JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program:	B4131 – Zemědělství
Studijní obor:	Zemědělská a dopravní technika: obchod, servis a služby
Katedra:	Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky
Vedoucí katedry:	doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Porovnání hloubkového kypření a zpracování půdy orbou

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Filip

Autor bakalářské práce: Miroslav Procházka

České Budějovice, 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: **2017/2018**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Miroslav PROCHÁZKA**
Osobní číslo:	**Z16118**
Studijní program:	**B4131 Zemědělství**
Studijní obor:	**ZDTb-16 - specializace Zemědělská technika**
Název tématu:	**Porovnání hloubkového kypření a zpracování půdy orbou**
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 zpracování půdy hloubkovým kypřením s orbou. Student zhodnotí ekonomickou efektivitu jednotlivých technologií a v rámci možností ověří jejich vliv na stav půdy, stav porostu a sklizeň.

Struktura hlavní části práce bude následující:

1. Stručný úvod do problematiky
2. Princip konvenčního a minimalizačního způsobu zpracování půdy
3. Základní charakteristiky a technické parametry použitých strojů
4. Metodika terénních pokusů
5. Výsledky
6. Diskuse
7. 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 grafických prací:	**obrázky, fotografie, grafy dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy:	**30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

KUMHÁLA, František. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 9788021317017.
DÖRFLINGER, Michael. 1000 zemědělských strojů. Praha: Knižní klub, 2009. ISBN 978-80-242-2461-9.
HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. Minimalizace zpracování půdy. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-28-1.
BADALÍKOVÁ, Barbora. Vhodné zpracování půdy pro minimalizaci degradačních změn v půdě: uplatněná certifikovaná metodika. Troubsko: Zemědělský výzkum, 2012. ISBN 978-80-905080-1-9.
PROCHÁZKOVÁ, Blanka. Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny: uplatněná certifikovaná metodika. V Brně: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-524-9.
KOVAŘÍČEK, Pavel, Josef HŮLA, Michal NÝČ, et al. Užití kypřičů v technologiích zpracování půdy bez orby: metodická příručka. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2017. ISBN 978-80-7569-001-2.
HEGGLIN, Django, Maurice CLERC a Hansueli DIERAUER. Redukované zpracování půdy: možnost využití v ekologickém zemědělství. Přeložil Radomil HRADIL. Olomouc: Bioinstitut, 2015. Praktická příručka (Bioinstitut). ISBN 978-80-87371-26-8.
Materiály přístupné přes databáze (např. Web of Knowledge, ScienceDirect atp.).

Vedoucí bakalářské práce:	**Ing. Martin Filip** Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky
Datum zadání bakalářské práce:	**18. ledna 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce:	**15. dubna 2019**

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

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

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

V Českých Budějovicích dne 20. března 2018

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů uvedených v seznamu citované literatury.

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

Děkuji panu Ing. Martinu Filipovi za cenné rady a pomoc při vedení mé bakalářské práce. Mé poděkování patří též farmě pana Procházky, že mi bylo umožněno provést měření na jejím pozemku a získat potřebné informace pro porovnání hloubkového kypření a zpracování půdy orbou.

Abstrakt

Závěrečná práce je teoreticko-výzkumná. Je rozdělena na část teoretickou a praktickou.

Teoretická část se věnuje půdě z hlediska jejího významu pro člověka, seznamuje s jejími druhy a typy. Z hlediska zpracování půdy seznamuje se dvěma různými technologiemi jejího zpracování, a to orbou a hloubkovým kypřením. Přibližuje druhy kypřičů a pluhů.

Výzkumná část analyzuje výsledky výzkumu získaného praktickým měřením výnosů při výsevu jarního ječmene za využití obou technologií zpracování půdy. Tyto technologie porovnává z hlediska ekonomičnosti, vlivu na porost, na půdu a výše výnosu.

Klíčová slova

Radličkový kypřič, jednostranný návěsný pluh, orba, hloubkové kypření, orební technologie

Abstract

The final thesis is theoretical-research. It is divided into theoretical and practical parts.

The theoretical part deals with the soil from the point of view of its importance for man and introduces its types. From the point of view of soil cultivation it introduces two different technologies of its processing, namely plowing and deep loosening. It shows types of cultivators and plows.

The research part analyzes the results of the research obtained by practical measurement of yields in the spring barley sowing using both tillage technologies. It compares these technologies in terms of economy, impact on growth, soil and yield.

Keywords

Shredder, one-sides semitrailer, plow, deep bail, plow technology

Obsah

Úvod....10

1. Teoretická část....11

1.1 Půda....11

1.1.1 Půdní profil....12

1.1.2 Zrnitost půdy....13

1.1.3 Půdní druhy....13

1.1.4 Půdní typy....14

1.2 Zpracování půdy....15

1.2.1 Konvenční způsob zpracování půdy....15

1.2.2 Minimalizační technologie....18

1.2.3 Konzervační (půdoochranný) způsob zpracování půdy....18

1.2.4 Přímé setí do nezpracované půdy....18

1.3 Kypřiče....20

1.3.1 Talířové kypřiče....20

1.3.2 Radličkový kypřič....21

1.3.3 Kombinované kypřiče....22

1.3.4 Dlátové kypřiče....23

1.4 Radličné pluhy....24

1.4.1 Agrotechnické požadavky na orbu....25

1.4.2 Rozdělení radličných pluhů....25

1.4.3 Části radličných pluhů....25

1.4.4 Jištění orebních těles proti přetížení....26

2. Cíl práce....27

3. Metodika....28

3.1 Sběr dat a informací....28

3.2 Informace o farmě Procházka 31
4. Vlastní práce 32
4.1 Přípravy před porovnáním 32
4.2 Hloubkové kypření 32
4.3 Orba 34
4.4 Vizuální výsledky zpracování půdy hloubkovým kypřením a orbou 36
4.4.1 Půdní sonda 37
4.5 Setí 39
4.6 Vlhkost a odpor půdy 41
4.7 Vzcházení ječmene jarního a nepříznivé přírodní vlivy 41
4.7.1 Vzcházení 41
4.7.2 Nepříznivé přírodní vlivy 42
4.8 Vzcházení předplodiny 43
4.9 Dozrání a sklizeň obilniny 44
5. Výsledky porovnání hloubkového kypření a orby podle získaných výsledků 47
5.1 Získané hodnoty 47
5.2 Odpor půdy 49
5.2.1 Odpor po zpracování půdy orbou 49
5.2.2 Odpor po zpracování půdy hloubkovým kypřením 50
6. Diskuse 51
Závěr 54

Úvod

Půda je základním výrobním prostředkem, který nám planeta Země poskytuje. Už v minulosti bylo zcela zřejmé, že půda je pro naši existenci velice důležitá, proto o ni musíme co nejlépe pečovat, maximalizovat výnosy, ale zároveň dodávat do půdy potřebné živiny pro její úrodnost. Díky půdě jsme schopni vypěstovat dostatečné množství potravin potřebných pro život a současně vyprodukovat energetické suroviny pro trvale udržitelné hospodaření.

Vlivem výstavby hlavně nových staveb, obytných čtvrtí a komunikací dochází ke zvyšování hodnoty pozemků z důvodu neustále se snižující plochy obdělávatelné půdy. Také špatným hospodařením a zacházením s půdou dochází k větrné a vodní erozi, která značně přispívá k degradaci půdy.

Pro obdělávání půdy a její zúrodňování existují různé technologie. Jedním ze základních a nejstarších způsobů zpracovaní půdy je orba. Jedná se o zapravení posklizňových zbytků a statkových hnojiv vlivem otáčení a mísení skývy. Jako druhý, dnes považovaný za velmi moderní a protierozně působící je způsob zpracování půdy minimalizační technologií.

Při zpracovaní půdy je velmi důležité dodržovaní agrotechnických postupů. Včasnost, rychlost ale především kvalita je rozhodující pro dobré vzcházení, růst a zrání plodin. V dnešní době se čím dál tím více přihlíží na utužení půdy a na ekonomičnost jejího zpracování. Proto je čím dál tím více používáno hloubkové kypření místo samotné orby. Jde o kypření půdy do větších hloubek, tak aby byla rozrušena podorniční vrstva a rostlina měla podmínky pro vytvoření co nejkvalitnějšího kořenového systému a přijímala živiny i z větších hloubek.

Ekonomičnost je kritériem působícím na každého zemědělce. Co největší plošný výkon a kvalita zpracování půdy za co nejnižší náklady na spotřebované pohonné hmoty. Proto se stále více vyvíjejí nové stroje a zařízení, které dokáží těmto požadavkům vyhovět. Dotační programy v rámci rozvoje venkova jsou poskytovány všem zemědělcům na nákup nové, kvalitnější, rychleji pracující a ekonomičtější techniky pro zpracovávání půdy.

1. Teoretická část

1.1 Půda

Půda je základním kamenem a hlavním výrobním prostředkem. Její zdlouhavá a náročná tvorba ji činí nenahraditelnou, proto se o ni člověk musí svědomitě starat a nedopouštět, aby docházelo k její degradaci vlivem nesprávného hospodaření (TOMÁŠEK, 2007), (DOLAN, 2018).

Pro lidskou společnost je důležitá půdní úrodnost, tedy schopnost půdy zabezpečovat reprodukci kulturních plodin a zajistit tím potraviny pro člověka a krmivo pro hospodářská zvířata (TOMÁŠEK, 2007), (TOMÁŠEK, 1995).

Půda se vyvíjí a udržuje vlivem okolního prostředí. Působením ovzduší a vody na mateční horninu poskytuje zvětraliny, které ale ještě půdou nejsou. Až činností mikroorganizmů ve zvětralině dochází k tvorbě půdy (TOMÁŠEK, 2007), (TOMÁŠEK, 1995).

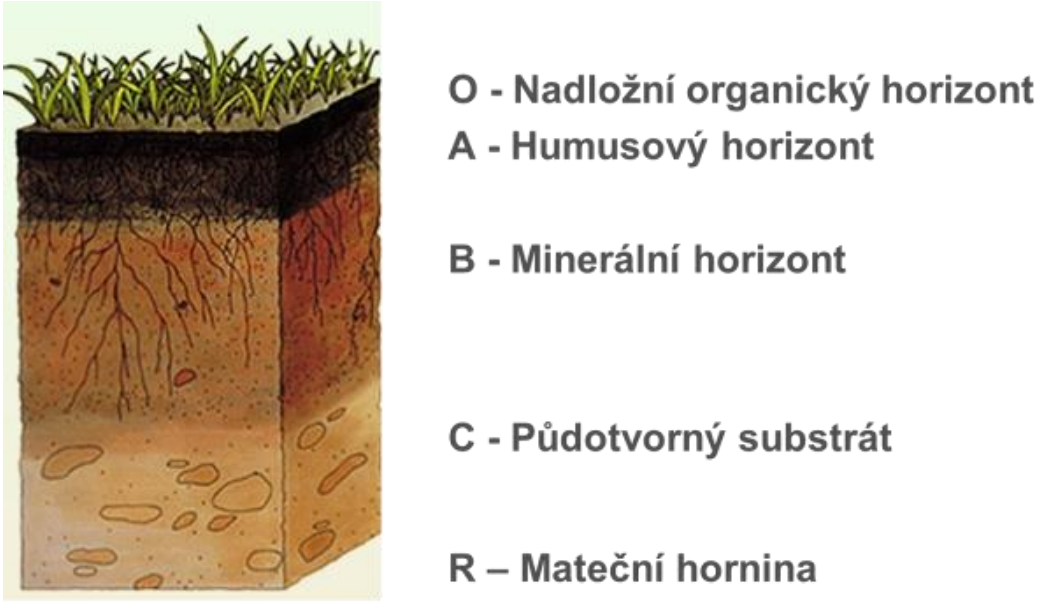
Půda je složena ze tří složek neboli fází. Jedná se o složky plynné kapalné a pevné. Plynnou fází je půdní vzduch, složený z oxidu uhličitého, kyslíku, dusíku a vodní páry. Kapalnou složku půdy je voda, která ovlivňuje její vláhové poměry. Velké množství vody způsobuje glejové procesy. Jindy zase spodní voda s vyšším množstvím rozpuštěných látek způsobuje zasolení půdy. Pevná fáze je tvořena podílem organické a minerální hmoty. Za minerální podíl se považují zbytky hornin a minerálů vzniklých rozpadem mateční horniny a jílových agregátů. Organickým podílem pevné fáze jsou odumřelé zbytky rostlin a živočichů v různých stádiích rozkladu, tzv. humusotvorný materiál (POKORNÝ, 2003), (TOMÁŠEK, 1995).

