

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vyhodnocení ekonomické efektivity systému precizního
zemědělství v podmínkách vybrané farmy v ČR**

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

Autor bakalářské práce: František Buchtel

České Budějovice, 2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **František BUCHTEL**
Osobní číslo: **Z12168**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Vyhodnocení ekonomické efektivity systému precizního zemědělství v podmínkách vybrané farmy v ČR**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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

Cílem práce je vyhledání a vyhodnocení systémů precizního zemědělství v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na vědecké hypotézy:

1. Má tato technologie prokazatelný vliv na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na zvýšení výnosu pěstovaných plodin?

V práci se zaměřte:


1. Analyzujte náklady na pořízení technologie, její přínosy a návratnost.
2. Odpovězte na hypotézy z cíle této práce.
3. Výsledky zhodnoťte a uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Gerhards R., Sökefeld M., Knuf D., Kühbauch W. (1996): Kartierung und geostatistische Analyse der Unkrautverteilung in Zuckerrübenschlagen als Grundlage für eine teilschlagspezifische Bekämpfung. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 176, 259-266.
Hamouz P., Soukup J., Holec, J. Nováková K. (2004): Field-scale variability of weed distribution on arable land. *Zeitschrift für Pflanzkrankh. und Pflanzsch. Sonderheft*, vol. XIX, 2004, 445 - 452.
Kunisch M. (2002): Precision Farming in der Unkrautbekämpfung? *Z. Pflanzkrankh. Pflanzsch. Sonderh.* XVIII, 415-420.
Firemní literatura a propagační materiály.
Omezeně internetové zdroje:
<http://zemedelec.cz/tema-tydne/zemedelec-402014-precizni-zemedelstvi-a-jeho-koncepce/>
www.scholar.google.com
<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>
<http://www.mjm.cz/>
<http://www.phytoparasitology.org/project.php?idp=62>
<http://cdesign.zive.cz/Clanky/Precizni-hospodareni/sc-3-a-20017/default.aspx>
<http://www.lpis.cz/>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Antonín Dolan, Ph.D.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **20. listopadu 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2016**


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Bludenská 1994, 370 01 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 23. listopadu 2015

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi během vypracování práce poskytoval, a také za jeho čas, který věnoval čtení mé bakalářské práce. Dále panu Ondřejovi Hniličkovi DiS, který mi poskytl všechny důležité informace pro vypracování bakalářské práce. A nakonec rodině za materiální a psychickou podporu.

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské a to v nezkrácené podobě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 1. 4. 2016

František Buchtel

Podpis:.....

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou satelitních navigací v zemědělství a ekonomickým vyhodnocením efektivity systému precizního zemědělství v podmínkách vybrané farmy v České Republice. Na úvod je seznámení s nejnámějšími systémy družicové navigace na určování polohy, kde je stručný popis systému GPS, GLONASS a Galileo. Systému GPS se v pokračování práce věnuji podrobněji. Následně popisuji systém navádění od firmy John Deere a korekce chyb SF 1, SF 2 a RTK (Real Time Kinematic). Poté následuje zhodnocení vybraného systému precizního zemědělství na konkrétní farmě v ČR (vliv technologie na úsporu nákladů, vliv na zvýšení výnosu a analýza nákladů na pořízení). Na závěr bakalářské práce odpovím na vědecké hypotézy ze zadání, vyhodnotím systém a uvedu závěry pro praxi.

Klíčová slova: Precizní zemědělství;- GPS;- RTK;- efektivita systému

Abstract

Bachelor thesis deals with the issue of satellite navigation in agriculture and economic evaluation of the effectiveness of the system of precision agriculture in terms of selected farms in the Czech Republic. The introduction is the acquaintance with the leading satellite navigation systems on the determination of positions where there is a brief description of the GPS, GLONASS and Galileo. The GPS system in the continuation of the work more. Then I describe the guidance system from John Deere and error correction, SF 1, SF 2 and RTK (Real Time Kinetic). This is followed by an assessment of the selected system of precision agriculture on a specific farm in the Czech Republic (the effect of technology on cost savings, impact on the increase of yield and the analysis of the cost of acquisition). At the conclusion of Bachelor work answer to scientific hypotheses of the specification, evaluate the system and bring the conclusions for practice.

Keywords: Precision farming; -GPS; -RTK;- Efficiency of the system

Obsah:

1. Úvod	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 Globální satelitní systémy.....	10
2.1.1 Navstar (GPS).....	10
2.1.2 GLONASS (Global Navigation Satellite System)	11
2.1.3 Galileo.....	12
2.2 Využití navigačních systémů	13
2.3 Funkce navigačních systémů	14
2.3.1 Kosmický segment.....	14
2.3.2 Řídící a kontrolní segment	16
2.3.3 Uživatelský segment	17
2.4 Využití v zemědělství.....	19
2.4.1 Princip funkce navádění GPS	19
2.4.2 Manuální navádění.....	21
2.4.3 Systém asistovaného řízení	22
2.4.4 Automatické navádění.....	23
2.5 Agricultural management system (AMS) technologie JOHN DEERE.....	24
2.5.1 Historie.....	24
2.5.2 Systémy Green Star.....	25
3. Cíl práce.....	30
4. Metodika	31
4.1 EUROFARMS, S.R.O.	31
4.1.1 Rostlinná výroba	31
4.1.2 EUROFARMS Tábor.....	32
4.2 CTF systém precizního zemědělství	35
5. Vlastní práce	38
5.1 Vliv technologie na náklady	38
5.2 Vliv technologie na výnosy.....	42
5.3 Náklady na pořízení technologie.....	43
6. Diskuze	46
7. Závěr	48

8. Seznam použitých zdrojů	49
8.1 Seznam literatury	49
8.2 Elektronické zdroje	49

1. Úvod

V posledních letech se začíná do popředí dostávat trend hospodaření označovaný u nás jako precizní zemědělství (precision farming). Precizní zemědělství, nazývané také jako lokálně cílené hospodaření, znamená z technického hlediska využívání moderních informačních technologií v zemědělské výrobě.

V precizním zemědělství je kladen velký důraz na snížení množství používaných hnojiv a chemikálií, které vede ke snižování nákladů i negativního ekologického dopadu na životní prostředí. Dalším cílem precizního zemědělství je snižování výdajů za strojní práce v zemědělství, které představují vysoký podíl z celkové výše nákladů zemědělské produkce. V podmínkách vyspělého zemědělství přitom ceny strojní práce představují 35 až 50 % celkových fixních nákladů. V průběhu posledních let začíná být Global Positioning System (GPS) využíváno k navigaci pracovních jízd při setí, sklizení, hnojení a ochraně rostlin. Tato technologie umožňuje pracovat se stroji i v noci či za špatné viditelnosti, dále pak nahrazuje použití pěnových značkovačů, znamenáků nebo kolejových meziřádků. Princip, na kterém jednotlivé navigátory pracují, se u různých výrobců příliš neliší.

Používání navádění představuje značný přínos pro optimalizaci vstupů a minimalizování chyb při práci na pozemku. Zlepšuje se také výkonnost pracovníků a snižuje se jejich stres a únava. K nejdůležitějším výhodám navádění pomocí GPS v zemědělství patří vysoká produktivita – méně přesahů vede k menšímu počtu cest přes pole, což vede k menšímu utužení půdy a úspoře času a nákladů na pracovní síly. Často diskutovanými tématy v souvislosti s ochranou půdy a krajiny je nadměrné utužování půdy a erozní ohrožení. Zhutňování půdy je nejčastěji dáváno do souvislosti s provozem těžké mechanizace. Z tohoto důvodu se ve světě začal provozovat systém CTF (Controlled Traffic Farming) neboli řízený pohyb strojů po pozemku. Právě tentýž systém, který začal používat jako první v České Republice podnik EUROFARMS, popisují v bakalářské práci.

2. Literární přehled

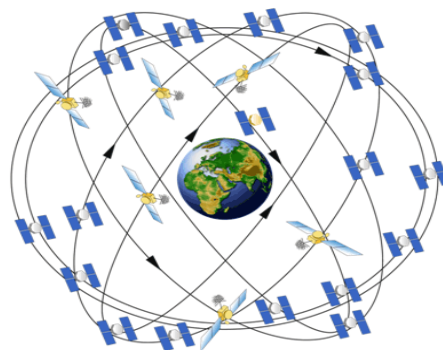
2.1 Globální satelitní systémy

2.1.1 Navstar (GPS)

NAVSTAR GPS je rádiový, polohovací systém space-based , který se skládá z konstelace 24 družic (viz obrázek č. 1) která byla poprvé kompletní 17. ledna 1994. Poskytují navigační informace i načasování informací vojenským i civilním uživatelům po celém světě. Důležitým nástrojem pro tvorbu map a velkým pomocníkem v oblasti zeměměřictví a přesného určování času. Kromě satelitů se systém skládá z celosvětové satelitní řídicí sítě a přijímacích jednotek GPS, které zachytí signály ze satelitů a převedou je do informace o poloze. GPS překonává jiné navigační systémy svou větší přesností za nižší cenu (<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/americky-navstar-gps/> , „staženo 19. 1. 2016 dne“).

GPS poskytuje následující:

- 24 hodin denně, celosvětový servis,
- Extrémně přesné trojrozměrné informace o umístění (informace o zeměpisné šířce, délce a nadmořské výšce),
- Extrémně přesné informace o rychlosti,
- Přesné načasování služby,
- Průběžné informace o real-time,
- Dostupnost pro neomezený počet uživatelů na celém světě,



Obrázek č. 1 – Družice GPS, zdroj: <http://www.mobinfo.cz/neni-jenom-gps-prehled-navigacnich-systemu/> („staženo dne 19. 1. 2016“)

2.1.2 GLONASS (Global Navigation Satellite System)

GLONASS je globální družicový systém provozovaný ruskou armádou k určování přesného času a polohy na Zemi. Byl vyvinut v bývalém Sovětském svazu v roce 1980 téměř souběžně s USA. Původní GLONASS konstelace byla dokončena v 1995, ale pak nestabilní ekonomická situace po rozpadu bývalého Sovětského svazu vedla ke zhoršení této konstelace satelitů. Celý svět byl podruhé plně pokryt v prosinci roku 2011. Systém sestává z 27 družic (24 operačních a 3 v záloze). Satelity (viz obrázek č. 2) obíhají v nadmořské výšce 19.100 km a po dobu 11 hodin a 15 minut. Tato konstelace působí ve třech oběžných drahách s 8 rovnoměrně rozmístěnými satelity v každé z nich (KLÍMA, 2015).

