

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agromická fakulta**  
Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky



Mendelova  
univerzita  
v Brně



**Využitie GPS na strojoch a strojných linkách v rastlinnej  
výrobe**  
Bakalárska práca

Vedúci bakalárskej práce:  
Doc. Ing. Jan Červinka, CSc.

Vypracoval:  
Alexander Palágyi

---

Brno 2016

## Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som prácu na tému **Využitie GPS na strojoch a strojných linkách v rastlinnej výrobe** vypracoval samostatne a všetky použité pramene a informácie uvádzam v zozname použitej literatúry. Súhlasím, aby bola moja práca zverejnená v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v znení neskorších predpisov a v súlade s platnou Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Som si vedomý, že sa na moju prácu vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavretie licenčnej zmluvy a použitie tejto práce ako školského diela podľa § 60 ods. 1 autorského zákona.

Ďalej sa zaväzujem, že pred spísaním licenčnej zmluvy o využití diela inou osobou (subjektom) si vyžiadam písomné stanovisko univerzity, že predmetná licenčná zmluva nie je v rozpore s oprávnenými záujmami univerzity, a zaväzujem sa uhradiť prípadný príspevok na úhradu nákladov spojených so vznikom diela, a to až do ich skutočnej výšky.

V Brne dňa 28.4.2016

.....

podpis

## **POĎAKOVANIE**

Týmto by som chcel poďakovať pánovi doc. Ing. Janovi Červinkovi, CSc. za odbornú pomoc, usmernenie a poskytnutie cenných rád pri písaní mojej bakalárskej práce, firme Leading farmers a. s. za spoluprácu a odbornú pomoc pri uskutočnení praktickej časti práce, firme AT Zemplín spol. s r. o za sprístupnenie pozemkov a potrebnej techniky a v neposlednom rade rodine za podporu pri písaní práce.

## **Abstrakt**

Práca sa zaoberá hlavnými spôsobmi využitia systémov GPS na strojoch pri práci na pozemku. Popisuje históriu navigačných systémov, využitie systému GPS pri navádzaní strojov po pozemku, systém CTF a jeho využitie, monitoring nasadenia strojov a techniky, systém ISO-Bus a geografické informačné systémy. Vlastná práca skúma nepresnosti koľajových riadkov na danom pozemku a ich vplyv na množstvo využitého osiva.

## **Kľúčové slová**

Globálne navigačné satelitné systémy. Riadený pohyb strojov. ISO-BUS. Geografické informačné systémy

## **Abstract**

Thesis deals with the main applications of GPS systems in the field of agricultural machinery. It describes the history of navigation systems, application of GPS systems in guiding the machinery on the field, CTF systems and their application, monitoring of agricultural machinery, ISO-Bus systems and geographical information systems. The own work part investigates inaccuracies of tramlines on a selected field and their impact on the amount of used seed

## **Keywords**

**Global navigation satellite systems. Controlled traffic farming. ISO-BUS. Geographical information systems**

## Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Ciel' práce a metodický postup .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>Satelitná navigácia .....</b>	<b>10</b>
3.1.	GNSS- globálny navigačný satelitný systém.....	10
3.2.	Global positioning system (GPS).....	10
3.2.1.	Diferenčný GPS (DGPS).....	11
3.2.2.	DGPS systém tvorený pozemnými stanicami .....	12
3.2.3.	Real Time Kinematic (RTK) .....	12
3.3.	Glonass.....	14
3.4.	Galileo.....	15
3.4.1.	Služby systému Galileo .....	16
<b>4.</b>	<b>Paralelné navádzanie strojov po pozemku .....</b>	<b>16</b>
4.1.	Vedenie paralelných jász pomocou systému GPS .....	16
4.1.1.	Manuálny systém navádzania.....	17
4.1.2.	Automatické systémy navádzania.....	17
4.2.	Režimy navádzania.....	19
4.3.	Úvrat'ový management .....	20
4.4.	Dostupné systémy navigácie strojových súprav.....	21
4.5.	Dostupné systémy navigácie strojových súprav na Slovensku.....	22
4.5.1.	Trimble .....	22
<b>5.</b>	<b>Autonómne traktory ATC eDrive.....</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>Trimble Connected farm.....</b>	<b>25</b>
<b>7.</b>	<b>Riadený pohyb strojov .....</b>	<b>27</b>
7.1.	Controlled traffic farming – CTF systém a jeho charakteristika.....	27
7.2.	Druhy systémov CTF.....	28

