

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Porovnání orebného a bezorebného zpracování
půdy

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Filip
Autor bakalářské práce: Přemysl Dolejší

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: Přemysl DOLEJŠÍ
Osobní číslo: Z17249
Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: ZDTb-16 – specializace Zemědělská technika
Téma práce: Porovnání orebného a bezorebného zpracování půdy
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: 50 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.

KOVARÍČEK, 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.

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.

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 4. března 2019



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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentův náměstí 1408, 370 05 České Budějovice



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.

.....

Datum

.....

Podpis

Poděkování

Mé poděkování patří panu Ing. Martinu Filipovi za cenné rady, odborné vedení a čas, který mi při zpracování bakalářské práce věnoval. Dále děkuji podniku ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s., kde mi bylo umožněno získat poznatky a informace, potřebné k vyhotovení této práce.

Abstrakt

Tato závěrečná práce se zabývá porovnáním orebného a bezorebného zpracování půdy. Je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části jsou popsány vlastnosti půdy a význam jejího zpracování. Následuje představení a popisování vybraných technologií pro zpracování půdy.

Praktická část prezentuje výsledky měření. Bylo zjišťováno, zda je finančně výhodnější orebná či bezorebná technologie a také jaký bude mít odlišné zpracování vliv na utužení půdy. Výsledky jsou z důvodu lepší přehlednosti prezentovány prostřednictvím tabulek a grafů.

Klíčová slova: Zpracování půdy, půdní vlastnosti, orba, hloubkové kypření, pluh, kypřič, utužení půdy

Abstract

This final thesis deals with the comparison of plowing and non-plowing soil tillage. It is divided into theoretical and practical part.

The theoretical part describes soil properties and importance of soil cultivation. Following is a presentation and description of selected technologies of soil cultivation.

The practical part presents the measurement results. It was investigated whether this or that technology was more cost-effective and how different processing would affect soil compaction. The results are presented for the sake of clarity through tables and graphs.

Keywords: Soil cultivation, soil properties, plowing, deep loosening, plow, cultivator, soil compaction

Obsah

Úvod.....	10
1 Zpracování půdy ve vztahu k jejím vlastnostem.....	11
1.1 Struktura půdy	11
1.2 Fyzikální vlastnosti půdy.....	11
1.3 Vliv zpracování půdy na její chemické vlastnosti.....	13
2 Základní zpracování půdy	14
2.1 Podmítka.....	14
2.2 Orba	14
2.2.1 Historie orby	15
2.2.2 Teorie orby	16
2.2.3 Rozdělení orby	17
2.2.4 Hodnocení kvality orby.....	17
2.2.5 Rozdělení pluhů	18
2.2.6 Části pluhu	20
2.3 Hloubkové kypření	23
2.3.1 Radličkové kypřiče.....	23
2.3.2 Talířové kypřiče	24
2.3.3 Dlátové kypřiče	25
2.3.4 Kombinované kypřiče	25
2.4 Minimalizační technologie zpracování půdy	26
2.4.1 Půdoochranné zpracování půdy	26
2.4.2 Přímé setí do nezpracované půdy.....	26
3 Metodika a cíle práce	28
3.1 Popis pozemků s orebním zpracováním	32
3.1.1 Pozemek 0401	32

3.1.2	Pozemek 1504/3	33
3.1.3	Pozemek 1402	34
3.2	Popis pozemku s bezorebním zpracováním	35
3.2.1	Pozemek 2505/4	35
4	Výsledky	36
4.1.1	Orba soupravou Case 310 + Kverneland PB 100	36
4.2	Zhodnocení bezorebního zpracování.....	37
4.2.1	Hlubkové kypření soupravou Case magnum 290 + Tiger 4 AS	37
4.3	Celkové vyhodnocení	38
4.4	Odpor půdy.....	40
4.4.1	Odpor půdy při orebném způsobu zpracování	40
4.4.2	Odpor půdy při bezorebném způsobu zpracování.....	42
5	Diskuze.....	44
	Závěr	46

Úvod

Zemědělství a pěstování plodin je od pradávna jedním z nejdůležitějších způsobů obživy. Lidé se vždy snažili zpracovávat půdu různými způsoby. Nejdříve pomocí primitivních nástrojů, avšak technika i technologie se postupem času zdokonalovaly.

Základní operací v rámci zpracování půdy je orba. Dochází při ní ke kvalitnímu zapravení posklizňových zbytků, statkových hnojiv a prokypření půdního profilu. Orba má ale i své nevýhody. Mimo velkou energetickou náročnost je nutno uvažovat, že po orbě musí ve většině případů následovat urovnání pozemku a rozdrčení případných hrud. Je to časově i finančně náročná záležitost, proto se v posledních letech berou v potaz také minimalizační technologie zpracování půdy, které mají snížit energetickou náročnost a zvýšit plošnou výkonnost strojů.

Orba často bývá nahrazována hloubkovým kypřením. Vlivem modernějších a často těžších strojů, které se používají k obdělávání pozemků dochází k utužování půd. Utužení je problém, který je v posledních letech často zmiňován, a právě hloubkové kypření rozrušuje podorniční vrstvu a tento problém zmírňuje.

Známý je také fakt, že dochází ke zhoršování půdní úrodnosti. Při hloubkovém kypření oproti orbě sice nedochází k tak kvalitnímu zapravení posklizňových zbytků, ale právě ponechání určitého procenta rostlinných zbytků na povrchu omezuje větrnou a vodní erozi, což jsou faktory, které mají vliv na znehodnocování půd.

V této práci bude porovnávána finanční náročnost orebné a bezorebné technologie a také vliv těchto technologií na vlastnosti půdy. Bohužel dnes jsou hlavními měřítky čas a peníze, aby však byly zachovány dobré podmínky pro hospodaření i dalším generacím, mělo by se pohlížet i na přírodu.

1 Zpracování půdy ve vztahu k jejím vlastnostem

Půda je důležitý a těžko obnovitelný přírodní zdroj. Je hlavním výrobním prvkem pro lidskou výživu. Jejímu zpracování je proto třeba věnovat náležitou pozornost a minimalizovat vlivy, které negativně působí na její stav [1].

1.1 Struktura půdy

Strukturou půdy se rozumí fyzikální stav vyjádřený prostorovým uspořádáním strukturních elementů. Je jednou z nejdůležitějších půdních vlastností. Souvisí s půdní úrodností a je třeba ji posuzovat s ohledem na ostatní vlastnosti půdy [1].

Půdní strukturu ovlivňují mechanické, chemické a biologické změny. Tyto vlivy mohou na půdní strukturu působit jak kladně, tak i záporně. Snahou je vytvořit vhodné podmínky pro tvorbu drobtovité struktury. Kromě zpracování půdy je třeba do tvorby struktury zapojit také vhodné osevní postupy, organické i minerální hnojení, a vhodné termíny pracovních operací. [1, 18].

1.2 Fyzikální vlastnosti půdy

Jednotlivé plodiny mají rozdílné nároky na fyzikální stav půdy. Nejnáročnější jsou okopaniny, naopak méně náročné obiloviny. Zpracování půdy se nejvíce dotýká objemové hmotnosti, pórovitosti, vodní kapacity, vzdušné kapacity, vzlínavosti a výparu [19].

Objemovou hmotnost lze vyjádřit hmotností jednotky půdy v neporušeném stavu. To znamená s póry vyplněnými aktuálním obsahem vody a vzduchu. Hodnota objemové hmotnosti závisí na měrné hmotnosti, podílu pórů a na tom, jak jsou póry zaplněné vodou. Hodnota se mění během roku v závislosti na vlhkostních podmínkách v půdě. Objemová hmotnost suché půdy se pohybuje mezi 1,2 – 1,5 g/cm³. Objemová hmotnost vlhké půdy je závislá na půdní vlhkosti a nemůže být tedy konstantní [1].

Objemem pórů, jejich tvarem a velikostí je dána pórovitost půdy. Póry jsou kapilární a nekapilární. Kapilární póry mají průměr pod 0,2 mm, a voda je v nich schopna proudit proti vlivu gravitace. V nekapilárních pórech, které mají průměr nad 0,2 mm voda proudí vlivem gravitace do spodních vrstev. Objem pórů kolísá podle zrnitosti, struktury a ulehlosti. Většinou se pórovitost pohybuje mezi 30–60 %. Kypřícími zásahy je pórovitost půdy zvyšována. Například orbou se může zvýšit až

o 30 %. Při správném zpracování půdy by měl poměr nekapilárních ke kapilárním pórům být 1: 2 [6].

Schopnost půdy přijímat a zadržovat v sobě vodu se nazývá vodní kapacita. Půdní voda je označení pro veškerou vodu obsaženou v půdě. Zpracování půdy výrazně souvisí s vodním hospodařením a je třeba zabezpečit dva základní úkoly. Prvním úkolem je zlepšit podmínky v půdě tak, aby atmosférické srážky byly co nejvíce přijímány půdou a využívány vegetací. Druhým pak omezit nežádoucí výpar vody z půdy, který souvisí se vzlínáním [12, 6].

Vzdušná kapacita je schopnost půdy jímat vzduch do půdních pórů. Provzdušenost půdy je pak obsah vzduchu v pórech. Zpracování půdy má podstatný vliv na provzdušenost. Výměna vzduchu v půdě je důležitá z hlediska pěstovaných plodin, mikroorganismů a rozkladných procesů. Za dobře provzdušenou se považuje půda s obsahem vzduchu kolem 20 %. Výměna vzduchu je také důležitým úkolem zpracování. Hlavně na těžších půdách úrodnost z velké míry závisí na provzdušení. Kromě orby je u těchto půd vhodné kypření povrchu bránami nebo plečkami, aby se povrch neuzavíral půdním škraloupem [1, 19].

Schopnost půdy odolávat vnějšímu tlaku působícímu na drobení agregátů a schopnost klást odpor proti vnikání cizích těles se nazývá soudržnost půdy. Je způsobena vzájemnou přitažlivostí půdních částic. Energetická náročnost práce je také významně ovlivněna lepivostí půdy. Lepivost je způsobena přitažlivými silami mezi půdními částicemi a pracovními orgány, které do půdy vnikají [1, 19].

Neméně důležitou vlastností je hutnost půdy. Vyjadřuje se objemovou hmotností a je souhrnným odrazem zrnitosti, struktury a obsahu organické hmoty v půdě. Závisí na bobtnání a smršťování. Při bobtnání se objem půdy zvětšuje důsledkem zvyšování půdní vlhkosti. Bobtnání se projevuje tlakem na okolí, takže hutnost se zvyšuje. Smršťování půdy je naopak způsobeno ztrátou vody. Vysychání neprobíhá v půdě rovnoměrně, a proto ani smršťování není stejnoměrné v celém jejím objemu. Důsledkem toho je praskání půdy. Hutnost lze měřit penetrometrem, což je přístroj, který měří odpor kladený půdou proti vnikání cizího tělesa [3, 19].