Pevná fáze v orných půdách převládá nad kapalnou a plynnou, jen výjimečně, když dojde k záplavám nebo v oblastech trvale zamokřených půd převažuje kapalná fáze nad pevnou a plynnou. Důležitou součástí půdy jsou hlavně částice mikroskopických rozměrů (koloidy), jejichž velikost je menší než tisícina milimetru. Tyto částice ovlivňují fyzikální i chemické vlastnosti půdy. Vážou na sebe kapalné i plynné látky, díky kterým je půda tvárná, propustná pro vodu a soudržná (POKORNÝ, 2003).

1.1.1 Půdní profil

Působením půdotvorných procesů došlo k rozčlenění půdního profilu na několik zřetelných genetických půdních horizontů. Každý horizont je charakterizován specifickými vlastnostmi a znaky (TOMÁŠEK, 1995).

Půdní profil dělíme na tyto hlavní horizonty: nadložní organický horizont, humusový horizont, minerální horizont, půdotvorný substrát a horizont mateční horniny (TOMÁŠEK, 1995).



Obr. č. 1 Půdní profil s půdními horizonty (MENDELEU, 2019)

1.1.2 Zrnitost půdy

Spolu s půdním druhem se jedná o základní charakteristiku půdy. Všechny fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy jsou závislé na zrnitostním složení. Díky zrnitosti má půda charakteristické vlastnosti, které musí být zohledňovány při jejím využívání k zemědělským účelům, skládá z různě velikých částic, které se dělí na skelet, jeho velikost je větší než 2 mm a na částice menší něž 2 mm ty se označují jako jemnozem (POKORNÝ, 2003), (DOLAN, 2018).

Tab. č. 1 Velikost frakcí podle Kopeckého (POKORNÝ, 2003)

Tab. č. 1 Průměr částic [mm]	Pojmenování
< 0,0001	koloidní jíl
< 0,001	fyzikální jíl
0,001 - 0,01	jemný prach
< 0,01	jílnaté částice
0,01 – 0,05	prach
0,05 – 0,1	práškový písek
1,0 – 2,0	písek
> 2,0	skelet

1.1.3 Půdní druhy

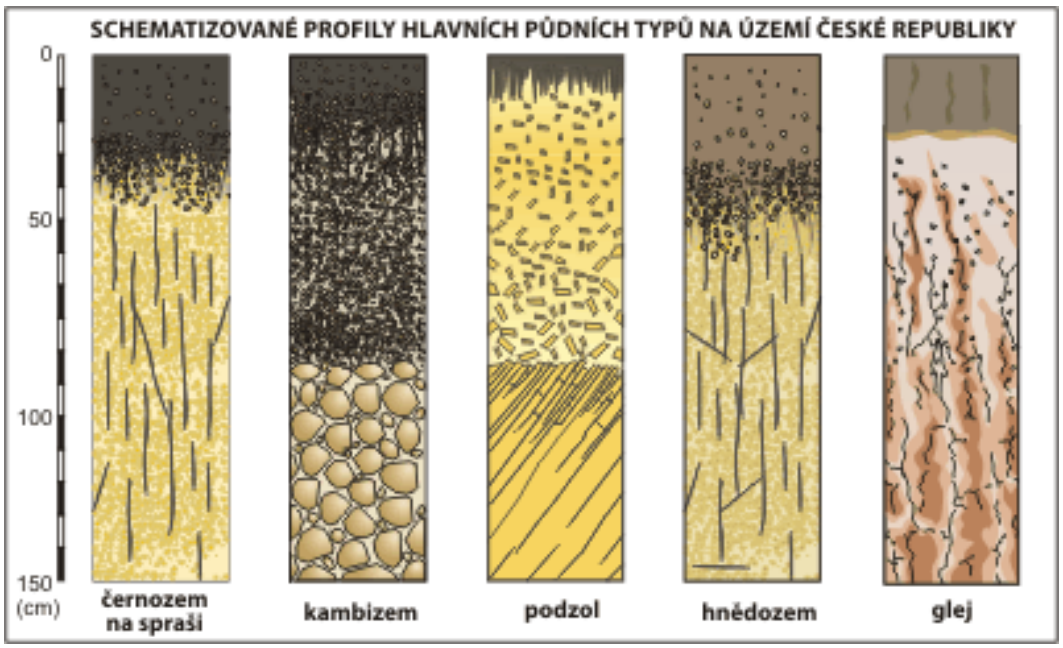
Pro stanovení půdního druhu je praktické použít především klasifikaci podle Nováka. Tato klasifikace rozeznává sedm půdních druhů podle obsahu jílnatých částí. (POKORNÝ, 2003).

Tab. č. 2 Druhová kvalifikační stupnice půd podle Nováka (POKORNÝ, 2003)

Obsah jílnatých částic v % (částice menší než 0,01mm)	Slovní označení půdního druhu	Druhová skupina
nad 75 60-75 45-60	jíl jílovitá zemina jílovitohlinitá zemina	těžké půdy
30-45 20-30	hlinitá zemina písčitohlinitá zemina	střední půdy
10-20 0-10	hlinitopísčitá zemina písek	lehké půdy

1.1.4 Půdní typy

Genetický půdní typ je základem pro klasifikaci půd. V České republice se setkáváme s těmito půdními typy: černozem, hnědozem, šedozem, gleje, pseudogleje, ilimerizovaná půda, hnědá půda, ranker, nivní půda, podzol a černice (TOMÁŠEK, 1995), (POKORNÝ, 2003).



Obr. č. 2 Půdní profily hlavních půdních typů na území České republiky (PETRÁNEK, 2019)

1.2 Zpracování půdy

Zpracování půdy je jednou z nejvýznamnějších agrotechnických operací celého roku a hraje významnou roli ve výsledném výnosu pěstované plodiny. Současně má význam pro pěstitelské úspěchy v následujících obdobích. Úkolem zpracování půdy je vytvoření příznivých podmínek pro růst a vývoj plodin pěstovaných v půdě. Cílem je vytvoření optimálního seťového lůžka, které umožní rostlině prokořenit až do podorničí a vést vodu i vzduch v celém aktivním profilu půdy. Dalším úkolem zpracování půdy je udržet příznivý strukturní stav, který se vyznačuje agregáty, které jsou vodostálé a přispívají tak k dobré drobivosti půdy. Zpracováním půdy je ovlivňována vláha a teplota v celém profilu a tím podpořeny biologické a chemické pochody v půdě. Při kvalitním zpracování půdy dochází k regulaci plevelů, škůdců a likvidaci chorob. Takto zpracovaná půda, do které jsou dodány živiny v podobě statkových nebo minerálních hnojiv vytváří ideální podmínky pro vývoj kořenové soustavy a umožňuje rostlině příjem všech potřebných živin (Efektivní postupy zpracování půdy, 2015), (ŠIMON, 1989), (PROCHÁZKA, 1986).

Technologie zpracování půdy se dělí na základní, minimalizační, redukované, konzervační a setí do nezpracované půdy (DOLAN, 2018).

Základní zpracování půdy se dělí na podmítku, orbu, předseťovou přípravu (kypření, vláčení, smykování nebo válení) a meziřádkovou kultivaci v průběhu vegetačního období (plečkování nebo proorávky). Tyto operace se liší zejména hloubkou zpracování, intenzitou kypření a drobení, agregáty, jejich velikostí a přemístěním. Mezi operace zpracování půdy patří také meliorace (Efektivní postupy zpracování půdy, 2015), (PROCHÁZKA, 1986), (DOLAN, 2018).

Díky vývoji zemědělské techniky dnes můžeme půdu zpracovávat nejen konvenčně (základní zpracování půdy), ale také redukovaným způsobem (minimalizací), konzervací, anebo setím do nezpracované půdy (DOLAN, 2018).

1.2.1 Konvenční způsob zpracování půdy

Konvenční způsob zpracování půdy zahrnuje základní zpracování půdy, přípravu půdy před setím a sázením, ošetření plodiny během vegetace a meliorace (DOLAN, 2018).

Podmítka

Podmítka je mělké zpracování půdy po sklizni obilovin, řepky a pícnin. Provádí se co nejdříve po sklizni. Má za úkol vytvořit příznivé podmínky pro klíčení semen a plodů výdrolu a plevelů, přerušit vzlínavost vody z půdy, zlepšit infiltraci srážkové vody, zlepšit fyzikální vlastnosti povrchové vrstvy půdy, urovnat povrch půdy od kolejí vzniklých přejezdem mechanizace, zlepšení zpracovatelnosti ornice při orbě, zapravení minerálních hnojiv a potlačování chorob a škůdců (ŠIMON, 1989), (HŮLA, 1997).

Mezi mechanizační prostředky pro mělké zpracování půdy podmítkou řadíme radličkové, talířové a kombinované kypřiče, kypřiče s pracovními orgány poháněnými vývodovým hřídelem traktoru a podmítací pluhy (ŠIMON, 1989), (HŮLA, 1997).

Podmítku dělíme podle hloubky kypření na:

-mělkou (do 8 cm),

-středně hlubokou (8 až 12 cm),

-hlubokou (12 až 15 cm)

Vynechání podmítky je z hlediska hospodaření velmi škodlivé. Orba nepodmítnutého pozemku je spojena s tvorbou hrud, zvýšenou spotřebou pohonných hmot a vyšším opotřebením plužných čepelí. Také udržení vody v půdě je problematické, již druhý den po sklizni klesne vlhkost půdy relativně o 1 až 2 %. Odborníci se jednoznačně shodují, že podmítka je důležitý zákrok při zpracovávání půdy (ŠIMON, 1989), (HŮLA, 1997).

Orba

Orba představuje základní obdělávací zákrok klasického zpracování půdy a nejdůležitější opatření v konvenčním zpracování půdy. V současné době se stává předmětem mnohých polemik. Je velké množství zastánců či příznivců klasického zpracování půdy, ale také spousta odpůrců, kteří tuto operaci nechtějí v postupech zpracování půdy používat (ŠIMON, 1989), (HŮLA, 1997).

