



Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

## **Bakalářská práce**

Porovnání precizního a konvenčního zemědělství na daném  
pozemku

Autor práce: Tomáš Pospíchal

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

České Budějovice  
2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

V bakalářské práci je sledován rozdíl mezi konvenčním a precizním zemědělstvím při zpracování půdy a jejich vliv na efektivitu práce. Zaměřuje se na způsoby zpracování půdy, naváděcí systémy, konvenční a precizní zemědělství. Praktická část práce porovnává na konkrétním pozemku, rozděleném na dvě části, vliv konvenčního a precizního zemědělství na spotřebu pohonných hmot, plošnou výkonost, hlavní a vedlejší čas. Porovnání je provedeno při podmítce a při přípravě půdy před setím.

**Klíčová slova:** Precizní zemědělství, podmítka, spotřeba pohonných hmot, zpracování půdy, příprava půdy před setím

## **Abstract**

The bachelor's thesis examines the difference between conventional and precision agriculture in tillage and their impact on work efficiency. It focuses tillage methods, guidance systems, conventional and precision agriculture. The practical part of the work compares the impact of conventional and precision agriculture on fuel consumption, area performance, prime and secondary time on given plot divided into two parts.

**Keywords:** Precision agriculture, stubble, consumption of fuel, tillage, soil preparation before sowing

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi pomohly vypracovat tuto práci. Dále děkuji Martinu Molákovi a společnosti ZEMAD s.r.o. za umožnění a poskytnutí prostředků pro uskutečnění této práce. Díky náleží i Ing. Jaroslavu Pinkasovi za pomoc při rozdělení pozemku. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině, která mne podporovala a umožnila mi studovat na univerzitě.

# Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Půda .....	8
1.1.1 Význam půdy .....	8
1.2 Zpracování půdy.....	8
1.2.1 Podmítka .....	9
1.2.2 Orba.....	11
1.2.3 Předset'ové zpracování půdy .....	12
1.3 Konvenční zemědělství .....	13
1.4 Precizní zemědělství.....	13
1.5 Navigační systémy .....	15
1.5.1 Systémy navádění strojů .....	15
1.6 Souvrat'ový management.....	16
1.7 Controlled traffic farming .....	16
1.7.1 Zavedení CTF do praxe.....	17
1.7.2 Výhody systému CTF .....	18
1.7.3 Nevýhody systému CTF.....	18
2 Cíl.....	19
3 Metodika .....	20
3.1 Stroje využité pro pokus.....	20
3.2 Pokusné pozemky .....	21
3.3 Měření .....	22
3.4 Výpočet výkonosti a spotřeby pohonných hmot .....	23
3.5 Výpočet nákladů a jejich úspor .....	24
3.6 Kontrola stavu porostu .....	27

4	Výsledková část .....	28
4.1	Práce bez navigace .....	28
4.1.1	Podmítka .....	28
4.1.2	Kypření.....	29
4.1.3	Celkové náklady na zpracování půdy bez GPS navigace .....	30
4.2	Práce s automatickým řízením GPS navigací.....	32
4.2.1	Podmítka .....	32
4.2.2	Kypření.....	33
4.2.3	Celkové náklady na zpracování půdy při využití automatického řízení GPS navigací.....	34
4.3	Srovnání výsledků .....	36
4.4	Výpočet úspor při využívání GPS navigace .....	40
4.5	Vliv zvolené technologie na stav porostu.....	41
5	Diskuse.....	43
	Závěr .....	47
	Seznam použité literatury.....	48
	Seznam obrázků .....	50
	Seznam tabulek .....	51

---

## Úvod

Zpracování půdy je základní pracovní operací, kterou na poli provádíme po sklizni plodiny a pro přípravu půdy pro následující osetí. Na zpracování půdy je závislý stav půdy a výnos při následující sklizni. Naší snahou je udržovat půdu v co nejlepším stavu pro zachování její úrodnosti a tím i výnosů pěstovaných plodin.

V této práci je porovnáno zpracování půdy s použitím a bez použití navigace a automatického řízení. Navigační systémy využívané v zemědělství mají přínos pro zefektivnění, urychlení a usnadnění práce obsluhy, která zvládne díky těmto systémům pracovat déle a s nižší únavou. Časová okna pro zpracování půdy mezi sklizní a následným setím jsou velmi závislá na přízni počasí. V obdobích, kdy není vhodné počasí, nebo dostatek času, je nutné využít každé vhodné chvíle pro potřebné operace. S tímto by měly pomoci navigační systémy a automatické řízení umožňující zkrátit čas na souvrati a její velikost při jízdě způsobem vynechání jedné jízdy.

---

# 1 Literární přehled

## 1.1 Půda

Půda je svrchní část zemského povrchu, je jedním nejdůležitějších zdrojů v zemědělství. Skládá se z minerálů, organické hmoty a živých organismů žijících v půdě. Vznik půdy je dlouhodobý proces odvíjející se od působení klimatických podmínek, jako jsou srážky a teploty. Stavbou, složením, vlastnostmi a vznikem půd se zabývá vědní obor zvaný pedologie neboli půdoznalství. Pomocí pedologických průzkumů získáváme data, která nám pomáhají při práci s půdou (Hauptman, 2009).

Stavy zemědělské půdy se neustále snižují. V roce 1995 bylo na území České republiky 4 280 900 hektarů zemědělské půdy (Hůla et al., 1997), do roku 2019 se stav zemědělské půdy snížil na 4 202 112 hektarů zemědělské půdy (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2020).

### 1.1.1 Význam půdy

Pro zemědělství je půda nejdůležitějším zdrojem, díky půdě můžeme pěstovat rostliny pro získání surovin k následné výrobě potravin, pěstujeme na ní plodiny pro výrobu krmiv pro hospodářská zvířata a plodiny, které jsou průmyslově zpracovávány pro další užitek (Hůla et al., 1997).

## 1.2 Zpracování půdy

Pod pojmem zpracování půdy se nachází veškeré pracovní operace, jež svým specifickým způsobem mají vliv na vlastnosti ornice a podorničí. Všechny prováděné pracovní operace mají za úkol upravit půdu do stavu, ve kterém bude vhodná pro optimální zakořeňování a růst a vývin kulturních rostlin. Z vědních oborů, jako je fyzika, chemie, pedologie, společně s fyziologií rostlin, vznikly teoretické základy zpracování půdy, které jsou neustále rozvíjeny. Díky novým poznatkům z oboru pedologie a fyziologie rostlin, znalostem lze cílevědomě a účinně obdělávat půdu.

Zpracování půdy je nutné cílit dvěma směry, a to na rostliny, kde chceme dosáhnout vhodným zpracováním vyšších výnosů pěstovaných plodin, a na půdu, kterou je nutné zachovávat v úrodném stavu a její úrodnost zvyšovat. Zpracování půdy má při správném provedení velmi velký význam jako agrotechnické opatření. Ve vztahu k půdě má za úkol zpracování půdy splňovat úkoly, jako prokypření utužené půdy, zapravení posklizňových zbytků a statkových hnojiv a udržovat procesy probíhající v půdě. Pro rostliny je vhodným zpracováním půdy nutné vytvořit seťové



---

lůžko ve správné hloubce pro konkrétní plodinu, zapravit do půdy průmyslová hnojiva, ničit konkurenční rostliny, například plevely, které by negativně ovlivňovaly růst kulturních plodin, a dostatečnou hloubkou zpracování poskytnout rostlinám kyprou půdu pro rozvoj kořenové soustavy.

Při zpracovávání půdy je snahou ovlivňovat její vlastnosti, jako schopnost zadržovat vodu, která je nezbytná nejen pro pěstování rostlin, ale i pro chemické pochody přeměny látek a život mikroorganismů v půdě. Proto je třeba zpracováním půdy zvětšovat mocnost ornice a tím její objem, který je schopný zadržovat vodu. Dostatek vzduchu v půdě je pro činnost kořenové soustavy také velmi důležitý, avšak se zvyšujícím se utužením půdy je jeho podíl stále menší, proto je nutné půdu zpracovávat vhodnými způsoby a eliminovat nadměrné utužení (Šimon a Lhotský, 1989).

### **1.2.1 Podmítka**

Prvním pracovním zákrokem po sklizni plodin zanechávajících strniště je podmítka. Podmítkou se vytvoří vhodné podmínky pro růst plevelů a výdrolu pěstovaných plodin. Má také velký význam při hospodaření s vodou v půdě. Podmítkou se omezí výpar vody a prokypřená vrstva umožňuje snadnější vsakování srážkové vody. Kvalita a čas provedení podmítky po sklizni má vliv na navazující zpracování půdy díky snížení půdního odparu. Na včasné provedení podmítky má vliv rychlost odklizení slámy, pokud není rozdrčena a ponechána k zapravení do půdy.

Podmítku lze rozdělit podle hloubky zpracování na tři stupně: na mělkou podmítku (do 8 cm), středně hlubokou podmítku (od 8 do 12 cm) a hlubokou podmítku (až do 15 cm). Hloubka zpracování závisí na půdním druhu, množství posklizňových zbytků a vlhkostních podmínkách stanoviště. Na lehkých půdách, nebo při vlhčích a chladnějších, dostačuje podmítat mělčeji. V sušších a teplejších podmínkách, rovněž na těžších půdách, je vhodné zvětšit hloubku zpracování, aby byla vytvořena větší vrstva omezující odpar vody. Při velkém množství posklizňových zbytků je nutné hloubku zpracování zvětšit pro lepší zapravení. Pro provedení podmítky používáme talířové podmítače, radličkové kypřiče nebo podmítačí pluhy (Hůla et al., 1997).

Talířové podmítače se vyrábí ve variantách, kdy jsou talíře uloženy na hřídeli, nebo s uložení talířů na samostatných slupicích. Bývají vybaveny drobicími válci, které zpětně utuží zpracovaný povrch půdy a není již nutné následně podmítku ošetřit. Výhodou talířových podmítačů je vysoká pracovní rychlost a vysoká pracovní

---

výkonnost. Tyto podmítače velmi dobře zapravují rostlinné zbytky a promíchávají je s půdou, což lze vidět na obrázku 1.1, toto však může být na půdách ohrožených větrnou erozí nevýhodou. Další nevýhodou je hřebenovité dno, které vzniká prací tohoto typu podmítačů (Hůla et al., 2008).



**Obrázek 1.1: Podmítka řepkového strniště talířovým podmítačem Lemken Rubin 9**

Radličkové podmítače jsou vyráběny v různých provedeních, nejčastějším rozdílem je počet řad, ve kterých jsou umístěny pracovní orgány. Základní variantou jsou dvouřadé radličkové podmítače, víceřadé podmítače se vyznačují lepší průchodností při zapravení většího množství slámy nebo vysokého strniště. Podmítače bývají osazeny drobicím válcem, který způsobuje jako u talířových podmítačů zpětné utužení půdy, lze je také vybavit pružinovým jištěním slupic, jež je vhodné pro práci v kamenitých podmínkách. Při osazení radliček bočními křídly dochází k podříznutí celého půdního profilu. Předností těchto podmítačů je dobrá mísící schopnost a dobré vnikání do půdy při rozdílné tvrdosti půdy. V sušších podmínkách je práce podmítačů horší z důvodu tvorby hrud.

Podmítací pluh se v dnešní době využívají k provedení podmítky velmi zřídka. Vyznačovaly se velmi dobrým zaklopením rostlinných zbytků a rovnoměrným zpracováním po celé šířce pracovního záběru. Jejich nevýhodou je však nízká plošná výkonnost v porovnání s talířovými a radličkovými podmítači (Hůla et al., 1997).

---

### 1.2.2 Orba

Orba je základní pracovní operací při konvenčním zpracování půdy. Orbou je půda prokypřena, rozdrobena a při obracení se mísí s rostlinnými zbytky. Prokypřením je dosaženo zvětšení objemu půdy, její provzdušnění a je umožněno snazší vsakování vody. Drobením se mění utužená vrstva ornice na strukturu, jež je vhodná pro další zpracování a pěstování plodin. Díky obracení jsou vynášeny živiny z hlubších vrstev a tím jsou přístupnější pro kořenový systém rostlin. Kvalita provedené orby je závislá na půdních vlastnostech, například na vlhkosti a utužení půdy, na pracovní rychlosti a také na konstrukci pluhu, respektive typu použitých odhrnovaček. Při nízké pracovní rychlosti nastává drobení ve velmi malé míře vlivem pomalého obracení skývy, naopak při vysoké pojezdové rychlosti dochází při orbě k nežádoucí separaci částic podle velikosti (Šimon a Lhotský, 1989).