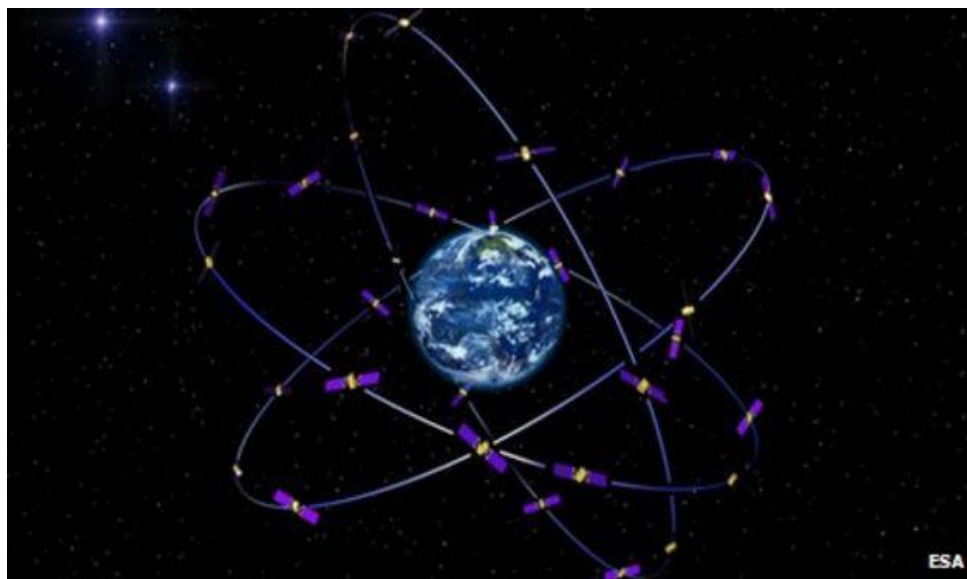


Obrázek č. 2 – Družice GLONASS, zdroj: <http://zpravy.aktualne.cz/zahranici/rusko-vypusti-navigacni-satelit-sveho-systemu-glonass/r~i:article:685675/>

(„staženo dne 19. 1. 2016“)

2.1.3 Galileo

Systém Galileo je evropský globální družicový polohový systém a je provozuschopný od roku 2010. Je obdobou GPS a ruského systému GLONASS. Systém Galileo je navržen jako projekt řízený a spravovaný civilní správou. Plný systém sestává z 30 družic (27 operačních a 3 záložní) obíhající ve třech rovinách po kruhových drahách na střední oběžné dráze Země (Medium Earth Orbit – MOE) ve výšce 23 222 km s oběžnou dobou 14 hodin a 5 minut (KLÍMA, 2015).



Obrázek č. 3 – Družice Galileo, zdroj: <http://www.bbc.com/news/business-28779524>

(„staženo dne 20. 1. 2016“)

2.2 Využití navigačních systémů

- **Vojenské účely** - Zařízení pro příjem GPS jsou integrovány do letadel, tankerů, lodí i ponorek, tanků i pozemní vojenské techniky. Kromě navigačních aktivit je systém využíván k označování cílů a navádění raket,
- **Letectví** - Navigační systémy letadel pomáhají při řízení téměř všech manévřů. Jedná se o pomoc při vzletu i přistávání stroje, dále kontrolu dodržování předem naplánované trasy letadel, kontrolu polohy letadel nad oceánem,
- **Životní prostředí** - satelitní navigace umožňuje vyhodnocovat přesné informace o přírodních jevech, které probíhají na velkých plochách a sledovat tím například rychlost postupu lesních požárů, vzdušných vírů apod,
- **Námořní doprava** - GPS je využívána pro navigaci při cestách oceány, také pro zmapování a označení nebezpečných míst, mělčin, k navedení do oblastí s optimálním výskytem ryb a za jeho pomoci jsou lodě schopny mapovat cesty migrace ryb,
- **Záchranný systém** – GPS umožňuje rychlé určení místa nehody, požáru, ztroskotání lodi nebo letadla a rychlé navedení na místo nehody,
- **Železniční doprava** – Většina železničních soustav je provozována na jednokolejných tratích. Určení polohy vlaků s pomocí GPS pomáhá předcházet nehodám, zachovává plynulost dopravy a minimalizuje nákladná zpoždění,
- **Volný čas** - Technologie satelitní navigace umožňuje absolvovat cesty v neznámých oblastech - určuje polohu, směr, rychlost, vzdálenost a čas,
- **Zeměměřičství, mapování** - satelitní navigace je využívána k přesnému stanovování linií nebo komplexních věcí při výstavbě infrastruktury v urbanistických centrech,

- **Čas** - Díky přesnosti atomových hodin používaných v družicích je satelitní navigační systém využíván k synchronizaci hodin (BLAŠKO, 2009).

2.3 Funkce navigačních systémů

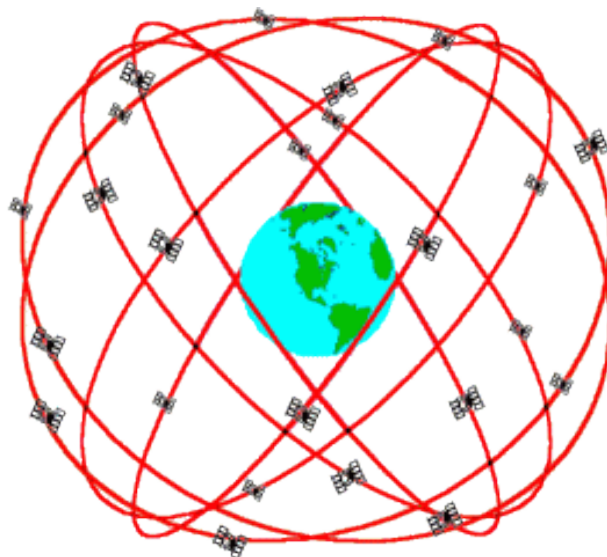
Systém GPS lze rozdělit do tří segmentů:

- kosmický,
- řídicí,
- uživatelský.

2.3.1 Kosmický segment

Byl projektován na 24 družic, ale nyní je využíván až na mezní počet 32, pro další navyšování počtu bude třeba změna vysílaného signálu. Družice vysílají v pásmech, která jsou zvolena záměrně tak, aby byla minimálně ovlivněna meteorologickými vlivy. Přiděleno je několik frekvencí a každé frekvenci odpovídá jeden vysílací kanál: Družice obíhají ve výšce 20 350 km nad povrchem Země na 6 kruhových drahách se sklonem 55° (viz obrázek č. 4). Družice GPS jsou vybaveny vysílačem, atomovými hodinami, procesory a řadou dalších přístrojů sloužících k navigaci i k jiným vojenským účelům. Družice jsou dále vybaveny slunečními bateriemi a setrvačníky pro udržování správné orientace a raketovými motory pro korekci letové dráhy.

- L1 (1575,42 MHz), kde je vysílán C/A kód je dostupná pro civilní uživatele, dále je šířen vojenský, který je šifrovaný a přístupný pouze pro autorizované uživatele.
- L2 (1227,62 MHz), kde je vysílán vojenský kód.
- L3 (1381,05 MHz) vysílá signály, které obsahují data monitorování startů balistických raket, detekci jaderných výbuchů a dalších vysokoenergetických zdrojů.
- L4 (1841,40 MHz) se využívá pro měření ionosferické refrakce. Průchod signálu ionosférou způsobuje zpoždění radiového signálu, která se promítá do chyb při určení polohy. Toto ionosférické zpoždění lze eliminovat, jestliže měříme zpoždění na dvou kmitočtech, nebo získáním korekcí.
- L5 (1176,45 MHz) se plánuje jako civilní signál - tato frekvence spadá do mezinárodně chráněné oblasti letecké navigace: (<http://geodet.blog.cz/0905/kosmicky-segment>, „staženo dne 20. 1. 2016“).



Obrázek č. 4 – Kruhové dráhy, zdroj:

http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php, („staženo dne 21. 1. 2016“)

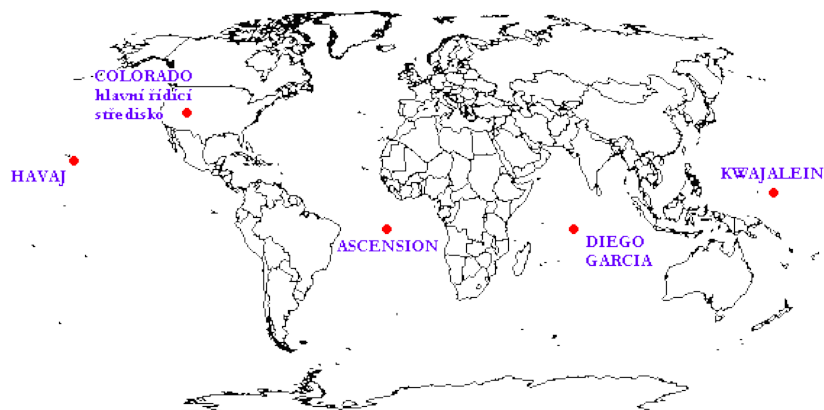
2.3.2 Řídící a kontrolní segment

Kontrolní segment se sestává z pěti monitorovacích stanic (viz obrázek č. 5), čtyř pozemních vysílačů a Hlavního řídicího střediska. Monitoruje kosmický segment, zasílá povely družicím, provádí jejich manévry a údržbu atomových hodin.

Řídící a kontrolní segment zajišťuje:

- data pro model ionosférické refrakce,
- predikce dráhy družice, tzv. efemerid,
- korekce atomových hodin,
- přibližné pozice ostatních družic a jejich zdravotní stav,

(https://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System, „staženo dne 21. 1. 2016“).



Obrázek č.5 – Monitorovací stanice, zdroj:

http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php,

(„staženo dne 21. 1. 2016“)

2.3.3 Uživatelský segment

Družice vysílá signál, který je možno přijímat speciálními pozemskými přijímači. Přijímač signálu GPS vyžaduje signály nejméně od čtyř satelitů, aby bylo možno určit jeho polohu kdekoliv na Zemi. Přesnost určování polohy je závislá mimo jiné i na okamžitých vlastnostech atmosféry. Z těchto důvodů zpravidla není pouhý příjem signálu GPS vhodný pro určování polohy v zemědělství.

Uživatelé pomocí GPS přijímače (viz obrázek č. 6) přijímají signály z jednotlivých družic, které jsou v danou chvíli nad obzorem. Na základě přijatých dat (časových značek z jednotlivých družic a znalosti jejich polohy) a předem definovaných parametrů přijímač vypočítá polohu antény, nadmořskou výšku a zobrazí přesný datum a čas. Komunikace probíhá pouze od družic k uživateli, GPS přijímač je tedy pasivní.