Orbou mísíme, drobíme a kypříme půdu a také zapravujeme posklizňové zbytky a statková hnojiva. Díky těmto změnám dochází ve zpracované vrstvě

k dobrému strukturnímu stavu půdy, k příznivému vodnímu a vzdušnému stavu půdy a k intenzivní biologické činnosti v půdě. (ŠIMON, 1989), (HŮLA, 1997)

Orbu dělíme z hlediska hloubky jejího zpracování na:

- mělkou orbu (do 18 cm),
- střední orbu (18 až 24 cm)
- hlubokou orbu (24 až 30 cm)
- velmi hlubokou orbu (více než 30 cm)

Kvalitní orbou je uplatněno potlačování plevelů, chorob a škůdců. Zaklopením půdy se hubí jednoleté plevele a vzešlý výdrol plodin (ŠIMON, 1989), (HŮLA, 1997).

Předseťová příprava

Při předseťové přípravě dochází k urovnání povrchu pole, ke zlepšení vodního a vzdušného režimu a k přípravě podmínek pro uložení osiva nebo sadby do požadované hloubky. Ideální seťové lůžko má být tvořeno mírně utuženou vrstvou půdy, na kterou je uloženo osivo a také kyprou vrstvou půdy, kterou je osivo zahrnuto. Mechanickými zásahy přispíváme pozitivně také k odplevelení půdy a k ničení vzcházejících plevelů (HŮLA, 1997), (ŠIMON, 1989).

Kultivace během vegetace

Kultivací během vegetace zpracováváme půdu v porostech. Dochází k rozrušení půdního škraloupu, ničení plevelů, zapravení hnojiv a k regulaci porostu. Mezi nástroje pro kultivaci řadíme nožové plečky, kotoučové válce, prutové a síťové brány (DOLAN, 2018), (HŮLA, 1997).

Meliorace

Meliorací regulujeme stav vody v půdě. Voda může být odváděna, nebo naopak zadržována (DOLAN, 2018).

1.2.2 Minimalizační technologie

Tato technologie zahrnuje pěstování plodin bez obvyklé (konvenční) technologie zpracování půdy. Jedná se o soubor opatření, která snižují počet operací zpracování půdy na minimum. Tím dochází ke snížení přejezdů po poli, k úspoře pohonných hmot a času. Redukuje se hloubka a intenzita zpracování půdy. V České republice se mezi hlavní minimalizační způsoby zpracování půdy řadí kypření půdy mělce anebo je-li potřeba prokypřit ornici v celé její hloubce, kypříme půdu hlouběji bez obracení zpracovávané vrstvy (ŠIMON, 1989), (PROCHÁZKOVÁ, 2002), (PROCHÁKOVÁ, 2011), (NEUDER, 2009).

Minimalizační technologie příznivě ovlivňují strukturní stav půdy a hospodaří s vodou. Redukují vodní i větrnou erozi a zlepšují stav půdní organické hmoty (PROCHÁKOVÁ, 2011).

1.2.3 Konzervační (půdoochranný) způsob zpracování půdy

Pro tento systém zpracování půdy je charakteristické ponechání nejméně 30 % rostlinných zbytků na povrchu půdy nebo částečné zapravení rostlinných zbytků do půdy. Díky tomu je půda chráněna před vodní a větrnou erozí, rozplavováním strukturních agregátů, neproduktivním výparem vody a před přehříváním půdy v horkých letních obdobích. Nedochází k vyplavování snadno pohyblivých forem živin, hlavně dusíku do podzemních vod, a zvyšuje se úrodnost půdy. Zlepšují se také podmínky pro zakládání porostu plodin. Konzervační způsob zpracování půdy je operací, kdy dochází k nahrazení orby kypřením půdy bez obracení zpracovávané vrstvy (HŮLA, 1997), (HŮLA, 1999).

1.2.4 Přímé setí do nezpracované půdy

Jedná se o jednu z půdoochranných forem zpracování půdy. Vynechávám se podmítka, orba i předseťová příprava. Využívá se hlavně na vytrvale nezaplevelených a úrodných půdách s nadmořskou výškou do 350 mm, ročním úhrnem srážek do 600 mm a průměrnou roční teplotou nad 8°C. V některých případech je nutná chemická ochrana neselektivním (totálním) herbicidem vzešlého výdrolu nebo plevelů, které zhoršují podmínky pro přímé setí do nezpracované půdy (DOLAN, 2018), (HŮLA, 1997).

Obr. č. 3 Secí stroj pro přímé setí do nezpracované půdy Kverneland Kultistip (KVERNELAND, 2019)

Tato technologie je velmi výhodná z hlediska spotřeby pohonných hmot, protože většina půdy zůstává nezasažena. Podle meziřádkové vzdálenosti a řešení výsevních botek secích strojů se narušuje pouze 5 až 10 % povrchu půdy. Součástí strojů pro přímé setí bývá zařízení, které ukládá minerální hnojiva granulovaná nebo v kapalné formě pod lůžko osiva. Mezi osivem a hnojivem zůstává vrstva zeminy, aby nedošlo k přímému kontaktu osiva s hnojivem. Rostlina pak při prokořenění přijímá dostatek potřebných živin pro růst a vývoj (HŮLA, 1997), (HŮLA, 2008).

1.3 Kypřiče

Kypřiče se používají k hloubkovému kypření bez obracení ornice, k podmítce a k přípravě půdy před setím nebo sázením. Provzdušňují půdu, kypří, drobí a ničí většinu plevelů. Kypřič může být také vybaven zásobníkem na minerální hnojiva, která zapravuje do půdy na požadovanou hloubku. Při kypření půdy má být povrch pole rovný, pracovní hloubka má být ve všech místech pole stejná, nemají se vytvářet hroudy a nesmí docházek k poškozování půdních částic. Při kypření půdy bez obracení ornice dochází k nedokonalému zapravení posklizňových zbytků, které zůstávají na povrchu půdy. Tyto posklizňové zbytky ale mají na povrchu půdy svůj význam (PROCHÁZKA, 1986).

Kypřiče je možné využívat v technologii zpracování půdy bez orby, kdy dojde k mělkému nebo hlubokému zpracování půdy před samotným setím, nebo v systémech zpracování půdy orbou, kde je kypřič uplatněn jako podmítač. Výhodou systému zpracování půdy kypřiči je velká plošná výkonnost, na narozdíl od systémů zpracování půdy orbou. Při dlouhodobém využívání systému zpracování půdy orbou, dochází k utužování půdy. Proto se v současnosti čím dál více dostávají do popředí kypřiče pro hlubší zpracování půdy, než když je hloubka půdy zpracována samotnou orbou (HŮLA, 2008).

Velmi významný je pro zemědělce ekonomický faktor. Díky použití systému zpracovaní půdy kypřiči dochází k úspoře práce, k vyšší výkonosti, k úspoře pohonných hmot a v neposlední řadě dochází ke zlepšení stavu půdy. Zbytky rostlin na povrchu půdy poskytují půdě ochranu před vysušováním a před erozí vzniklou přívalovým deštěm nebo větrem (HŮLA, 2008).

1.3.1 Talířové kypřiče

Velkou výhodou těchto kypřičů je jejich plošná výkonnost, a to díky pojezdové rychlosti souprav která činí až 14 $km.h^{-1}$. Talířové kypřiče zapravují rostlinné zbytky a promíchávají je se zeminou. Využívají se především pro podmítku po sklizni řepky a obilnin. Kvalita zpracování půdy talířovým kypřičem je závislá na kvalitě sklizně předplodiny. Při velkém množství organické hmoty na pozemku nedochází

k dostatečné úrovni práce soupravy a zhoršuje se kvalita podmítky. Problémem talířových kypřičů je také to, že zanechávají hřebenovité dno pod vrstvou půdy, která byla zpracována. Proto se při opakovaném kypření musí měnit směr jízdy soupravy, a to vždy kolmo na směr předchozí jízdy. Tyto kypřiče mohou být využity také pro předseťovou přípravu (HŮLA, 2008).

Obr. č. 4 Talířový kypřič Köckerlin Rebell – clasic (KÖCKERLING, 2019)

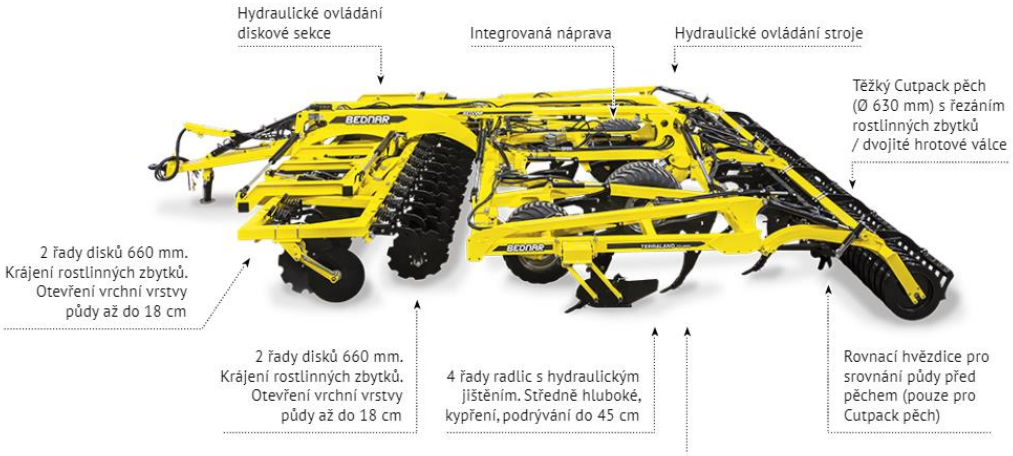
1.3.2 Radličkový kypřič

Tyto kypřiče se používají pro mělké zpracování půdy nebo pro základní a hluboké kypření. Kypří, urovnávají povrch a mají různě řešené pracovní nástroje. Výběrem pracovního nástroje ovlivňujeme intenzitu kypření, hloubku kypření a mísení zeminy s posklizňovými zbytky. Radličky jsou uspořádány v řadách a jištěny proti přetížení pojistkami. Radličkové kypřiče jsou využívány hlavně při víceletém zpracování půdy bez orby (HŮLA, 2008).

Obr. č. 5 Radličkový kypřič Köckerling TRIO (KÖCKERLING, 2019)

1.3.3 Kombinované kypřiče

Jedná se o kombinaci talířového kypřiče a radličkového nebo dlátového kypřiče. Tyto kypřiče intenzivně kypří půdu do hloubky, která je srovnatelná s orbou. Dobře mísí rostlinné zbytky v celé vrstvě kypřené půdy. Nejdříve dochází k mělkému zpracování půdy talířovými kypřiči, které nařežou velké množství posklizňových zbytků a promísí je s půdou. Poté následují dláta, která kypří půdu do hloubky až 300 mm. Při použití těchto kypřičů zůstává na povrchu půdy velmi málo posklizňových zbytků (HŮLA, 2008), (STROM PRAHA, 2017).