Hloubka, do které se orba provádí, se volí podle půdy a plodiny, kterou bude následně pozemek oset. Orbu dle hloubky můžeme rozdělit na mělkou orbu (do 18 cm), středně hlubokou orbu (od 18 do 24 cm), hlubokou orbu (od 24 do 30 cm) a na velmi hlubokou orbu (nad 30 cm), výjimečně se můžeme setkat s rigolovací orbou, která se provádí při zakládání ovocných sadů a vinic. Nejčastěji se využívá středně hluboké orby, která je vhodná pro obilniny, olejniny i luskoviny. Hluboká orba nalezne uplatnění před vyséváním cukrové řepy, pro kterou je větší hloubka zpracování vhodná (Hůla et al., 1997).

Orbu lze také rozdělit podle doby jejího provedení. Rozdělujeme ji na letní, seťovou, podzimní a jarní orbu. Letní orba se provádí bezprostředně po sklizni předplodiny, aby bylo možné zde rychle zasít další plodinu, například při setí kukuřice po obilninách sklizených metodou GPS. Provádí se jako mělká orba. Seťová orba se využívá při zakládání porostů ozimých obilovin a řepky. U seťové orby je nutné dodržení termínu provedení, mělo by se orat nejméně tři týdny před setím, pokud není možné toto pravidlo dodržet, měla by být zmenšena hloubka orby. Podzimní orba se provádí pro jarní obilniny, luskoviny a okopaniny. Půda se po orbě nechává v hrubé brázdě, což umožňuje snadné vsakování vody. Jarní orba je možná v případech, kdy nebylo možné provést podzimní orbu. Z agrotechnického hlediska je jarní orba nevhodná, jelikož nedochází ke správnému vsakování vody během podzimu a zimy (Šimon a Lhotský, 1989).

---

Orbu můžeme rozdělit podle způsobu pohybu soupravy po pozemku. Při orbě s jednostrannými pluhy existují dva způsoby pohybu. Prvním způsobem je orba do rozoru, při tomto způsobu se začíná orat od krajů záhonu či pozemku ke středu, uprostřed vzniká rozor. Druhý způsob se nazývá orba do skladu. Tento způsob je zpočátku složitější, jelikož první čtyři jízdy tvoří sklad ve středu záhonu či pozemku podle jeho velikosti, poté souprava pokračuje ve směru hodinových ručiček. Při orbě s oboustranným pluhem (viz obrázek 1.2), se oře do roviny. To znamená, že se pozemek oře od jedné strany ke druhé. Tento způsob orby je vhodnější k jednodušší a kvalitnější přípravě půdy pro setí (Hůla et al., 1997).



**Obrázek 1.2: Orba oboustranným poloneseným pluhem**

### **1.2.3 Předset'ové zpracování půdy**

Účelem předset'ové přípravy půdy je urovnat povrch půdy po orbě či předešlém zpracování půdy a vytvořit vhodné podmínky pro setí. Jejím prostřednictvím zapravujeme hnojiva do půdy a ničíme vzcházející plevel. Vytváříme set'ové lůžko, pro něž je specifické mírně utužené dno v hloubce uložení osiva a nakypřená svrchní vrstva půdy. Utužení dna set'ového lůžka má za účel podpořit vzlínání vody a nakypřená půda, kterou je osivo zahrnuto, má usnadnit přístup vzduchu k osivu a tím vzcházení rostlin. Při přípravě půdy dochází ke kypření, urovňání a mírnému utužení

---

půdy. Pro předseťovou přípravu půdy se využívají stroje s pasivními pracovními orgány, nebo stroje s aktivními pracovními orgány. Zástupcem strojů pro přípravu půdy s aktivními pracovními orgány jsou rotační brány, které jsou velmi často využívány ve spojení se secím strojem (viz obrázek 1.3), (Hůla et al., 1997).



Obrázek 1.3: Rotační brány ve spojení s pneumatickým secím strojem

### 1.3 Konvenční zemědělství

Konvenční zemědělství je charakteristické vyšší intenzitou obhospodařování spojenou s vyššími materiálními a energetickými vstupy. To vše se provádí za účelem maximalizace výnosů pěstovaných plodin a následných zisků. Intenzivně se v tomto způsobu zemědělství využívá chemických vstupů ve formě hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Toto má za následek potlačení přirozené vegetace na úkor kulturních plodin, pěstováním velkých ploch monokultur se snižuje biodiverzita krajiny a nastává nutnost regulace škůdců dalšími chemickými prostředky (web2.mendelu.cz, 2022b).

### 1.4 Precizní zemědělství

Precizní zemědělství je novou technologií, jež zemědělcům umožňuje přizpůsobovat prováděné činnosti, například hnojení plodin. Globální poziční systém (GPS) patří

---

mezi hlavní technologie, díky kterým můžeme využívat precizní zemědělství v praxi. Technologie GPS umožňuje poskytovat informace o pozici v reálném čase. Spojením systému pro mobilní komunikaci (zkráceně GSM) a měřících senzorů se stroji vybavenými palubním počítačem se lze přizpůsobovat půdním a vegetačním podmínkám. Díky dálkovému průzkumu země (DPZ) získáváme informace o pozemcích. Z těchto snímků lze získat data poskytující informace o aktuálním stavu porostu, následně je možné tyto snímky využívat pro vytváření aplikačních map (web2.mendelu.cz, 2022b).

Využívané senzorové systémy umožňují variabilní stanovení hodnot napříč celým pozemkem. Sensory napomáhají snadnějšímu zjišťování půdních vlastností nebo hodnocení porostů pěstovaných plodin, takto jsou nahrazovány nákladné a náročné tradiční metody. Nejčastěji jsou senzory využívány k hodnocení spektrálních vlastností porostů pro určení obsahu živin kvůli následné aplikaci hnojiv s obsahem dusíku, pro hodnocení stavu půdy, zejména jejího utužení a také se senzory využívají při mapování výnosů během sklizně. Data získaná pomocí senzorů jsou využita například pro plynulou změnu dávky při hnojení nebo změnu pracovní hloubky zpracování v závislosti na utužení půdy (Beneš, 2011).

Oproti konvenčnímu zemědělství, ve kterém se s pozemkem pracuje jako s jednotným celkem bez rozdílných vlastností, se v precizním zemědělství zpracování přizpůsobuje aktuálním podmínkám stanoviště. Díky tomuto přístupu získáváme přínosy po ekonomické stránce ve smyslu optimalizované rostlinné produkce, z ekologického hlediska předcházíme možnosti rizika znečištění životního prostředí nešetrným zacházením s přípravky na ochranu rostlin a hnojivy. Digitalizací záznamů je dosahováno lepší dohledatelnost využití prostředků. Mezi nejvýznamnější ekonomické přínosy patří snížení nákladů na pohonné hmoty, nákup hnojiv a pesticidů. Využití precizního zemědělství ovšem neznamená pouze snížení nákladů na využitá hnojiva, ale i optimalizaci jejich využití, přičemž nemusí dojít nutně ke snížení nákladů. Tím, že je k pozemku přistupováno jako k nehomogennímu celku, je aplikováno množství, které bylo vyhodnoceno jako dostačující v daných lokalitách, naopak v určitých místech je v důsledku nedostatečného zásobení živinami dávka zvýšena. Toto může vést ke stejné spotřebě hnojiv jako při konvenčním zemědělství, ovšem s tím rozdílem, že je vyrovnána bilance živin v půdě (Lukas et al., 2010).

---

## 1.5 Navigační systémy

Pořízení navigačního systému bývá prvním krokem ke zefektivnění provozu stroje a přechodu k preciznímu zemědělství. Navigační systémy umožňují zefektivnit práci využíváním maximální šířky záběrů a tím snižují počet přejezdů po pozemku a při setí či aplikaci hnojiv a pesticidů lze snížit jejich množství minimalizací překryvů vzniklých v důsledku manuálního řízení. Na používání navigace nemá vliv denní doba, proto lze pracovat velmi přesně i v noci. Obsluha na displeji vidí vytvořené linie, což jí umožňuje snadnější otáčení soupravy na souvrati díky možnosti vynechat libovolný počet linií. To má velkou výhodu u traktorů na dvoupásovém podvozku, u kterých při zatáčení dochází k hnutí hlíny (Beneš, 2011).

Hlavními přínosy navigačních systémů je snížení únavy obsluhy, která nemusí neustále vyvíjet potřeбенé úsilí pro udržení co nejpřesnější stopy stroje. Je dosahováno zvýšení výkonosti pomocí vyšších pracovních rychlostí nebo jednoduššího otáčení na souvrati, snížení vynechaných míst nebo naopak velkých překryvů a tím dosažení kvalitnější a efektivnější práce (Hůla et al., 2008).

### 1.5.1 Systémy navádění strojů

Základním a nejjednodušším systémem je systém manuálního navádění. Tento systém využívá k navádění soupravy světelnou lištu či LCD monitor, který obsluze napovídá, kterým směrem má být souprava řízena, aby udržovala přesnější směr jízdy. Tento systém zaručuje snadné využití na více strojích díky jednoduché demontáži a opětovné montáži na jiný stroj (Bauer et al., 2006).

Přesnějším systémem je možnost využití asistovaného navádění. Tento systém oproti manuálnímu navádění již zasahuje do řízení stroje. Můžeme se setkat s jednoduchým systémem elektromotorku, který je připevněn na sloupku řízení a při aktivaci otáčí volantem traktoru. Lze se také setkat s modifikacemi, u kterých je nahrazen původní volant traktoru volantem se zabudovaným elektromotorkem. Toto řešení nabízí možnost tento systém používat mezi více stroji (web2.mendelu.cz, 2022a).

Nejmodernějším je systém plně automatického řízení. Tento systém již neotáčí volantem stroje, ale je napojen do hydraulického systému řízení traktoru. Řidič jako u předchozího systému navádění zasahuje do řízení stroje pouze při vyhýbání se s překážkou nebo při otáčení na souvrati. Moderní systémy dokážou samostatně při

---

správném zadání potřebných parametrů otočit soupravu na souvratí samostatně a navést ji do další linie. Tento systém nelze snadno přenášet mezi více stroji, proto je vhodnější mít ve výbavě strojů již zabudovaný systém a pokud to daný výrobce umožňuje, přenášet mezi stroji pouze přijímač GPS signálu.

Přesnost navádění soupravy na pozemcích závisí na umístění přijímače GPS signálu, síle signálu a dostupném korekčním signálu. Korekce signálu GPS zvyšuje jeho přesnost až na několik centimetrů (Bauer et al., 2006).

Rozlišujeme absolutní a relativní přesnost. Absolutní přesnost udává odchylku od pozice a je nutná pro lokalizaci během delšího časového období. Relativní přesnost je odchylkou mezi navazujícími jízdami soupravy po pozemku (web2.mendelu.cz, 2022a).

## **1.6 Souvrat'ový management**

Mezi hojně využívané systémy usnadňující práci obsluze patří souvrat'ový management. Tento systém umožňuje zautomatizovat pracovní operace, které obsluha jinak musí provádět na souvratí při každém otočení jednotlivě. To vede ke zvýšení komfortu a produktivity pro obsluhu stroje. Tímto systémem lze ovládat pouze elektronicky ovládané funkce traktoru, například ovládání třibodového závěsu, ovládání hydraulických okruhů traktoru nebo řazení rychlostních stupňů. Nejprve obsluha musí vytvořit sekvenci úkonů, jež jsou prováděny při vjíždění do souvratě nebo další stopy, úkony na sebe mohou navazovat v závislosti na čase či ujeté vzdálenosti (Bauer et al., 2006).

## **1.7 Controlled traffic farming**

Klasické systémy hospodaření v zemědělství mají negativní vliv na utužení půdy a tím zhoršují její produkční i mimoprodukční funkce. Utužení půdy je jedním z ovlivňovaných faktorů v důsledku způsobu jejího obhospodařování. Utužení půdy se projevuje nejen nižšími výnosy pěstovaných plodin, ale i výrazně zhoršeným vsakováním srážkové vody. To může mít za následky nižší obsah zadržované vody v půdě i případnou vodní erozi půdy (katedry.czu.cz, 2022).