Pro zpřesnění celého systému je třeba dodat ještě další signál o známé poloze jeho zdroje (diferenční signál). Tento signál může být přijímán z pozemní referenční stanice nebo z jiné, tzv. stacionární družice. Pozemní referenční stanice mají omezený dosah, ale poplatek za jejich používání bývá poměrně nízký. Naopak družicové referenční signály jsou k dispozici prakticky kdekoliv, ale poplatek za jejich příjem je vyšší (https://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System, „staženo dne 22. 1. 2016“)



Obrázek č. 6 – GPS přijímač pro automobily, zdroj:

<http://geodet.blog.cz/0905/uzivatelsky-segment>, („staženo dne 22. 1. 2016“)

Rozdělení přijímačů podle přijímaných pásem:

- Jednofrekvenční,
- Dvoufrekvenční,
- Vícefrekvenční,

Rozdělení přijímačů podle kanálů:

- Jednokanálové (používané v raných fázích projektu GPS),
- Vícekanálové,

Rozdělení přijímačů podle principu výpočtů:

- Kódové,
- Fázové.

Běžně dostupné přijímače k amatérskému (tj. negeodetickému a nevojenskému) vyžití se vyrábí jako jednofrekvenční, vícekanálové a kódové (BLAŠKO, 2009).

2.4 Využití v zemědělství

Během posledních let se vývoj systémů navigace používaných v zemědělství posunul kupředu. Nejdůležitějším kritériem činnosti navigace je přesnost. Dochází k jejímu postupnému zvyšování až ke dnešní, výrobcí udávané odchylce, která se pohybuje i pod hodnotou menší než pěti cm v horizontální rovině.

Ve vývoji systémů navigace přispěli ke zvýšení přesnosti i výrobci naváděcích systémů. Ti uvedli na trh systémy s automatizovaným řízením pracovních souprav. Tím byl nahrazen systém se světelnou lištou a později i LCD (Liquid Crystal Display) monitorem, podle kterého řidič vede pracovní soupravu ve zvolené stopě. Novým prvkem se stal i systém upravující velikost pracovního záběru na svahu, tzv. kompenzátor nerovnosti terénu či svahové dostupnosti. Dalším prvkem, který prošel určitým vývojem, je způsob vedení paralelních jízd. Zpočátku bylo možné vedení paralelních jízd pouze po přímkách. Dnes je umožněno navádění nejen po křivkách, ale i po uzavřených a jiných možných cyklech, včetně jízd se souvratí.

Rozšířily se i možnosti funkcí, jako je ukládání dat během vykonávané práce do paměti, spolupráce s výnosovými mapami, kdy se dají pomocí vhodných strojů variabilně aplikovat dávky hnojiv nebo postřiků (ŠAFAŘÍK, 2011).

2.4.1 Princip funkce navádění GPS

Základem každého systému navigace pro manuální řízení je anténa, integrovaný GPS/DGPS přijímač, světelná lišta, popřípadě grafický LCD monitor. Automatizované navádění strojů navíc obsahuje snímače polohy, řídicí jednotku a další hydraulické prvky. Anténa se umísťuje na střechu stroje. Pomocí kabeláže je anténa propojena s integrovaným GPS/DGPS přijímačem. Přijímač je ve většině případů 12ti kanálový, což umožňuje sledovat až 12 družic najednou, a tím se zvýší přesnost jízd. Dále mohou být přijímače jedno nebo dvoufrekvenční. Obnovovací frekvence GPS se udává od 1 Hz (pro méně přesné zařízení) přes 5 Hz až po vyšší frekvenci 10 Hz. To znamená, že update signálu GPS nastane 1x, 5x nebo 10x za sekundu. Přesnost samozřejmě závisí na příjmu signálu, pro potřeby zemědělství se převážně používá signál DGPS a nově RTK (Real Time Kinematic),

který je však omezen vzdáleností od monitorovací stanice. Přijímače signálu GPS/DGPS mohou být dále jednofrekvenční, dvoufrekvenční nebo fázové. Fázové přijímače nosných vln jsou určeny pro nejpřesnější měření, používají se pro příjem RTK signálu. Na počátku jakékoliv práce se nejprve navolí pracovní záběr stroje a zvolí se program navádění – jízdy po přímce, jízdy po křivce, jízdy v uzavřených cyklech atd. Určí se příjem signálu, umožňuje-li to anténa a přijímač, zda půjde o signál GPS, o diferenciální GPS nebo RTK. Pomocí satelitní navigace je pracovní souprava vedena ve zvolené stopě. Ta je definována při první jízdě, kdy se označí počáteční a koncový bod pracovní jízdy. Od ní se virtuálně vytvoří všechny možné rovnoběžné stopy na zemském povrchu. Pro následující jízdu si můžeme vybrat jakoukoliv rovnoběžnou dráhu, od první navolené, posunuté o násobek pracovního záběru. Od první navolené dráhy se ostatní číslují kladně a záporně, podle smyslu otáčení pracovní soupravy.

Na pozemku je možné vyznačit možnou překážku, například větší kámen či sloup elektrického vedení a jiné. Při přerušení práce v důsledku vyprázdnění zásobníku na osivo, chemický postřik nebo na průmyslové hnojivo, či z jiného důvodu je možno si dané místo označit a po doplnění materiálu se pomocí navigátoru na toto místo vrátit. Navigátor současně měří rychlost stroje a také výměru pozemku. Další předností je to, že před příjezdem k souvrati se ozve akustický signál, což znamená, že, když nespím, není možné přejet pozemek.

Celý systém je schopen pracovat v rozsahu pojezdové rychlosti od 0 do 38 km/h. Počítač v řídicí jednotce uchovává data o průjezdu a tyto záznamy je možné využít při následujících operacích. Tzn., že při stejném záběru strojů může souprava pojíždět po stejných stopách. Do paměti počítače je možné zadat několik typů náradí i různé pozemky (<http://zemedelec.cz/navigacni-systemy-21-stoleti-v-praxi/>, „staženo dne 23. 1. 2016“).

2.4.2 Manuální navádění

Obsluha stroje řídí podle optických signálů na obrazovce či LED (Light Emitting Diode) liště. Světelná lišta ukazuje odchýlení od ideálního záběru. Podle ní řidič navádí stroj do požadovaného směru jízdy. Světelná lišta bývá tvořena řadou LED diod a umísťuje se do zorného pole řidiče, kde je zaručen spolehlivý výhled na pozemek. Hlavní částí zařízení je světelná lišta s integrovaným GPS přijímačem a anténa pro příjem signálu. Některé typy lze po rozšíření o další komponenty používat jako automatické naváděcí systémy. Novější typy mají již LCD obrazovku grafickou, která usnadňuje navigaci při otáčení na souvratích, při vjíždění do další paralelní jízdy a při řízení jízdy po křivkách. Řidič může informován o směru jízdy i akustickými signály.

Hlavní výhodou tohoto druhu naváděcího systému je ve snadné instalaci, menší pořizovací cena než u automatických systémů a možnosti přesunu systému mezi jednotlivými traktory na farmě. Největší nevýhodou tohoto systému vidím ve schopnostech a přesnosti obsluhy (PROPAGAČNÍ MATERIÁLY JOHN DEERE, 2015).



Obrázek č. 7 – Manuální navádění John Deere, zdroj:

<http://www.danhel.cz/produkty/zemedelska-technika-john-deere/john-deere-ams-precizni-zemedelstvi/navadeci-systemy.html>, („staženo dne 24. 1. 2016“)

2.4.3 Systém asistovaného řízení

Tento systém přímo ovládá volant traktoru pomocí elektromotoru a třecího pastorku. Řidič musí zasahovat do řízení při otáčení na souvrati. Výhoda tohoto systému je v jednoduché montáži, přenositelnosti a v nižší ceně. Nevýhodou je pak pomalejší reakce. Doporučuje se pro operace, kde dostačuje bezplatný signál s přesností +/- 15 až 20 cm. Tento systém pracuje na principu: Přijímač, který je integrovaný ve světelné liště, zpracovává informace signálu GPS o poloze pracovní soupravy. Systém pracuje s placeným i bezplatným signálem DGPS, ale dokáže pracovat i se signálem RTK. Informace o poloze je dále předána řídicí jednotce, tzv. kolektoru. Ten vysílá impulsy do elektromotorku s třecím pastorkem, který je připevněn k věnci volantu a otáčí volantem. Na velikosti pootočení volantem závisí délka vysílaného impulsu. Přijímaný signál má frekvenci 5 Hz. Z toho plyne, že řídicí jednotky a zároveň elektromotorek dostávají pokyn k činnosti 5x v jedné sekundě. To zaručí plynulý chod otáčení volantu (viz obrázek č. 8). Systém může být použit na každý starší i nový traktor, postřikovač, sklízecí mlátičku nebo jiný samojízdný stroj, který musí mít posilovač řízení a zároveň je vybaven navigací GPS. Systém je možné přenášet podle potřeby mezi jednotlivými stroji. Řidič ovlivňuje pracovní soupravu jen při otáčení na souvratích a při kontrole pojezdu a překážek (ŠAFARÍK, 2011).



Obrázek č. 8 – Systém asistovaného navádění, zdroj:

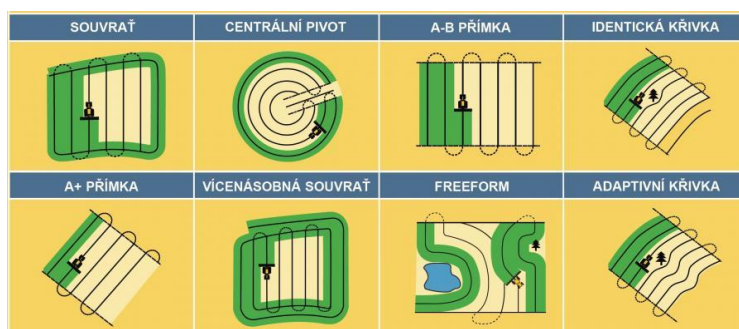
<http://www.pekass.eu/produkty/zemedelska-technika/trimble/asistovane-rizeni/>,

(„staženo dne 24. 1. 2016“)

2.4.4 Automatické navádění

Automatické naváděcí systémy jsou na českém trhu od počátku roku 2002. Tyto systémy dále rozšiřují navigační systémy řízené manuálně. Svou funkcí se až na způsob řízení podobají navigátorům pro manuální řízení. Zastupují práci samotného řidiče během polních prací. Tyto navigátory jsou náročnější na přijímaný diferenční signál. Automatizace v řízení stroje se zakládá v nahrazení řidiče jednotkou řízení, která za pomoci polohových snímačů volantu, snímačů natočení kol, hydraulických prvků řízení a spínače aktivace automatického navádění, řídí pracovní soupravu. Další způsob automatického řízení je ovládání řídicího volantu díky elektromotoru, který je k němu připojený. Stejné prvky s manuálním naváděním, anténa a přijímač DGPS zabezpečují přesné snímání polohy. Při zjištění odchylky od správné polohy vysílá řídicí jednotka signál hydraulickým prvkům řízení a ty vrátí soupravu do požadované polohy.