Obr. č. 6 Kombinovaný kypřič BEDNAR-Terraland DO (BEDNAR FMT, 1999-2019)

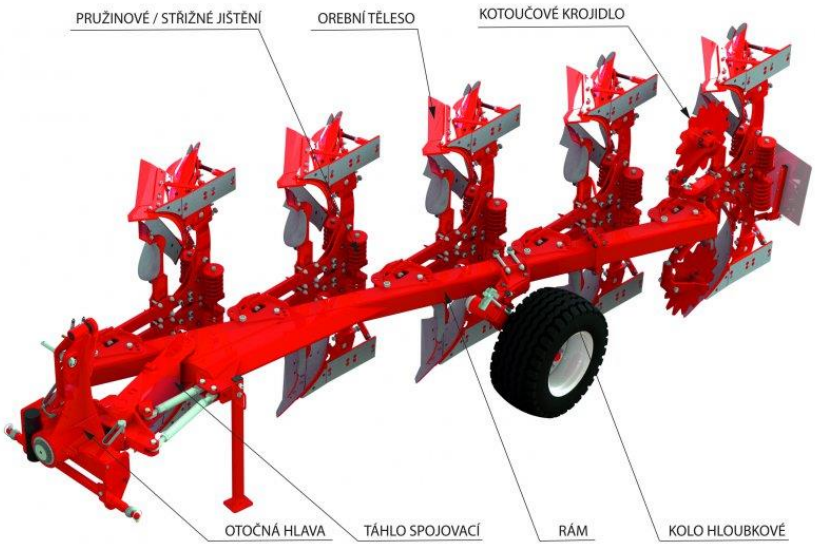
1.3.4 Dlátové kypřiče

Dlátové kypřiče jsou určené pro středně hluboké až hluboké kypření půdy do hloubek 400 až 600 mm. Využívají se jako levná a mnohem produktivnější náhrada za zpracování půdy orbou. Při použití dlátového kypřiče dochází ke značnému provzdušnění půdy a k narušení nepropustné vrstvy, to má příznivý vliv na kořenový systém rostlin (ŠIMON, 1989), (SMS CZ, 2017).

Obr. č. 7 Dlátový kypřič TALON MAX (SMS CZ, 2017)

1.4 Radličné pluhy

Funkcí radličných pluhů je obracení zpracovávané vrstvy půdy. Kypří, drobí a mísí půdu. Při orbě radličnými pluhy dochází k zaklápění rostlinných zbytků a statkových nebo průmyslových hnojiv, která musí být uložena na dno do orané vrstvy půdy. Při kvalitně provedené orbě radličnými pluhy nesmí na povrchu zůstat více jak 10 % rostlinných zbytků nebo hnojiv (HŮLA, 1997), (ŠIMON, 1989).



Obr. č. 8 Nesený otočný pluh OPaLL–AGRI (OPALL-AGRI, 2013-2019)

Správná volba pluhu je důležitým faktorem pro udržení požadované hloubky orby. Pluhy se záběrem orebních těles 300 mm jsou vhodné pro mělkou a střední orbu do 240 mm, pro orbu s pracovní hloubkou 270 mm jsou vhodné pluhy se záběrem orebního tělesa 350 mm. Orební tělesa se záběrem 400 mm jsou určena pro velmi hlubokou orbu do 350 mm. Zpracování půdy do větší hloubky, než je klasická orba, vyžaduje rigolovaní. Jedná se o výjimečný zákrok, při kterém se používají speciální pluhy s velkým záběrem orebních těles (HŮLA, 1997), (ŠIMON, 1989).

Dle vztahu 1 vypočítáme maximální hloubku orby pro dané orební těleso.

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

Kde:
h_{max} = maximální hloubka orby,
b = záběr orebního tělesa,
hodnota 1,27 se označuje jako mezní orební poměr. (HŮLA, 1997)

1.4.1 Agrotechnické požadavky na orbu

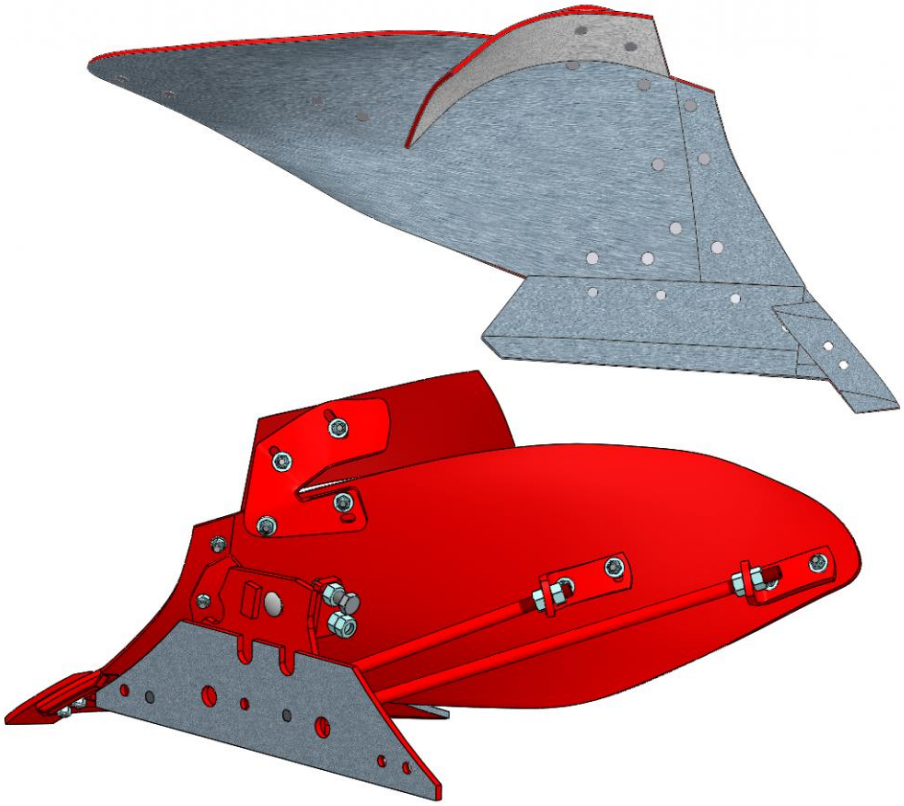
Je velmi důležité, aby byla dodržena stejná hloubka orby a stejný záběr pluhu na celém poli. Povrch pole, na kterém byla provedena orba má být rovný, rovnoměrně hřebenovitý nebo jemně hrudkovitý bez znatelných záběrů pluhů. Více jak 5 % rostlinných zbytků a statkových hnojiv nesmí na poli po kvalitně provedené orbě zůstat (PROCHÁZKA, 1986).

1.4.2 Rozdělení radličných pluhů

Pluhy se dělí podle konstrukce pracovních orgánů na radličné, talířové, kombinované a speciální. Dle obracení skývy na jednostranné a oboustranné. Podle účelu použití na podmítací, pro orbu mělkou, střední, hlubokou a velmi hlubokou a podle způsobu připojení k traktoru se pluhy dělí na nesené, návěsné a přívěsné (PROCHÁZKA, 1986).

1.4.3 Části radličných pluhů

Radličné pluhy se skládají z rámu, orebního tělesa, pojezdového ústrojí, zvedacího ústrojí, závěsu a seřizovacího (stavěcího) ústrojí. Orební těleso je hlavní pracovní částí pluhu. Jeho součástí může být také krojidlo, předradlička a podrývák. Orební těleso pluhu se skládá z čepele, slupice, odhrnovačky, plazu, vzpěry a pera (PROCHÁZKA, 1986).



Obr. č. 9 Orební těleso OPaLL-AGRI (OPALL-AGRI, 2013-2019)

1.4.4 Jištění orebních těles proti přetížení

Orební těleso je k rámu radličného pluhu připojeno napevno šrouby, nebo výkyvně s použitím pojistného zařízení. Pojistné zařízení je nezbytnou součástí pluhů pracujících v kamenitých půdách. Chrání orební těleso před poškozením při nájezdu na překážku. Zařízení pro jištění orebního tělesa jsou střižná, třecí, pružinová a hydraulická (PROCHÁZKA, 1986).

2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je porovnání dvou způsobů zpracování půdy a zpracování výsledků výzkumu. Prvním z nich je hloubkové kypření a druhým zpracování půdy orbou. Podle spotřebovaných pohonných hmot a následného výnosu bude zjištěno a porovnáno, která z vybraných technologií bude pro zemědělce přínosnější. V průběhu pokusu bude sledován fyziologický stav pěstovaných plodin a půdy. Součástí práce bude základní charakteristika použitých strojů a informace o zemědělském podniku.

3. Metodika

3.1 Sběr dat a informací

Předmětem porovnávání bude zpracování půdy radličkovým kypřičem Köckerlin TRIO s jednostranným návěsným pluhem Fortschritt B201. Vyhodnocena bude spotřeba pohonných hmot, časová náročnost a kvalita provedeného zpracování půdy. Vizuálně bude sledováno zapravení posklizňových zbytků a statkových hnojiv, prokypření půdy, výskyt plevelů, vzcházení a sklizeň ječmene jarního.

Všechna měření budou prováděna na pozemku v obci Petrovice v katastrálním území Kojetín u Petrovic na parcele s číslem 795. Pozemek má výměru 1,87 ha. Jedná se o ornou půdu. Podle kódu BPEJ se zkušební plocha nachází v mírně teplém klimatickém regionu. Jedná se o oglejenou kambizem přesným typem pseudogleje se skeletovitostí slabou s celkovým obsahem skeletu do 25 % a hloubkou půdy do 300 mm (VÚMOP, 2019).

Tento pozemek bude rozdělen na dvě stejné části. Tyto dvě části budou přesně změřeny pásmem a vytyčeny dřevěnými kolíky, které vyznačí každou část parcely.

Obr. č. 10 Rozdělená parcela na dvě stejné části (LPIS, 2019)

Na první části pozemku bude provedeno zpracování půdy hloubkovým kypřením s radličkovým kypřičem Köckerlin TRIO se záběrem 3000 mm, s pracovní hloubkou 350 mm a pojezdovou rychlostí 5 $km.h^{-1}$. Jedná se o nesený stroj, pro jehož

práci je potřebný minimální výkon tažného prostředku 75 kW. Má všestranné využití jako kypřič a po montáži speciálních křidélek na slupice také jako podmítač.

Na druhé části pozemku bude provedeno zpracování půdy orbou jednostranným návěsným pluhem Fortschritt B201 se záběrem 2100 mm, pracovní hloubkou 250 mm a pojezdovou rychlostí 6 $km.h^{-1}$. Tahový prostředek musí mít minimálně výkon 71 kW. Jedná se o pluh z roku 1984, ale po jeho kompletní renovaci a drobných úpravách je schopen konkurovat dnešním jednostranným návěsným pluhům všech značek. Oba způsoby zpracování půdy budou provedeny v jednom dni za stejných vlhkostních i meteorologických podmínek. Před tím, než bude pokus prováděn, dojde na poli k doplnění nádrže pohonných hmot na určitou hranici, aby bylo možné po dokončení pokusu opět na stejném místě nádrž pohonných hmot doplnit na tu samou hranici jako před začátkem pracovního úkonu tak, abychom zjistili z počítadla na tankovacím zařízení hodnotu spotřebovaných pohonných hmot. Spotřebu PHM vypočítáme dle vztahu 2

$$M_{pe} = \frac{M_p / S_c}{S} \tag{2}$$

Kde:

Mpe = spotřeba PHM na hektar [$l.ha^{-1}$],

M_p = celková spotřeba paliva [$l.ha^{-1}$],

S_c = zpracovaná plochy [ha],

S = celková plocha [ha]. (ÚNMZ, 1987)

Dále budeme počítat provozní výkon který změříme ze zpracované plochy za čas. Zaznamenáme si, jak dlouho trvala operace zpracování půdy a jaká za tu dobu byla obdělána výměra. Provozní výkon vypočítáme dle vztahu 3.

$$W = \frac{S_c}{T_{02}} \quad (3)$$

Kde:

W = provozní výkon [ha.h^{-1}],

S_c = zpracovaná plocha [ha],

T_{02} = celkový čas [h]. (ÚNMZ, 1987)

Součtem hlavního času T_1 a času vedlejšího T_2 zjistíme operativní čas T_{02}, který je vyjádřen vztahem 4.

$$T_{02} = T_1 + T_2\ [h] \quad (4)$$

Kde:

T_{02} = operativní čas [h],

T_1 = čas hlavní [h],

T_2 = čas vedlejší [h]. (ÚNMZ, 1987)

Když budeme znát čas hlavní T_1 a čas vedlejší T_2, můžeme podle vztahu 5 vypočítat součinitele využití operativního času K.

$$K = \frac{T_1}{T_1 + T_2} \quad (5)$$

Kde:

K = součinitel využití operativního času [1],

T_1 = čas hlavní [h],

T_2 = čas vedlejší [h] (ÚNMZ, 1987)

Vizuálně bude provedena kontrola rovnoměrného zapravení posklizňových zbytků a statkových hnojiv, současně i stav půdy z hlediska jejího zpracování

a povrchu. Po zpracování dvěma různými systémy dojde k zasetí ječmene jarního s pomocí secí kombinace Pottinger 3002 ADD, jejíž součástí jsou rotační brány Pottinger Lion 302. Vizuálně bude sledována předseťová příprava po přejezdu rotačních bran, a také bude digitálně změřen odpor půdy a vlhkost s pomocí penetrometru na každé části zvlášť vždy dvakrát.