Omezit utužení půdy je možné různými způsoby. Nejčastěji se setkáme se snižováním tlaku na půdu pomocí využití nízkotlakých pneumatik na strojích či pásových podvozků. Mnohem efektivnější je systém CTF (Controlled Traffic



---

Farming), neboli řízený pohyb strojů po pozemku, který je efektivní cestou ke snížení utužení půdy. U tohoto systému hospodaření je nutné zajistit, aby se stroje vykonávající pracovní operace pohybovaly ve stejné stopě. Zavedení systému CTF vyžaduje sjednocení pracovních záběrů do stejných šířek či jejich násobků, přizpůsobit a sjednotit rozchod kol a pásů traktorů nejčastěji na rozchod sklízecích mlátiček a samojízdných řezaček, který bývá nejčastěji 3 m, a také vybavit strojový park nejlépe jedním druhem naváděcího systému. V režimu CTF se využívá korekčního signálu RTK, při kterém je zaručena nejvyšší přesnost mezi navazujícími jízdami a meziroční opakovatelnost jízd. Nejčastěji se využívá záběrů 12 a 9 metrů, rozmetadla hnojiv a postřikovače mají většinou trojnásobek pracovního záběru secího stroje a ostatních půdozpracujících strojů, tedy v těchto případech 36 a 27 metrů (Rataj, 2017).

### **1.7.1 Zavedení CTF do praxe**

Zprvé je potřeba při zavádění nových způsobů přesvědčit o jejich přínosu ostatní pracovníky, kteří budou v praxi s těmito systémy pracovat. Dále se musíme zamyslet nad zvolením pracovního záběru, se kterým budeme v systému CTF pracovat, a to podle nyní dostupné techniky nebo možnosti obnovy za nové vhodnější stroje. S většími záběry se snižuje počet přejezdů po poli, ale je nutné zvážit rozlohu a tvar pozemků a jejich příjezdové cesty, na kterých by mohla velká technika způsobovat problémy (Rataj, 2017).

Další otázkou je sjednocení rozchodu pneumatik či pásů techniky. Rozchody kol traktorů je vhodné přizpůsobit rozchodu pneumatik u sklízecích mlátiček. Rozchod kol u traktorů bývá upraven podle požadovaného rozchodu speciálními nástavci na obou nápravách vyrobenými na míru, při menším rozšíření může být využito také disků kol traktoru, u kterých lze nastavit rozchod kol. Při zvětšování rozchodu kol mohou nastat problémy s nadměrnou přepravní šířkou. Lze ovšem sjednotit rozchody kol u traktorů a ostatní techniky pohybující se po polích, s výjimkou pro sklízecí mlátičky, jež mají jiný rozchod kol oproti zbývajícím strojům (Hůla et al., 2008).

Pokud se zemědělec rozhodne vydat cestou standartních rozchodů kol, tedy využívat systém OutTrac, například z důvodu nutné velké investice do sjednocení rozchodu pneumatik nebo pásů, i díky tomuto řešení je schopen snížit podíl přejeté plochy až na 37 % (Stehno, 2015).

---

### **1.7.2 Výhody systému CTF**

Hlavním přínosem a výhodou oproti jiným způsobům hospodaření je snížení utužení půdy, zejména při použití systému ComTrac. V tomto systému jsou sjednoceny rozchody kol a všechny soupravy pohybující se po poli jezdí v jednotné stopě, čímž se dosáhne toho, že půda mimo jízdní stopy není utužená přejezdy a snadno se zpracovává. Půda, jež není zatížena přejezdy techniky, je kyprá, má vhodnou strukturu a nemá problém s nedostatečnou kapacitou vzduchu v půdě a se vsakováním srážkové vody. Takto je půda ochráněna před případnou vodní erozí, která hrozí na utužených půdách, kde dochází ke špatnému vsakování. Zvýšený výnos kompenzuje ztráty způsobené utuženou půdou v místě kolejových řádků (Stehno, 2015).

### **1.7.3 Nevýhody systému CTF**

Jednou z překážek pro zavedení systému je neochota některých zemědělců jít vpřed pokroku a novým systémům hospodaření. Větší problém představuje nutnost organizace pohybu strojů společně se seznámením obsluhy s principy systému řízeného provozu a také jejich úpravu pro sjednocení rozchodu kol (Stehno, 2015).

---

## 2 Cíl

Cílem práce je naměření a vyhodnocení plošných výkoností a spotřeb pohonných hmot při zpracování půdy různými technologiemi v konkrétních podmínkách zemědělského podniku a odpovědět na otázky:

1. Která ze sledované technologie má prokazatelný vliv na vyšší kvalitu práce a na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na stav porostu?

Dílčí cíle bakalářské práce:

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

---

## 3 Metodika

Vlastní práce vychází z pokusu, který je prováděn v zemědělském podniku ZEMAD s.r.o. sídlící v obci Želetava v kraji Vysočina. Hlavním cílem je porovnání efektivity práce při zpracování půdy s naváděním pomocí GPS navigace John Deere StarFire 6000 a pomocí manuálního řízení obsluhou.

### 3.1 Stroje využité pro pokus

Tažným prostředkem využitým v tomto pokusu bude kolový traktor John Deere 7310R (viz obrázek 3.1), se jmenovitým výkonem motoru 226 kW. Traktor je vybaven převodovkou s řazením plně pod zatížením označenou e23. Součástí výbavy traktoru je GPS navigace John Deere Starfire 6000 s přesností korekčního signálu  $\pm 15$  cm.

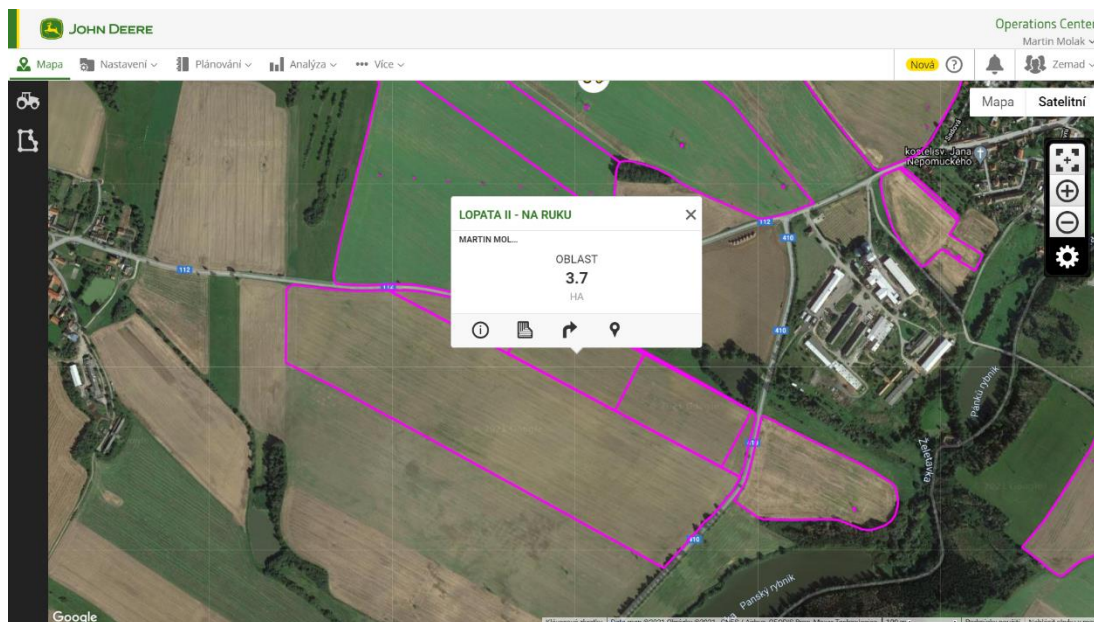


Obrázek 3.1: Traktor John Deere 7310R při předset'ové přípravě půdy

Pro podmítku bude použit talířový podmítač Lemken Rubin 9/600 o pracovním záběru  $B_{p1}$  6 m. Následné kypření a příprava půdy před setím bude provedena pomocí radličkového podmítače Horsch Terrano 5 FM o pracovním záběru  $B_{p2}$  4,8 m.

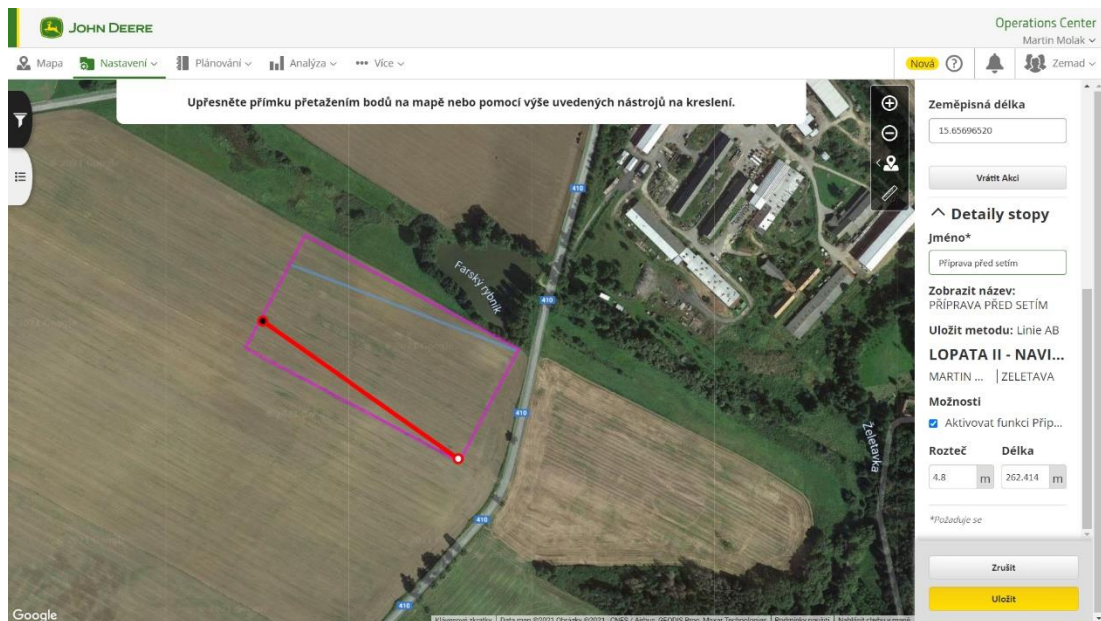
## 3.2 Pokusné pozemky

Pro přesnější měření bude měření prováděno ve stejný den na jednom pozemku rozděleném na dvě části. Pokusy budou uskutečněny na pozemku pojmenovaném Lopata, který je nedaleko obce Želetava. Pozemek bude rozdělen v aplikaci MyJohndeere.com na dvě obdélníkové části o stejné výměře 3,7 ha (viz obrázek 3.2).



Obrázek 3.2: Pokusná plocha rozděleného pozemku určená pro obdělávání manuálním řízením (myjohndeere.deere.com, úprava autor, 2021)

Také v této internetové aplikaci budou vytvořeny naváděcí linie pro podmínku a následné zpracování radličkovým kypřičem na části pozemku obdělávané pomocí automatického navádění (viz obrázek 3.3).



**Obrázek 3.3: Vytvořená naváděcí linie pro přípravu půdy na části pozemku obdělávané pomocí navigace (myjohndeere.deere.com, úprava autor, 2021)**

### 3.3 Měření

Při zpracování půdy s použitím GPS navádění bude šířka linie nastavena o 10 cm menší, než je udávaný pracovní záběr. Šířka linie je zmenšena z důvodu předchozích zkušeností obsluhy stroje a maximální odchylky signálu GPS navigace  $\pm 15$  cm. Při měření s naváděním pomocí GPS navigace bude stroj pracovat stylem vynechání jedné jízdy pro snazší otočení na souvrati. Automatické řízení bude zapnuto před najetím do následující linie a zahloubením příslušenství, aby došlo ke srovnání soupravy do této linie. Při měření s ručním řízením obsluhou stroje se souprava na souvrati otočí a bude najíždět vedle zpracované plochy, aby se minimalizovalo nadměrné množství přesahů a neobdělávaných míst.

Hlavní čas  $T_1$  tedy čas práce, bude při pokusech měřen pomocí stopkek, měření bude započato prvním zahloubením stroje a ukončeno po zpracování celé plochy vytyčené části pozemku pro daný pokus. Vedlejší čas  $T_2$  bude měřen pomocí stopkek na mobilním telefonu, jež budou spuštěny vždy při vjetí do souvratě a vyhloubení příslušenství, stopky budou následně zastaveny při vjetí do následující stopy a zahloubení připojeného příslušenství. Pracovní rychlost  $V_p$  bude zvolena dle zvoleného příslušenství a zkušeností obsluhy. Hodnoty obdělávané plochy budou zaznamenány z naměřených hodnoty na terminálu traktoru.