Náplň práce řidiče se tím pádem omezuje pouze na aktivaci systému, částečné navádění do následující jízdy a hlídání připojeného pracovního zařízení. Navigátor se deaktivuje každým pohybem volantu. K další jízdě je stroj naveden pod minimálním úhlem 45 stupňů od určené jízdy a navigátor může být jednoduše, pomocí spínače, aktivován. Pracovní souprava se pak sama automaticky vrátí do určené stopy a dále pokračuje v námi daném směru. Na obrázku č. 9 můžeme vidět možnosti otáčení na souvrati (PROPAGAČNÍ MATERIÁL JOHN DEERE, 2015).



Obrázek č. 9 – Možnosti otáčení na souvrati, zdroj:

http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/82/10023.jpg,

(„staženo dne 26. 1. 2016“)

2.5 Agricultural management system (AMS) technologie JOHN DEERE

Agricultural management system neboli zemědělský řízený systém. Na co? Nebo Proč? Protože každý zemědělec chce mít co nejmenší výdaje a co největší zisky. Touto technologií sníží náklady na chemické prostředky. Uspoří spousty paliva, osiva při setí. A hlavně zvýší produktivitu práce stroje i obsluhy. Tyto přínosy jsou okamžité, zjevné a prověřené. Dále má za úkol aplikovat cíleně pouze v nutných dávkách. Kompletně řešit řízení celé flotily a také snížit nároky na obsluhu. To však zdaleka není samozřejmostí v myšlení českých hospodářů.

Ale pomalu a jistě na to přicházejí. Technologie se hlavně využívá ve Velké Británii a Německu. K nám, do ČR se to pomalu a jistě také dostává díky prodejčům a službám JOHN DEERE, kteří tyto technologie sami používají. A ukazují a prezentují přímo v praxi, což je asi to nejlepší. Co je cílem? Dělat všechno kvalitně a precizně, ale při tom být maximálně úsporný a účinný. Jinak řečeno šetřit přírodu, správně se starat o pole a mít z úrody co největší výnosy. JOHN DEERE do této technologie investuje přes 400 miliard dolarů ročně. A také jejich technologie jde aplikovat a hlavně funguje i na strojích jiných výrobců.

První konference vývojářů JOHN DEERE, byla v roce 1994, zde se určil směr AMS. V roce 1997 byla zřízena pracovní skupina, která dostala úkol vyvíjet systém StarFire (SF). V roce 1998 komerčně nabízen první korekční signál StarFire 1 (+/- 25cm). StarFire 2 (+/- 5cm) přišel na trh v roce 2004. Firma John Deere je tvůrcem myšlenky využití satelitního navádění v oboru zemědělství (PROPAGAČNÍ MATERIÁL JOHN DEERE, 2015).

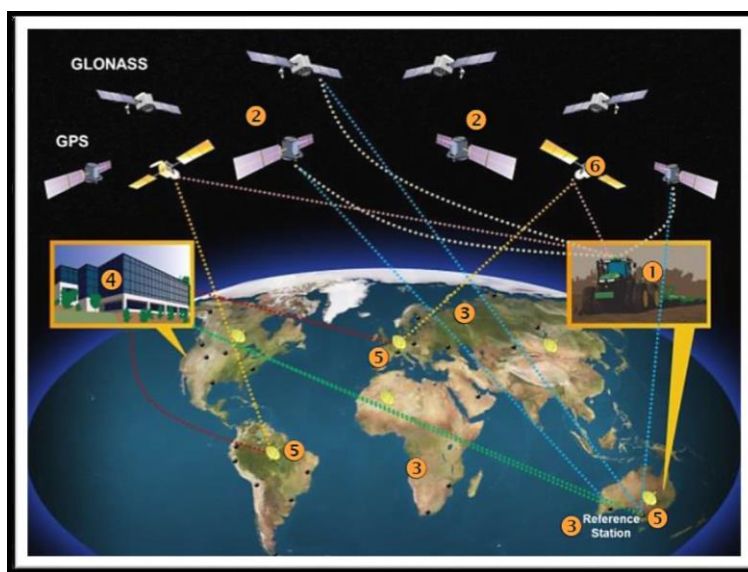
2.5.1 Historie

Firmu JOHN DEERE založil americký kovář John Deere ze státu Vermont, v roce 1837 vyrobil první ocelový pluh na Světě. Jeho pluh se líbil a sklídl veliký úspěch a tak se v roce 1843 spojil s Leonardem Andrussem, aby zvýšil svoji výrobu a uspokojil zvyšující se poptávku po jeho pluhu. V roce 1848 se s Leonardem rozešel

a přesunul svoji výrobu do města Moline ve státu Illinois, kde sídlí firma dodnes. Moline bylo křižovatkou obchodních cest na řece Mississippi. Po předání firmy synovi Charlesovi získala firma název DEERE & COMPANY. V celosvětovém měřítku má koncern John Deere celkem 49 výrobních a vývojových závodů a zaměstnává asi 34 500 pracovníků. Všechny produkty jezdí po celém Světě a vedou špičku v kvalitní zemědělské a komunální technice (VOMÁČKA, 2015).

2.5.2 Systémy Green Star

Základ technologie AMS je určitě přesné určení polohy aby mohlo bezchybně a hlavně přesně navádět stroje po poli. Máme dva způsoby. Jeden ze západu a druhý z východu. Právě JOHN DEERE má k dispozici všech 24 satelitů od GPS i od GLONASS na Zemi má 60 pozemních referenčních stanic 2 velká výpočetní střediska. Dále mají 6 vysílačích pozemních stanic a 6 satelitů INMARSAT.



Obrázek č. 10 – Rozmístění satelitů a pozemních stanic, zdroj:

<http://www.crossimplement.com/news-and-updates/article/2012/02/starfire-frequency-migration>, („staženo dne 3. 2. 2016“)

Na obrázku č. 10 můžeme vidět, jak to vlastně postupně jde. Od stroje to jde k satelitu GPS nebo GLONASS. Podle toho, který je nejlépe natočený ke stroji. Odtud jde signál do pozemních referenčních stanic a pak signál následuje do výpočetního střediska. Poté jde signál zpátky na družici a z té přímo zpátky do stroje. Ač to vypadá, že když se pohneme o metr tak než se nám vyhodnotí výsledek, budeme dávno jinde. Ale tak to není. Rychlost přenosu je na velice dobré úrovni přibližně za jednu tisícinu dorazí signál, a proto signál drží tempo s rychlostí stroje. Z praxe vím, že signál, o kterém se rozpovídám níže, má svoje ojedinělé výpadky například v rohu u lesa (VOMÁČKA, 2015).

2.5.2.1 European Geostationary Navigation Overlay service

EGNOS je aplikace systému sBAS (Satellite Based Augmentation system), který doplňuje a vylepšuje vlastnosti GPS v Evropě. V dubnu roku 2009 bylo převedeno veškeré vlastnictví systému EGNOS z Evropské kosmické agentury na Evropskou komisi a oficiálně byl systém spuštěn v říjnu 2009. Je to prvním dokončeným projektem EU v oblasti satelitní navigace a je současně předchůdcem projektu Galileo.

Pozemní stanice získávají korekční data charakteristická pro území Evropy a za pomoci družic jsou vysílána k uživatelům. Jeho hlavní přínosy jsou data pro přesnější určení polohy a včasné varování pro případ poruchy některé družice GPS. Jedná se zejména o korekci jevů:

- informace o integritě systému GPS,
- dlouhodobé odchylky družic od jejich předpokládaných drah,
- dlouhodobé a krátkodobé odchylky atomových hodin družic,
- parametry pro ionosférický model,
- a almanach a navigační zpráva EGNOS družice.

Jako indikaci příjmu korekcí se na displeji přijímače GPS může zobrazit zkratka DGPS, sBAS, EGNOS nebo WAAS s čísly nových družic podle #ID nad počet nebo místo standardní družice systému GPS (<https://cs.wikipedia.org/wiki/EuropeanGeostationaryNavigationOverlayService>, „staženo dne 8. 2. 2016“).

2.5.2.2 SF 1

Na displeji Green Star se zobrazí druh signálu (viz obrázek č. 11).

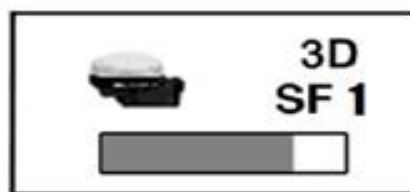
- Přesnost +/- 30-cm,
- Funkčnost v zakřiveném a přímém směru,
- Bezplatný SF1 signál diferenciálních korekcí.

Signál SF1 je vynikajícím výchozím bodem pro:

- Orbu,
- Postřik,
- Pro použití na pastvinách, např. rozmetání kejdy nebo hnojiva.

Mezi přínosy patří:

- Snížené překrývání,
- Snížené vstupní náklady,
- Vyšší komfort obsluhy,
- Vyšší provozní rychlosti na poli,
- Snížená spotřeba paliva. (PROPAGAČNÍ MATERIÁL JOHN DEERE, 2015).



Obrázek č. 11 – Signál SF1

2.5.2.3 SF 2

Na displeji Green Star se zobrazí druh signálu (viz obrázek č. 12).

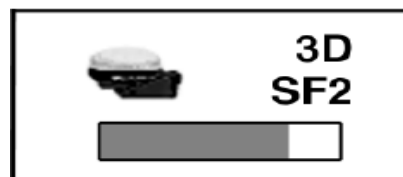
- Přesnost +/- 10 cm,
- Funkčnost v zakřiveném a přímém směru,
- Pružné doby aktivace pro SF2 signál diferenciálních korekcí.

Ideální pro:

- Sklizeň,
- Postřik/hnojení,
- Setí/sadbu,
- Sklizeň pícnin.

Mezi přínosy patří:

- Setí bez znamének,
- Snížené překrývání,
- Vyšší komfort obsluhy,
- Vyšší provozní rychlosti na poli,
- Snížená spotřeba paliva (PROPAGAČNÍ MATERIÁL JOHN DEERE, 2015).



Obrázek č. 12 – Signál SF2

2.5.2.4 RTK

Systém RTK se skládá z lokální základní stanice umístěné na poli nebo v jeho blízkosti, která prostřednictvím RTK rádia vysílá přístroji starFire iTC/3000 umístěnému na vozidle RTK korekce.