Zasetá plodina bude vizuálně sledována a vzorky z obou částí parcely porovnáme. Součástí práce bude také zaznamenání aplikace granulovaných hnojiv.

Po dozrání zaseté plodiny dojde k měření vlhkosti zrn digitálním vlhkoměrem Farmpiont a pokud budou hodnoty odpovídat požadavkům, dojde ke sklizení sklízecí mlátičkou Fortschritt E 512 a to v ten samý den. Každá část parcely bude sklizena zvlášť. Jednotlivé výnosy budou zvážen na mostových vahách. Po získání hodnot ze sklizně bude vyhodnocena každá operace z hlediska ekonomického rozdílů ve výnosu, ve spotřebě pohonných hmot a v provozním výkonu.

3.2 Informace o farmě Procházka

Tato farma se již roky specializuje na chov hospodářských zvířat. Jejím hlavním zaměřením je chov masného skotu plemene Limousine a pěstování obilovin. Farma se nachází na hranici Středočeského a Jihočeského kraje v okrese Příbram. Na farmě hospodaří celá rodina Procházkových. Půda, na které farma hospodaří má rozlohu 140 ha. Jedná se hlavně o ornou půdu a trvalé travní porosty. Farma se stále rozvíjí a modernizuje, díky tomu zde využívají mimo orbu i bezorební technologii hloubkového kypření.

4. Vlastní práce

4.1 Přípravy před porovnáním

Zkušební plochy byly změřeny pásmem a rozděleny na dvě stejné poloviny o velikosti 0,935 ha. Ty pak byly pohnojeny statkovým hnojivem v aplikované dávce 25000 $kg.ha^{-1}$. To proto, aby byl patrný rozdíl v zapravení hnojiva a také v jeho promísení s půdou.

Obr. č. 11 Pohnojená zkušební plocha statkovým hnojivem

Porovnání obou operací proběhlo v ten samý den 7. dubna 2018. Bylo polojasno, teplota okolního vzduchu 16 °C a foukal mírný jihovýchodní vítr o rychlosti od 3 do 6 $m.s^{-1}$ (ePOČASÍ, 2002 - 2019).

4.2 Hloubkové kypření

Radličkový kypřič Köckerling TRIO byl osazen speciálními karbidovými dláty s velkou životností a výbornou drobivostí půdy. Kypřič byl agregován s kolovým traktorem New Holland T6050 s výkonem 96 kW. Traktor byl v čelním tříbodovém závěsu dotížen betonovým závažím o hmotnosti 1000 kg kvůli velké hmotnosti radličkového kypřiče, díky kterému by traktor bez předního závaží nebyl schopen jízdy.

Obr. č. 12 Köckerling TRIO v agregaci s New Holland T6050

Byla naměřena spotřeba pohonných hmot 18,5 l na obdělanou plochu 9350 $m^{2.}$ Abychom zjistili výslednou spotřebu na 1 ha, musíme získané hodnoty dosadit do vztahu 2.

$$M_{pe} = \frac{M_p / S_c}{S} \tag{2}$$

$$M_{pe} = \frac{18{,}5 / 0{,}935}{1}$$

$$M_{pe} = 19{,}78\ [l.ha^{-1}] \quad \text{(ÚNMZ, 1987)}$$

Výsledný změřený čas hlavní, kdy stroj prováděl operaci byl 32 minut a čas vedlejší, kdy docházelo k otáčení traktoru s radličkovým kypřičem na souvrati byl 5 minut. Podle vztahu 4 byl spočítán čas výsledný.

$$T_{02} = T_1 + T_2 \tag{4}$$

$$T_{02} = 0{,}53 + 0{,}083$$

$$T_{02} = 0{,}616\ [h] \quad \text{(ÚNMZ, 1987)}$$

Výsledný operativní byl 0,616 h. S touto hodnotou bylo možné vypočítat

součinitele využití operativního času podle vztahu 5.

$$K = \frac{T_1}{T_1 + T_2} \tag{5}$$

$$K = \frac{0{,}53}{0{,}53 + 0{,}083}$$

$$K = 0{,}86 \quad \text{(ÚNMZ, 1987)}$$

Díky naměřenému operativnímu času a také výsledné zpracované ploše vypočítáme dle vztahu 3 provozní výkonnost jednotlivých zařízení.

$$W = \frac{S_c}{T_{02}} \tag{3}$$

$$W = \frac{0{,}935}{0{,}616}$$

$$W = 1{,}518\ [ha.h^{-1}] \quad \text{(ÚNMZ, 1987)}$$

4.3 Orba

Fortschritt B201 je návěsný jednostranný pluh hydraulicky jištěný. Jeho výhodou je výborné zapravení posklizňových zbytků a nízké výkonnostní nároky na tažný prostředek. Tento pluh byl zrenovován a vybaven speciálními prvky, aby obdělaná půda byla co nejkvalitněji zpracována. Pro agregaci byl použit New Holland T6050 s výkonem 96kW stejně jako u radličkového kypřiče Köckerling TRIO.

Obr. č. 13 Fortschritt B201 v agregaci s New Holland T6050

Při této pracovní operaci byla naměřena spotřeba pohonných hmot 16,3 l na obdělanou plochu 9350 m^2. Výslednou spotřebu pohonných hmot na 1 ha zjistíme opět dle vztahu 2.

$$M_{pe} = \frac{M_p / S_c}{S} \tag{2}$$

$$M_{pe} = \frac{16{,}3 / 0{,}935}{1}$$

$$M_{pe} = 17{,}43\ [l.ha^{-1}] \quad \text{(ÚNMZ, 1987)}$$

Měřený hlavní čas orby byl 49 minut a vedlejší čas byl 12 minut. Tento velký časový rozdíl je způsobený delším otáčením traktoru a pluhu na souvrati a také menším záběrem pluhu, než má s ním porovnávaný radličkový kypřič. Výsledný čas zpracování půdy orbou zjistíme dle vztahu 4.

$$T_{02} = T_1 + T_2 \tag{4}$$

$$T_{02} = 0{,}816 + 0{,}2$$

$$T_{02} = 1{,}016[h] \quad \text{(ÚNMZ, 1987)}$$

Když známe výsledný čas dané operace, který byl 1,016 h, můžeme spočítat součinitele časové náročnosti orby dle vztahu 5.

$$K = \frac{T_1}{T_1 + T_2} \tag{5}$$

$$K = \frac{0{,}816}{0{,}816 + 0{,}2}$$

$$K = 0{,}8$$ (ÚNMZ, 1987)

Stejně jako u hloubkového kypření vypočítáme dle vztahu 3 z naměřeného času a zpracované plochy provozní výkonnost. Je důležité, aby byla zpracována co největší plocha za co nejmenší čas.

$$W = \frac{S_c}{T_{02}} \tag{3}$$

$$W = \frac{0{,}935}{1{,}016}$$

$$W = 0{,}92\ [ha.h^{-1}]$$ (ÚNMZ, 1987)

4.4 Vizuální výsledky zpracování půdy hloubkovým kypřením a orbou

V dopoledních hodinách byl na zkušební ploše zkoumán nesený radličkový kypřič. Půdu prokypřil a rozdrobil, nedošlo ale k dokonalému zapravení posklizňových zbytků a statkového hnojiva (viz. obr. č. 14). Ve výsledku to pak muže mít vliv na výnos.

Obr. č. 14 Zkušební plocha zpracovaná hloubkovým kypřením

V odpoledních hodinách byl zkoumán jednostranný návěsný pluh. Ten výborně zapravil posklizňové zbytky a statkové hnojivo, ale nedokázal tak dobře prokypřit a promísit půdu jako radličkový kypřič. Jak je vidět na obrázku č. 15, půda byla po orbě velmi zhutnělá. Kdyby byl pluh vybaven páskovou odhrnovačkou, nejspíše by půda byla lepe rozdrobená a prokypřená.

Obr. č. 15 Zkušební plocha zpracovaná orbou

4.4.1 Půdní sonda

Aby bylo zřejmé promísení a prokypření půdy, byly provedeny půdní sondy v každé zkušební ploše, ze kterých je patrný rozdíl v promísení a prokypření půdy. V místech,

kde pracoval hloubkový kypřič, bylo pomocí sondy zjištěno, že je půda rovnoměrně prokypřená a posklizňové zbytky se statkovými hnojivy jsou rovnoměrně promíseny skrze celý humusový horizont (viz. obr. č. 16). Zhutnělá půda a posklizňové zbytky se statkovými hnojivy se vyskytly jen v jednom místě humusového horizontu. Takto vypadá půdní sonda po zpracování půdy orbou (viz. obr. č. 17).

Obr. č. 16 Půdní sonda po zpracování půdy radličkovým kypřičem

Obr. č. 17 Půdní sonda po zpracování půdy pluhem

4.5 Setí

Po zpracování půdy bylo dne 9. dubna 2018 provedeno setí jarního ječmene. Setí bylo realizováno se secí kombinací Pottinger o záběru 3 metrů. Díky rotačním bránám Pottinger Lion 302, které jsou součástí secí kombinace, docházelo k téměř úplnému rozdrobení zhutnělé půdy po orbě a připravení ideálního seťového lůžka pro semeno. Bylo znatelné i vizuálním pohledem, že do půdy, kde byla provedena orba (viz. obr. č. 18) se selo hůře. Půda byla velmi hutná a její vlhkost byla mnohem vyšší, něž vlhkost půdy zpracovávané hloubkovým kypřením (viz. obr. č. 19).

Obr. č. 18 Setí Ječmene jarního do půdy zpracované orbou

Obr. č. 19 Setí do půdy zpracované hloubkovým kypřením

4.6 Vlhkost a odpor půdy

Týden po zasetí s pomocí penetrometru značky Eikelkamp byla změřena vlhkost půdy a její odpor. Měření jsou zaznamenána spojnicovými grafy, které jsou uvedeny ve výsledcích. Na zkušební ploše zpracované radličkovým kypřičem byla vlhkost půdy nižší než na ploše zpracované orbou. Půda po orbě ale měla naopak větší odpor než půda, kde bylo provedeno hloubkové kypření.

4.7 Vzcházení ječmene jarního a nepříznivé přírodní vlivy

4.7.1 Vzcházení

Na zkušební ploše zpracované hloubkovým kypřením obilnina vzcházela rovnoměrně ve všech řádcích stejně (viz. obr. č. 20). Tomu tak ale nebylo na zkušební ploše zpracované orbou. Půda po orbě nebyla stále ani po zpracování rotačními bránami ideálně připravená pro kvalitní a rychlé vzcházení, proto jarní ječmen nevzcházel na všech místech zkušební plochy stejně (viz. obr. č. 21).