7.2.1.	Systém OutTrac .....	28
7.2.2.	Systém AdTrac .....	29
7.2.3.	Systém TwinTrac .....	30
7.2.4.	Prínosy systému CTF .....	30
<b>8.</b>	<b>Monitoring nasadenia strojov a techniky.....</b>	<b>31</b>
8.1.	Komunikácia traktora a pripojeného stroja.....	32
8.1.1.	ISO-Bus a jeho funkcie .....	33
<b>9.</b>	<b>Geografické Informačné systémy (GIS).....</b>	<b>35</b>
9.1.	Spracovanie a analýza dát v GIS.....	36
9.2.	Výstup dát geografických informačných systémov a ich prezentácia...37	
9.3.	Úrodové mapy .....	38
9.3.1.	Metódy merania okamžitého výnosu na obilných kombajnoch .....	39
9.3.2.	Snímač vlhkosti zrna .....	41
<b>10.</b>	<b>Vlastná práca.....</b>	<b>43</b>
10.1.	Hodnotenie chýb koľajových riadkov .....	43
10.1.1.	Merania.....	46
10.2.	Sejačka Pöttiger Terrasem fertilizer.....	46
<b>11.</b>	<b>Záver.....</b>	<b>49</b>
<b>12.</b>	<b>Zoznam literatúry .....</b>	<b>51</b>
<b>13.</b>	<b>Zoznam tabuliek a grafov .....</b>	<b>53</b>

# 1. Úvod

Základným predpokladom konkurencieschopnej výroby poľnohospodárskych plodín je efektívne využívanie strojov ako pri poľných operáciách tak aj pri aplikácií všetkých potrebných vstupov. K dosiahnutiu týchto predpokladov sa v súčasnosti do poľnej výroby zavádzajú moderné technológie, pod čím rozumieme presné poľnohospodárstvo a systém riadeného pohybu strojov po poli. Tieto systémy sa zakladajú na získavaní informácií o geografickej polohe, ich znalosti, analýze a ich správnej interpretácii v praxi, k čomu nám slúžia navigačné systémy. Všetky tieto informácie získané pomocou navigačných systémov hrajú následne najvýznamnejšiu rolu pri zbere úrody, hnojení, spracovaní pôdy a sejbe.

Pod pojmom navigácia alebo lepšie povedané navigačné systémy rozumieme dovedenie človeka alebo stroja z bodu A do bodu B, čo v konečnom dôsledku znamená z jedného miesta na druhé miesto. Hlavným prostriedkom využívaným k dosiahnutiu tohto procesu alebo výsledku sa stal americký systém GPS (Global positioning system) a o niečo menej známy ruský systém Glonass (Global navigation satellite system). Globálny polohovací systém GPS (Global positioning system) sa využíva v poľnohospodárstve za účelom znižovania nákladov, zvýšenia presnosti operácií na poli a zminimalizovania strát vzniknutých nepresným riadením stroja po poli. Ako príklad môžeme uviesť prechádzanie zo systému manuálneho riadenia na systém auto-pilotov, pri ktorých sa rola obsluhy zameriava len na kontrolu chodu celej súpravy pri prejazde po poli, alebo systému kontrolovaného pohybu strojov po pozemku CTF (Controlled Traffic Farming), ktorý slúži na znižovanie počtu prejazdov po poli čím znižuje zhutňovanie pôdy. Nakoľko sa v poľnohospodárstve používajú stroje s veľkými rozmermi a zábermi, vzniká riziko prekrytia záberov čomu obsluha nedokáže zabrániť, a tu svoju úlohu zohrávajú už spomenuté systémy.

Neustále napredovanie týchto systémov vedie k zvyšovaniu presnosti poľnohospodárskych operácií a znižovaniu potreby zasahovať do riadenia obsluhou. To v konečnom dôsledku znamená neustále sa znižujúcu rolu ľudského faktoru pri riadení strojov. V nie príliš vzdialenej budúcnosti sa môže stať, že ovládanie strojov preberie počítač a poľnohospodár bude schopný ovládať celý chod z pohodlia svojho kresla.