Základní stanice sleduje postavení GPS satelitů a průběžně vypočítává pozici. Protože se základní stanice nepohybuje, je možné chyby spočítat v reálném čase. Tato chyba je poté pomocí RTK rádia vyslána vozidlu, kde přijímač vozidla tuto informaci použije k vypočítání vysoce přesné, opravené pozice. Na displeji Green Star se zobrazí druh signálu (viz obrázek č. 13).

Opakovatelná přesnost +/- 2 cm

- Funkčnost v zakřiveném a přímém směru,
- Vyžaduje speciální základní stanici, bez licenčních poplatků,
- Funkce RTK-Extend, která je v oboru výjimečná.

Ideální pro:

- Setí řádkových plodin,
- Pásové obdělávání,
- Řízení postřiku.

Mezi přínosy patří:

- Vysoká přesnost, opakovatelné navádění,
- Jedná základní stanice pro více strojů,
- RTK síť,
- Pozitivní dopad na produktivitu a efektivitu,
- a nižší stlačování půdy (PROPAGAČNÍ MATERIÁL JOHN DEERE, 2015).



Obrázek č. 13 – Signál RTK

3. Cíl práce

Cílem práce je vyhledání a vyhodnocení systémů precizního zemědělství v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na vědecké hypotézy:

1. Má tato technologie prokazatelný vliv na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na zvýšení výnosu pěstovaných plodin?

Dále analyzuji náklady na pořízení technologie, její přínosy a návratnost. Výsledky zhodnotím a uvedu závěry pro praxi.

4. Metodika

Výběr zemědělského podniku, o kterém budu psát v bakalářské práci, byl zcela jednoduchý. Poněvadž zatím nikdo jiný z celé České Republiky tento odlišný systém precizního zemědělství dosud nevyzkoušel. Jedná se o podnik EUROFARMS s.r.o.

V práci nejdříve důkladně popíši zemědělský podnik EUROFARMS s.r.o. Poté se zaměřím na systém CTF a vysvětlím, o co se jedná. Následně zpracuji informace a materiály poskytnuté zaměstnancem farmy EUROFARMS Tábor a zhodnotím vliv technologie na úsporu nákladů, výnos a pořizovací náklady na technologii. Na konci práce vyhodnotím systém, jeho přínos či naopak a uvedu závěry pro praxi.

4.1 EUROFARMS, S.R.O.

EUROFARMS, s.r.o. je zemědělská společnost, která hospodaří na Vysočině a v Jihočeském kraji. Hlavní činností společnosti je zemědělská prvovýroba, která se zaměřuje na pěstování obilovin, olejnin, kukuřice a píce. Dále pak produkcí kvalitní bramborové sadby pro domácí i zahraniční odběratele.

4.1.1 Rostlinná výroba

V rostlinné výrobě se zaměřují převážně na pěstování obilovin a olejnin. Obiloviny tvoří jednu třetinu produkce. Je to zejména pšenice ozimá a sladovnický ječmen. Druhou nejvýznamnější plodinou v plánu osevu je řepka olejka a pak kukuřice, kterou pěstují na zrna, na siláž pro krmné účely a pro bioplynové stanice.

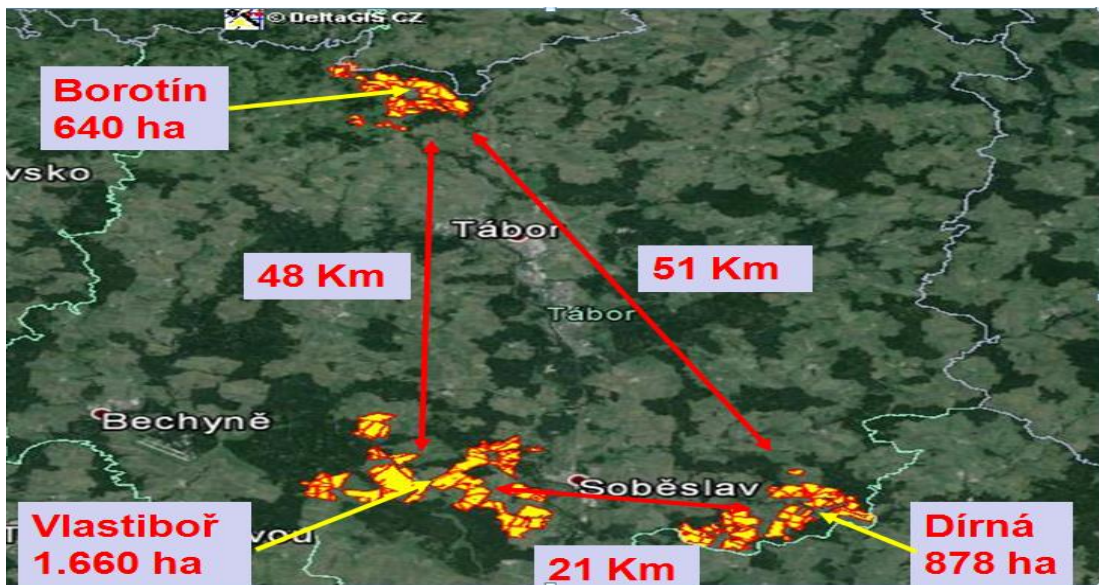
Dále pěstují bramborovou sadbu, cukrovou řepu, hořčici, len, svazenko, hrách, vojtěšku a další. Hospodaří na pozemcích, které jsou v převážné většině pronajaté. Své finanční zdroje ponechávají na investice do pracovního kapitálu

a moderní zemědělské techniky. Právě díky tomu, mohou své hospodaření zefektivnit a zvýšit ohleduplnost vůči životnímu prostředí.

Provozy rostlinné výroby jsou soustředěny na Jihlavsku a Táborsku. Nás bude nejvíce zajímat EUROFARMS Tábor se sídlem ve Vlastiboři zdroj: (FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, 2016).

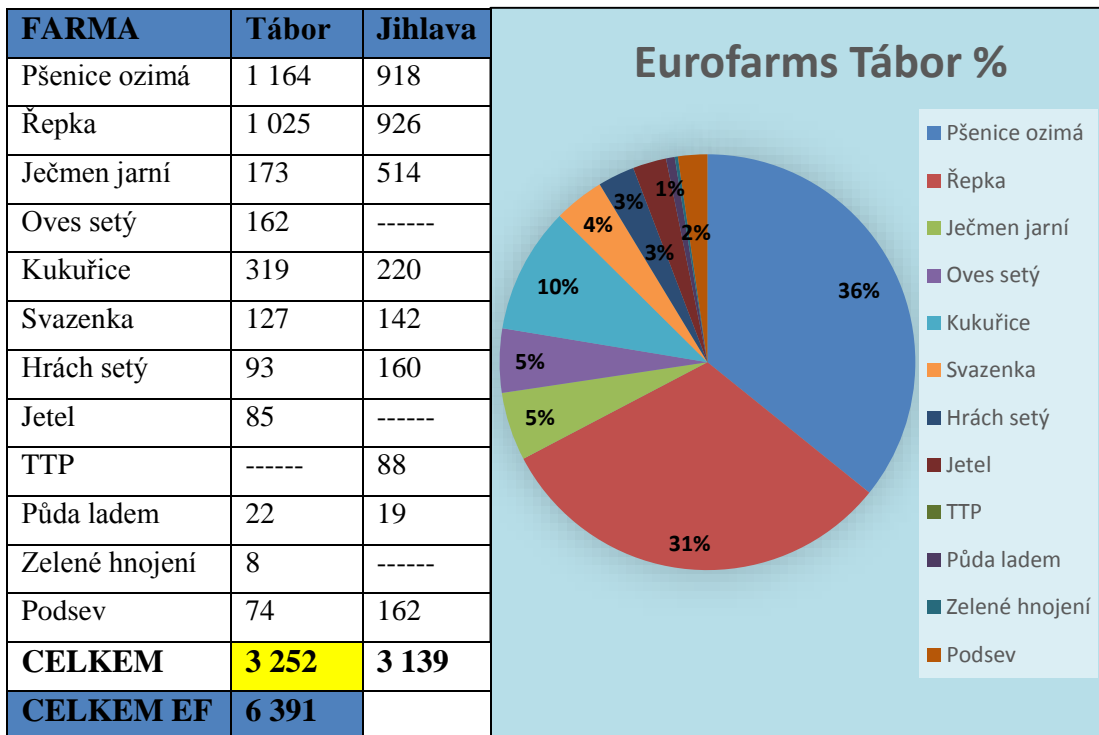
4.1.2 EUROFARMS Tábor

Farma hospodaří v Jižních Čechách na rozloze 3252 ha na třech místech, které jsou zobrazeny na obrázku č. 14. Zaměřují se převážně na pěstování ozimé pšenice, jarního ječmene a řepky. Farma pěstuje samozřejmě i jiné plodiny zařazené do osevního postupu. Podíl a souhrn všech pěstovaných plodin (viz tabulka č. 1). Jejich posklizňová linka a skladové prostory jsou sice zastaralé, ale stále zvládají sezónní nápor sklizených plodin. Příprava půdy, setí, postřik a hnojení zvládají se svojí vlastní technikou (viz tabulka č. 2). Aplikace digestátu provádí formou služeb CLAASEM XERION 3600: SGT 18 m³ v agregaci s LEMKEN RUBÍN o záběru 4,5 m od firmy RADEK METAL. Sklizeň plodin provádí firma DAŇHEL AGRO a.s. se šesti sklízecími mlátičkami, třemi přesýpacími vozy, čtyřmi traktory s návěsem a jedním nákladním automobilem značky Tatra na odvoz. V případě, že odvozy nestíhají, mají domluveny další dvě soupravy od jiné firmy. Vedení podniku podléhá vedoucím z divize EUROFARMS v ČR. Hlavními vedoucími EUROFARMS Tábor jsou agronom ing. Petr Peclínovský, mechanizátor Ondřej Hnilička DiS a vedoucí obchodu Jan Bartůněk. Dále zaměstnávají okolo dvaceti pracovníků včetně účetní a správce pozemků (FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, 2016).