---

Spotřebované palivo bude měřeno doléváním pomocí odměrného válce vždy na stejném místě, aby se snížil rozdíl v náklonu stroje na minimum. Před zahájením každého pokusu bude dolito palivo po hrdlo palivové nádrže a po skončení pokusu bude spotřebované palivo dolito a množství zapsáno.

Výsledky měření budou použity k výpočtům plošné výkonosti stroje a spotřeby pohonných hmot zvlášť pro manuální navádění obsluhou stroje a zvlášť pro automatické navádění GPS navigací. Bude také porovnáván rozdíl mezi pokusnou plochou, tedy výměrou vytyčených ploch na pozemku pro tento pokus a zpracovanou plochou zaznamenanou dle terminálu traktoru. Zde bude pozorován vliv na snížení překryvů při práci s naváděním pomocí GPS navigace oproti manuálnímu navádění. Dále budou vypočítány úspory na spotřebě pohonných hmot, úspory na mzdě obsluhy a návratnost investice do GPS navigace. Tyto úspory budou počítány při podmítce a následném kypření půdy po dobu jednoho roku na celkové ploše 475,6 ha, při hodinové mzdě zaměstnance 150,- Kč a kupní ceně GPS navigace 85 649,- Kč bezDPH. Pro porovnání bude počítána návratnost i pokud by byla použita GPS navigace se signálem RTK. Pro tento výpočet budou použita data a výsledky získané při práci s navigací použitou v tomto pokusu a bude sledován pouze vliv kupní ceny a ročního poplatku na návratnost této investice. Při využití navigace s korekčním signálem RTK je kupní cena 115 742,- Kč bez DPH a roční poplatek 20 000,- Kč bez DPH. Pro výpočet úspor pohonných hmot bude počítáno s průměrnou cenou motorové nafty 24,7 Kč bez DPH za rok 2021 (czso.cz, 2022).

### **3.4 Výpočet výkonosti a spotřeby pohonných hmot**

Operativní čas potřebný pro výpočet plošné výkonosti a nákladů na mzdu zaměstnance bude vypočítán dle vzorce 3.1.

$$T_{02} = T_1 + T_2 \text{ [h]} \quad (3.1)$$

kde:

$T_{02}$ = Operativní čas [h]

$T_1$ = Hlavní čas [h]

$T_2$ = Vedlejší čas [h]

---

Plošná výkonnost bude vypočtena pomocí vzorce 3.2.

$$W = \frac{S}{T_{02}} [ha \cdot h^{-1}] \quad (3.2)$$

kde:

$W$ = Plošná výkonost [ha.h<sup>-1</sup>]

$S$ = Výměra pokusné plochy [ha]

$T_{02}$ = Operativní čas práce [h]

Spotřeba pohonných hmot na plochu bude počítána dle vzorce 3.3.

$$Q_{ha} = \frac{V_{phm}}{S} [l \cdot ha^{-1}] \quad (3.3)$$

kde:

$Q_{ha}$ = Spotřeba pohonných hmot na plochu [l.ha<sup>-1</sup>]

$V_{phm}$ = Objem dolitých pohonných hmot [l]

$S$ = Výměra pokusné plochy [ha]

### 3.5 Výpočet nákladů a jejich úspor

Množství spotřebované nafty bude počítáno na 1 rok podle vzorce 3.4.

$$Q_n = Q_{ha} * S_r [l \cdot rok^{-1}] \quad (3.4)$$

kde:

$Q_n$ = Spotřeba paliva za rok [l.rok<sup>-1</sup>]

$Q_{ha}$ = Spotřeba paliva na hektar [l.ha<sup>-1</sup>]

$S_r$ = Celkově zpracovaná výměra za rok [ha.rok<sup>-1</sup>]

Náklady na pohonné hmoty za rok budou vypočítány podle vzorce 3.5.

$$R_n = Q_n * C_{phm} [Kč \cdot rok^{-1}] \quad (3.5)$$

kde:

$R_n$ = Roční náklady na naftu [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$Q_n$ = Spotřebované palivo za rok [l.rok<sup>-1</sup>]

$C_{phm}$ = Cena pohonných hmot [Kč]



---

Náklady na zaměstnance budou počítány dle vzorce 3.6. Operativní čas zpracování pokusné plochy bude přečítán na čas zpracování 1 ha.

$$M_{ha} = \frac{T_{02}}{S} * M_{ho} [Kč. ha^{-1}] \quad (3.6)$$

kde:

$M_{ha}$ = Mzda zaměstnance za zpracování 1 ha [Kč.ha<sup>-1</sup>]

$T_{02}$ = Operativní čas práce [h]

$S$ = Výměra pokusné plochy [ha]

$M_{ho}$ = Hodinová mzda obsluhy [Kč.h<sup>-1</sup>]

Náklady na mzdu zaměstnance pro zpracování celkové výměry budou počítány podle vzorce 3.7.

$$M_z = M_{ha} * S_r [Kč. rok^{-1}] \quad (3.7)$$

kde:

$M_z$ = Mzda zaměstnance za zpracování celé výměry [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$M_{ha}$ = Mzda zaměstnance za zpracování 1 ha [Kč.ha<sup>-1</sup>]

$S_r$ = Celkově zpracovaná výměra za rok [ha.rok<sup>-1</sup>]

Celkové náklady na zpracování celkové výměry podniku budou vypočítány jako součet nákladů na podmínku a kypření dle vzorce 3.8.

$$N_{celk} = (R_{npod} + M_{zpod}) + (R_{nkyp} + M_{zkyp}) [Kč. rok^{-1}] \quad (3.8)$$

kde:

$N_{celk}$ = Celkové náklady na zpracování celé výměry podniku [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$R_{npod}$ = Roční náklady na PHM [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$M_{zpod}$ = Mzda zaměstnance za zpracování celé výměry [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$R_{nkyp}$ = Roční náklady na PHM [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$M_{zkyp}$ = Mzda zaměstnance za zpracování celé výměry [Kč.rok<sup>-1</sup>]

Úspora nákladů na pohonné hmoty se vypočte pomocí rozdílu mezi ročními náklady bez navigace a s navigací, dle vzorce 3.9.

---

$$U_{nphm} = R_{nbn} - R_{nsn} \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]} \quad (3.9)$$

kde:

$U_{nphm}$ = Úspora nákladů na pohonné hmoty [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$R_{nbn}$ = Roční náklady na naftu bez navigace [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$R_{nsn}$ = Roční náklady na PHM s navigací [Kč.rok<sup>-1</sup>]

Úspora nákladů na zaměstnance bude počítána podle vzorce 3.10.

$$U_{nmz} = M_{zbn} - M_{zn} \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]} \quad (3.10)$$

kde:

$U_{nmz}$ = Úspora nákladů na mzdu zaměstnance [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$M_{zbn}$ = Mzda zaměstnance za zpracování výměry bez navigace [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$M_{zn}$ = Mzda zaměstnance za zpracování výměry s navigací [Kč.rok<sup>-1</sup>]

Celková úspora nákladů při využívání GPS navigace bude počítána dle vzorce 3.11 jako součet úspor nákladů na mzdu zaměstnance a úspor nákladů na pohonné hmoty.

$$U_{ncelk} = U_{nphm} + U_{nmz} \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]} \quad (3.11)$$

kde:

$U_{ncelk}$ = Celková úspora nákladů při využívání GPS navigace [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$U_{nmz}$ = Úspora nákladů na mzdu zaměstnance [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$U_{nphm}$ = Úspora nákladů na pohonné hmoty [Kč.rok<sup>-1</sup>]

Návratnost investice do GPS navigace bude vypočítána pomocí vzorce 3.12.

$$N_{navi} = \frac{K_c}{U_{ncelk}} \text{ [rok]} \quad (3.12)$$

kde:

$N_{navi}$ = Návratnost investice do GPS navigace [rok]

$K_c$ = Kupní cena [Kč]

$U_{ncelk}$ = Celková úspora nákladů při využívání GPS navigace [Kč.rok<sup>-1</sup>]

---

Návratnost investice v případě použití GPS navigace s RTK signálem bude počítána pomocí vzorce 3.13.

$$N_{RTK} = \frac{K_c}{U_{ncelk} - P_{RTK}} \text{ [rok]} \quad (3.13)$$

kde:

$N_{RTK}$ = Návratnost investice do GPS navigace se signálem RTK [rok]

$K_c$ = Kupní cena [Kč]

$U_{ncelk}$ = Celková úspora nákladů při využívání GPS navigace [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$P_{RTK}$ = Roční poplatek za RTK signál [Kč.rok<sup>-1</sup>]

### 3.6 Kontrola stavu porostu

Bude zkoumáno, zda má vliv zpracování půdy bez GPS navigace, nebo s její pomocí na stav porostu pšenice ozimé, kterým bude pozemek následně oset opět ve stejnou dobu a stejnými stroji. Na porostu bude sledován počet rostlin na 1 m<sup>2</sup>, počet odnoží a délka kořenů rostliny a také to, zda je rozdílné zaplevelení mezi referenční a experimentální plochou. Za referenční plochu bude zvolena část pozemku, kde se stroj pohyboval pomocí manuálního navádění obsluhou stroje. Experimentální plochou bude část pozemku, kde se souprava pohybovala pomocí automatického řízení GPS navigací a obsluha soupravu pouze otáčela na souvrati.

Počet rostlin na metr čtvereční bude měřen pomocí metrovky o ploše jednoho metru čtverečního, umístěné do porostu zhruba v 1/3 délky pokusné plochy. V prostoru metrovky bude porovnáváno i zaplevelení. Z obou ploch bude vyrýpnuta rostlina, na které bude porovnáváno, zda má některá z technologií vliv na počet odnoží a délku kořenů. Kontrola stavu porostu bude provedena 5. března 2022 na obou pokusných plochách.

---

## 4 Výsledková část

První operací, která je na pozemku po sklizni provedena, je podmítka. Podmítka byla realizována pomocí kolového traktoru John Deere 7310R s připojeným talířovým podmítačem Lemken Rubin 9/600. Jedná se o polonesený talířový podmítač se samostatně uloženými talíři a dvojitým drobicím válcem, disponuje pracovním záběrem 6 metrů. Pracovní rychlost byla nastavena na 13 km.h<sup>-1</sup>.

Následující pracovní operací v tomto pokusu bylo prokypření půdy před setím. Tato operace byla provedena opět pomocí traktoru John Deere 7310R ve spojení s radličkovým podmítačem Horsch Terrano 5FM o pracovním záběru 4,8 metrů. Podmítač je vybaven čtyřmi řadami radliček osazenými křídly, která podříznou rovnoměrně zpracováváný půdní profil po celé šířce záběru. Pracovní rychlost při této operaci byla nastavena na 11 km.h<sup>-1</sup>.

### 4.1 Práce bez navigace

#### 4.1.1 Podmítka

Hodnoty, jež byly naměřeny během podmítky, při které byla souprava naváděna obsluhou, jsou uvedeny v tabulce 4.1.

**Tabulka 4.1: Naměřené hodnoty při podmítce**

T <sub>1</sub> [h]	0,663
T <sub>2</sub> [h]	0,207
Spotřebované palivo [l]	29,6
Zpracovaná plocha [ha]	4,32
Pokusná plocha [ha]	3,7

Operativní čas potřebný pro výpočet plošné výkonosti a nákladů na mzdu zaměstnance je vypočítán dle vzorce 3.1.

$$T_{02} = 0,663 + 0,207 = 0,87 \text{ [h]}$$

Plošná výkonost při podmítce bez navigace je vypočtena pomocí vzorce 3.2.

---

$$W = \frac{3,7}{0,87} = 4,25 \text{ [ha. h}^{-1}\text{]}$$

Po skončení pokusu byly dolity pohonné hmoty po okraj palivové nádrže. Pomocí objemu dolité motorové nafty je podle vzorce 3.3 vypočtena spotřeba pohonných hmot na hektar.

$$Q_{ha} = \frac{29,6}{3,7} = 8 \text{ [l. ha}^{-1}\text{]}$$

Náklady na zaměstnance pro zpodmítání jednoho hektaru jsou počítány podle vzorce 3.6.

$$M_{ha} = \frac{0,87}{3,7} * 150 = 35,3 \text{ [Kč. ha}^{-1}\text{]}$$

#### 4.1.2 Kypření

V tabulce 4.2 jsou zobrazeny hodnoty získané během kypření, při kterém nebyla k navádění využita GPS navigace.