1.3 Vliv zpracování půdy na její chemické vlastnosti

Vlivem zpracování půdy dochází především ke komplexnímu působení na všechny půdní vlastnosti. Mnohé vlivy zpracování půdy působí na chemické vlastnosti zprostředkovaně, přes fyzikální nebo biologické vlastnosti [1].

Z chemických vlastností zaujímá velmi významné postavení půdní reakce. Ovlivňuje téměř všechny procesy v půdě, a to jak při vzniku a půdotvorných procesech, tak i později po vytvoření půd. Významně ovlivňuje chemické, fyzikální i biologické procesy v půdách. Ze základních operací zpracování půdy má pro udržování příznivého pH význam především hluboká orba, kterou se obracením skýv vynáší vápník k povrchu země [18, 19].

Zpracování půdy ovlivňuje také obsah živin v půdě. Zpracovávání působí na živiny přímo i nepřímo. Jednak zlepšuje podmínky pro činnost mikroorganismů a biochemické procesy, a jednak přímo vynáší splavené živiny zpět do povrchových vrstev. Obdělávací zásahy směřují k vytvoření a udržení drobtovité struktury, zvýšení pórovitosti a provzdušenosti půdy [12, 9].

2 Základní zpracování půdy

Základní zpracování půdy má především za úkol zpracovat orniční profil, obnovit strukturu, upravit režimy v půdě a připravit tak pole pro růst kořenů. Do základního zpracování půdy zařazujeme orbu, podmítku, podryvání, hloubkové kypření a jiné speciální zákroky. [1, 6].

Mezi hlavní důvody zpracovávání půdy patří umožnění růstu a pronikání kořenů do hloubky půdního profilu, zlepšení aerace půdy, podpoření aktivity edafonu, zničení nebo omezení plevelů, zapravení rostlinných zbytků a hnojiv do půdy, odstranění zhutnění půdy a umožnění kvalitního založení porostu [1, 6].

2.1 Podmítka

Podmítka je mělké zpracování půdy. Provádí se jako první zákrok po sklizni letních plodin. Podmítka provedená bezprostředně po sklizni zanechává mnoho pozitiv. Dojde při ní k vytvoření vhodných podmínek pro klíčení plevelů a výdrolu, který při další operaci (většinou orba) zničíme. Dále podmítka zabraňuje zbytečným ztrátám vláhy a zlepšuje mikrobiální činnost v půdě [7, 23].

Dle hloubky je možné podmítku rozdělit na mělkou, se půdy zpracováním půdy do hloubky 8 cm, středně hlubokou 8–12 cm a hlubokou se zpracováním v rozmezí 12-15 cm.

Ve vlhčích a lehčích půdách postačuje mělká podmítka, naopak v sušších oblastech se používá středně hluboká až hluboká. Hlouběji se podmítá také pokud je potřeba zapravit více posklizňových zbytků nebo pokud je pozemek nerovný a je zapotřebí ho rovnat. Při zapravování slámy je nutné, aby byla rozdrčená, jinak by docházelo k ucpávání pracovních částí podmiťáče. Náchylné na ucpání jsou spíše podmiťáče radličkové. [11, 7].

Pro mělké zpracování půdy se nejčastěji používají kypřiče radličkové, talířové, dlátové nebo rotační [25].

2.2 Orba

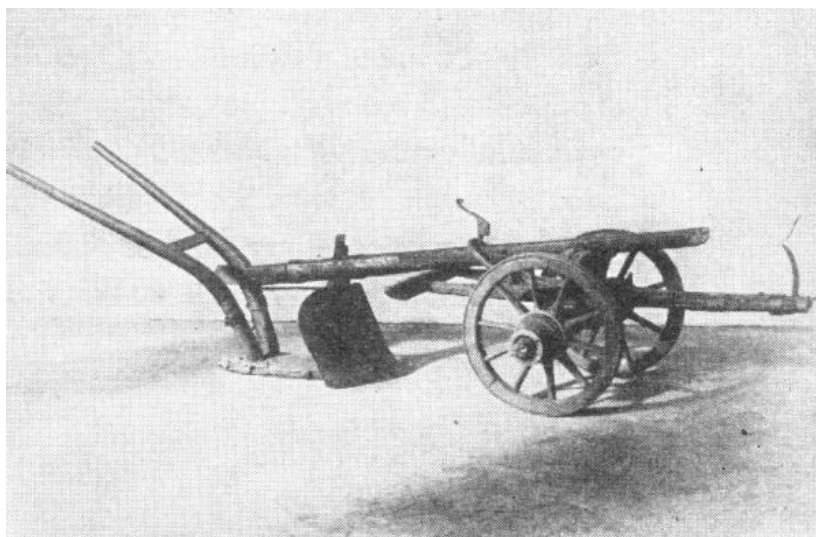
Orba patří mezi základní obdělávací zákroky v soustavě zpracování půdy. Objevují se ale diskuze o tom, zda je vhodnější klasická orba nebo minimalizační a bezorebné zpracování. Orba je jedna z energeticky nejnáročnějších operací a může

s sebou nést některé negativní faktory. Například velké nakypření, které zapříčiňuje vyplavování živin nebo ztrátu vláhy. Nevýhodou je také malá plošná výkonost. Nicméně orba poskytuje hluboké prokypření a kvalitní zapravení posklizňových zbytků, které nám jiné operace většinou neumožní. Naopak ponechání určitého procenta posklizňových zbytků na povrchu půdy může mít protierozní vliv. Tyto zbytky však mohou přispívat k rozvoji plísní a škůdců. Vhodnost orby je tedy individuální a závisí na podmínkách v dané lokalitě [1, 20].

2.2.1 Historie orby

Člověk se od pradávna snažil obracet půdu a zapravovat posklizňové zbytky. Techniky, které se podobaly orbě lze doložit v oblasti dnešního Iráku v rozmezí 2. až 1. tis. př. n. l. Používané nástroje však tehdy ještě pluh moc nepřipomínaly. Jednalo se především o primitivní nástroje ve tvaru trojúhelníku, který odhrnoval půdu převážně na jednu stranu. Později došlo ke zdokonalení, pluh již půdu odkrojil a obrátil. U těchto pluhů se mnohdy již vyskytoval plaz. Práce s těmito pluhy však nesla mnoho úskalí. Orba byla fyzicky namáhavá a výsledky práce nebyly příliš valné pro nemožnost uspokojivě obracet skývu. Problém také byl v nedostatečné hloubce orby, která bývala do 15 cm [1, 14].

Pokroku bylo dosaženo díky bratrancům Veverkovým, kteří zkonstruovali pluh s válcovou odhrnovací deskou (viz obrázek 1). Úpravami tehdejšího záhonového pluhu se Veverkovým společně podařilo vytvořit pluh nový. Dosavadní oradla půdu většinou jen rozrušovala a v zemi se musela udržovat silou. Pluh Veverkových půdu odkrajoval, rozrušoval, drolil a obracel. Hloubka orby se dala řídit na hřídeli opřené o kolečka vpředu. Jejich ruchadlo tak prezentovalo vynalézavost, vyspělost a šikovnost českého venkova. Jejich vynález se zapsal do historie zemědělství a umožnil intenzivnější pěstování polních plodin [14].



Obrázek 1 - Pluh bratraců Veverkových [26]

2.2.2 Teorie orby

Orba je proces kdy se slitý a celistvý kus půdy mění na rozrušený materiál. Snažíme se tak dosáhnout půdní zralosti a optimálních poměrů v půdě. Při mísení půdy je zajištěno rovnoměrné rozdělení organických látek a průmyslových hnojiv. Při obracení skývy pak zase dochází k vynášení rozpustných látek a živin do povrchové části ornice. Pro kvalitní obrácení a promísení vyžaduje každá půda optimální obsah vláhy. Příznivá vlhkost bývá na lehkých půdách 8–12 %, na středních 16–18 % a na těžkých 18–20 % [1].

Plošná výkonnost a také kvalita zaklopení skývy je z velké části dána pojezdovou rychlostí. Při malé rychlosti (kolem 2,5 km/h) se skýva obrací pomalu a špatně se drobí. Při velké rychlosti (nad 8 km/h) odhazuje pluh půdu do větší vzdálenosti a dochází k separaci materiálu. Rychlou orbu není vhodné používat zejména na vyschlých půdách. Zemina se špatně kypří a zvyšuje se odpor půdy. Naopak na vlhčích půdách je vhodné pojezdovou rychlost zvýšit, lépe se orá a dochází k menšímu utužování. Pojezdová rychlost je ovlivňována odporem půdy, poměrem výkonu tažného prostředku a odporem pracovního nástroje, dále pak svažítostí pozemku a prokluzem kol. Odpor půdy závisí na vlhkosti, druhu půd a stupni jejich utužení [8, 16].

2.2.3 Rozdělení orby

Dle hloubky zpracování půdy se orba dělí na mělkou 15–20 cm, středně hlubokou 20–25 cm, hlubokou 25–30 cm, velmi hlubokou 30–50 cm. Za extrémní způsob zpracování lze považovat rigolování, kde dochází ke zpracování půdy do hloubky 50–60 cm. Tento způsob zpracování bývá uplatňován při zakládání sadů nebo vinic.

Podle termínu provedení se orba dělí na letní, která se provádí po včas sklizených plodinách jako jsou například ozimé směsky nebo ranné brambory. Provádí se před výsevem letních meziplodin a hloubka orby bývá 15–20 cm. Dále praktikujeme orbu setřovou, pro seti ozimých plodin. Orá se na střední hloubku 3–4 týdny před setím. Podzimní orbu provádíme na podzim a do jara se může ponechat v hrubé brázdě. Je určena pro jarní plodiny. Výhodou této orby je zvýšení zásob vláhy v půdě, ničení plevelů a dostatečné slehnutí oranice během zimy. Podzimní orba může být prováděna dvakrát. Nejdříve středně hluboká, při které zaoráváme průmyslová a statková hnojiva a pak hluboká orba, která probíhá 3–4 týdny po první orbě. Zimní orba se provádí, pokud nemůžeme provést orbu podzimní. Nevýhodou je ochuzování půdy o vláhu, zvyšování zaplevelení a nestejněměrné slehávání. V případě příznivých klimatických podmínek lze provádět orbu i v zimních měsících [21, 7].

2.2.4 Hodnocení kvality orby

Při vizuální kontrole je jedním z prvních hodnocených faktorů rozdrobenost půdy. Je posuzováno rozdrobení v celé vrstvě zpracované půdy. Nabere se půdní vzorek, který se odváží a proseje. Na lehkých půdách by neměl být podíl hrud větších než 10 cm více jak 20 % a na těžkých půdách 50 % hmotnosti zpracované ornice [7].

Dále se hodnotí stupeň promísení půdy. To závisí na rychlosti orby a typu odhrnovačky. Žádoucí je, aby byla vrstva homogenní se stejnými fyzikálními, chemickými a biologickými vlastnostmi. Tento ukazatel se opět hodnotí pohledem. S promísením souvisí i zapravení organické hmoty. Záleží hlavně na vybavení a seřízení pluhu. Pokud je na pozemku větší množství posklizňových zbytků nebo pokud chceme zaorat meziplodinu, je dobré vybavit pluh předradličkou. Kvalitu zaklopení také ovlivňuje typ odhrnovačky, rychlost orby, množství a struktura zaorávaného materiálu [6, 7].