Obrázek č. 14 – Místa hospodaření, zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016)

Tabulka č. 1 – Souhrn a podíl plodin na rok 2016 s grafickým znázorněním



Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016)

Tabulka č. 2 – Stroje EUROFARMS Tábor

TRAKTORY	MANIPULAČNÍ TECHNIKA	PŘÍPRAVA PŮDY	SETÍ	ROZMETADLA PRŮMYSL. HNOJIV	POSTŘIKOVAČE	NÁKLADNÍ AUTOMOBILY	NÁVĚSY A PŘÍVĚSY	OSTATNÍ
Quadtrac 620i	Forklift DESTA	Vaderstadt Carrier 925 XXL - 9 m	Horsch Sprinter 9 SW	Rauch AXERA H Emc	John Deere 5430i - 27 m	MAN TGA 26.440	Krampe BB 800	Spearhead Mulcher MC620
John Deere 8360 RT		Horsch Terrano 10 FG - 9 m		Rauch AXERA H Emc	SAM 4000 VISION - 27 m	Š 706 3C2 5074	Grand Super-ZDT	Perfect Mulcher ZW 210
John Deere 8430		Horsch Tiger 8 MT 7,5 m		Amazone ZAM SPECIAL		Avia TAK 2584	Opava -MV 2-027	Road sweeper KM-T-UH 2300
John Deere 6190R		Vaderstat Top Down 500 - 4,5 m					Trailers 9t - 7x	
John Deere 6150R		Cambridge Opal 9 m					Cart - 2x	
Massey Ferguson 4270		Massey Ferguson Plough 725-7 AH					Meprozet - Tank 14m ³	
Massey Ferguson 6270		Lemkem Smaragt 3m					Meprozet for MAN- Tank 12m ³	
Massey Ferguson 6290							ACF for LIAZ -Tank 8m ³	
Zetor 7745							ACF - Tank 8m ³	
Zetor 7745							ACF - Tank 8m ³	

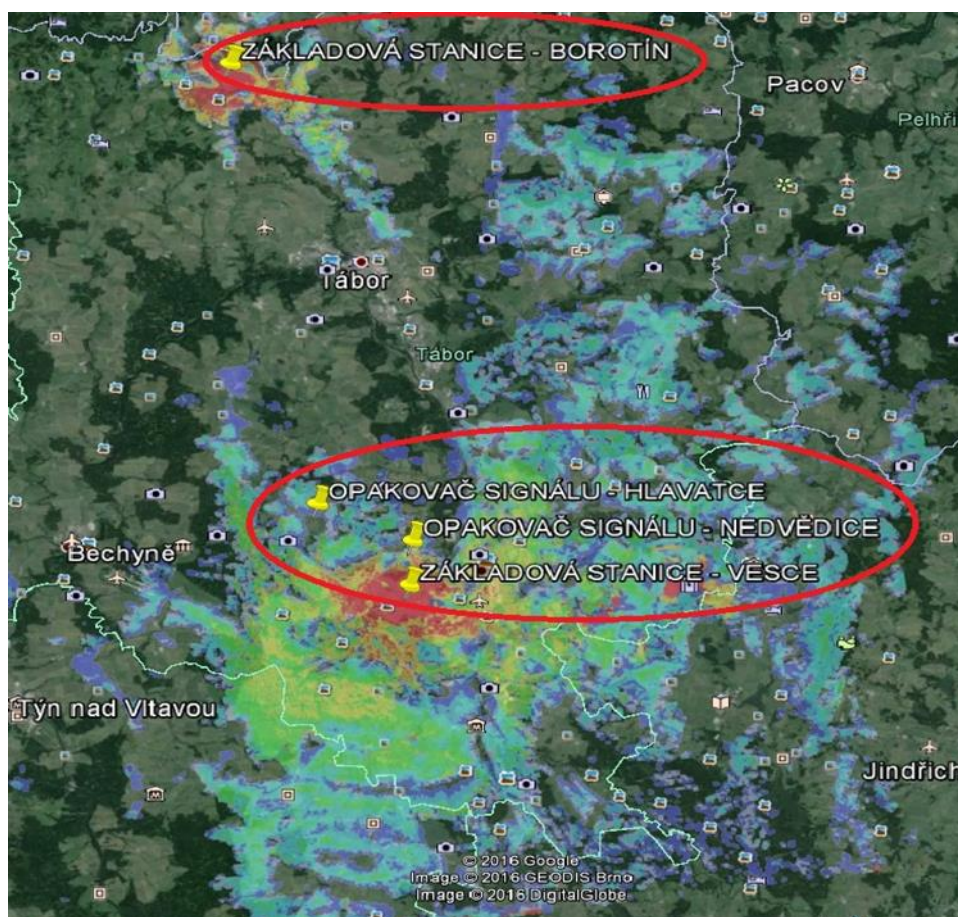
Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016)

4.2 CTF systém precizního zemědělství

S rozvojem moderních technologií, zejména traktorových navigací, pak původem z Austrálie přišla myšlenka řízeného pohybu strojů po poli, takzvaný CTF. Zjednodušeně řečeno, aby mimo kolejové řádky docházelo k naprostému minimu přejezdů, nejlépe pouze sklizňových strojů, které díky širokým gumám (ideálně pásům), svou hmotností zásadně lépe rozloží a půdu utuží jen nezbytně nutně. Ve spojení s hloubkovým podrýváním pozemků pak po několika sezonách od započetí s CTF porostou výnosy v místech, kudy už žádné kolo/pás nikdy neprojde. Navíc při dalším zpracování dojde i ke snížení spotřeby radliček, neboť odpor náradí bude výrazně nižší. Také kvůli řízeným pohybům při stále stejných předem vypočítaných liniích, tak aby nevznikaly zbytečné klíny, se sníží i spotřeba PHM, osiva, hnojiva a samozřejmě také postřiků.

Rozjezd takového projektu, pokud má být dělán vážně, není nic jednoduchého. Je třeba sjednotit záběry techniky, zmapovat pozemky, vytvořit ideální linie pohybu po pozemku a hlavně investovat do přesného systému navádění RTK. Ten nejen že zaručí přesnost navádění strojů v navazujících jízdách +/- 2,5 cm (systém John Deere), ale zároveň garantuje, že jednou nastavené linie budou vždy na stejném místě (bez systému RTK dochází k posunům linií navigace vůči skutečné poloze kvůli posunům satelitů a to je nutné vždy korigovat, to se s pevnou stanicí RTK nestane). A hlavně je důležité přesvědčit celý podnik, že takto to dělat dává smysl. EUROFARMS Tábor se stal prvním podnikem v České republice, který se rozhodl vybudovat vlastní síť RTK s vybavením od firmy John Deere.

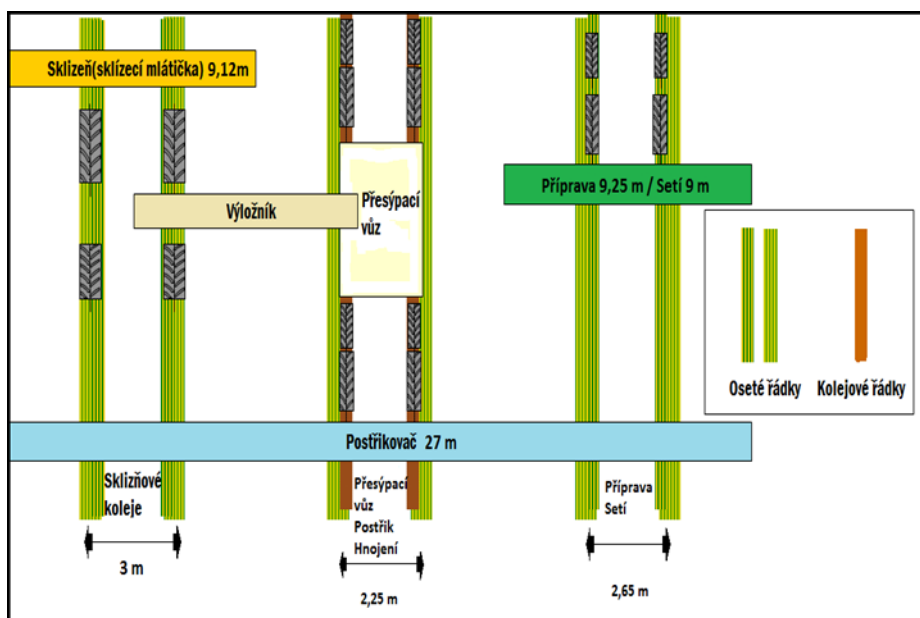
Celá síť sestává ze základové stanice (běžný přijímač John Deere doplněný rádiem RTK), která je stabilně umístěna na blízkém vodojemu. Každý stroj má pak stejný přijímač a RTK rádio, které při práci komunikuje se základovou stanicí a od ní získává zpřesněný korekční signál. Výše zmíněná opakovatelnost linií je pak garantována tím, že základová stanice má svou neměnnou polohu maximálně přesně zaměřenou. Tato stanice pak dokáže "obsloužit" libovolný počet přijímačů na strojích, a pokud jsou v relativně přímé viditelnosti, činí dosah až 20 kilometrů. Avšak i pozemky "za kopcem" nejsou problém, je ale potřeba vhodně umístit opakovač signálu, který byli nuceni použít ve vesnici Hlavatce a Nedvědice nedaleko Vlastiboře, kvůli kopcům a zalesněnému terénu (viz obrázek č. 15).



Obrázek č. 15 – Umístění RTK vysílačů a opakovačů signálu, zdroj: Google Earth („staženo dne 8. 3. 2016“).

Precizní zemědělství není pro EUROFARMS Tábor nic nového. A proto se rozhodli jako první firma v České Republice vyzkoušet systém, který se používá v Austrálii a Velké Británii už řadu let. Na své farmě ve Vlastiboři právě s výše zmíněným systémem CTF, konkrétně s devítimetrovým viz (obrázek č. 16), tedy veškeré nářadí bude devítimetrové nebo jeho násobkem, začínali setí na sezónu 2015. Tentýž rok se zkoušel i systém sečení pozemku tak, aby kombajn vysypal vždy jen do překládacího vozu, který nikdy nepojede jinde než po kolejovém řádku postřikovače. Prakticky tedy kombajn každou čtvrtou jízdu neustále prosekával postřikovým kolejovým řádkem a dalšími dvěma jízdami sekal líchy tak, aby výložníkem vždy mířil na zmíněný postřikový kolejový řádek. To přineslo další kladný efekt, a to snížení počtu neefektivních přejezdů kombajnu po souvrati. Stejně jako kombajn, tak i traktor s překládacím vozem (na širokých pneumatikách s upraveným tlakem vzduchu tak, aby co nejméně utužovaly půdu) jezdil ve zcela identických liniích, ať už při vysypání kombajnu nebo i plný k překládacímu prostoru, pouze na automatické řízení, které spolehlivě funguje i při rychlosti 30 km.h⁻¹.

Sklizeň v sezóně 2015 probíhala již celá v CTF systému, kdy bylo touto metodou sklizeno více jak 2500 ha plodin osetých na výměře EUROFARMS Tábor, kromě kukuřice, TTP a jiných pozemků.