**Tabulka 4.2: Naměřené hodnoty při kypření**

T <sub>1</sub> [h]	0,93
T <sub>2</sub> [h]	0,27
Spotřebované palivo [l]	58,1
Zpracovaná plocha [ha]	4,14
Pokusná plocha [ha]	3,7

Operativní čas potřebný pro výpočet plošné výkonosti a nákladů na mzdu zaměstnance je vypočítán dle vzorce 3.1.

$$T_{02} = 0,93 + 0,27 = 1,2 \text{ [h]}$$

Plošná výkonost při kypření bez navigace je vypočtena pomocí vzorce 3.2.

$$W = \frac{3,7}{1,2} = 3,08 \text{ [ha. h}^{-1}\text{]}$$

---

Spotřeba pohonných hmot na hektar je vypočtena dle vzorce 3.3.

$$Q_{ha} = \frac{58,1}{3,7} = 15,7 \text{ [l. ha}^{-1}\text{]}$$

Náklady na zaměstnance pro zpracování jednoho hektaru jsou počítány podle vzorce 3.6.

$$M_{ha} = \frac{1,2}{3,7} * 150 = 48,7 \text{ [Kč. ha}^{-1}\text{]}$$

#### 4.1.3 Celkové náklady na zpracování půdy bez GPS navigace

Výsledky výpočtů spotřeby pohonných hmot a mzdy zaměstnance na 1 hektar obděláné půdy při podmítce a kypření jsou uvedeny v tabulce 4.3.

**Tabulka 4.3: Vypočítané hodnoty**

Spotřeba paliva na 1 ha při podmítce [l.ha <sup>-1</sup> ]	8
Mzda na 1 ha při podmítce [Kč.ha <sup>-1</sup> ]	35,3
Spotřeba paliva na 1 ha při kypření [l.ha <sup>-1</sup> ]	15,7
Mzda na 1 ha při kypření [Kč.ha <sup>-1</sup> ]	48,7

Množství spotřebované nafty při podmítce celkové výměry 475,6 ha s manuálním naváděním soupravy obsluhou za jeden rok je vypočítáno podle vzorce 3.4.

$$Q_n = 8 * 475,6 = 3\,804,8 \text{ [l. rok}^{-1}\text{]}$$

Náklady na pohonné hmoty při podmítce celkové výměry za rok jsou vypočítány dle vzorce 3.5.

$$R_{npod} = 3804,8 * 24,7 = 93\,978,56 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Náklady na mzdu zaměstnance při zpodmítání celé výměry podniku bez automatického řízení jsou vypočítány podle vzorce 3.7.

$$M_{zpod} = 35,3 * 475,6 = 16\,788,68 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Množství spotřebované nafty při kypření celkové výměry 475,6 ha bez využití GPS navigace za jeden rok je vypočítáno podle vzorce 3.4.

$$Q_n = 15,7 * 475,6 = 7\,466,92 \text{ [l. rok}^{-1}\text{]}$$

Náklady na pohonné hmoty při kypření celkové výměry za rok jsou vypočítány dle vzorce 3.5.

$$R_{nkyp} = 7\,466,92 * 24,7 = 184\,432,92 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Náklady na mzdu zaměstnance při kypření a přípravě půdy na setí celé výměry podniku bez automatického řízení jsou vypočítány podle vzorce 3.7.

$$M_{zkyp} = 48,7 * 475,6 = 23\,161,72 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Celkové náklady na zpracování celkové výměry podniku jsou vypočítány, jako součet nákladů na podmínku a kypření dle vzorce 3.8.

$$\begin{aligned} N_{celk} &= (93\,978,56 + 16\,788,68) + (184\,432,92 + 23\,161,72) \\ &= 318\,361,88 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]} \end{aligned}$$

V tabulce 4.4 jsou uvedeny celkové náklady na zpracování půdy, pokud by byla souprava naváděna pouze pomocí obsluhy. Náklady jsou poznamenány jednotlivě pro lepší přehlednost a následně jsou sečteny.

**Tabulka 4.4: Vypočítané náklady na zpracování půdy**

Náklady na pohonné hmoty při podmínění [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	93 978,56
Náklady na pohonné hmoty při kypření [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	184 432,92
Mzda při podmínění celkové výměry [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	16 788,68
Mzda při kypření celkové výměry [Kč]	23 161,72
Celkové náklady na pohonné hmoty [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	278 411,48
Celkové náklady na mzdu při zpracování půdy [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	39 950,4
<b>Celkové náklady na zpracování půdy podmínkou a kypřením bez použití GPS navigace [Kč.rok<sup>-1</sup>]</b>	<b>318 361,88</b>

---

## 4.2 Práce s automatickým řízením GPS navigací

### 4.2.1 Podmítka

V tabulce 4.5 jsou uvedeny hodnoty získané při měření během podmínky, kdy byla souprava po pozemku naváděna GPS navigací.

**Tabulka 4.5: Naměřené hodnoty při podmítce**

T <sub>1</sub> [h]	0,6
T <sub>2</sub> [h]	0,17
Spotřebované palivo [l]	27,5
Zpracovaná plocha [ha]	3,94
Pokusná plocha [ha]	3,7

Operativní čas potřebný pro výpočet plošné výkonosti a nákladů na mzdu zaměstnance je vypočítán podle vzorce 3.1.

$$T_{02} = 0,6 + 0,17 = 0,77 \text{ [h]}$$

Plošná výkonost je vypočtena pomocí vzorce 3.2.

$$W = \frac{3,7}{0,77} = 4,81 \text{ [ha. h}^{-1}\text{]}$$

Spotřeba pohonných hmot na hektar je vypočtena dle vzorce 3.3.

$$Q_{ha} = \frac{27,5}{3,7} = 7,43 \text{ [l. ha}^{-1}\text{]}$$

Náklady na zaměstnance pro zpodmítání jednoho hektaru jsou počítány podle vzorce 3.6.

$$M_{ha} = \frac{0,77}{3,7} * 150 = 31,2 \text{ [Kč. ha}^{-1}\text{]}$$



---

### 4.2.2 Kypření

Hodnoty, jež byly naměřeny při kypření s využitím GPS navigace s automatickým řízením pro navádění soupravy, jsou uvedeny v tabulce 4.6.

**Tabulka 4.6: Naměřené hodnoty při kypření**

T <sub>1</sub> [h]	1,13
T <sub>2</sub> [h]	0,23
Spotřebované palivo [l]	55,3
Zpracovaná plocha [ha]	3,91
Pokusná plocha [ha]	3,7

Operativní čas potřebný pro výpočet plošné výkonosti a nákladů na mzdu zaměstnance je vypočítán pomocí vzorce 3.1.

$$T_{02} = 0,9 + 0,23 = 1,13 \text{ [h]}$$

Plošná výkonost při kypření s automatickým naváděním je vypočtena dle vzorce 3.2.

$$W = \frac{3,7}{1,13} = 3,27 \text{ [ha. h}^{-1}\text{]}$$

Spotřeba pohonných hmot na hektar je vypočtena podle vzorce 3.3.

$$Q_{ha} = \frac{55,3}{3,7} = 14,95 \text{ [l. ha}^{-1}\text{]}$$

Náklady na zaměstnance pro zpracování jednoho hektaru jsou počítány podle vzorce 3.6.

$$M_{ha} = \frac{1,13}{3,7} * 150 = 45,8 \text{ [Kč. ha}^{-1}\text{]}$$

---

### 4.2.3 Celkové náklady na zpracování půdy při využití automatického řízení GPS navigací

Spotřeba pohonných hmot a mzda obsluhy na zpracování jednoho hektaru při podmítce a kypření je uvedena v tabulce 4.7.

Tabulka 4.7: Vypočítané hodnoty při práci

Spotřeba paliva na 1 ha při podmítce [l.ha <sup>-1</sup> ]	7,43
Mzda na 1 ha při podmítce [Kč.ha <sup>-1</sup> ]	31,2
Spotřeba paliva na 1 ha při kypření [l.ha <sup>-1</sup> ]	14,95
Mzda na 1 ha při kypření [Kč.ha <sup>-1</sup> ]	45,8

Množství spotřebované nafty při podmítce celkové výměry 475,6 ha s automatickým naváděním GPS navigací za 1 rok je vypočítáno dle vzorce 3.4.

$$Q_n = 7,43 * 475,6 = 3\,533,71 \text{ [l. rok}^{-1}\text{]}$$

Náklady na pohonné hmoty při podmítce celkové výměry za rok jsou vypočítány podle vzorce 3.5.

$$R_{npod} = 3\,533,71 * 24,7 = 87\,282,64 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Náklady na mzdu zaměstnance na zpodmítání celé výměry podniku při použití automatického řízení pomocí GPS navigace jsou vypočítány podle vzorce 3.8.

$$M_{zpod} = 31,2 * 475,6 = 14\,838,72 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Množství spotřebované nafty při kypření celkové výměry 475,6 ha s využitím GPS navigace za jeden rok je vypočítáno podle vzorce 3.4.

$$Q_n = 14,95 * 475,6 = 7\,110,22 \text{ [l. rok}^{-1}\text{]}$$

Náklady na pohonné hmoty při kypření celkové výměry za rok jsou vypočítány podle vzorce 3.5.

$$R_{nkyp} = 7\,110,22 * 24,7 = 175\,622,43 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Náklady na mzdu zaměstnance při kypření a přípravě půdy na setí celé výměry podniku při využití automatického řízení jsou vypočítány dle vzorce 3.7.

$$M_{zkyp} = 45,8 * 475,6 = 21\,782,48 \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]}$$

Celkové náklady na zpracování celkové výměry podniku jsou vypočítány jako součet nákladů na podmínku a kypření podle vzorce 3.8.

$$\begin{aligned} N_{celk} &= (87\,282,64 + 14\,838,72) + (175\,622,43 + 21\,782,48) \\ &= 299\,526,27 \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \end{aligned}$$

V tabulce 4.8 jsou uvedeny celkové náklady na zpracování půdy při navádění soupravy GPS navigací. Náklady jsou vypočítány pomocí hodnot, jež byly naměřeny při pokusu.

**Tabulka 4.8: Vypočítané náklady na zpracování půdy**

Náklady na pohonné hmoty při podmítání [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	87 282,64
Náklady na pohonné hmoty při kypření [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	175 622,43
Mzda při podmítání celkové výměry [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	14 838,72
Mzda při kypření celkové výměry [Kč]	21 782,48
Celkové náklady na pohonné hmoty [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	262 905,07
Celkové náklady na mzdu při zpracování půdy [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	36 621,2
<b>Celkové náklady na zpracování půdy podmínkou a kypřením bez použití GPS navigace [Kč.rok<sup>-1</sup>]</b>	<b>299 526,27</b>

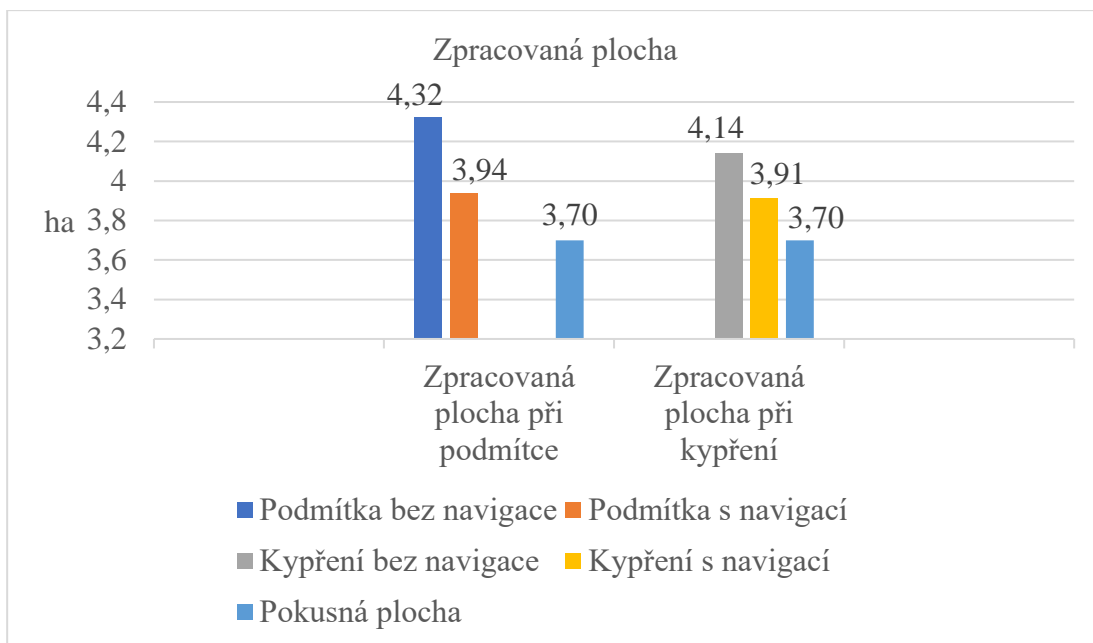
### 4.3 Srovnání výsledků

V tabulce 4.9 jsou uvedeny pozorované parametry a jejich celkový rozdíl mezi prací, při které byla souprava naváděna obsluhou a při práci, kdy soupravu po pozemku naváděla GPS navigace a obsluha soupravu pouze otáčela na souvrátí.