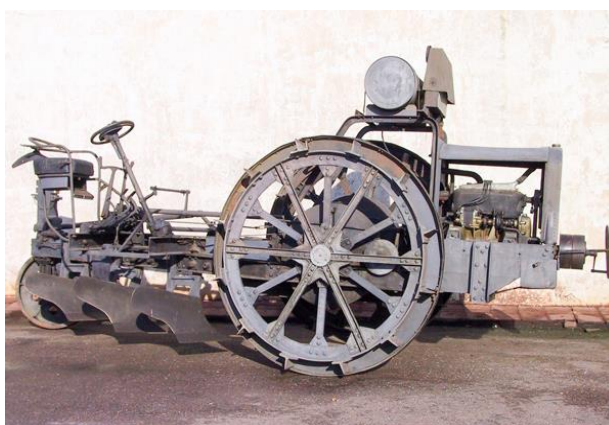
Důležitým kritériem je také hloubka orby. Udává, jak hluboko proniká orební těleso a měří se jako kolmá vzdálenost od dna brázdy na povrch půdy. Hloubka závisí na tom, v jakém termínu se orba provádí nebo jestli zapravujeme organickou hmotu (hnůj, posklizňové zbytky). Důležité je však hloubku orby každoročně měnit, aby nedošlo k utužení podorniční vrstvy. Pokud jde o hodnocení brázdy, tak má být pevná a neporušená. Stěna bývá odřezávána krojidlem a měla by být odříznutá kolmo na dno brázdy. Dno brázdy má být rovnoběžné s nezoraným terénem. Má být dobře seříznuté, neutužené a neroztřepené [6, 16].

Při orbě by na sebe měly jednotlivé přejezdy plynule navazovat a neměly by mezi nimi být rozdíly. Při orbě oboustranným pluhem je snadnější vytvořit rovný povrch. Naopak při záhonové orbě jednostranným pluhem vznikají na pozemku rozory a sklady. Při orbě je snaha, aby sklady byly co nejnižší a rozory co nejmělkčí [16].

2.2.5 Rozdělení pluhů

Pluhy se rozdělují podle energetického zdroje, způsobu obracení skývy, konstrukce pracovního ústrojí a způsobu zavěšení.

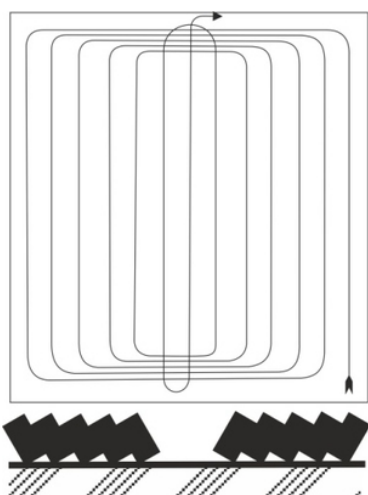
Podle energetického prostředku lze pluhy rozdělit na traktorové, potažní a samojízdné. V praxi se nejčastěji využívají pluhy traktorové, což znamená, že tažným prostředkem je traktor. Samojízdné pluhy disponují jak zdrojem energie (motor), tak i orebními tělesy (viz obrázek 2). Tyto pluhy byly využívány dříve. Jejich vývoj však nepokračoval, takže dnes jsou tyto stroje spíše raritou [16, 22].



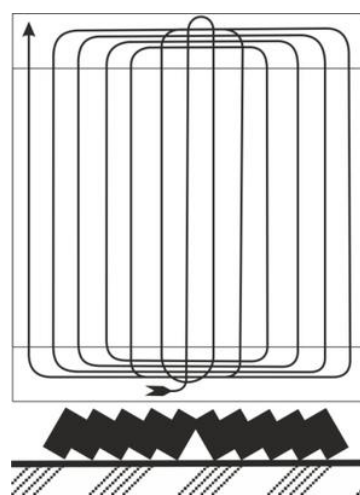
Obrázek 2 - Samojízdný pluh [27]

Z hlediska způsobu obracení skývy lze pluhly rozdělit na jednostranné a oboustranné.

V závislosti na konstrukci pluhu se liší i způsob orby. Při orbě jednostranným pluhem se pozemek rozdělí na jednotlivé záhony a po jejich spojení vznikají rozory a sklady (viz obrázek 3 a 4). Výhodou u jednostranných pluhů je nižší těžiště a menší hmotnost. Naopak nevýhodou je, že při orbě dochází k více jízdám po souvrati bez záběru [22, 7].



Obrázek 3 - Orba do rozoru [28]



Obrázek 4 - Orba do skladu [29]

U oboustranného pluhu jsou orební tělesa na rozdíl od jednostranného umístěna ve dvojicích. Orba s oboustranným pluhem je technicky jednodušší než s jednostranným. Pozemek se nemusí rozdělovat na záhony, ale orá se od jednoho kraje. Na konci pozemku obsluha pluh otočí o 180° a jede po stejné straně zpátky (viz obrázek 5) [21, 4].



Obrázek 5 - Orba do roviny [30]

Podle konstrukce rozlišujeme radličné pluhy s pevným pracovním orgánem (viz obrázek 6), s pohyblivým pracovním orgánem (viz obrázek 7) a pluhy se speciální konstrukcí. Například rozkládací pluh (viz obrázek 8) [21, 4].



Obrázek 6 - Radličný pluh [31]



Obrázek 7 - Talířový pluh [32]



Obrázek 8 - Speciální rozkládací pluh [33]

Podle zavěšení je možno pluhy rozdělit na nesené, kdy v přepravní poloze nese celou hmotnost pluhu traktor. Dále pluhy návěsné, kdy část hmotnosti nese traktor a část opěrné kolo pluhu. Další jsou pluhy závěsné, které jsou konstruovány tak, aby byly schopny nést celou svou hmotnost [21, 2].

2.2.6 Části pluhu

Hlavními částmi pluhu jsou rám, závěs, seřizovací ústrojí, u návěsných pluhů navíc pojezdové a zvedací ústrojí [10].

Na rámu pluhu je upevněno orební těleso, které se skládá ze slupice, odhrnovačky, čepele, plazu, vzpěry, patky a pera. Součástí pluhu může a nemusí být předradlička a krojidlo [10, 22].

Slupice je část, která spojuje orební těleso s rámem pluhu. Jsou na ní umístěny i pomocné pracovní orgány jako předradlička a škrabka. Na slupici je upevněna

odhrnovačka, která zvedá, obrací a drobí skývu. Může být opatřena škrabkou, která napomáhá lepšímu obracení skývy. Podle tvaru a velikosti rozeznáváme různé druhy odhrnovaček. Šroubová odhrnovačka špatně drobí a kypří, ale dobře obrací. Je vhodná do těžkých a zaplevelených půd nebo na orbu luk. Pološroubová hůře drobí a kypří, ale stále dobře obrací. Opět vhodná do těžších drnovitých půd. Válcová odhrnovačka dobře drobí a kypří, ale špatně obrací. Hodí se do lehkých a písčitých půd nebo je jí vhodno použít v kombinaci s předradličkou. Pásková odhrnovačka je vhodná do těžkých, jílovitých, lepivých půd. V současnosti je nejvíce používána kulturní odhrnovačka, která dobře drobí i obrací [10, 16].

Odřezávat skývu v horizontální rovině má za úkol čepel. Podle konstrukce se čepele dělí na lichoběžníkové, dlátovité a s výměnným dlátem.

Další částí orebního tělesa je plaz. Je to ocelová lišta připevněná ke slupici. Zachycuje boční a svislé tlaky, takže zde dochází ke značnému opotřebování. Na plaz je tedy možno přivařit další kovový materiál, aby nedocházelo k nadměrnému opotřebování plazu samotného. Plaz na poslední radlici je vybaven otěru vzdornou patkou [22, 4].

Součástí orebního tělesa může nebo nemusí být předradlička a krojidlo (viz obrázek 9). Předradlička je třmeny a šrouby připevněna ke slupici. Používá se v případech, kdy potřebujeme zaorat velké množství posklizňových zbytků nebo organických hnojiv. Materiál z povrchu půdy se vlivem předradličky dostává na dno brázdy a pak je přiklopen zbytkem skývy [16, 22, 4].



Obrázek 9 - Pluh s předradličkou [34]

Krojidlo je umístěno před orebním tělesem a zabezpečuje kvalitnější a hladší oddělení skývy od záhonu. Krojidla mohou být disková nebo nožová. Disková krojidla mají nízkou energetickou náročnost, provádějí hladký řez a netrhají stěnu brázdy, avšak pokud narazí na kámen, mohou se poškodit. Nožové krojidlo má jednoduché provedení, ale má větší energetickou náročnost, a může se ucpávat rostlinnými zbytky.

Pluhy bývají vybaveny jisticím zařízením. To zamezuje vážnému poškození orebního tělesa při střetu s cizím předmětem, například větším kamenem. Jištění může být provedeno střížnými šrouby, pružinami, hydraulicky nebo pneumaticky [22, 16, 4].

2.3 Hlubkové kypření

Hlubkové kypření je v posledních letech často zmiňovaná technika zpracování půdy, kterou je možno využít místo orby. Má oproti orbě určité výhody. Mezi ekonomické faktory patří větší plošná výkonnost, a tím v ideálním případě úspora času a financí. Dalším pozitivem je ochrana proti vodní a větrné erozi. Posklizňové zbytky sice nejsou při tomto zpracování tak důkladně zaklopeny, ale právě jejich přítomnost na povrchu pozemku brání odnosu půdních částic a současně je tak omezeno i unikání půdní vláhy [4].

Důvodem využívání hlubkového kypření místo orby a minimalizačních technologií je také rozvíjející se problém s utužováním půd. To je zapříčiněno vysokou hmotností dnešních strojů a v některých případech vlivem nesprávného hospodaření. V praxi se uplatňuje kypření buď celého pozemku nebo jen souvratí, případně kolejových řádků, což jsou místa nejvíce ohrožená utužováním [4, 6].

Hlubkové kypření je nejčastěji prováděno kypřiči radličkovými, dlátovými nebo kombinovanými [4, 6].

2.3.1 Radličkové kypřiče

Radličkové kypřiče mají velice dobrý mísící efekt. Dobrých výsledků dosahují zejména na lehkých půdách. Na těžších půdách je lze užívat jen při optimální vlhkosti půdy, jinak dochází k ucpávání a zalepování pracovních částí. Při zapravování slámy je vhodné, aby radličky měly vedle sebe větší rozestupy (20–25 cm) a raději byly ve dvou nebo ve třech řadách. Dojde tak k lepšímu promísení a lepší průchodnosti materiálu. Radličky bývají výměnné, protože dochází k jejich rychlému opotřebování. Podmítače bývají vybaveny pěchem, který po nakypření drtí hroudy a urovnává povrch. V kamenitých půdách jsou vhodné kypřiče s pružinovým jištěním jednotlivých radliček (viz obrázek 10) [1, 5].



