 205,3 Kč.

V případě, že by zpracování půdy proběhlo na pokusných pozemcích opačně je možné se domnívat, že výsledný rozdíl ve výnosu by nebyl tak veliký. Jako nejzásadnější se tedy ukázal rozdíl v úspoře nákladů na pohonné hmoty a zaměstnance u bezorebného zpracování půdy. V průběhu polního pokusu byla sbírána data i při hnojení a chemické ochraně rostlin. Ovšem všechny tyto operace se prováděly na obou pokusných pozemcích v identickém termínu, za stejných podmínek, aplikované dávky a při využití totožné mechanizace. Nebyly tedy naměřeny výraznější rozdíly ve výsledcích u jednotlivých pokusných pozemků. Je to dáno tím, že podnik, který na zbytku své orné půdy hospodaří bezorebně, přistupoval (mimo zpracování půdy) k vedení porostu na obou pracovních pozemcích stejně jako na zbytku výměry.

V tomto pokusu se tedy nepodařilo prokázat zvýšené nároky bezorebné technologie na chemickou ochranu rostlin.

8. Závěr

Zdravá, strukturní a biologicky aktivní půda je hlavním předpokladem pro úspěšné a udržitelné zemědělství. Správným zpracováním půdy můžeme zásadně přispět k udržování a zlepšování její úrodnosti. Zemědělci hospodaří v různých půdních a klimatických podmínkách, nelze tedy říci, že existuje jeden ideální způsob zpracování půdy pro všechny. Tato práce se věnovala orebnému a bezorebnému zpracování půdy. Obě technologie mají své výhody a nevýhody. Každý zemědělec se musí na základě dostupných informací a svých vlastních zkušeností rozhodnout, která technologie je pro něj ideální. Jako možné řešení, ke kterému se v České republice přiklání stále větší množství zemědělců, je tyto dvě technologie kombinovat a snažit se využít výhody obou způsobů.

9. Seznam použité literatury a internetové zdroje

1. FORMÁČEK, Vojtěch. *Porovnání minimalizačních a konvenčních technologií zpracování půdy*. [Bakalářská práce]. České Budějovice, 2019.
2. HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-28-1.
3. HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. Zemědělské informace. ISBN 80-7271-106-7.
4. HŮLA, Josef, Zdeněk ABRHAM a František BAUER. *Zpracování půdy*. Praha: Nakladatelství Brázda, 1997. ISBN 80-209-0265-1.
5. LHOTSKÝ, Jiří a Josef ŠIMON. *Zpracování a zúrodnování půd*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISBN 80-209-0048-9.
6. Mapy.cz, 2020. Horní Němčice [online]. [cit.2020-06-10]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=15.2804308&y=49.1608826&z=18&source=muni&id=1710>
7. Nesené otočné pluhy JUPITER II 120, 2020. In: OPall-AGRI.cz [online]. [cit.2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.opall-agri.cz/nesene-otocne-pluhy-jupiter-ii-120>
8. NEUBAUER, Karel. *Stroje pro rostlinnou výrobu: celostátní vysokoškolská učebnice pro vysoké školy zemědělské*. Praha: SZN, 1989. Mechanizace, výstavba a meliorace. ISBN 80-209-0075-6.
9. Ruchadlo, 2018. In: stoplusjednicka.cz [online]. [cit.2020-06-23]. Dostupné z: <https://www.stoplusjednicka.cz/vynalez-sedlaka-kovare-aneb-jak-bratranciv-veverkove-vymysleli-ruchadlo>
10. Současné trendy zpracování půdy, 2018. In: AGROjournal [online]. [cit.2020-06-15]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/soucasne-trendy-zpracovani-pudy-327>
11. Technologie STRIP-TILL má své výhody, 2019. In: Agrics.cz [online]. [cit.2020-06-20]. Dostupné z: <https://www.agrics.cz/eroze-strip-till>
12. Terrano GX, 2020. In: Horsch.com [online]. [cit.2020-06-20]. Dostupné z: <https://www.horsch.com/cs/produkty/zpracovani-pudy/kultivator/terrano-gx>

13. TOMÁŠEK, Milan. *Atlas půd České republiky*. Praha: Český geologický ústav, 1995. ISBN 80-7075-198-3.
14. VariOpal. 2020. In: Daňhel.cz [online]. [cit.2020-06-20]. Dostupné z: <https://danhel.cz/technika/zemedelska-technika-lemken/seti/pluhy/nesene-pluhy/variopal/>
15. Vliv technologie zpracování půdy na její vlastnosti, 2015. In: AGROjournal [online]. [cit.2020-06-15]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/vliv-technologie-zpracovani-pudy-na-jeji-vlastnosti-43>
16. Zpracování půdy, 2001. In: mechanizaceweb.cz [online]. [cit.2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/zpracovani-pudy/>

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 ruchadlo bratranců Veverkových (stoplusjednicka.cz)	11
Obrázek 2 Orba v lehké půdě (vlastní foto)	14
Obrázek 3 Návěsný pluh Lemken (danhel.cz)	18
Obrázek 4 orební těleso UN 350 Opall-agri (opall-agri.cz).....	19
Obrázek 5 Kombinovaný kyprič Horsch terrano 4 MT podzimní zpracování půdy (vlastní foto).....	21
Obrázek 6 Talířový kyprič (vlastní foto)	22
Obrázek 7 Pracovní organ radličkových kypričů (Horsch.com).....	23
Obrázek 8 Pokusné pozemky (Mapy.cz)	25
Obrázek 9 Založení porostu kukuřice (vlastní foto)	26
Obrázek 10: Náklady v Kč	37

11. Seznam tabulek

Tabulka 1 Rozdělení půd podle zrnitosti (HŮLA, 1997).....	9
Tabulka 3 Časy potřebné při zpracování konvenčním způsobem.....	30
Tabulka 4 Zjištěné hodnoty spotřeby pohonných hmot konvenční způsob.....	31
Tabulka 5 Časy potřebné při zpracování minimalizačním způsobem	34
Tabulka 6 Zjištěné hodnoty spotřeby pohonných hmot minimalizační způsob.....	34