Obr. č. 20 Vzcházení obilniny na ploše zpracované hloubkovým kypřením

Obr. č. 21 Vzcházení obilniny na ploše zpracované orbou

Dne 28. dubna 2019 bylo na obou zkušebních plochách provedeno základní hnojení minerálním hnojivem v dávce 250 kg.ha^{-1}. Jednalo se o Ledek amonný.

4.7.2 Nepříznivé přírodní vlivy

Prudkými přívalovými srážkami a nesprávným hospodařením na sousedním pozemku, kde byla kukuřice seta do svahu bez jakýchkoliv protierozních opatření, došlo k tomu, že srážky, které se nevsákly, odtekly všechny na zkušební plochu, kde bylo prováděno měření. Velká část jarního ječmene nedokázala tomuto vlivu odolat a došlo k jejímu úplnému zničení, a také k zaplavení části zkušební plochy velkým množstvím jemného písku (viz. obr. č. 22). Aby mohlo měření dále pokračovat a nebylo ovlivněno erozí, obě zkušební plochy byly zmenšeny od zasažené části o 15 m, (viz. obr. č. 23). Nové rozměry zkušebních ploch byly vytyčeny dřevěnými kolíky, které byly namalované červenou barvou. Obě zkušební plochy měly nyní plochu 0,71 ha.

Obr. č. 22 Vodní erozí poničená zkušební plocha

Obr. č. 23 Zmenšení zkušební plochy (LPIS, 2019)

4.8 Vzcházení předplodiny

Nečekaný problém na zkušební ploše zpracovávané hloubkovým kypřením. Vlivem ztrát při sklizni předplodiny a nedokonalým zapravením všech posklizňových zbytků radličkovým kypřičem došlo k vzcházení a růstu Triticale ozimého. Na obrázku č. 24 je znatelný rozdíl mezi tím, kde byla půda zpracována hloubkovým kypřením (vlevo) a kde byla půda zpracována orbou (vpravo – zde není vzešlá žádná předplodina). Tento problém může mít vliv na výsledný výnos jarního ječmene.

Obr. č. 24 Vzešlé Triticale ozimé na zkušební ploše zpracované hloubkovým kypřením

4.9 Dozrání a sklizeň obilniny

Když jarní ječmen dosáhl své plné zralosti, došlo k jeho sklizni. Před sklizní byla změřena vlhkost digitálním vlhkoměrem FARMPRO. Na zkušební ploše zpracované hloubkovým kypřením byla naměřena vlhkost 13,3 % a na zkušební ploše zpracované orbou byla naměřena vlhkost 14,5 %. Sklízely se pouze zmenšené zkušební části, aby nedocházelo k ovlivnění výsledku od vzniklých škod na porostu zasaženého vodní erozí. Samotnou sklizeň obstarala sklízecí mlátička Fortschritt E512.

Obr. č. 25 Sklízecí mlátička Fortschritt E512 a New Holland T6050 v agregaci se skořepinovým návěsem UMEGA SPC12

Ještě, než začala samotná sklizeň došlo ke zvážení soupravy, kterou tvořil kolový traktor New Holland T6050 a skořepinový návěs Umega SPC12, na mostové váze, která se nacházela v blízkosti zkušební plochy. Celková hmotnost soupravy byla 10 060 kg.

Jako první byla sklizena zkušební část zpracovaná hloubkovým kypřičem. Celková hmotnost soupravy včetně sklizené obilniny byla 13 060 kg. Odečtením hmotnosti soupravy od celkové naměřené hmotnosti dle vztahu 6 byla zjištěna výsledná hmotnost sklizené obilniny.

$$m_{hk/or} = m_o - m_s \tag{6}$$

$$m_{hk} = 13060 - 10060$$

$$m_{hk} = 3000\ [kg]$$

Kde:

m = hmotnost sklizené obilniny [kg],

m_o = hmotnost soupravy s obilninou [kg],

m_s = hmotnost soupravy [kg].

Výnos z 0,71 ha zpracovaného hloubkovým kypřením byl 3000 kg.

Následně byla sklizena zkušební část zpracovaná orbou. Celková hmotnost soupravy včetně sklizené obilniny teď ale činila 13 360 kg. Opět dosazením do vztahu 6 byla výpočtem zjištěna hmotnost sklizené obilniny.

$$m_{or} = m_o - m_s \tag{6}$$

$$m_{or} = 13360 - 10060$$

$$m_{or} = 3360\ [kg]$$

Výnos z 0,71 ha zpracovaného orbou byl 3360 kg.

Pro zjištění výsledné hmotnosti obilniny na 1 ha je třeba dosadit výsledky do vztahu 7.

$$M_{hk/or} = m/S \tag{7}$$

$$M_{hk} = 3060/0{,}71$$

$$M_{hk} = 4310\ [kg.ha^{-1}]$$

Kde:

M = hmotnost sklizené obilniny [kg.ha^{-1}]

m = výnos ze sklizené zkušební plochy [kg]

S = sklizená zkušební plocha [ha]

$$M_{or} = m/S \tag{7}$$

$$M_{or} = 3360/0{,}71$$

$$M_{or} = 4732\ [kg.ha^{-1}]$$

5. Výsledky porovnání hloubkového kypření a orby podle získaných výsledků

5.1 Získané hodnoty

Tab. č. 3 Spotřeba pohonných hmot

Tab. č. 3 Spotřeba pohonných hmot Technologie zpracování půdy	Spotřeba pohonných hmot [l.ha^{-1}]
Hloubkové kypření	19,74
Orba	17,43

Tab. č. 4 Čas operativní

Tab. č. 4 Technologie zpracování půdy	Čas operativní [h]
Hloubkové kypření	0,616
Orba	1,016

Tab. č. 5 Součinitel využití operativního času

Tab. č. 5 Technologie zpracování půdy	Součinitel využití operativního času
Hloubkové kypření	0,86
Orba	0,8

Tab. č. 6 Provozní výkonnost

Technologie zpracování půdy	Provozní výkonnost [ha.h^{-1}]
Hloubkové kypření	1,518
Orba	0,92

Tab. č. 7 Vlhkost půdy devátý den po zasetí

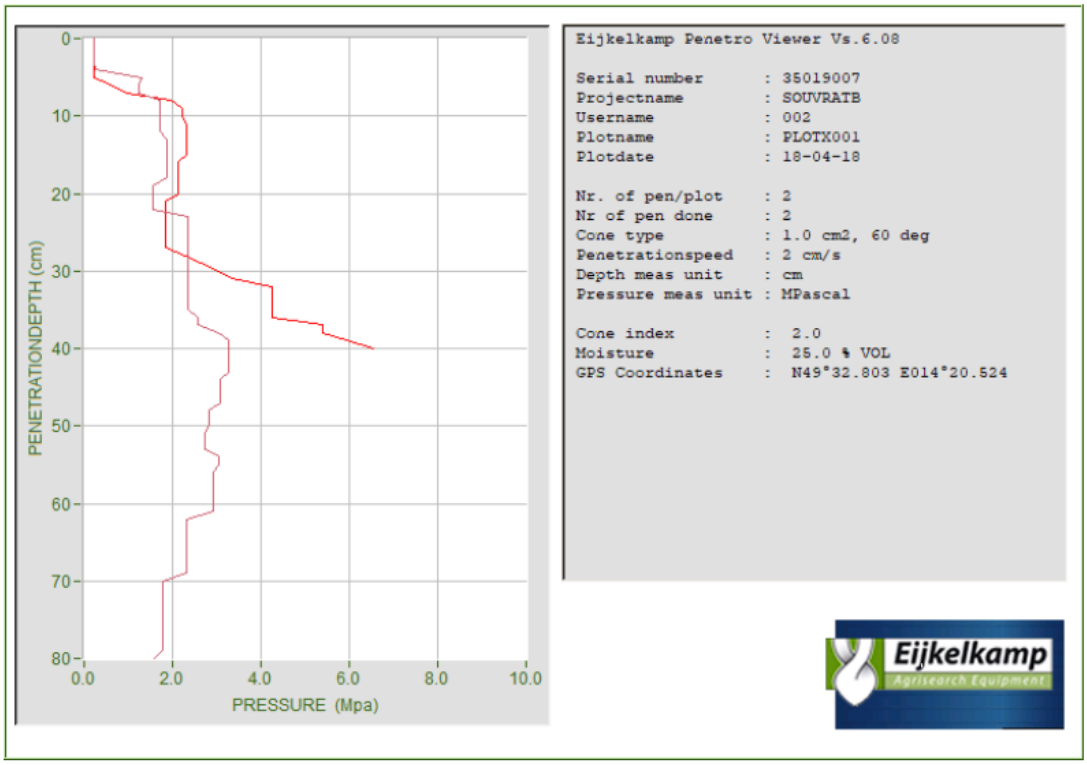
Tab. č. 7 Technologie zpracování půdy	Vlhkost půdy devátý den po zasetí [%]
Hloubkové kypření	18-21
Orba	18-25

Tab. č. 8 Výsledný výnos

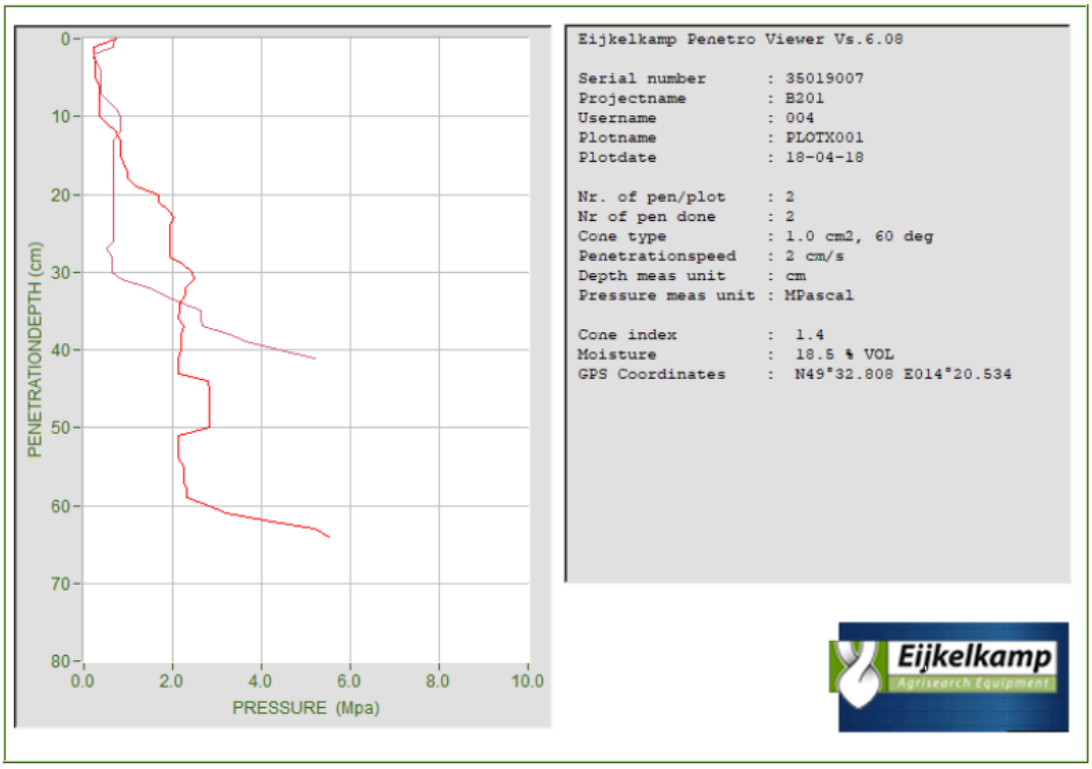
Zkušební plocha zpracovaná	Výnos [kg.ha^{-1}]
Hloubkovým kypřením	4310
Orbou	4732