Obrázek 10 - Dvouřadý radličkový podmítač s pružinovým jištěním [35]

2.3.2 Talířové kypřiče

Tyto kypřiče dobře pracují na lehkých půdách. Pokud je na pozemku velké množství posklizňových zbytků, kypřič tyto zbytky nařeže a dochází tak k lepšímu zapravení při případné následné orbě. Ovšem na tvrdém povrchu a při větším výskytu shluků slámy dochází ke zhoršení kvality a nepravidelné hloubce zapravování. Když není kvalita práce uspokojivá, může být kypření provedeno znovu v jiném směru jízdy. Pozitivum je, že talíře nejsou oproti radličkám tolik náchylné na opotřebování. Jištění proti poškození zde často bývá prostřednictvím silentbloků (viz obrázek 12) [6, 24].



Obrázek 11 - Talířový podmítač [36]



Obrázek 12 - Silentblokové jištění [37]

2.3.3 Dlátové kypřiče

Tyto kypřiče jsou určeny pro středně hluboké až hluboké kypření. Jsou tvořeny slupicemi s dlátý, na které je možno umístit boční křídla. Slupice proniká do půdy s minimálním narušením povrchu. Dojde k prokypření a rozdrobení hlubších vrstev, přičemž většina posklizňových zbytků zůstane na povrchu. Za slupicemi jsou většinou umístěny válce s hroty nebo disky na rozdrobení hrud. Některé druhy těchto kypřičů lze nastavit na kypřicí hloubku až 60 cm [6, 4, 17].



Obrázek 13 – Dlátový kypřič [38]

2.3.4 Kombinované kypřiče

Jsou to kombinované stroje vhodné pro kypření do hloubky a zároveň pro přípravu set'ového lůžka. V první fázi dochází k mělkému zpracování kypřicími disky, následují dláta zasahující do hloubky 25-30 cm a poté dláta s křídly, umístěná do mezíradí předchozí sekce. Na konci bývají pěchy nebo hrotové válce. U některých výrobců se lze setkat s hydraulicky nastavitelnou smykovací lištou pro urovnávání povrchu [4, 5, 6].



Obrázek 14 – Kombinovaný kypřič [39]

2.4 Minimalizační technologie zpracování půdy

Jedná se technologii zpracování půdy, kdy dochází jen k částečnému zpracování. Účelem je redukovat počet přejezdů na pozemku, tím snížit potřebu pracovních sil a náklady na provoz strojů. Minimalizační technologie je šetrnější k půdě. Zpracovává ji s nižší intenzitou, což zamezuje zbytečnému výparu půdní vláh. S tím souvisí vysoký podíl rostlinných zbytků ponechaný na povrchu, který brání splavování a odnosu půdních částic. Zbytky rostlin na povrchu také fungují jako zdroj živin pro následně zasetou plodinu. Důvodem rozvoje minimalizačního zpracování půdy jsou i technické faktory. Na trhu je dnes řada strojů umožňující některé operace vynechat nebo sloučit více operací do jedné [6, 7].

2.4.1 Půdochranné zpracování půdy

Půda je zpracovaná v pásech a na povrchu je ponecháváno nejméně 30 % rostlinných zbytků. Rostlinné zbytky chrání půdu před vodní a větrnou erozí. Nedochází k vyplavování živin a zhoršování půdní úrodnosti, naopak zbytky rostlin poskytují živiny pro následně zasetou plodinu. Dále zlepšují infiltraci dešťové vody, zabraňují výparu a celkově tak zlepšují vláhové podmínky v půdě [6, 7].



Obrázek 15 – Pásové zpracování půdy [40]

2.4.2 Přímé setí do nezpracované půdy

Jde o techniku, kdy odpadá podmínka i orba a vysévá se přímo do nezpracované půdy. Tím se tento způsob stává ekonomicky výhodný. Navíc se zpracovává jen

minimální část povrchu (do 10 %), což snižuje energetickou náročnost tažného prostředku. Způsob přímého setí však není využitelný ve všech oblastech. Snížením počtu pracovních operací je potlačováno hubení plevelů. Hodí se tedy spíše do nezaplevelených a úrodných půd. Stroje pro setí často bývají vybaveny zásobníky na hnojivo a dochází zároveň k tzv. hnojení pod patu. To znamená, že hnojivo je uloženo pod osivem v celkové hloubce 10–20 cm. Rostlina je tak motivována si pro toto hnojivo „dosáhnout“, a tím rozvíjet svou kořenovou soustavu. Současně je tím docíleno rovnoměrnějšího vyživování rostliny během vegetace. Tato technologie má ovšem i své nevýhody. Například způsobuje větší míru zaplevelení a nižší mikrobiální činnost. S tím jsou spojené zásahy chemikáliemi a přihnojování minerálními hnojivy. Tyto látky se v půdě hromadí a jsou částečně splavovány do spodních vod. [6, 7].



Obrázek 16 - Sečí stroj určený pro technologii přímého setí [41]

3 Metodika a cíle práce

Praktická část bakalářské práce se bude zabývat porovnáním orebného a bezorebného zpracování půdy. Prvním cílem pokusu bude zjistit, zda je finančně výhodnější orba nebo hloubkové kypření. Ve druhé fázi se bude zjišťovat vliv jednotlivých zpracování na utužení půdy.

Pro zjišťování praktických informací byl vybrán podnik ZD Krásná Hora nad Vltavou a.s. Nachází v oblasti Středního Povltaví, v okrese Příbram. Hospodaří zhruba na 5 200 ha zemědělské půdy a chová přibližně 4200 kusů skotu. Dále také provozuje dvě bioplynové stanice (dohromady s výkonem 1 350 kW).

Pro výzkum byly vybrány celkem 4 pozemky nacházející se ve vzdálenosti zhruba jednoho kilometru od Krásné Hory nad Vltavou. Konkrétně pro hloubkové kypření se jedná o pozemek s celkovou výměrou 50,48 ha. Ovšem na tomto pozemku byla vyčleněna část o velikosti 26,92 ha. Tato část pozemku je členitá z hlediska půdních vlastností, takže je zde možno zjistit objektivní hodnoty. Pro výzkum orebného zpracování byly vybrány pozemky 3, o celkové výměře 29,34 ha. Hloubkové kypření bude prováděno prostřednictvím traktoru Case magnum 290 a kypřiče Tiger 4 AS. Tento kyprič disponuje záběrem 4 metry a předpokládaná provozní výkonnost je $1,5 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Pro orbu bude využit stejný traktor v agregaci s poloneseným pluhem Kverneland PB 100 se záběrem 3 metry a předpokládanou výkonností $1 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$.

Na každém pozemku zvlášť bude zjišťována spotřeba paliva. Před zahájením práce se na čerpací stanici v areálu zemědělského podniku doplní palivo na určitou mez, a po dokončení bude opět doplněno na stejném místě na stejnou hranici jako před zahájením operace. Spotřeba paliva bude zjišťována z palubního počítače traktoru a jako kontrolní budou brány hodnoty z počítadla čerpací stanice, ze kterých však bude muset být odečteno palivo z přejezdů na pole a zpět. Tak se zjistí spotřeba paliva na daném pozemku a s ohledem na výměru lze spočítat spotřebu na hektar (viz vzorec 1). V průběhu prací také dojde k měření pracovní hloubky. U orby bude hloubka měřena jako vzdálenost od povrchu pozemku na dno brázdy. V případě hloubkového kypření se porovná a změří rozdíl hloubky pracovního tělesa při zahloubení a po zdvihnutí z půdy. Měření proběhne pomocí svinovacího metru.

$$S = \frac{S_p}{V}$$

Kde:

S – Spotřeba paliva [$l \cdot ha^{-1}$],

S_p – Spotřeba paliva na plochu [l],

V – Výměra [ha].

Cena paliva pro výpočet bude stanovena na 14 korun za litr. Dále budou spočítány finanční náklady na palivo z 1 hektaru (viz vzorec 2). Následně pomocí výměry a nákladů na hektar spočítáme celkové náklady na pozemek (viz vzorec 3).

2

$$N_p = C_p \cdot S$$

Kde:

N_p – Náklady na palivo [$Kč \cdot ha^{-1}$],

C_p – Cena paliva [$Kč \cdot l^{-1}$],

S – Spotřeba paliva [$l \cdot ha^{-1}$].

3

$$N_{po} = N \cdot V$$

Kde:

N_{po} – Náklady na pozemek [Kč],

N – Náklady na hektar [$Kč \cdot ha^{-1}$],

V – Výměra [ha].

Pro objektivnější zhodnocení finanční náročnosti pro jednotlivé techniky zpracování bude do pokusu zahrnuta nejen spotřeba pohonných hmot, ale také finanční

náročnost na obsluhu. Množství času, který souprava s obsluhou stráví na pozemcích se bude měřit pomocí hodin v telefonu a jako kontrolní budou brány údaje z denních výkazů o práci. Zjistí se tedy počet hodin, které obsluha stráví se strojem na pozemku a bude vynásoben hodinovou sazbou, která byla stanovena na 100 korun na hodinu (viz vzorec 4).

4

$$N_o = H \cdot H_s$$

Kde:

N_o – Náklady na obsluhu [Kč],

H – Počet hodin,

H_s – Hodinová sazba [Kč].

Pro vyhodnocení dojde k sečtení celkových nákladů pro jednotlivé způsoby zpracování a budou vyděleny celkovou obdělanou plochou, čímž se získají náklady na jeden hektar (viz vzorec 5).

5

$$CN_h = \frac{N_c}{P_c}$$

Kde:

CN_h – celkové náklady na hektar [Kč],

N_c – Celkové náklady [Kč],

P_c – Celková obdělaná plocha [ha].

Ve druhé části pokusu proběhne měření penetrometrického odporu půdy, a to pro oba způsoby zpracování zvlášť. V případě třech pozemků zpracovaných orbou se na každém z nich vytyčí 2 rovnoměrně umístěné body na souvrati a 2 body pravidelně rozmístěné uprostřed pozemků. To znamená, že pro orební zpracování bude provedeno

celkem 6 měření na souvratích a 6 měření uprostřed pozemků. Podobným způsobem proběhne měření i na pozemku, který bude zpracován hloubkovým kypřením. Opět se změří 6 rovnoměrně vzdálených bodů na souvrati a poté proběhne 6 měření na bodech uvnitř pozemku, opět v rovnoměrné vzdálenosti od sebe

Měření proběhne pomocí penetrolgeru. Přístroje, který slouží pro měření odporu průniku do půdy. V průběhu měření sondážní tyče s hrotem pomalu pronikají do půdy a na digitálním displeji penetrolgeru je promítána křivka, která posuzuje penetrometrický odpor. Odpor je možno měřit až do hloubky 80 cm a výsledky pak lze přenést do počítače a zobrazit je v přehledných grafech. Součástí sady je i sonda na měření půdní vlhkosti, která je snadno připojitelná k přístroji. Prostřednictvím hrotů se upevní do půdy a hodnota vlhkosti se uloží spolu s jednotlivými měřeními. Přístroj také obsahuje vnitřní systém GPS pro přesné určení lokality. [13]

Popis přístroje:

- 1 – Penetrologger
- 2 – Tlumič nárazů
- 3 – Dvojitá sondážní tyč
- 4 – Hrot
- 5 – Komunikační port
- 6 – GPS s anténou
- 7 – LCD displej
- 8 – Ovládací panel
- 9 – Vodováha
- 10 – Držadla



Obrázek 17 – Souprava Penetrologger [42]

3.1 Popis pozemků s orebním zpracováním

3.1.1 Pozemek 0401

Uživatel	ZD Krásná Hora nad Vltavou a. s. (34020)
Výměra (ha)	4,05
Kultura	Standartní orná půda
Souřadnice	49.602610, 14.269966
Územní příslušnost	Příbram



Obrázek 18 - Pozemek 0401 [43]

Informace o pozemku:

Kambizemě převážně na rovině nebo úplné rovině se všestrannou expozicí a s celkovým obsahem skeletu do 25 %. Středně hluboké až hluboké půdy v mírně teplém a mírně vlhkém klimatickém regionu. Málo produkční [43].