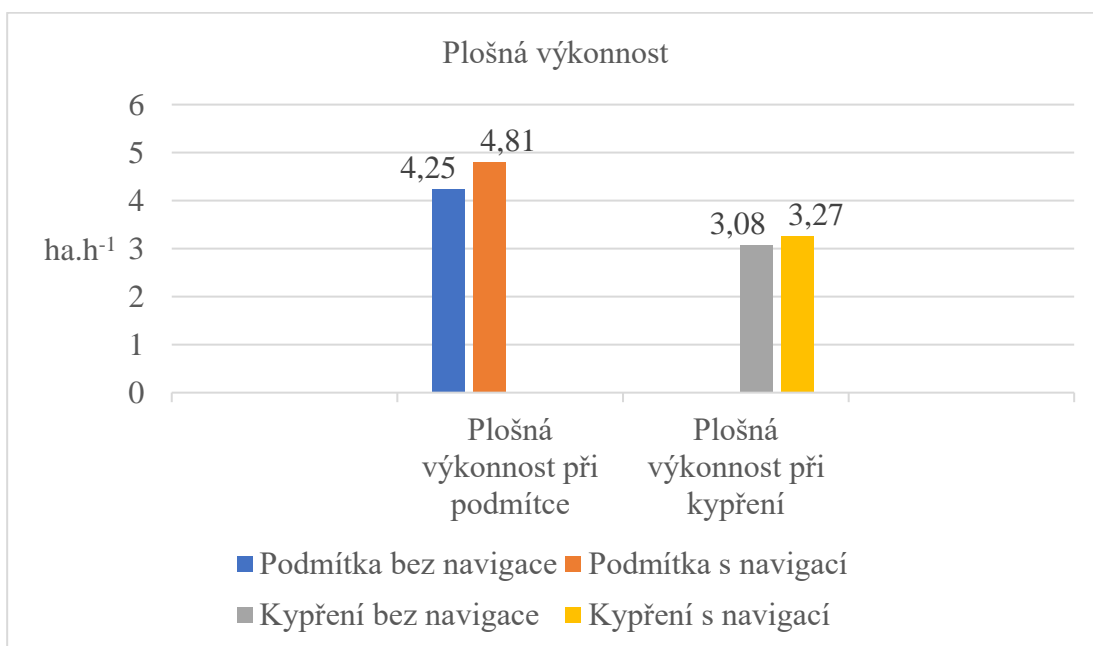
Tabulka 4.9: Srovnání výsledků a naměřených hodnot

<b>Podmítka</b>	<b>Práce bez GPS navigace</b>	<b>Práce s GPS navigací</b>	<b>Celkový rozdíl</b>
Zpracovaná plocha [ha]	4,32	3,94	-0,38
T <sub>1</sub> [h]	0,663	0,6	-0,063
T <sub>2</sub> [h]	0,207	0,17	-0,037
Spotřeba pohonných hmot na plochu [l.ha <sup>-1</sup> ]	8	7,43	-0,57
Plošná výkonnost [ha.h <sup>-1</sup> ]	4,25	4,81	0,56
<b>Kypření</b>	<b>Práce bez GPS navigace</b>	<b>Práce s GPS navigací</b>	<b>Celkový rozdíl</b>
Zpracovaná plocha [ha]	4,14	3,91	-0,23
T <sub>1</sub> [h]	0,93	0,9	-0,03
T <sub>2</sub> [h]	0,27	0,23	-0,04
Spotřeba pohonných hmot na plochu [l.ha <sup>-1</sup> ]	15,7	14,95	-0,75
Plošná výkonnost [ha.h <sup>-1</sup> ]	3,08	3,27	0,19
<b>Celkové náklady</b>	<b>Práce bez GPS navigace</b>	<b>Práce s GPS navigací</b>	<b>Celkový rozdíl</b>
Roční náklady [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	318 361,88	299 526,27	<b>-18 835,61</b>

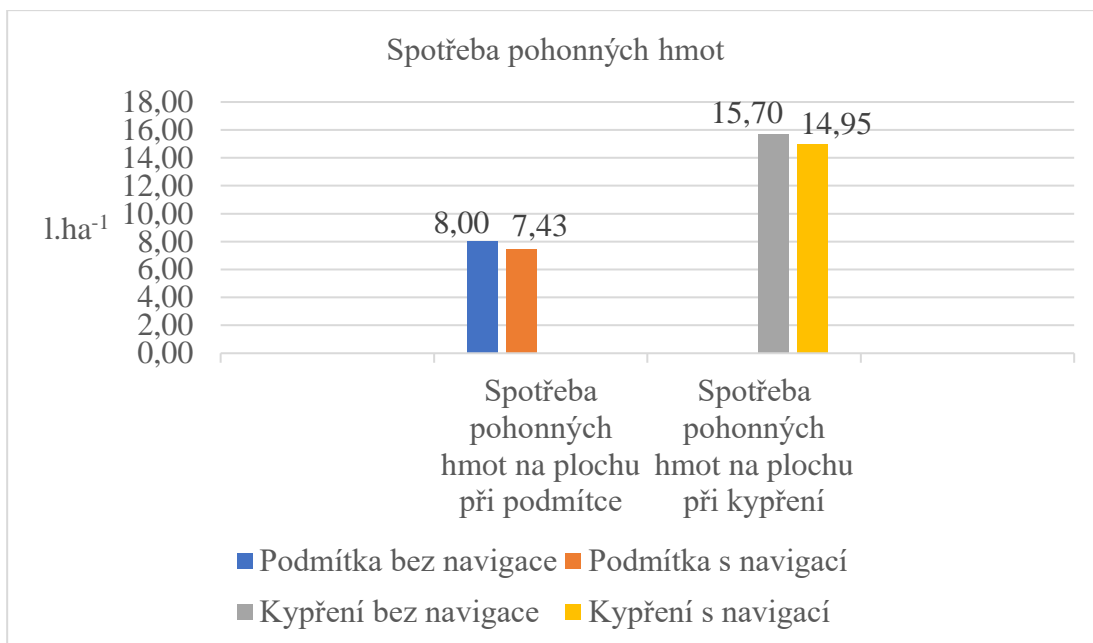
Výsledky uvedené v tabulce 4.9 jsou zobrazeny pomocí grafů na obrázcích 4.1–4.6.



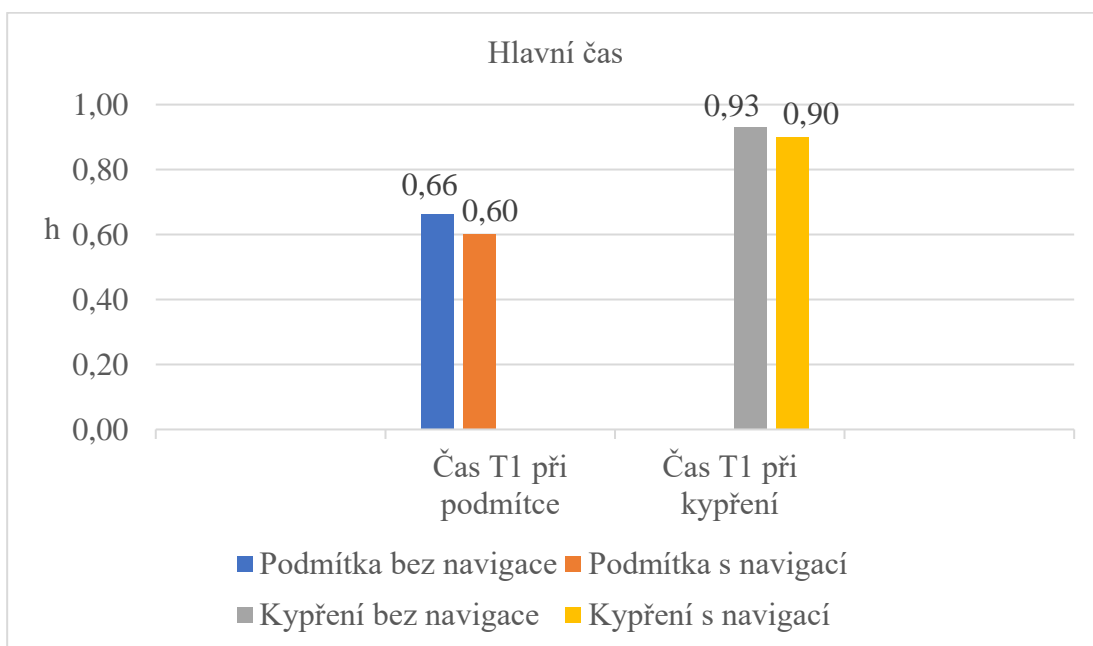
Obrázek 4.1: Grafické znázornění výsledků měření zpracované plochy bez využití GPS navigace a při jejím použití



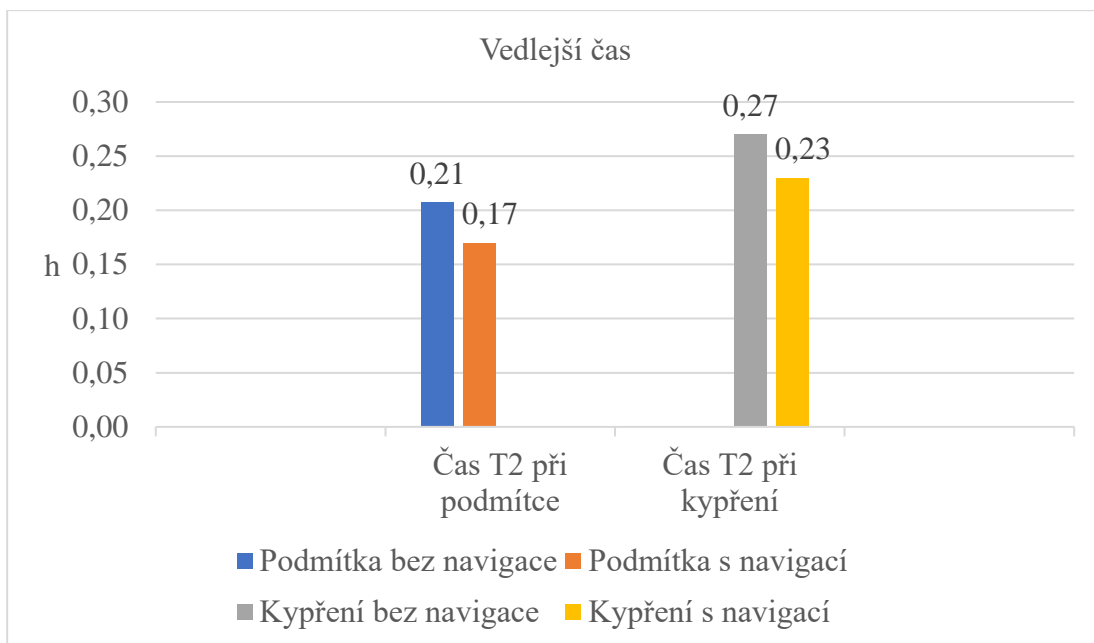
Obrázek 4.2: Grafické znázornění plošné výkonnosti při podmítce a kypření bez využití GPS navigace a při jejím použití