5.2 Odpor půdy

5.2.1 Odpor po zpracování půdy orbou

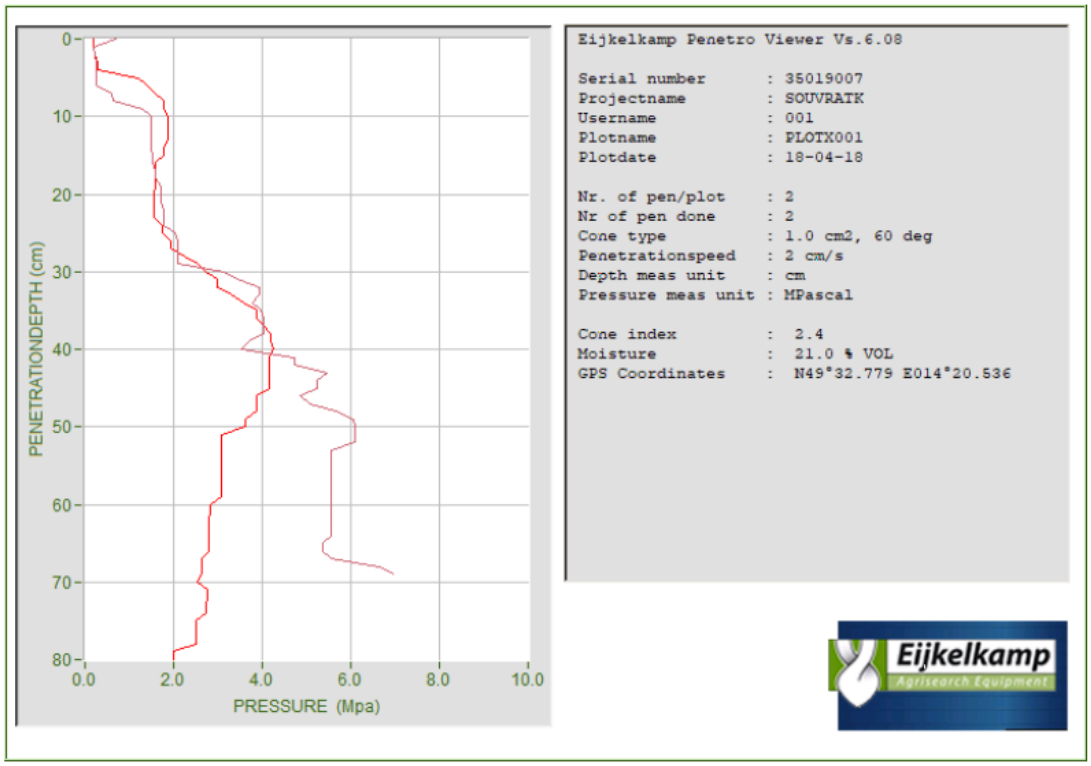


Obr. č. 26 Měření odporu půdy pro orbě na souvrati

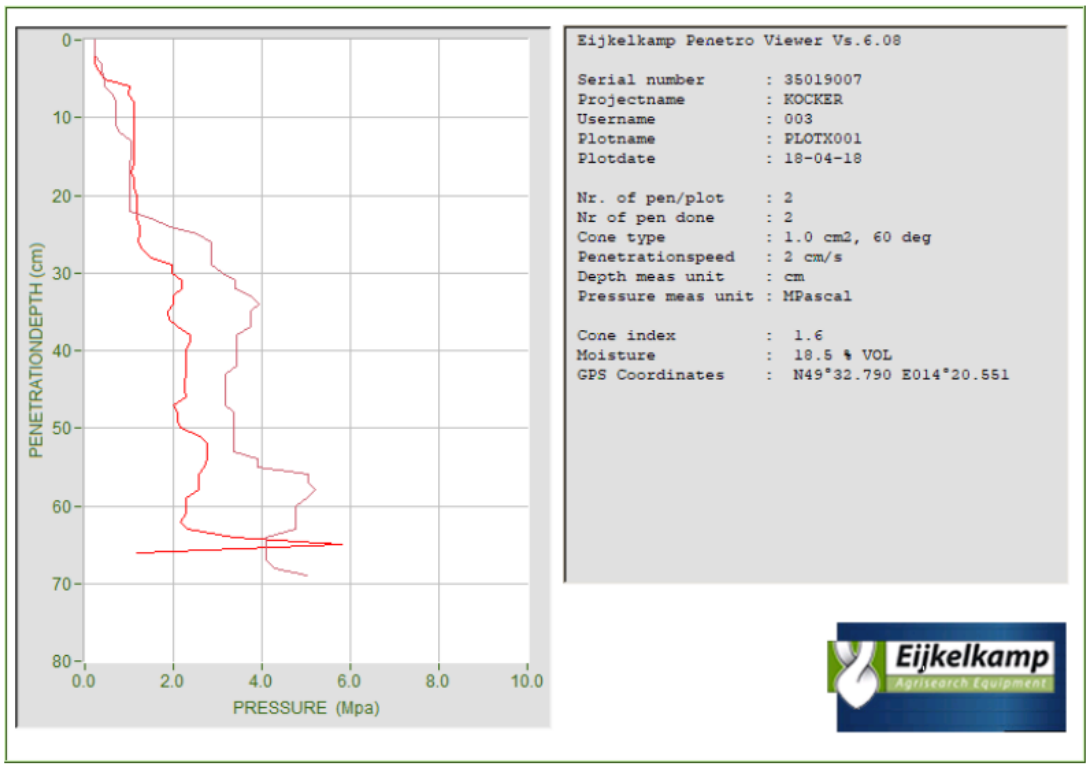


Obr. č. 27 Měření odporu půdy po orbě ve středu zkušební plochy

5.2.2 Odpor po zpracování půdy hloubkovým kypřením



Obr. č. 28 Měření odporu půdy po hloubkovém kypření na souvrati



Obr. č. 29 Měření odporu půdy po hloubkovém kypření ve středu zkušební plochy

6. Diskuse

U radličkového kypřiče byla naměřena spotřeba pohonných hmot 19,74 $l.ha^{-1}$ a u jednostranného návěsného pluhu byla zjištěna hodnota 17,43 $l.ha^{-1}$. Ve výsledku byla spotřeba při hloubkovém kypření o 13,3 % vyšší než spotřeba pohonných hmot při orbě. Takto vysokou spotřebu mohlo způsobit nadměrné utužení podorniční vrstvy, velký odpor půdy a rozdílná hloubka zpracování. V případě, že by toto pole bylo pravidelně kypřeno, nemusela by spotřeba být tak vysoká. Z výsledků je patrné, že hloubkové kypření na zkušební ploše, kde byla půda nadměrně utužená, je z ekonomického hlediska méně výhodné než orba, ale pouhou orbou bychom nedocílili prokypření půdy do takové hloubky. Pro optimální stav půdy a její úrodnost by bylo vhodné tyto dvě technologie střídat, ideálně 2 roky půdu zpracovávat orbou a třetí rok hloubkově kypřit. Kdyby pokus byl prováděn při jiné vlhkosti půdy, na půdách méně utužených je možné, že by naměřené hodnoty byly nižší a při hloubkovém kypření by byla nižší spotřeba pohonných hmot, něž u systému zpracování půdy orbou.

Z hlediska časové náročnosti bylo zpracování půdy orbou méně efektivní. Pluh měl o 900 mm menší záběr než radličkový kypřič, proto byla výsledná hodnota o 0,4 h na zkušební ploše vyšší, což pravděpodobně souvisí s delší jízdou soupravy traktoru s pluhem po souvrati naprázdno. Nedocházelo tak k rychlému otáčení jako tomu bylo u soupravy traktoru s radličkovým kypřičem. Za předpokladu, že pluh byl oboustranný, nemuselo by docházet k tak dlouhým jízdám po souvrati naprázdno a jeho otáčení by bylo téměř stejně rychlé, jako otáčení soupravy traktoru s radličkovým kypřičem.

Hloubkovým kypřením jsme schopni zpracovat větší množství půdy, a to až o více jak 0,5 $ha.h^{-1}$. Tohoto velkého rozdílu je pravděpodobně dosaženo větším pracovním záběrem a kratší dobou při otáčení soupravy na souvrati. Aby se pluh vyrovnal této výkonnosti, měl by být oboustranný o pracovním záběru větším než 3000 mm. To by ale vyžadovalo tažný prostředek s vyšším výkonem a také větší hmotností, aby nedocházelo k velkému prokluzu kol. Souprava s takovými specifikacemi by mohla mít vyšší pořizovací cenu, pravděpodobně i vyšší spotřebu pohonných hmot a také náhradní díly a servis by byly nákladnější.

Naměřené hodnoty obsahu vody v půdě byly téměř stejné u obou technologií zpracování půdy. U technologie zpracování půdy orbou byly naměřeny hodnoty vyšší pouze o 4 %.

Při měření utužení půdy byly výsledky velmi rozdílné. Při vnikání hrotu penetrometru do půdy byly výsledky utužení půdy přibližně stejné až do hloubky 250 mm, ale čím hlouběji se hrot do půdy dostával, naměřené hodnoty odporu byly vyšší u technologie orebního zpracování. Na souvrati, kde byla půda zpracována orbou, se hrot penetrometru nedostal hlouběji něž do 400 mm. Mohlo to být způsobeno nadměrným utužením půdy v této hloubce, nebo se zde mohla vyskytovat žulová hornina, která je pro danou oblast typická. Při měření ve středu zkušební plochy zpracované orbou byly výsledky měření odporu půdy nižší. Hrot penetrometru se dostal až na hranici 600 mm. Nižších hodnot dosahovalo měření odporu na zkušební ploše zpracované hloubkovým kypřením. Hrot penetrometru pronikl až na hranici 800 mm a je možné, že by se dostal ještě hlouběji. I odpor v hloubce nad 250 mm byl nižší. To muže mít dobrý vliv pro rozvoj kořenového systému, získávání živin i z větších hloubek a všeobecně k lepšímu stavu jak půdy, tak i rostliny. Nemuselo by docházet k rychlému vysychání a dešťová voda, která dopadne na povrch prokypřené půdy, by se mohla lépe a rychleji vsakovat.

Při plné zralosti plodiny došlo ke sklizni zkušebních ploch, ale ne celých. Při jarním prudkém dešti došlo vlivem nesprávného hospodaření na sousedním poli k zaplavení a zanesení části pozemku pískem. Byla zasažena značná část porostu. Voda se do přemokřené půdy špatně vsakovala a zůstávala dlouho na jejím povrchu. Takto vlhké prostředí mohlo vytvořit ideální stav pro rozvoj chorob zejména plísňových. Aby porovnání hloubkového kypření a orby bylo prokazatelné a výsledky nebyly ovlivněny těmito nepříznivými vlivy, byla zkušební plocha zmenšena na dvě stejné části o nižší výměře. Sklizeň obou zkušebních ploch proběhla v jednom dni. Ztráty při sklizni byly minimální a výnos se lišil o 422 $kg.ha^{-1}$. Tento výsledek byl překvapující. Výnos vyšší téměř o půl tuny z hektaru pro zkušební plochu zpracovanou orbou je důležitým aspektem pro volbu technologie zpracování půdy. Orba by neměla být zcela vynechána. I když je z hlediska časové náročnosti méně výhodná než hloubkové kypření, měla by být stále do systémů zpracování půdy zahrnována.