3.1.2 Pozemek 1504/3

Uživatel	ZD Krásná Hora nad Vltavou a. s. (34020)
Výměra (ha)	13,24
Kultura	Standartní orná půda
Souřadnice	49.601516, 14.265914
Územní příslušnost	Příbram



Obrázek 19 - Pozemek 1504/3 [44]

Informace o pozemku:

Kambizemě převážně na mírných svazích se všestrannou expozicí a celkovým obsahem skeletu 25–50 %. Mělké až středně hluboké půdy. Mírně teplý a mírně vlhký klimatický region. Produkčně málo významné [44].

3.1.3 Pozemek 1402

Uživatel	ZD Krásná Hora nad Vltavou a. s. (34020)
Výměra (ha)	12,05
Kultura	Standartní orná půda
Souřadnice	49.603370, 14.264116
Územní příslušnost	Příbram



Obrázek 20 - Pozemek 1402 [45]

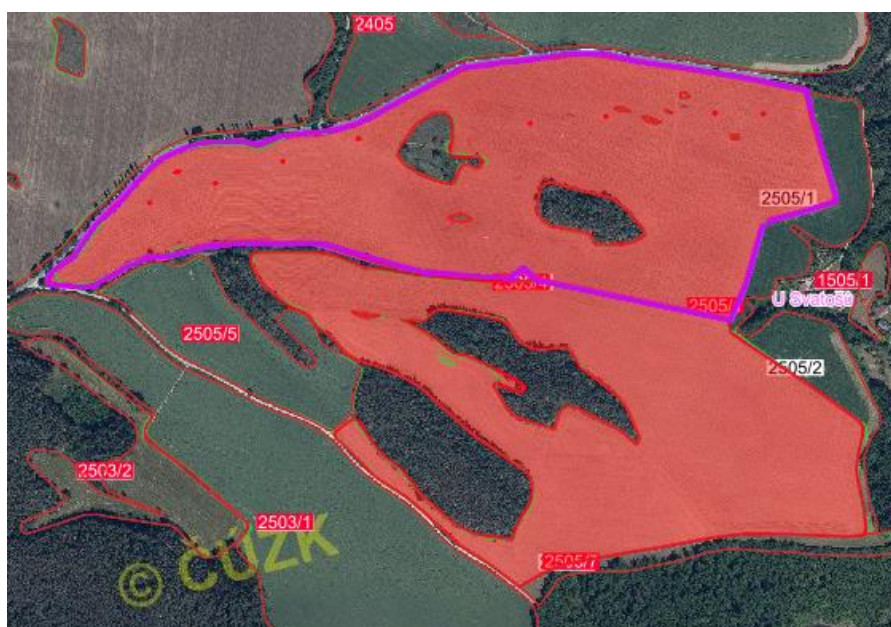
Informace o pozemku:

Kambizemě a pseudogleje převážně na mírných svazích se všestrannou expozicí a s celkovým obsahem skeletu 25–50 %. Středně hluboké až hluboké půdy. Mírně teplý a mírně vlhký klimatický region. Produkčně málo významné [45].

3.2 Popis pozemku s bezorebním zpracováním

3.2.1 Pozemek 2505/4

Uživatel	ZD Krásná Hora nad Vltavou a. s. (34020)
Výměra (ha)	26,92 (50,48)
Kultura	Standartní orná půda
Souřadnice	49.600889, 14.248841
Územní příslušnost	Příbram



Obrázek 21 – Pozemek 2505/4 [46]

Informace o pozemku:

Kambizemě, pseudogleje a gleje na mírných nebo středních svazích. Všestranná expozice s obsahem skeletu 20–50 %. Středně hluboké až hluboké půdy v mírně teplém a mírně vlhkém klimatickém regionu. Produkčně málo významné [46].

4 Výsledky

4.1.1 Orba soupravou Case 310 + Kverneland PB 100

Pozemek	Výměra [ha]	Spotřeba paliva na plochu [l]	Spotřeba paliva [$l \cdot ha^{-1}$]	Cena paliva [$Kč \cdot l^{-1}$]	Náklady na hektar [Kč]	Náklady na pozemek [Kč]
0401	4,05	92	22,71	14	318	1288
1504/3	13,24	313	23,64	14	331	4382
1402	12,05	276	22,90	14	321	3868

Tabulka 1 – Finanční vyhodnocení pro orebné zpracování

Finanční náročnost na obsluhu

Pozemek	Výměra [ha]	Počet hodin	Hodinová sazba [Kč]	Náklady na obsluhu [Kč]
0401	4,05	3,5	100	350
1504/3	13,24	11,5	100	1150
1402	12,05	11	100	1100

Tabulka 2 – Finanční náročnost na obsluhu pro orebné zpracování

4.2 Zhodnocení bezorebního zpracování

4.2.1 Hlubkové kypření soupravou Case magnum 290 + Tiger 4 AS

Pozemek	Výměra [ha]	Spotřeba paliva na plochu [l]	Spotřeba paliva [$l \cdot ha^{-1}$]	Cena paliva [$Kč \cdot l^{-1}$]	Náklady na hektar [Kč]	Náklady na pozemek [Kč]
0401	26,92	566,5	21,04	14	294,56	7930

Tabulka 3 – Finanční vyhodnocení pro bezorebné zpracování

Finanční náročnost na obsluhu

Pozemek	Výměra [ha]	Počet hodin	Hodinová sazba [Kč]	Náklady na obsluhu [Kč]
2505/4	26,92	16,5	100	1650

Tabulka 4 – Finanční náročnost na obsluhu pro bezorebné zpracování



Obrázek 22 - Hlubkové kypření soupravou Case magnum 290 + Tiger 4 AS

4.3 Celkové vyhodnocení

Náklady pro orebné zpracování [Kč]

$$1288+4382+3868+350+1150+1100 = \mathbf{12138 \text{ Kč}}$$

Celková obdělávaná plocha [ha]:

$$4,05+13,24+12,05 = \mathbf{29,34 \text{ ha}}$$

Celkové náklady na hektar:

$$12\,138 \div 29,34 = \mathbf{413,70 \text{ Kč}\cdot\text{ha}^{-1}}$$

Náklady na bezorebné zpracování [Kč]

$$7930+1650 = \mathbf{9580 \text{ Kč}}$$

Celková obdělávaná plocha [ha]:

$$\mathbf{26,92 \text{ ha}}$$

Celkové náklady na hektar:

$$9580 \div 26,92 = \mathbf{355,86 \text{ Kč}\cdot\text{ha}^{-1}}$$

Způsob zpracování	Celkové náklady [Kč]	Celková obdělávaná plocha [ha]	Celkové náklady na hektar [Kč]
Orebný způsob	12 138	29,34	413,70
Bezorebný způsob	9580	26,92	355,86

Tabulka 5 – Celkové vyhodnocení



Obrázek 23 - Orba soupravou Case 310 + Kverneland PB 100

$$V = \frac{P_o}{T_o} = \frac{29,34}{26} = 1,12 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$V = \frac{P_o}{T_o} = \frac{26,92}{16,5} = 1,63 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$$

Kde:

V – Provozní výkonnost [$\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$],

P_o – Obdělaná plocha [ha],

T_o – Operativní čas [h].

Způsob zpracování	Obdělaná plocha [ha]	Operativní čas [h]	Provozní výkonnost [$\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$]
Orebný způsob	29,34	26	1,12
Bezorebný způsob	26,92	16,5	1,63

Tabulka 6 – Provozní výkonnost

$$S_p = \frac{M_p}{P_o} = \frac{681}{29,34} = 23,21 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$$

$$S_p = \frac{M_p}{P_o} = \frac{566,5}{26,92} = 21,04 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Kde:

S_p – Spotřeba paliva [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$],

M_p – Množství paliva [l],

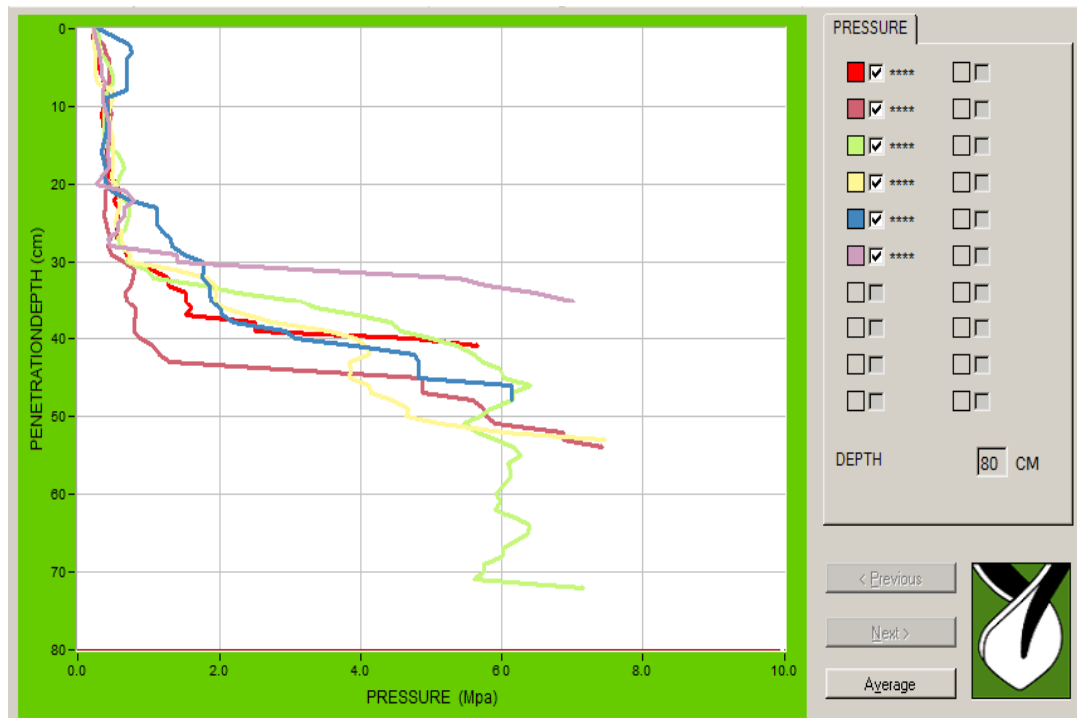
P_o – Obdělaná plocha [ha].