Obrázek č. 16 – Systém CTF

5. Vlastní práce

5.1 Vliv technologie na náklady

V tabulce č. 3. jsou zobrazeny jednotlivé pracovní operace, které provádí EUROFARMS Tábor na svých obhospodařovaných pozemcích. Dále můžeme vidět například záběry různých operací, pojezdové rychlosti, cenu za práci a mnoho dalších údajů, z kterých vychází další tabulky na následujících stranách bakalářské práce. Ceny ve všech tabulkách jsou uvedeny v librách z důvodu prezentace výsledků farmy zahraničním investorům. V celkovém vyhodnocení uvedu konečné výsledky v korunách při průměrném kurzu v roce 2015 - 1 GBP = 37.595 Kč (<http://www.kurzy.cz/kurzy-men/historie/GBP-britska-libra/2015/>, „staženo dne 12. 3. 2016“).

Tabulka č. 3 – Pracovní operace

Provoz Podrobnosti	Jednotky	Příprava půdy	Ostatní příprava	Postřik NTL	Seti	Tekuté hnojení	Postřik TL	Sklizeň	Hnojení TL
Hektary	[ha]	3200	500	1000	3200	1000	3200	3200	3200
Záběr	[m]	9	7,5	27	9	27	27	9	27
Překrytí bez navádění	[cm]	50	25	100	20	50	75	60	75
Překrytí s naváděním	[cm]	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Procenta zlepšení překrytí		5%	3%	4%	2%	2%	2,7%	6%	3%
Pojezdová rychlost operace	[km.h ⁻¹]	12	8	15	12	15	15	5	16
Produktivita práce bez navádění	[ha.h ⁻¹]	8,67	4,93	35,10	8,45	35,78	35,44	3,15	37,80
Produktivita práce s naváděním	[ha.h ⁻¹]	9,15	5,08	36,42	8,62	36,42	36,42	3,37	38,84
Cena za práci	[£.h ⁻¹]	6,17	6,17	6,17	6,17	6,17	6,17	6,17	6,17
Cena stroje na hodinu	[£.h ⁻¹]	45	44	53	66	10	53	160	16
Cena postřiků	[£.ha ⁻¹]			5		30	160		
Cena osiva	[£.ha ⁻¹]				45				
Cena hnojiva	[£.ha ⁻¹]								80
Spotřeba paliva	[l.h ⁻¹]	90	105	15	45	10	15	90	20
Cena paliva	[£.l ⁻¹]	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Počet operací za rok		1	1	1	1	4	7	1	3

Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

V tabulce č. 4. jsou uvedeny ceny všech položek k jednotlivým operacím a celkové náklady na pracovní operace prováděné bez navádění a bez řízeného pohybu strojů po pozemku (CTF).

Tabulka č. 4 – Cena bez navádění

Cena bez navádění										
	Jednotky	Příprava půdy	Ostatní příprava	Postřik NTL	Setí	Tekuté hnojení	Postřik TL	Sklizěň	Hnojení TL	
Trvání operace	[h]	369	101	28	379	112	632	1016	254	
Cena za práci	[£]	2277	626	176	2337	690	3900	6268	1567	
náklady na zařízení	[£]	16609	4462	1510	25000	1118	33501	162540	4063	
Cena pesticidů celkem	[£]	0	0	5593	0	31778	526222	0	0	
Cena osiva celkem	[£]	0	0	0	147200	0	0	0	0	
Cena hnojiv celkem	[£]	0	0	0	0	0	0	0	263111	
Celkem paliva	[l]	33218	10649	427	17045	1118	9481	91429	5079	
Cena paliva celkem	[£]	27239	8732	350	13977	917	7775	74971	4165	
Cena práce stroje	[£.ha ⁻¹]	14	27,6	2	13	3	14	76	3	
Celková cena operace	[£]	46125	13820	2036	41314	2725	45176	243779	9796	404772
Náklady celkem	[£]	46125	13820	7629	188514	34503	571398	243779	272907	1378675

Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

V tabulce č. 5. jsou znázorněny ceny všech položek k jednotlivým operacím a celkové náklady na pracovní operace prováděné s naváděním a řízeným pohybem strojů po pozemku (CTF).

Tabulka č. 5 – Cena s naváděním

Cena s naváděním										
	Jednotky	Příprava půdy	Ostatní příprava	Postřik NTL	Setí	Tekuté hnojení	Postřik TL	Sklizeň	Hnojení TL	
Trvání operace	[h]	350	98	27	371	110	615	951	247	
Cena za práci	[£]	2157	607	169	2292	678	3795	5866	1525	
Náklady na zařízení	[£]	15730	4328	1455	24513	1098	32601	152126	3954	
Cena pesticidů celkem	[£]	0	0	5005	0	30028	512474	0	0	
Cena osiva celkem	[£]	0	0	0	144400	0	0	0	0	
Cena hnojiv celkem	[£]	0	0	0	0	0	0	0	256237	
Celkem paliva	[l]	31460	10329	412	16713	1098	9227	85571	4943	
Cena paliva celkem	[£]	25797	8469	338	13705	901	7566	70168	4053	
Cena práce stroje	[£.ha ⁻¹]	14	26,8	2	13	3	14	71	3	
Celková cena operace	[£]	43684	13404	1963	40509	2677	43962	228161	9532	383892
Náklady celkem	[£]	43684	13404	6967	184909	32705	556436	228161	265769	1332035

Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

Jednotlivé úspory, jako jsou například úspora času, úspora nákladů na PHM atd. jsou zobrazeny v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6 – Úspory s naváděním

Úspory s naváděním									
	Jednotky	Příprava půdy	Ostatní příprava	Postřik NTL	Seti	Tekuté hnojení	Postřik TL	Sklizeň	Hnojení TL
Trvání operace	[h]	19	3	1	7	1,97	17	65	7
Úspora nákladů na práci	[£]	120	19	6	45	12	105	400	42
Úspora nákladů na zařízení	[£]	877	134	55	486	20	900	10384	109
Úspora nákladů na pesticidy	[£]	0	0	202	0	559	14130	0	0
Úspora nákladů na osiva	[£]	0	0	0	2862	0	0	0	0
Úspora nákladů na hnojiva	[£]	0	0	0	0	0	0	0	7065
Úspora nákladů na PHM	[£]	1438	262	13	272	16	209	4790	112

Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

V tabulce č. 7. jsou zobrazeny celkové úspory.

Tabulka č. 7 - Shrnutí

SHRnutí		
Celková roční úspora s naváděním	[£]	46640
Celková úspora času	[h]	119

Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

5.2 Vliv technologie na výnosy

Každý rok si vedoucí v EUROFARMS Tábor dají cíl dosáhnout alespoň určité hodnoty výnosu pěstovaných plodin, aby jejich hospodaření bylo efektivní a mělo smysl. Zatím skoro vždy byl úrodnější rok, než předpokládali. Samozřejmě, že výnos plodin ovlivňuje mnoho faktorů a nejdůležitějším je počasí. Když vezmeme v úvahu, že každý rok budou dodržovat stejná pravidla hospodaření, kterými se řídí už mnoho let, tak nejdůležitější roli hraje opravdu počasí. V tabulce č. 8 vidíme výnosy plodin z roku 2014, kdy hospodařili z převážné většiny klasickým konvenčním způsobem. Dále výnosy plodin z roku 2015, kdy začali používat navádění s řízeným pohybem strojů po pozemku (CTF) v plném rozsahu. A předpokládaný výnos v roce 2016. Z tabulky je tudíž patrné mírné zvýšení výnosu mezi roky 2014 a 2015 i přes to, že v roce 2015 byly horší klimatické podmínky (sucho). Vidíme tedy zvýšení výnosu pěstovaných plodin, ale říci s naprostou jistotou že na to měl jediný vliv CTF systém nemůžeme. I podle informací ze semináře ohledně CTF, kterého se zúčastnil jeden ze zaměstnanců EUROFARMS Tábor, skutečně rozpoznatelné zvýšení výnosu systémem CTF je po 4-5 letech hospodaření.

Tabulka č. 8 – Výnosy plodin

VÝNOSY EUROFARMS Tábor					
Rok	2014		2015		2016
	Skutečný [t.ha ⁻¹]	Předpokládaný [t.ha ⁻¹]	Skutečný [t.ha ⁻¹]	Předpokládaný [t.ha ⁻¹]	Předpokládaný [t.ha ⁻¹]
Ozimá Pšenice	6,65	6,3	6,79	6,4	6,50
Ozimá Pšenice množení	7,49	6,5	7,63	6,5	6,50
Jarní Ječmen	4,91	4,3	5,01	4,5	4,50
Řepka	3,28	3,3	3,34	3,6	3,60
Hořčice		-	1,46	-	-
Hrách		-	3,62	3,3	3,50
Oves setý		-	5,32	5,0	5,00
Svazenka	0,42	0,6	0,48	0,5	0,50

Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

5.3 Náklady na pořízení technologie

Před rozhodnutím o vytvoření vlastní RTK sítě již omezeně používali navádění od firmy John Deere, ale opravdu velmi omezeně. Když se rozhodli začít se systémem CTF museli dokoupit a upgradovat potřebné vybavení pro vlastní stroje. Na obrázku č. 17 máme cenovou kalkulaci RTK sítě od firmy John Deere pro EUROFARMS Tábor. Kalkulace zahrnuje cenu všech potřebných komponentů pro vytvoření vlastní RTK sítě a potřebné vybavení pro jejich stroje. Díky dobrým vztahům EUROFARMS Tábor s firmou DAŇHEL AGRO a.s., která mimochodem dodávala a instalovala vybavení, bylo zdarma vypůjčeno užitkové vozidlo GATOR TS od firmy John Deere a vybavení na zmapování pozemků spolu s překážkami (sloupy, skruže, stromy atd.) a určení ideálních linií pro nejefektivnější pohyb strojů po pozemku.

CTF systém dále vyžaduje sjednocení rozchodu kol a pracovních šířek nářadí. Rozchody kol, pokud to bylo možné upravit, řešili svépomocí za využití praktických dovedností svých zaměstnanců. Některé záběry pracovního nářadí upravili svépomocí, některé pracovní nářadí mělo odpovídající záběr a další vyměnili s předem domluveným zemědělským podnikem. Sklizeň, jak už jsem zmiňoval, provádí firma DAŇHEL AGRO a.s. se sklízecími mlátičkami od firmy John Deere řady S a STS s žacími lištami o rozměru 9,15 m. Sklízecí mlátičky spolu s traktory, které mají zapojený přesýpací vůz, jsou samozřejmě vybaveny i satelitní navigací a přijímačem RTK signálu, aby mohla sklizeň probíhat čistě v režimu CTF.