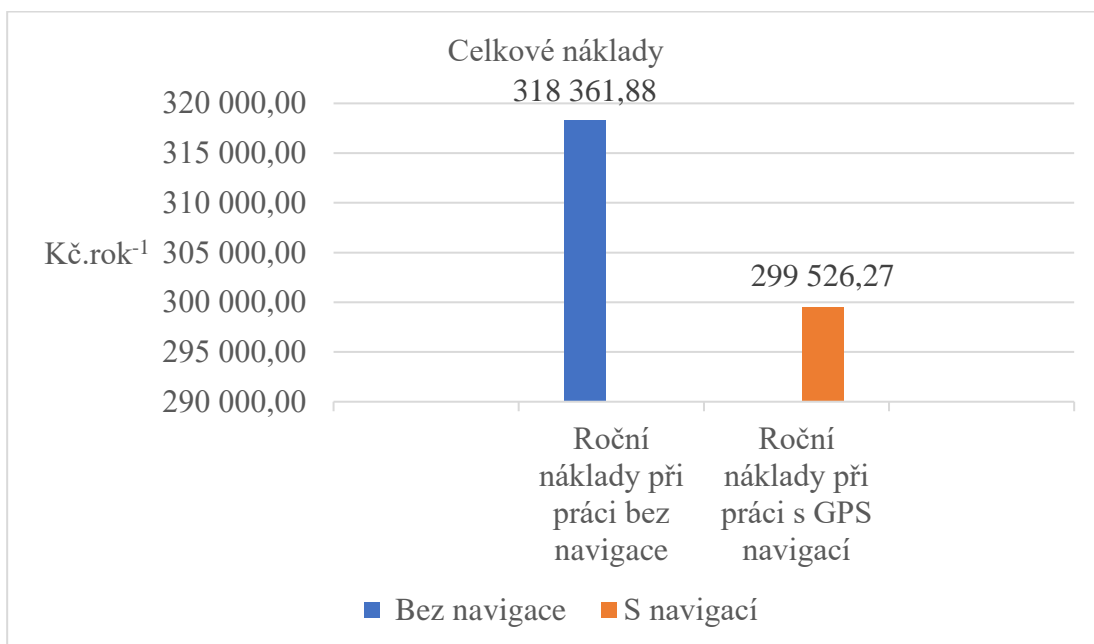
**Obrázek 4.3:** Grafické znázornění výsledků spotřeby pohonných hmot při zpracování půdy bez využití GPS navigace a při práci s naváděním GPS navigací



**Obrázek 4.4:** Grafické znázornění rozdílu na čase T<sub>1</sub> (hlavní čas) při zpracování půdy bez využití GPS navigace a při práci s naváděním GPS navigací



**Obrázek 4.5:** Grafické znázornění rozdílu na čase T<sub>2</sub> (vedlejší čas) při zpracování půdy bez využití GPS navigace a při práci s naváděním GPS navigací



**Obrázek 4.6:** Grafické znázornění rozdílu na čase celkových nákladů při zpracování půdy bez využití GPS navigace a při práci s použitím GPS navigace

---

#### 4.4 Výpočet úspor při využívání GPS navigace

Úspora nákladů na pohonné hmoty se vypočte pomocí rozdílu mezi celkovými ročními náklady na pohonné hmoty bez navigace a s navigací dle vzorce 3.9.

$$U_{nphm} = 278\,411,48 - 262\,905,07 = 15\,506,41 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Úspora nákladů na zaměstnance bude počítána podle vzorce 3.10.

$$U_{nmz} = 39\,950,4 - 36\,621,2 = 3\,329,2 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Celkové roční úspory při používání GPS navigace při podmítce a kypření budou vypočteny dle vzorce 3.11.

$$U_{ncelk} = 15\,506,41 + 3\,329,2 = 18\,835,61 \text{ [Kč. rok}^{-1}\text{]}$$

Návratnost investice do GPS navigace bude vypočítána pomocí kupní ceny GPS navigace, vypočtených úspor na pohonných hmotách a mzdy zaměstnance pomocí vzorce 3.12.

$$N_{navi} = \frac{85\,649}{18\,835,61} = 4,5 \text{ [let]}$$

V případě využití GPS navigace s přesným signálem RTK a ročním poplatkem bude návratnost počítána pomocí vzorce 3.13.

$$N_{RTK} = \frac{115\,742}{18\,835,61 - 20\,000} = -99 \text{ [let]}$$

→ nelze dosáhnout návratnosti této investice



---

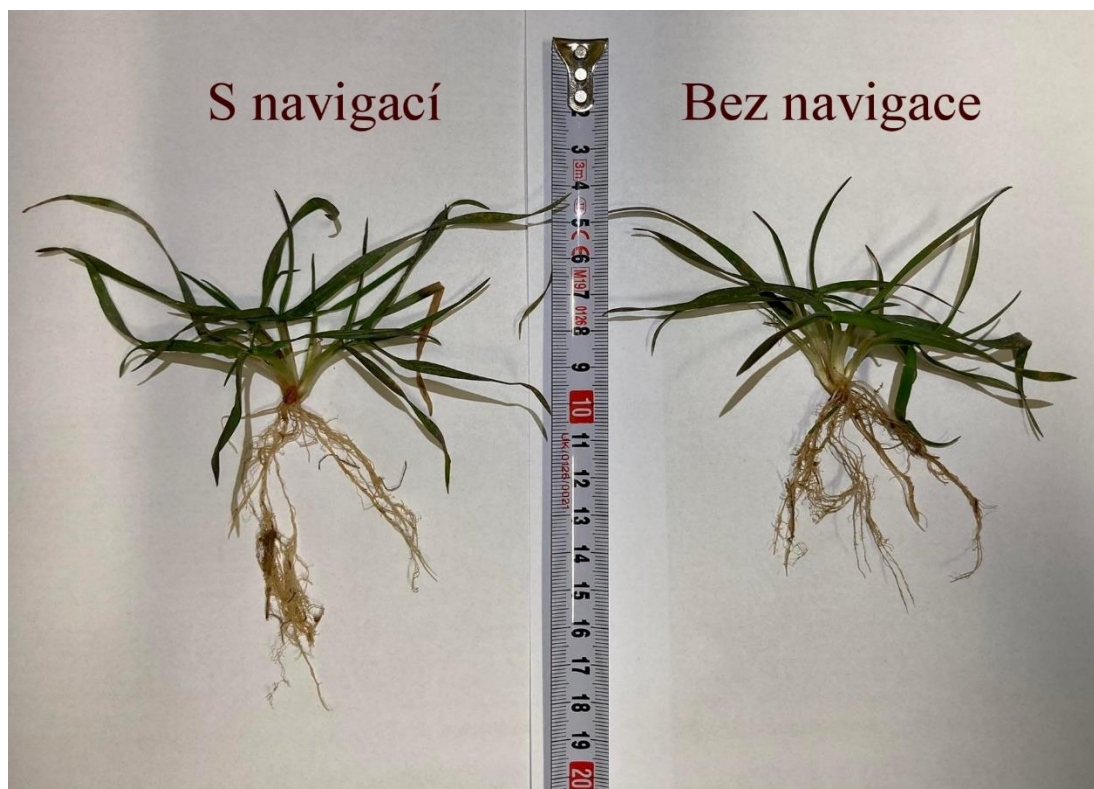
#### 4.5 Vliv zvolené technologie na stav porostu

Vliv technologií navádění soupravy po pozemku byl pozorován 5. března 2022. Byl zkoumán počet rostlin na jednom metru čtverečním (viz obrázek 4.7) a zda měla jedna z technologií vliv na zaplevelení porostu v prostoru metrovky.



**Obrázek 4.7: Sčítání rostlin na jednom metru čtverečním na pokusné ploše obdělávané pomocí GPS navigace**

Následně byla vyrýpnuta na každé zkoumané části rostlina a byly vzájemně porovnány (viz obrázek 4.8). Na rostlinách byl analyzován vliv na délku kořenové soustavy a počet odnoží.



Obrázek 4.8: Vzájemné porovnání vyrýpnutých rostlin pšenice ozimé

V tabulce 4.10 jsou uvedeny pozorované parametry z obou pokusných pozemků pro vzájemné porovnání. Tyto hodnoty se na obou pokusných plochách zásadně nelišily.

Tabulka 4.10: Pozorování parametrů porostu

Vliv na stav porostu	Práce bez GPS navigace	Práce s GPS navigací
Počet rostlin na m <sup>2</sup>	163	167
Zaplevelení	Žádné známky zaplevelení	Žádné známky zaplevelení
Počet odnoží	5	5
Délka kořenové soustavy [cm]	5	7

---

## 5 Diskuse

### **Která ze sledované technologie má prokazatelný vliv na vyšší kvalitu práce a na úsporu nákladů?**

Z výsledků měření je prokazatelné, že využívání automatického navádění pomocí GPS navigace má vliv na efektivitu práce. Pomocí měření a následných výpočtů bylo zjištěno, že práce s použitím GPS navigace měla přínos nejen pro snížení spotřeby pohonných hmot, ale i ve zvýšení plošné výkonnosti oproti práci, kdy nebylo využito automatického navádění.

Použití automatického navádění mělo vliv na čas, při kterém byl pozemek zpracováván podmínkou i při kypření. Při podmítce pokusných ploch o výměře 3,7 ha, na kterých byl pokus prováděn, byla pokusná plocha obdělávaná pomocí navádění GPS navigací zpracována o 6 minut dříve, oproti druhé ploše obdělávané s manuálním naváděním. Při kypření byl rozdíl taktéž ve prospěch technologie využívající GPS navigaci. Zde byl rozdíl mezi manuálním naváděním soupravy a GPS navigací 4 minuty 12 sekund. Tyto rozdíly jsou způsobeny delšími časy strávenými na souvrati, kde GPS navigace umožňuje vynechání jedné či více jízd podle potřeby a tím se urychlí otáčení soupravy. Rozdíly v čase obdělávání také způsobila menší přesnost jízdy při řízení obsluhou soupravy, kdy při tomto způsobu není plně využíván pracovní záběr příslušenství a dochází k přesahům, či v opačném případě vznikají neobdělaná místa.

Fuka (2021) uvádí, že práce s automatickým řízením má vliv na úsporu času a také tvrdí, že úsporu času lze zvýšit pomocí automatického otáčení soupravy na souvrati. Z naměřených výsledků vyplývá úspora času vzniklá díky používání GPS navigace. Souprava byla ovšem na souvrati otáčena obsluhou, a tak nelze přesně říci, jak velký vliv má automatické otáčení na úsporu času. Minimálně můžeme tvrdit, že pro obsluhu by takováto funkce byla komfortní a v tomto případě by obsluha byla pouze kontrolní prvek a souprava by na pozemku dovedla při správném nastavení a vhodných podmínkách pracovat autonomně.

Nepřesnost práce bez GPS navigace je viditelná na naměřené zpracované ploše poznamenané z terminálu traktoru. Během podmínky byla zpracovaná plocha 4,32 ha. Při práci, kdy byl traktor řízen pomocí GPS navigace, se zpracovaná plocha snížila na 3,94 ha. Díky GPS navigaci byla výměra zpracované plochy snížena o 0,38 ha. Celkový rozdíl při práci, kdy byla souprava naváděna obsluhou stroje, činil 0,62 ha

---

navíc oproti výměře 3,7 ha pokusného pozemku. Při práci s automatickým naváděním tento rozdíl činil pouze 0,24 hektarů. Výměra, jež byla zpracovaná navíc vůči výměře pokusné plochy při práci s automatickým naváděním, byla způsobena přesahy při obdělávání souvratí v místech, kde bylo vyhlubováno a zahlubováno připojené příslušenství.

S časem zpracování a obdělanou plochou souvisí plošná výkonost. Při podmítce byla plošná výkonost 4,25 ha.h<sup>-1</sup> bez použití GPS navigace, při jejím použití byla plošná výkonost zvýšena na 4,81 ha.h<sup>-1</sup>, což je při podmítce o 0,56 ha.h<sup>-1</sup> více. Plošná výkonost při kypření bez GPS navigace činila 3,08 ha.h<sup>-1</sup>, opět byla navýšena díky použití GPS navigace na hodnotu 3,27 ha.h<sup>-1</sup>, což je navýšení o 0,19 ha.h<sup>-1</sup> díky použití automatického navádění GPS navigací. Vyšší plošná výkonost je důsledkem přesného navádění soupravy, kdy je lépe využíván pracovní záběr stroje a díky možnosti vynechání jedné linie je souprava rychleji otočena a najíždí do další stopy. Při práci bez GPS navigace je obtížné využívat po celou dobu maximum pracovního záběru, a přitom nevytvářet neobdělaná místa. Bez GPS navigace je pro obsluhu obtížné využívat způsob pohybu soupravy po pozemku s vynecháváním jízd.

Hůla et al. (2008) uvádí, že mezi hlavní přínosy využívání GPS navigace náleží vyšší plošná výkonost, jež je ovlivněná rychlejším otáčením na souvrati díky možnosti vynechání jedné či více jízd, dále je díky přesnému navádění také sníženo množství překryvů a vynechaných míst, obsluha může více kontrolovat kvalitu práce a tím ji zvýšit. V předcházejícím odstavci lze vidět porovnání výsledků měření týkajících se plošné výkonosti. Tyto výsledky odpovídají knižní publikaci.