Způsob zpracování	Množství paliva [l]	Obdělaná plocha [ha]	Spotřeba paliva [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$]
Orebný způsob	681	29,34	23,21
Bezorebný způsob	566,5	26,92	21,04

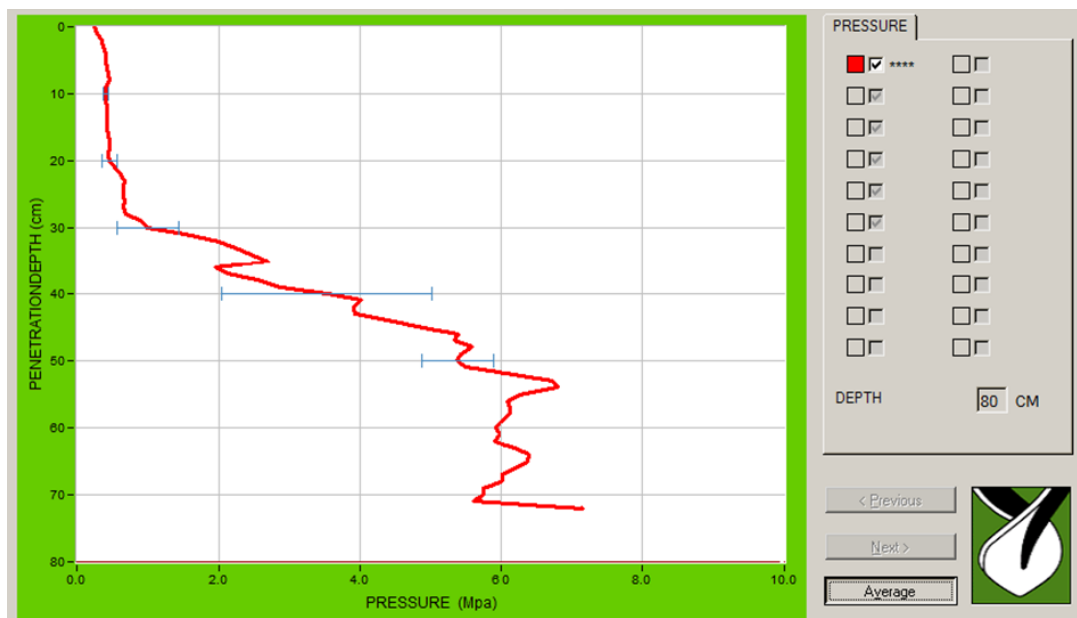
Tabulka 7 – Spotřeba paliva

4.4 Odpor půdy

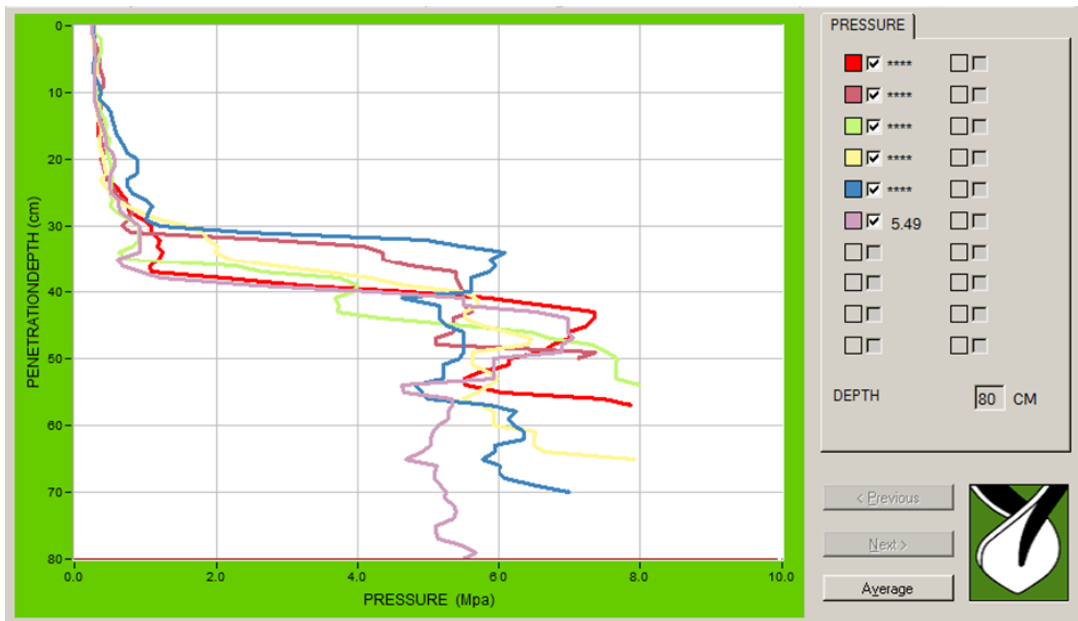
4.4.1 Odpor půdy při orebném způsobu zpracování



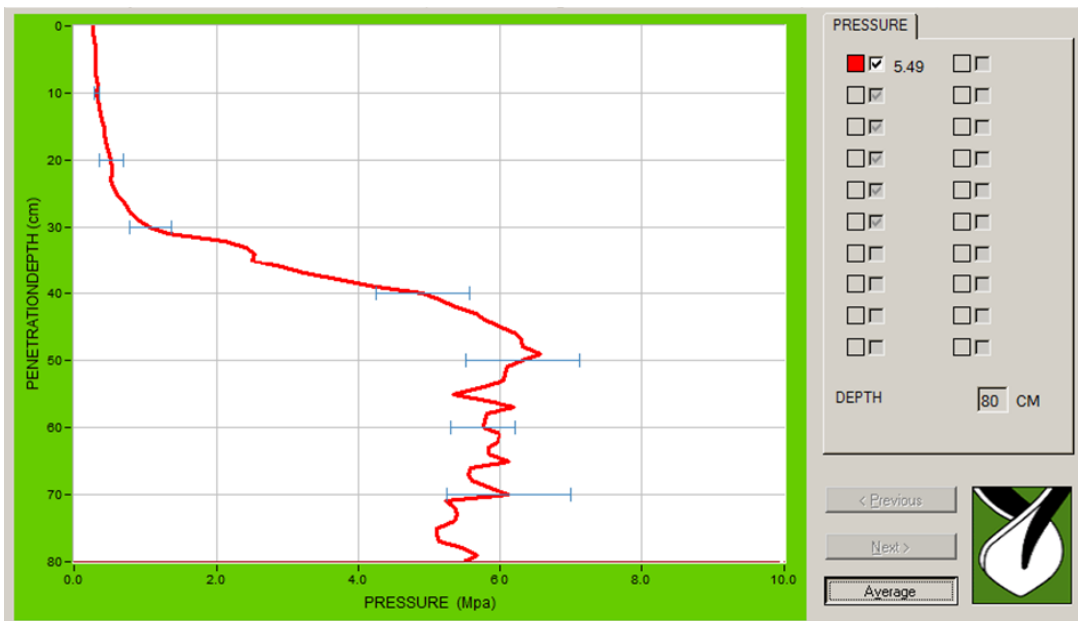
Graf 1 - Odpor půdy na souvrati



Graf 2 - Odpor půdy na souvrati (průměr)

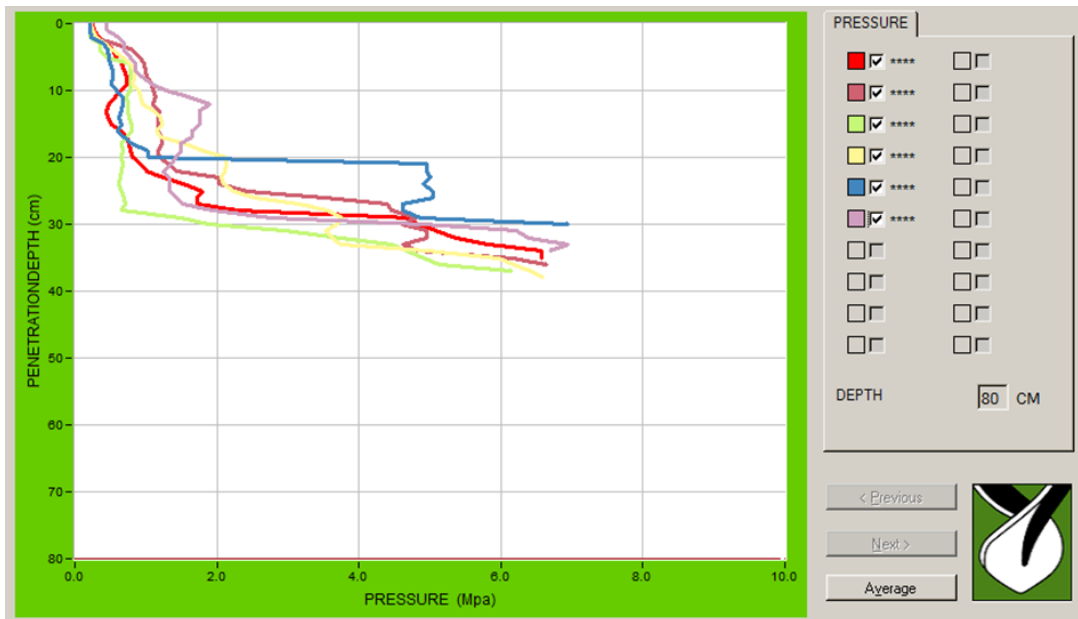


Graf 3 - Odpor půdy uprostřed pole

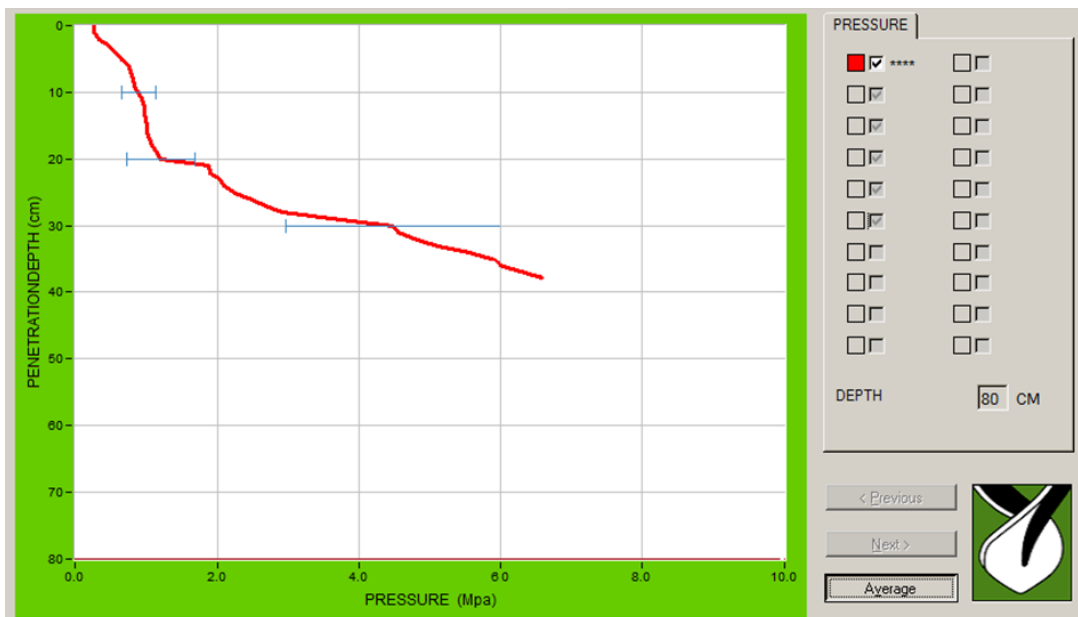


Graf 4 - Odpor půdy uprostřed pole (průměr)