Cenová nabídka pro EUROFARMS, s.r.o. – zřízení sítě JOHN DEERE RTK a vybavení strojů pro potřeby příjmu RTK signálu.

	potřebné komponenty	ks	konečné ceny
základová stanice Vesce	přijímač SF3000 + RTK radio + RTK licence	}	366 699 Kč
	držák přijímače		
	gain anténa + kabeláž		
	kabel pro napájení přijímače		
	napájení základní stanice a radia		
základová stanice Borotín a opakovač Hlavatce	přijímač SF3000 + RTK radio + RTK licence	}	577 467 Kč
	držák přijímače		
	gain anténa + kabeláž		
	kabel pro napájení přijímače		
	napájení základní stanice a radia		
	RTK opakovač		
	držák RTK radia		
	kabeláž pro přenos signálu a napájení		
	napájení radia		
	servisní kabel pro opakovač		
montáž		60 000 Kč	
	celkem		1 004 166 Kč
potřebné komponenty pro stroje	přijímač SF3000	2	139 664 Kč
	upgrade SF2	2	108 360 Kč
	převod licence SF2 z iTC na přijímač SF3000	1	7 252 Kč
	upgrade RTK	5	280 420 Kč
	RTK radio	5	392 140 Kč
	celkem		927 836 Kč
další případné komponenty	kabeláž pro SAM Visio		5 100 Kč
	dodělení AutoTrac Controller pro Case STX		115 000 Kč
	SectionControl		58 100 Kč
	displej GS3 2630		116 480 Kč
	displej GS2 1800		47 779 Kč

*ceny počítány při kurzu 28 Kč/€ (kurz je dán dnem fakturace KB Devize prodej)

Obrázek č. 17 – Náklady na pořízení RTK sítě, zdroj FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

Tabulka č. 9 – Celkové shrnutí

CELKOVÉ SHRNU TÍ		
Celková roční úspora času	[h]	119
Celková roční úspora s naváděním	[CZK]	1 725 680
Celkové náklady na pořízení technologie	[CZK]	2 274 462

Zdroj: FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

V tabulce č. 9. je zobrazená celková úspora času, celková úspora ročních nákladů s naváděním a celkové náklady na navádění

6. Diskuze

Cílem práce bylo vyhledat a vyhodnotit efektivitu systému precizního zemědělství na konkrétní farmě v ČR. Výběr nebyl těžký, protože systém precizního zemědělství, který popisují v bakalářské práci, provozuje na celé své výměře pouze EUROFARMS Tábor. Práce se měla zaměřit na dvě nejdůležitější otázky. Má tato technologie prokazatelný vliv na úsporu nákladů? Má tato technologie vliv na výnos? Důležité bylo sehnat a dát dohromady všechny potřebné materiály a informace ohledně podniku a systému CTF. Nejdůležitější bylo zjistit porovnání jejich nákladů na pracovní operace s naváděním a bez něj, dále porovnání výnosu mezi rokem kdy hospodařili klasickým způsobem a mezi rokem kdy začali používat systém precizního zemědělství CTF. A v neposlední řadě také náklady na pořízení technologie umožňující provozovat zmiňovaný CTF systém, abych mohl uvést jeho přínosy a návratnost. Vše potřebné se podařilo zjistit a tak jsem zpracoval, vyhodnotil a následně mohl odpovědět na výše uvedené hypotézy:

1. Má tato technologie prokazatelný vliv na úsporu nákladu?

ANO. Technologie má pozitivní vliv na úsporu nákladů.

2. Má tato technologie vliv na výnosy pěstovaných plodin?

ANO. Technologie má pozitivní vliv na výnosy pěstovaných plodin, avšak skutečně rozpoznatelné zvýšení výnosů trvá delší období než je jeden rok.

Přínosem systému CTF je jednoznačně zmírnění utužení půdy kvůli stále stejným liniím. Díky němu se eliminovaly zbytečné přejezdy techniky po pozemku. Dalším nejdůležitějším přínosem systému CTF jsou nemalé úspory času a vstupních nákladů na pracovní operace (viz tabulka č. 9). . Ač se může zdát investice do tohoto systému navigací nákladnou, je zde vždy nutné brát v potaz návratnost. I kdyby v ničem jiném, tak jen v poplatcích za korekční signál. U vlastní RTK stanice totiž dále neplatí absolutně žádné další poplatky. Navíc samotná navigace se vždy zaplatí svým provozem v úsporách nafty, času a chemie a v celkovém zvýšení produktivity práce strojů. Konkrétně v případě EUROFARMS Tábor, i když budeme počítat s nepatrnou odchylkou cen, tak návratnost systému CTF a vlastní RTK sítě je přibližně dva roky.

KINGWELL (2011) se zabýval podobnou problematikou a zjišťoval, jestli má CTF systém vůbec nějaký smysl. Vytvořili studii, kdy zkoumali skutečné zlepšení výnosů pěstovaných plodin a snižování nákladů na pracovní operace. Studie probíhala ve více podnicích po celé Austrálii. Zjistili, že systém řízeného pohyby strojů po pozemku má největší účinek na těžkých a vlhčích půdách, které podléhají silnému utužení při přejezdech techniky. Systém CTF podle jejich studie zastává významnou úlohu ve zvyšování výnosu pěstovaných plodin a snižování nákladů na pracovní operace. V průměru na všech sledovaných farmách, zjistili zvýšení celkového zisku okolo 50 % za období, kdy studie probíhala. CTF představuje podle jejich slov pozoruhodně ziskovou inovaci v zemědělství. Jejich výsledky a zhodnocení se shodují s výsledky v závěru mé bakalářské práce.

7. Závěr

Závěrem bych zhodnotil vliv technologie na úsporu nákladů a vliv na zvýšení výnosu pěstovaných plodin. Podle poskytnutých informací a materiálů, z kterých jsem vycházel při zpracování bakalářské práce, má systém precizního zemědělství CTF s vlastní RTK sítí kladný vliv na úsporu nákladů. Roční úspora činí nemalých 1 700 000 Kč. S přihlédnutím na pořizovací náklady na technologii, které jsou téměř 2 300 000 Kč, je návratnost investice v konkrétním případě okolo dvou let a to je podle mého názoru dost slušný argument pro pokračování a zdokonalování systému CTF na farmě EUROFARMS Tábor. V praxi to znamená, že za určitých podmínek se vyplatí investovat do technologie, která systém CTF umožní provozovat.

To s výnosem pěstovaných plodin to tak jistě říci nemohu, protože na výnos plodin působí více faktorů. Nejhlavnějším je počasí, které nikdo z nás neovlivní. Ale na základě sledování výnosů jednotlivých plodin v roce 2014 a 2015, kdy v roce 2014 hospodařili převážně klasickým konvenčním způsobem a v roce 2015 kdy hospodařili systémem CTF na celé výměře, mohu říci, že v roce 2015, i za zhoršených klimatických podmínek oproti roku 2014, bylo patrné zvýšení výnosu pěstovaných plodin. I podle informací ze semináře ohledně CTF, kterého se zúčastnil jeden ze zaměstnanců EUROFARMS Tábor, skutečně rozpoznatelné zvýšení výnosu systémem CTF je po 4-5 letech hospodaření. V praxi to znamená, že technologie má vliv na zvýšení výnosu, ale opravdu jistě to můžeme zjistit a říci až po několika sezónách.

Na samotný závěr je také nutné si uvědomit, že systém CTF není spásou všeho, ale je minimálně účinným nástrojem, jak pomoci zefektivnit své hospodaření. Z vlastní už skoro šestileté zkušenosti s naváděcím systémem Green Star od firmy John Deere mohu říci, že takto to dělat dává opravdu smysl a vidím v systému CTF opravdový potenciál.

8. Seznam použitých zdrojů

8.1 Seznam literatury

BLAŠKO, T. (2009). *Využití diferenčního GPS při ochraně rostlin*, Bakalářská práce, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra Zemědělské techniky a služeb, vedoucí Ing Marie Šístková, CSc.

FIREMNÍ LITERATURA EUROFARMS, (2016).

KINGWELL, R. (2011). The whole-farm benefits of controlled traffic farming: An Australian appraisal. *Agricultural systems*, vol. 104, issue 7, p. 513-521. ISSN 0308-521x

KLÍMA, P. (2015). *Využití satelitní navigace při sklizni píce*, Bakalářská práce, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra Zemědělské dopravní a manipulační techniky, vedoucí práce Ing. Josef Frolík, CSc.

PROPAGAČNÍ MATERIÁLY FIRMY JOHN DEERE,(2015).

ŠAFAŘÍK, J. (2011). *Systémy paralelního navádění traktorů*, Bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav techniky a automobilové dopravy, vedoucí práce prof. Ing. František Bauer, CSc.

VOMÁČKA, J. (2015). *AMS technologie John Deere*, Maturitní práce, Střední škola spojů a informatiky v Táboře, vedoucí práce Ing. Petr Vlach

8.2 Elektronické zdroje

<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/gnss-mimo-evropu/americky-navstar-gps/>, „staženo 19. 1. 2016 dne“

<http://www.mobinfo.cz/neni-jenom-gps-prehled-navigacnich-systemu/>, „, staženo dne 19. 1. 2016“

<http://zpravy.aktualne.cz/zahranici/rusko-vypusti-navigacni-satelit-sveho-systemu-glonass/r~i:article:685675/>, „,staženo dne 19. 1. 2016“

<http://www.bbc.com/news/business-28779524>, „staženo dne 20. 1. 2016“

<http://geodet.blog.cz/0905/kosmicky-segment>, „staženo dne 20. 1. 2016“

http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php, „staženo dne 21. 1. 2016“

https://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System, „staženo dne 21. 1. 2016“

http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php, „staženo dne 21. 1. 2016“

https://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System, „staženo dne 22. 1. 2016“

<http://geodet.blog.cz/0905/uzivatelsky-segment>, „staženo dne 22. 1. 2016“

<http://zemedelec.cz/navigacni-systemy-21-stoleti-v-praxi/>, „staženo dne 23. 1. 2016“

<http://www.danhel.cz/produkty/zemedelska-technika-john-deere/john-deere-ams-precizni-zemedelstvi/navadeci-systemy.html>, „staženo dne 24. 1. 2016“

<http://www.pekass.eu/produkty/zemedelska-technika/trimble/asistovane-rizeni/>,
staženo dne 24. 1. 2016“

http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/82/10023.jpg, „staženo dne 26.
1. 2016“

<http://www.crossimplement.com/news-and-updates/article/2012/02/starfire-frequency-migration>, „staženo dne 3. 2. 2016“

<https://cs.wikipedia.org/wiki/EuropeanGeostationaryNavigationOverlayService>,
„staženo dne 8. 2. 2016“

[Google Earth](#), „staženo dne 8. 3. 2016“

<http://www.kurzy.cz/kurzy-men/historie/GBP-britska-libra/2015/>, „staženo dne 12. 3.
2016“

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X11000461>, „staženo dne
26. 3. 2016“