Z ekonomického hlediska je výhodnější zpracovávat půdu orbou než hloubkovým kypřením. Náklady na zpracování půdy s vybranou soupravou byly nižší, výsledný výnos byl vyšší, ale delší čas strávený na poli je důležitým aspektem. Je nutné, aby zpracování půdy bylo prováděno v daných termínech, proto je čas velmi důležitým faktorem, který může rozhodnout o volbě rychlejší technologie, která je z hlediska spotřeby pohonných hmot nákladnější, ale působí příznivě na stav půdy.

Závěr

Z výsledků je patrné, že vyššího výnosu plodiny jarního ječmene je dosaženo při zpracovávání půdy orbou, která je také ekonomičtější. Proto se stále orba zařazuje do základního systému zpracování půdy. Pouze orba dokáže zapravit téměř všechny rostlinné zbytky i statková hnojiva. Hloubkové kypření má ale také svůj význam, a to hlavně při hospodaření s vodou a při rozrušení podorniční utužené vrstvy. Je také méně časově náročné. Nejlepším možným způsobem, jak udržet půdu úrodnou je tyto dva systémy zpracování půdy kombinovat. Stejně tak to dělají i na farmě pana Procházky. Tato metoda se jim osvědčila a stav půdy se výrazně zlepšil.

I když výsledky ukazují orbu jako ekonomičtější zpracování půdy, nemusí tomu tak být vždy. Hloubkové kypření má své výhody. Patří mezi ně menší počet přejezdů po poli, možnost zapravování minerálních hnojiv do předem stanovených hloubek. Zbytky rostlin, které nebyly zapraveny do půdy, zůstanou na povrchu, zabraňují jejímu rychlému vysychání, dochází k obnovení vsakování vody do půdy a k prokořenění rostlin i do hlubších vrstev. Při hloubkovém kypření je nevýhodou používání velkého množství přípravků na chemickou ochranu, které musí regulovat plevele. Díky tomu bude hloubkové kypření stále ekonomicky méně výhodné.

Orební technologie je důležitá pro regulaci plevelů a chorob. Je ale také důležité dodržovat osevní postupy a střídat plodiny náročné s méně náročnými a zušlechťující s méně zušlechťujícími. I tak se dá předcházet chorobám a škůdcům a následně více využívat hloubkové kypření.

Citovaná literatura

BEDNAR FMT, s.r.o. 1999-2019. BEDNAR. *BEDNAR Terraland DO.* [Online] BEDNAR FMT, s.r.o., 1999-2019. [Citace: 27. březen 2019.] https://www.bednar-machinery.com/terraland_do/#top.

DOLAN. 2018. Stroje pro zpracování půdy. [Online] 2018. [Citace: 22. Únor 2019.] http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2018/10/SZP.pdf.

Efektivní postupy zpracování půdy. **BRÁZDA. 2015.** 8, Praha : Profi Press, s.r.o., 2015, Mechanizace zemědělství: odborný časopis pro mechanizaci, stavby a melioraci., Sv. 65. ISSN 0373-6776.

ePOČASÍ. 2002 - 2019. *Předpověď počasí.* [Online] 2002 - 2019. [Citace: 27. Únor 2019.] http://www.e-pocasi.cz/archiv-pocasi/2018/7-dubna/. ISSN 1801- 6537.

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

HŮLA, MAYER. 1999. *Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy.* Praha : Institut výchovy a vzdělání MZe ČR, 1999. ISBN 80-7105-187-X.

HŮLA, PROCHÁZKOVÁ a kol. 2008. *Minimalizace zpracování půdy.* Praha : Proffi Press, s.r.o., 2008. ISBN: 978-80-867226-28-1.

KÖCKERLING. 2019. Köckeling. *Köckeling TRIO.* [Online] Köckeling, 2019. [Citace: 27. březen 2019.] https://www.koeckerling.de/produkte/tillage/cultivator/trio/?L=1.

KÖCKERLING. 2019. Köckerling. *Rebell classic-Compact disc harrow.* [Online] Köckerling, 2019. [Citace: 27. březen 2019.] https://www.koeckerling.de/produkte/bodenbearbeitung/scheibeneggen/rebell-classic/?L=1.

KVERNELAND. 2019. Kverneland . *Kverneland Kultistrip.* [Online] 2019. [Citace: 27. březen 2019.] https://ien.kverneland.com/Soil-Equipment/Cultivators/Strip-Till/Kverneland-Kultistrip.

LPIS. 2019. Veřejný registr půdy LPIS. *eagri.* [Online] 2019. [Citace: 2019. březen 2019.] http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/.

MENDELEU. 2019. is mendeleu. *Půdní profil.* [Online] Mendel University in Brno, 2019. [Citace: 27. březen 2019.] https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=55088.

NEUDER, PROCHÁZKOVÁ. 2009. Zemědělec. *Orba a minimalizační technologie.* [Online] Proffi Press, s.r.o., 26. červen 2009. [Citace: 2. březen 2019.] https://zemedelec.cz/orba-a-minimalizacni-technologie/.

OPALL-AGRI, s.ro. 2013-2019. Opall-Agri. *Nesené otočné pluhy JUPITER II 140.* [Online] Opall- agri, s.r.o., 2013-2019. [Citace: 27. března 2019.] https://www.opall-agri.cz/nesene-otocne-pluhy-jupiter-ii-140.

PETRÁNEK, SYNEK a. 2019. Geologická enciklopedie. *Půda.* [Online] 2019. [Citace: 27. březen 2019.] http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?puda.

POKORNÝ, ŠABATKA. 2003. *Půdoznalství pro ekozemědělce.* Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2003. ISBN 80-7084-924-4.

PROCHÁKOVÁ, Blanka. 2011. *Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny.* Brno : Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-524-9.

PROCHÁZKA. 1986. *Mechanizácia rastlinej výroby.* Bratislava : Příroda, vydavateľstvo kníh a časopisov, 1986.

PROCHÁZKOVÁ, HŮLA a kol. 2002. *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku.* Praha : Ústav zemědělských a potřevinářských informací, 2002. ISBN 80-7271-106-7.

SMS CZ, s.r.o. 2017. Dlátový kypřič TALON MAX, TALON MEDIUM. *SMS.* [Online] 2017. [Citace: 11. března 2019.] https://www.smscz.cz/sites/default/files/prospekt_talonmax_17.pdf.

STROM PRAHA, a.s. 2017. Kombinovaný kypřič Bednar FMT TERRALAND DO. *STROM.* [Online] 2017. [Citace: 7. březen 2019.] http://www.strompraha.cz/produkty/zemedelska-technika/bednar-fmt/zpracovani-pudy/kombinovane-kyprice/terraland-do.

ŠIMON, Josef a Jiří LHOTSKÝ. 1989. *Zpracování a zúrodňování půd.* Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISBN 80-209-0048-9.

TOMÁŠEK. 1995. *Atlas půd české republiky.* Praha : Český geologický ústav, 1995. ISBN 80-7075-198-3.

TOMÁŠEK. 2007. *Půdy České republiky.* Praha : Česká geologická služba, 2007. ISBN 978-80-7075-688-1.

ÚNMZ. 1987. ČSN 47 0120 - ST SEV 5628-86 Změdělské a lesnické stroje a traktory. *Metody měření času a stanovení provozních ukazatelů.* Praha : Úřad pro normalizaci a měření, 1987.

VÚMOP, v.v.i. 2019. *eKatalog BPEJ.* [Online] 2019. [Citace: 27. Únor 2019.] https://bpej.vumop.cz/55001.

Seznam obrázků

Obr. č. 1 Půdní profil s půdními horizonty (MENDELEU, 2019) 12

Obr. č. 2 Půdní profily hlavních půdních typů na území České republiky (PETRÁNEK, 2019) 14

Obr. č. 3 Secí stroj pro přímé setí do nezpracované půdy Kverneland Kultistip (KVERNELAND, 2019) 19

Obr. č. 4 Talířový kypřič Köckerlin Rebell – clasic (KÖCKERLING, 2019) 21

Obr. č. 5 Radličkový kypřič Köckerling TRIO (KÖCKERLING, 2019) 22

Obr. č. 6 Kombinovaný kypřič BEDNAR-Terraland DO (BEDNAR FMT, 1999-2019) 22

Obr. č. 7 Dlátový kypřič TALON MAX (SMS CZ, 2017) 23

Obr. č. 8 Nesený otočný pluh OPaLL–AGRI (OPALL-AGRI, 2013-2019) 24

Obr. č. 9 Orební těleso OPaLL-AGRI (OPALL-AGRI, 2013-2019) 26

Obr. č. 10 Rozdělená parcela na dvě stejné části (LPIS, 2019) 28

Obr. č. 11 Pohnojená zkušební plocha statkovým hnojivem 32

Obr. č. 12 Köckerling TRIO v agregaci s New Holland T6050 33

Obr. č. 13 Fortschritt B201 v agregaci s New Holland T6050 35

Obr. č. 14 Zkušební plocha zpracovaná hloubkovým kypřením 37

Obr. č. 15 Zkušební plocha zpracovaná orbou 37

Obr. č. 16 Půdní sonda po zpracování půdy radličkovým kypřičem 38

Obr. č. 17 Půdní sonda po zpracování půdy pluhem 39

Obr. č. 18 Setí Ječmene jarního do půdy zpracované orbou 40

Obr. č. 19 Setí do půdy zpracované hloubkovým kypřením 40

Obr. č. 20 Vzcházení obilniny na ploše zpracované hloubkovým kypřením 41

Obr. č. 21 Vzcházení obilniny na ploše zpracované orbou 42

Obr. č. 22 Vodní erozí poničená zkušební plocha 43

Obr. č. 23 Zmenšení zkušební plochy (LPIS, 2019).....43

Obr. č. 24 Vzešlé Triticale ozimé na zkušební ploše zpracované hloubkovým kypřením 44

Obr. č. 25 Sklízecí mlátička Fortschritt E512 a New Holland T6050 v agregaci se skořepinovým návěsem UMEGA SPC12 44

Obr. č. 26 Měření odporu půdy pro orbě na souvrati 49

Obr. č. 27 Měření odporu půdy po orbě ve středu zkušební plochy.....49

Obr. č. 28 Měření odporu půdy po hloubkovém kypření na souvrati.....50

Obr. č. 29 Měření odporu půdy po hloubkovém kypření ve středu zkušební plochy 50

Seznam tabulek

Tab. č. 1 Velikost frakcí podle Kopeckého (POKORNÝ, 2003) 13

Tab. č. 2 Druhová kvalifikační stupnice půd podle Nováka (POKORNÝ, 2003) 13

Tab. č. 3 Spotřeba pohonných hmot 47

Tab. č. 4 Čas operativní 47

Tab. č. 5 Součinitel využití operativního času 47

Tab. č. 6 Provozní výkonnost 47

Tab. č. 7 Vlhkost půdy devátý den po zasetí 47

Tab. č. 8 Výsledný výnos 48

Seznam zkratek

BPEJ = Bonitovaná půdně ekologická jednotka

PHM = Pohonné hmoty a mazadla