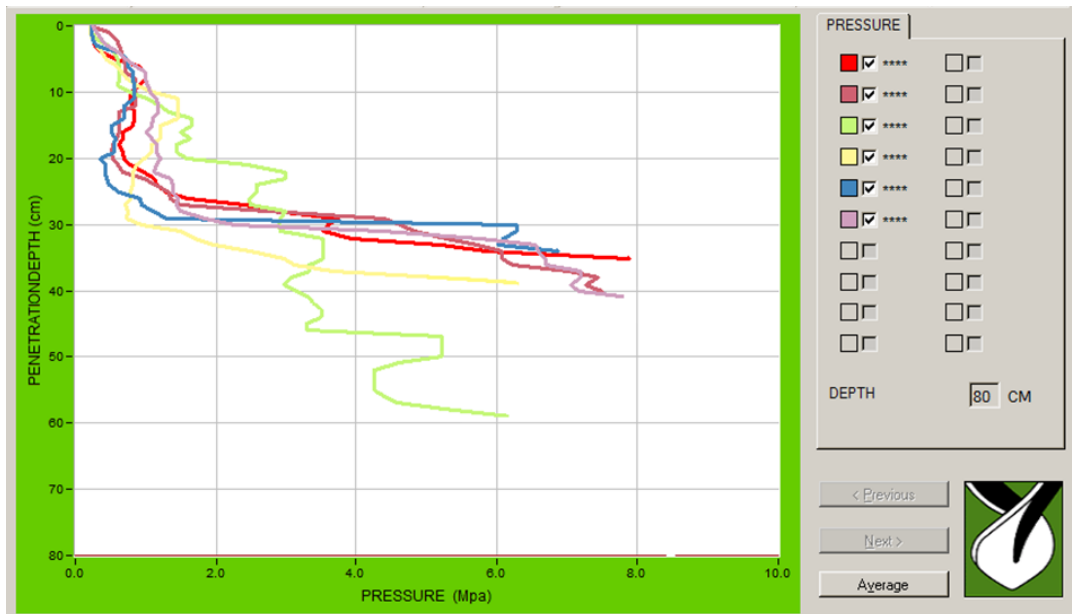
4.4.2 Odpor půdy při bezorebném způsobu zpracování



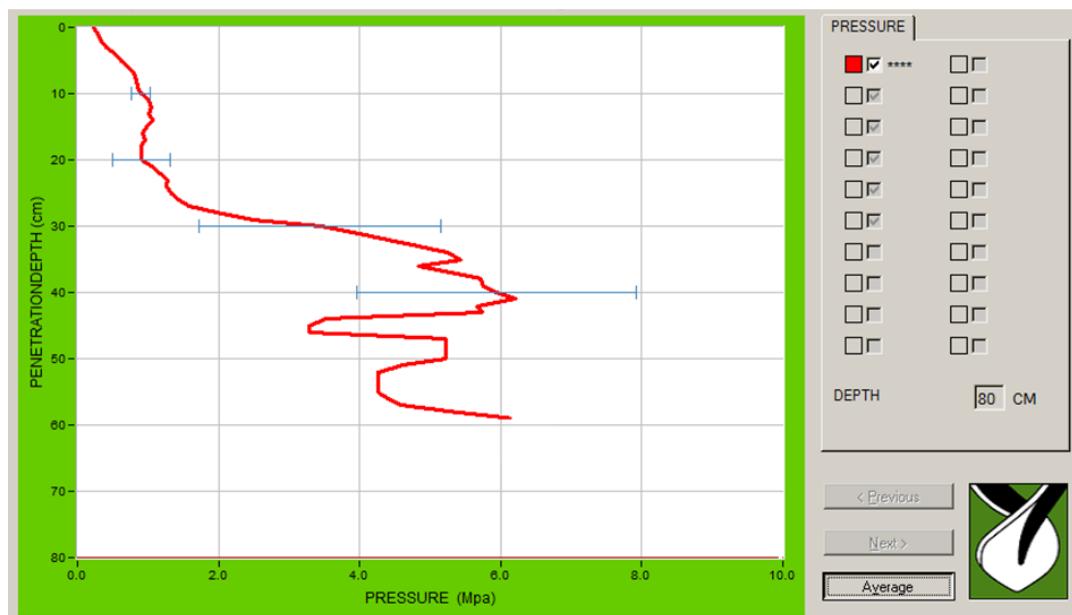
Graf 5 - Opor půdy na souvrati



Graf 6 - Opor půdy na souvrati (průměr)



Graf 7 - Odpor půdy uprostřed pole



Graf 8 - Odpor půdy uprostřed pole (průměr)

5 Diskuze

U orebného způsobu zpracování půdy bylo dosaženo spotřeby paliva 23,21 l·ha⁻¹, oproti tomu u zpracování hloubkovým kypřením byla spotřeba 21,04 l·ha⁻¹. V tomto případě to tedy znamená, že celkové náklady na zpracování jednoho hektaru orbou činily 413,70 Kč, a náklady na jeden hektar zpracovaný hloubkovým kypřením 355,86 Kč. Tento výsledek byl očekávaný. V praxi se orba často jeví jako nejnáročnější pracovní činnost v rámci zpracování půdy. Je patrné, že spotřeba na jeden hektar pro orbu byla o 2,17 l vyšší než pro zpracování půdy hloubkovým kypřením. Rozdíl byl způsobený mnoha faktory. Například pracovní záběr pluhu jsou jen 3 m, oproti hloubkovému kypřiči, který disponuje záběrem 4 m. To znamená, že traktor s pluhem musel pro obdělání stejné plochy vykonat více přejezdů než souprava traktoru a hloubkového kypřiče. Dále mohla být spotřeba paliva ovlivněna hloubkou orby. Průměrná hloubka se po změření pohybovala mezi 25–30 cm, lze tak tuto orbu označit jako hlubokou. V porovnání s hloubkovým kypřením, kde se zahloubení pohybovalo okolo 30 cm již není rozdíl tak výrazný. Dalším faktem, který mohl výsledek ovlivnit bylo to, že u traktoru, kterým bylo prováděno hloubkové kypření, došlo k poruše. Tento stroj tak musel být pro orbu nahrazen jiným strojem stejné značky s výkonem vyšším o 14,91 kW. Při obou způsobech zpracování však stroj obsluhovala stejná osoba, není tak pravděpodobné, že by tento fakt měl na celkový výsledek zásadní vliv. V průběhu hloubkového kypření panovalo převážně slunečné počasí. Taktéž u orby převládalo slunečné počasí beze srážek. Pracovní podmínky tak nebyly nijak ztěžovány.

Nejen finanční úspora, ale jako benefit se u hloubkového kypření ukázala také úspora času. Hloubkový kypřič disponuje o 1 m větším záběrem než radličný pluh. Pojezdová rychlost souprav je ovlivněna například tím, zda je souprava ve stoupání, či v klesání nebo jaké jsou momentální vlastnosti půdy. Nicméně z výsledků lze zjistit, že provozní výkonnost při orebném zpracování byla 1,12 ha·h⁻¹, oproti tomu u bezorebného zpracování 1,63 ha·h⁻¹. Z toho vyplývá, že při hloubkovém kypření bylo možné za hodinu obdělat o 0,51 ha více než v případě zpracování orbou.

Ve druhé fázi pokusu byl měřen odpor půdy pro jednotlivé způsoby zpracování. Měření probíhalo pomocí penetrometru. Výsledky měření v tomto případě však neprokázaly, že by hloubkové kypření působilo na utužení půdy

jednoznačně pozitivněji než orba. Z výše uvedených grafů je patrné, že při orebném zpracování se sonda penetrometru na souvrati dostala bez větších problémů do hloubky 30 cm, pak již odpor narůstal až na hodnotu tlaku 6–6,5 MPa, kde bylo měření ukončeno v hloubce okolo 50 cm. Obdobně na tom bylo i měření uprostřed pozemku, s tím rozdílem, že sonda byla schopna se při tlaku 6 MPa dostat na hloubku 60–70 cm. Tento výsledek potvrzuje problém s utužením hlubších vrstev půdy na souvratích. Při měření na souvratích pozemku, který byl zpracován hloubkovým kypřením, bylo při jednotlivých měřeních dosaženo přibližně stejných výsledků, ačkoli měřené body byly dostatečně a rovnoměrně vzdáleny od sebe. Sonda penetrologgeru pronikala do hloubky 30–35 cm, kde bylo měření zastaveno při tlaku 6–6,5 MPa. Obdobně tomu bylo i při měření uprostřed pozemku. Sonda byla ve většině případů zastavena v hloubce 35–40 cm, při vyvíjeném tlaku 7,5–8 MPa. U hloubkového kypření se tedy podařilo překonat hranici 45 cm jen při jednom měření. Tento výsledek mohl být způsobený dlouhodobým zhutněním spodních vrstev nebo výskytem horninového podloží.

U hloubkového kypření byla průměrná vlhkost půdy 22, 7 %, zatímco u orebného zpracování 21, 2 %. Rozdíl 1,5 % není nijak extrémní, lze ale usuzovat, že hloubkovým kypřením je možno zlepšit vláhové poměry v půdě, což může pozitivně ovlivnit následné výnosy. Naopak u orby je nutno ocenit kvalitní zapravení posklizňových zbytků, ke kterému při hloubkovém kypření nedošlo.

Shrnutím lze konstatovat, že půdní utužení nebylo při hloubkovém kypření oproti orbě výrazněji ovlivněno. Pokud by byla prováděna méně hluboká orba, výsledky by se pravděpodobně lišily. Orba však byla provedena kvalitně a do hloubky. Sice v tomto případě nebyl potvrzen výrazně pozitivní vliv na utužení ze strany hloubkového kypření, nutno ale dodat, že tento způsob zpracování má oproti orbě jiné benefity. Bylo zjištěno, že je finančně výhodnější, časově méně náročný a jak vyplývá z výsledků, může zlepšovat obsah vody v půdě. Je tedy vhodné tyto dvě technologie střídat a volit je podle aktuálních podmínek a požadavků.