Bauer et al. (2006) uvádí, že při využívání GPS navigace dochází ke snížení překryvů a díky tomu je dosahováno úspory pohonných hmot i času, čímž je práce efektivnější. Výsledky zjištěné v této práci se s tímto tvrzením shodují ve všech parametrech. Z naměřených hodnot vyplývá spotřeba 8 l.ha<sup>-1</sup> při podmítce bez GPS navigace. Při použití GPS navigace klesla spotřeba pohonných hmot na 7,43 l.ha<sup>-1</sup>, došlo tedy ke snížení spotřeby o 0,57 l.ha<sup>-1</sup> při podmítce. Při kypření dosahovala spotřeba pohonných hmot 15,7 l.ha<sup>-1</sup>, spotřeba při využití GPS navigace opět klesla na 14,95 l.ha<sup>-1</sup>, došlo tedy ke snížení spotřeby o 0,75 l.ha<sup>-1</sup>. Tímto snížením spotřeby pohonných hmot bude při podmítce a následném kypření 475,6 ha (celková výměra orné půdy v tomto podniku) úspora 627,79 litrů motorové nafty v hodnotě 15 506,41 Kč ročně při ceně 24,7 Kč.l<sup>-1</sup> bez DPH.

---

Snížení operativního času se rovněž projeví úspora i na nákladech na mzdu zaměstnance. Zde činí úspora 3 329,20 Kč ročně. Při využívání GPS navigace je celkem uspořeno 18 835,61 Kč.

Traktory produktové řady 7R jsou již v základní výbavě prodávány s přípravou pro navigační systém, který je nutné doplnit pouze přijímačem. Díky ročním úsporám a poměrně nízké investici pro zakoupení přijímače GPS navigace od firmy John Deere za 85 649 Kč. Je zajištěna návratnost investice v období 4,5 let, pokud by byla GPS navigace využívána pouze na tomto traktoru při podmítce a kypření. Přijímač lze sdílet mezi více stroji dle aktuální potřeby použití, což může období návratnosti této investice zkrátit.

Pro porovnání byla vypočtena návratnost investice, pokud by byla využívána tato navigace se signálem RTK a s tím spojenými ročními poplatky a náklady navíc. Jelikož je roční úspora (18 835,61 Kč) díky používání GPS navigace při zpracování půdy v podmínkách tohoto podniku nižší než výše ročního poplatku (20 000,- Kč) za RTK signál, znamenalo by to při takovémto ročním využití ztrátovou investici. V tomto případě by bylo nutné přijímač GPS navigace využívat mezi více stroji, nebo tento traktor využívat společně s GPS navigací i v jiných pracovních operacích.

Štěpánek (2009) uvádí, že výhodou RTK signálu je meziroční opakovatelnost. To je nutné v případě hospodaření v systému CTF, kdy stroje jezdí stále ve stejných stopách a jejich poloha se nemění v závislosti na čase, narozdíl od klasických navigací využívajících GPS signál. U širokořádkových plodin je též vhodné využití RTK signálu, například v kombinaci se zpracováním půdy technologií strip-till, kde je nutná velmi přesná návaznost jednotlivých jízd a poté přesné navádění soupravy při setí.

Hodnoty, jež byly při tomto pokusu naměřeny, jsou ovlivněny výměrou pokusných ploch, která činila pouze 3,7 ha. To je způsobeno obtížným výběrem pozemku, který by poskytoval co nejpodobnější podmínky, ve kterých by bylo možné pokus provést s nejmenšími možnými odchylkami. Předpokládám, že provedení pokusu na větší výměře by lépe ukázalo rozdíl mezi těmito způsoby navádění soupravy po pozemku.

### **Má tato technologie vliv na stav porostu?**

Vliv na stav porostu nebyl mezi zkoumanými technologiemi navádění soupravy pozorován. Malý rozdíl v počtu rostlin na m<sup>2</sup> přisuzuji klíčivosti osiva. Co se týče počtu odnoží, velikosti nadzemí části rostliny a kořenové soustavy, byly vyrýpnuté rostliny taktéž srovnatelné. Kořenová soustava byla mírně poničena při vyrýpnutí

---

vlivem zmrzlé půdy, díky čemuž bylo obtížnější šetrněji rostlinu vyrýpnout. Rozdíl nebyl pozorován ani v míře zaplevelení. by mohly být znatelné, pokud by byl porost pozorován na místě, kde došlo k vynechání vlivem nepřesné jízdy. Ovšem takovéto místo nebylo viditelné, jelikož byl pozemek následně oset secím strojem s pasivní přípravou. Pro založení porostu byla využita totožná technologie a následující operace (hnojení a ošetřování porostu během vegetace) byly taktéž prováděny totožnou technologií, což je jeden z důvodů, proč nebyl zjištěn znatelný vliv jedné z technologií navádění na stavu porostu.

---

## Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat vliv manuálního a automatického navádění soupravy z hlediska kvality a efektivity práce. Porovnávana byla plošná výkonnost a spotřeba pohonných hmot při provedených pracovních operacích a toho vyplývající vliv na náklady na zpracování půdy. Toto porovnání bylo provedeno na pozemku společnosti ZEMAD s.r.o., na jejíž výměru byly následně počítány i náklady dle hodnot naměřených v průběhu praktické části práce. Dále bylo vyhodnoceno, zda a jaký má přínos v tomto podniku využívání automatického řízení GPS navigací při zpracování půdy.

Výsledky této práce ukazují vliv použití GPS navigace na zvýšení plošné výkonnosti, snížení zpracované plochy díky snížení překryvů, snížení spotřeby pohonných hmot a úsporu času potřebného pro zpracování půdy. Díky výše uvedeným příčinám je dosaženo snížení nákladů na zpracování půdy a zvýšení efektivity a kvality práce. Proto hodnotím její využívání kladně, jelikož nalezne uplatnění nejen při zpracování půdy, ale i při jiných pracovních operacích.

V praxi se z těchto důvodů v dnešní době čím dál více uplatňují GPS navigace, což je počátečním krokem pro přechod na precizní zemědělství, které v budoucnu bude nejspíše nedílnou součástí zemědělství. Na trhu je mnoho možností, jež jsou vhodné pro různé aplikace a každý zemědělec musí zvážit, kterou variantu navádění společně s přesností korekčního signálu zvolí dle prací, při kterých tento systém hodlá využívat.

---

## Seznam použité literatury

Bauer, F. et al. (2006). *Traktory*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-867-2615-0.

Beneš, P. (2011). GPS navigace – správná cesta k úsporám. [online] zemedelec.cz [cit. 24. 01. 2022]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/gps-navigace-spravna-cesta-k-usporam/>

cuzk.cz. (2020). *Statistická ročenka 2020*. Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha. ISBN 978-80-88197-15-7. [online]. [cit. 25. 01. 2022]. Dostupné také z: [https://www.cuzk.cz/Periodika-a-publikace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/Rocenka\\_pudniho\\_fondu\\_2020.aspx](https://www.cuzk.cz/Periodika-a-publikace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/Rocenka_pudniho_fondu_2020.aspx)

czso.cz (2022). *Průměrné ceny pohonných hmot za jednotlivé měsíce roku 2020 a 2021*. [online]. [cit. 07. 02. 2022]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-spotrebitelskych-cen-zivotnich-nakladu-zakladni-cleneni-prosinec-2021>

Fuka, V. (2021). Moderní systém automatického otáčení traktoru na souvratích. [online] mechanizace.cz [cit. 21. 03. 2022]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/moderni-system-automatickeho-otaceni-traktoru-na-souvratich/>

Hauptman, I. et al. (2009). *Půda v České republice*. Consult, Praha. ISBN 80-903482-4-6

Hůla, J. et. al. (1997). *Zpracování půdy*. Vydání první. Brázda, Praha. ISBN 80-209-0265-1

Hůla, J. et. al. (2008). *Minimalizace zpracování půdy*. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-28-1.

katedry.czu.cz (2022). *O CTF*. [online]. [cit. 25. 01. 2022]. Dostupné z: <https://katedry.czu.cz/kzs/o-ctf>

Lukas, V. et. al. (2010). Precizní zemědělství a jeho přínosy. [online] zemedelec.cz [cit. 24. 01. 2022]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/precizni-zemedelstvi-a-jeho-prinosy/>

myjohndeere.deere.com (2021). *MyJohnDeere* [online]. [cit. 05. 09. 2021]. Dostupné z: <https://myjohndeere.deere.com/mjd/my/login?TARGET=https%2F%2Fmyjohndeere.deere.com%2Fmjd%2Fmyauth%2Fdashboard>

---



---

Rataj, V. (2017). Riadený pohyb strojov po poli (CTF). [online] agrojournal.cz [cit. 25. 01. 2022]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/riadeny-pohyb-strojov-po-poli-ctf-302>

Stehno, L. (2015). CTF – Zkušenosti z domova i zahraničí. [online] mechanizace.cz [cit. 25. 01. 2022]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/ctf-zkusenosti-z-domova-i-zahranici/>

Šimon, J. a Lhotský, J. (1989). *Zpracování a zúrodňování půd*. Vydání první. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISNM 80-209-0048-9

Štěpánek, P. (2009). Přesná navigace pro zemědělské stroje. [online] agromanual.cz [cit. 15. 03. 2022]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/mechanizace/presna-navigace-pro-zemedelske-stroje>

web2.mendelu.cz (2022a). *Aplikovaný pěstitelský software*. [online]. [cit. 25. 01. 2022]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=3328&typ=html](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3328&typ=html)

web2.mendelu.cz. (2022b). *Management kvality pro všeobecné zemědělství*. [online]. [cit. 24. 01. 2022]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=4793&typ=html](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4793&typ=html)

---

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Podmítka řepkového strniště talířovým podmítačem Lemken Rubin 910	
Obrázek 1.2: Orba oboustraným poloneseným pluhem.....	12
Obrázek 1.3: Rotační brány ve spojení s pneumatickým secím strojem.....	13
Obrázek 3.1: Traktor John Deere 7310R při předset'ové přípravě půdy.....	20
Obrázek 3.2: Pokusná plocha rozděleného pozemku určená pro obdělávání manuálním řízením (myjohndeere.deere.com, úprava autor, 2021) .....	21
Obrázek 3.3: Vytvořená naváděcí linie pro přípravu půdy na části pozemku obdělávané pomocí navigace (myjohndeere.deere.com, úprava autor, 2021) .....	22
Obrázek 4.1: Grafické znázornění výsledků měření zpracované plochy bez využití GPS navigace a při jejím použití.....	37
Obrázek 4.2: Grafické znázornění plošné výkonosti při podmítce a kypření bez využití GPS navigace a při jejím použití.....	37
Obrázek 4.3: Grafické znázornění výsledků spotřeby pohonných hmot při zpracování půdy bez využití GPS navigace a při práci s naváděním GPS navigací .....	38
Obrázek 4.4: Grafické znázornění rozdílu na čase $T_1$ (hlavní čas) při zpracování půdy bez využití GPS navigace a při práci s naváděním GPS navigací .....	38
Obrázek 4.5: Grafické znázornění rozdílu na čase $T_2$ (vedlejší čas) při zpracování půdy bez využití GPS navigace a při práci s naváděním GPS navigací .....	39
Obrázek 4.6: Grafické znázornění rozdílu na čase celkových nákladů při zpracování půdy bez využití GPS navigace a při práci s použitím GPS navigace .....	39
Obrázek 4.7: Sčítání rostlin na jednom metru čtverečním na pokusné ploše obdělávané pomocí GPS navigace .....	41
Obrázek 4.8: Vzájemné porovnání vyrýpnutých rostlin pšenice ozimé .....	42

---

---

## Seznam tabulek

Tabulka 4.1: Naměřené hodnoty při podmítce.....	28
Tabulka 4.2: Naměřené hodnoty při kypření .....	29
Tabulka 4.3: Vypočítané hodnoty .....	30
Tabulka 4.4: Vypočítané náklady na zpracování půdy .....	31
Tabulka 4.5: Naměřené hodnoty při podmítce.....	32
Tabulka 4.6: Naměřené hodnoty při kypření .....	33
Tabulka 4.7: Vypočítané hodnoty při práci.....	34
Tabulka 4.8: Vypočítané náklady na zpracování půdy .....	35
Tabulka 4.9: Srovnání výsledků a naměřených hodnot .....	36
Tabulka 4.10: Pozorování parametrů porostu .....	42

---