Závěr

Po vyhodnocení bylo dosaženo výsledku, že bezorebné zpracování je finančně méně náročné než orba. Nelze však srovnávat jen finanční stránku. Orba vždy měla a má jisté výhody, které jiný způsob zpracování nenabízí. Poskytuje kvalitní zapravení posklizňových zbytků a organických hnojiv, pomáhá likvidovat plevely a kvalitně prokypřuje půdní profil. Naopak hloubkové kypření se jeví jako výhodné řešení do sušších oblastí a oblastí, které jsou ohroženy erozí. Také záleží na velikosti a možnostech podniku. Pro velké podniky, které mají několik tisíc hektarů by bylo výhradně orební zpracování časově i finančně velmi náročné. Naopak při dlouhodobém používání pouze bezorebné technologie může docházet ke zhutňování půdy, následné tvorbě močálů, špatné vzcházivosti plodin a dalším problémům.

Nelze tedy jednoznačně říci, zda provádět tu či onu technologii zpracování půdy. Je potřeba zvolit kompromis, který zabezpečí střídání těchto technologií a jejich využívání ve vhodných případech. Současně je třeba dbát na dodržování osevních postupů a správnou volbu termínu jednotlivých pracovních úkonů.

V zemědělství je každý rok jiný. Neznamená, že postupy, které fungovaly jeden rok budou fungovat i ten další. Je potřeba se přizpůsobovat aktuálním podmínkám a reagovat na ně. Zemědělství tak nikdy není rutinní záležitost.

Použitá literatura

- [1] ABRAHAM, Zdeněk, BAUER, František a HŮLA, Josef *Zpracování půdy*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství brázda s. r. o., 1997. ISBN 80-209-0265-1.
- [2] BAUER, František. *Problematika využití traktorů vyšších výkonových tříd*. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. ISBN 80-7271-62-1.
- [3] BEDRNA, Zoltán, DLAPA, Pavel a ŠARAPATKA, Bořivoj. *Kvalita a degradace půdy*. Vyd. 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2002. ISBN 80-244-0584-9.
- [4] HEŘMÁNEK, Petr, KUMHÁLA, František a ROH, Jiří. *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1997. ISBN 80-213-0327-1.
- [5] HORSCH. HORSCH Tiger AS LT MT XL [online]. 2008 [cit. 2019-11-8]. <https://www.horsch.com/service/downloads/bodenbearbeitung/cz-cesky/>
- [6] HŮLA, Josef, PROCHÁZKOVÁ, Blanka a kolektiv. *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Vyd. 1. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. ISBN 80-7271-106-7.
- [7] HŮLA, Josef, PROCHÁZKOVÁ Blanka a kolektiv. *Minimalizace zpracování půdy* Vyd. 1. Praha: Profi Press s. r. o., 2008. ISBN 978-80-867226-28-1.
- [8] JANEČEK, Miloslav a kolektiv. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2007. ISBN 80-86642-38-0.

- [9] KALINA, Miroslav. *Kompostování a péče o půdu*. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-697-8.
- [10] KVERNELAND. *Sortiment strojů Kverneland 2018 CZ* [online]. 2018 [cit. 2019-10-15]. <https://download.kvernelandgroup.com/Media/Files/Sortiment-stroju-Kverneland-2018-CZ>.
- [11] LHOTSKÝ, Šimon a kolektiv. *Zpracování a zúrodnování půd*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1997. ISBN 80-209-0048-9.
- [12] MIKO, Ladislav a kolektiv. *Život v půdě*. Vyd.1. Brno: Lipka, 2019. ISBN 978-80-88212-17-1.
- [13] NÁVOD K POUŽITÍ. SOUPRAVA PENETROLOGGERU [online]. [cit. 2020-01-20]. https://www.email.cz/download/k/6-FPP0JXoa0fwOEHva_04Bt7AX2sIGZW1ACW3xg7Rr1jiiOwLoJGlXwzRrWiv1JBpUtezZE/Petrologger_navod.pdf
- [14] NOVÁK, Petr. *Historie zemědělské techniky*. Vyd. 1. Praha: Profi Press, s. r. o., 2004. ISBN 80-86726-10-X.
- [15] PASTOREK, Zdeněk a kolektiv. *Zemědělská technika dnes a zítra*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství Martin Sedláček, 2002. ISBN 80-902413-4-4.
- [16] PROCHÁZKA, Bohumil a kolektiv. *Mechanizácia rastlinnej výroby*. Vyd. 1. Bratislava: Príroda, 1986.

[17] PÖTTINGER. SYNKRO Dvoj-a trojnosníkové podmítače a kypříče
PÖTTINGER [online]. 2018 [cit. 2019-11-9].
https://www.poettinger.at/cs_cz/Newsroom/Artikel/10488/prospekt-radlickove-podmitace-a-kyprice-synkro.

[18] TOMÁŠEK, Milan. *Půdy České republiky*. Vyd. 1. Praha: Český geologický ústav, 2000. ISBN 80-7075-403-6.

Internetové zdroje

- [19] Dostupné z: <https://www.uroda.cz/fyzikalni-stav-pudy-u-ruznych-systemu-jejeho-zpracovani/> (citováno dne: 11.10. 2019)
- [20] Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/orba-na-nekolik-zpusobu/> (citováno dne: 11.10. 2019)
- [21] Dostupné z: <http://www.studentske.cz/2009/05/zakladni-zpracovani-pudy.html> (citováno dne: 13.10. 2019)
- [22] Dostupné z: <http://www.zsz.wbs.cz/Zpracovani-pudy-6.html> (citováno dne: 17.10. 2019)
- [23] Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/podmitka-zakladem-zpracovani-pudy/> (citováno dne: 17.10. 2019)
- [24] Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/technologie-zpracovani-pudy-talirove-pluhy-talirove-podmitace-a-talirove-brany> (citováno dne: 17.10. 2019)
- [25] Dostupné z: <https://www.agrico-sro.cz/eshop-kategorie-rotacni-brany.html> (citováno dne: 18.10. 2019)

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Pluh bratranců Veverkových

[26] https://cs.wikipedia.org/wiki/Ruchadlo#/media/Soubor:Ruchadlo_bratranců_Veverkových.jpg (staženo dne: 11. 10. 2019)

Obrázek 2 – Samojízdný pluh

[27] <https://www.nzm.cz/aktuality/vice-nez-stolete-stroje-na-zemi-zivitelce-2018#gallery-1> (staženo dne: 11. 10. 2019)

Obrázek 3 – Orba do skladu

[28] <https://www.vari.cz/rady-a-navody/rady-do-zahrady/zpracovani-pudy-cast-prvni/art:41214/> (staženo dne: 12. 10. 2019)

Obrázek 4 – Orba do rozoru

[29] <https://www.vari.cz/rady-a-navody/rady-do-zahrady/zpracovani-pudy-cast-prvni/art:41214/> (staženo dne: 12. 10. 2019)

Obrázek 5 – Orba do roviny

[30] <https://www.agri-precision.cz/produkty/autopiloty/orba>
(staženo dne: 12. 10. 2019)

Obrázek 6 – Radličný pluh

[31] <http://www.agrobon.sk/pluhypnj30.html> (staženo dne: 12. 10. 2019)

Obrázek 7 – Talířový pluh

[32] <http://www.agroseznam.cz/cz/agrobazar/detail-inzeratu/58814-diskovy-pluh.html> (staženo dne: 13. 10. 2019)

Obrázek 8 – Speciální rozkládací pluh

[33] <http://www.agrobon.sk/pluhypnj30.html> (staženo dne: 13. 10. 2019)

Obrázek 9 - Pluh s předradličkou

[34] http://www.agrotrh.cz/images_inzeraty/39316_1.jpg

(staženo dne: 17. 10. 2019)

Obrázek 10 – Dvouřadý radličkový podmítač s pružinovým jištěním

[35] <https://www.vseprozemedelce.cz/podmitace.php> (staženo dne: 18. 10. 2019)

Obrázek 11 – talířový podmítač

[36] <http://jvagrotrade.cz/novatechnika/technika-dal-bo/talirove-podmitace/axr-h-2/> (staženo dne: 19. 10. 2019)

Obrázek 12 – Silentblokové jištění

[37] <https://i0.wp.com/reicarprofi.cz/wp-content/uploads/2016/11/unia-ares-l-4.jpg>

(staženo dne: 19. 10. 2019)

Obrázek 13 – Dlátový kypřič

[38] https://www.pekass.eu/hloubkovy-kypric-dlatovy-hkd-300_1195.html

(staženo dne: 13. 1. 2020)

Obrázek 14 – Kombinovaný kypřič

[39] <https://www.mechanizaceweb.cz/novy-kombinovany-kypric/>

(staženo dne: 13. 1. 2020)

Obrázek 15 – Pásové zpracování půdy

[40] <https://www.farmmanagement.pro/common-strip-till-mistakes-and-how-to-avoid-them/> (staženo dne: 17. 1. 2020)

Obrázek 16 – Secí stroj určený pro technologii přímého setí

[41] <https://www.mechanizaceweb.cz/technologie-primeho-seti/>
(staženo dne: 17. 1. 2020)

Obrázek 17 – Souprava penetrolloggeru

[42] https://www.email.cz/download/k/6-FPP0JXoa0fwOEHva_04Bt7AX2sIGZW1ACW3xg7Rr1jiiOwLoJGIXwzRrWlv1JBpUtezZE/Penetrologger_navod.pdf (staženo dne: 20. 1. 2020)

Obrázek 18 – Pozemek 0401

[43] <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>
(staženo dne: 1. 12. 2019)

Obrázek 19 - Pozemek 1504/3

[44] <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>
(staženo dne: 3. 12. 2019)

Obrázek 20 - Pozemek 1402

[45] <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>
(staženo dne: 3. 12. 2019)

Obrázek 21 - Pozemek 2505/4

[46] <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>
(staženo dne: 3. 12. 2019)

Obrázek 22 - Hlubkové kypření soupravou Case magnum 290 + Tiger 4 AS

Obrázek 23 – Orba soupravou Case 310 Kverneland PB 100

Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1 – Finanční vyhodnocení pro orebné zpracování

Tabulka 2 – Finanční náročnost na obsluhu pro orebné zpracování

Tabulka 3 – Finanční vyhodnocení pro bezorebné zpracování

Tabulka 4 – Finanční náročnost na obsluhu pro bezorebné zpracování

Tabulka 5 – Celkové vyhodnocení

Tabulka 6 – Provozní výkonnost

Tabulka 7 – Spotřeba paliva

Graf 1 - Odpor půdy na souvrati

Graf 2 - Odpor půdy na souvrati (průměr)

Graf 3 - Odpor půdy uprostřed pole

Graf 4 - Odpor půdy uprostřed pole (průměr)

Graf 5 - Opor půdy na souvrati

Graf 6 - Opor půdy na souvrati (průměr)

Graf 7 - Odpor půdy uprostřed pole

Graf 8 - Odpor půdy uprostřed pole (průměr)