## 2. Cieľ práce a metodický postup

Cieľom práce je zhromaždenie základných informácií týkajúcich sa GPS systémov využívaných v poľnohospodárstve medzi, ktoré zaradíme systémy zvyšujúce efektívnosť prác mechanizácie na poli, systémy komunikácie strojov s náradím a následné výstupy zaznamenané týmito systémami. Cieľom poľne laboratórneho merania je zistenie finančnej straty vzniknutej nepresným vyhotovením koľajových riadkov sejačkou a následnou zvýšenou aplikáciou osiva na danom pozemku.

Teoretická časť sa venuje základným využitiam GPS systémov v poľnohospodárstve a systémom postavených na spracovaní dát získaných využitím týchto systémov v praxi. Využitý literárny prehľad rozoberá základný opis fungovania globálnych navigačných satelitných systémov na ktoré postupne nadväzujú systémy GPS a iné formy navigačných systémov. Sled kapitol zahŕňa funkcie a systémy, ktoré môžeme nazvať ako nadstavba alebo spôsob využitia GPS systémov a to konkrétne spôsoby navádzania, riadenia a sledovania techniky počas úkonov na poli. V tejto časti práce sa práca venuje taktiež moderným systémom ako sú systémy autonómnych traktorov alebo systémy umožňujúce prepojenia a riadenia farmy z pohodlia domácnosti. Pre zhotovenie prehľadu systémov GPS využívaných na Slovensku nám pomohli odborné konzultácie s firmou Leading Farmers a. s. Druhá polovica teoretickej časti sa zaoberá spracovaním a využitím dát získaných počas využívania systémov GPS. Sem radíme geografické informačné systémy. Kapitola spracováva prehľad základných foriem využívania dát, ktoré boli spracované systémami GIS ako aj metódy získavania týchto informácií alebo dát.

Praktická časť práce sa zaoberá poľne laboratórnym meraním, ktoré bolo uskutočnené na pozemku spoločnosti AT Zemplín spol. s r. o. Na zistenie finančnej straty spôsobenej nadbytočným vysiatím osiva, ktoré bolo spôsobené nepresnosťami koľajových riadkov bolo skutočné meranie pomocou laserového merača vzdialenosti a odrazovej plochy. Uskutočnilo sa viacero meraní, ktoré boli následne spriemerované do desiatich základných meraní opisovaných v tabuľkách. Postupne sme vyjadrili parametre ako chyba na jazdu a celkový záber sejačky s chybou. Z týchto parametrov sme sa následne dopracovali k spracovanej ploche a to konkrétne k hektárom na jazdu vrátane chyby a nadrobeným hektárom na jazdu. Následne sme vyjadrili nadbytočné



osivo použité na chybu a vyššie spomínanú finančnú stratu. Táto časť práce takisto zahŕňa obrazové porovnanie reálne existujúcich koľajových riadkov. Na tento účel boli použité systémy Itineris, ktorý využíva firma AT Zemplín spol. s. r. o. na sledovanie techniky a systém Optitrial, ktorý ponúka firma Leading farmers a. s. na navrhovanie prejazdov techniky. K navrhnutiu prejazdov bolo potrebný shapefile pozemku, ktorý sme získali z GPS navigácie postrekovača počas operácie na poli.

V závere práca rozoberá zistené výsledky a príčiny, ktoré mohli daný výsledok spôsobiť. Ďalej sa venuje základným predpokladom postoja podniku k správnej, včasnej a presnej činnosti mechanizácie na poli.

## 3. Satelitná navigácia

### 3.1. GNSS- globálny navigačný satelitný systém

Sprístupnením satelitnej navigácie do civilnej sféry sa otvorili dvere rozvoja mnohým odvetviam. Medzi ne patrí aj poľnohospodárstvo. Vznik presného poľnohospodárstva preto môžeme datovať už k tomuto danému okamihu. Globálne satelitné navigačné systémy inak GNSS slúžia na určenie geografickej polohy a majú globálny charakter. Základne poľnohospodárske operácie ako aplikácia hnojív, zber komodít, určovanie smeru jazdy alebo vzorkovanie pôd by sa v dnešnom poňatí nedali predstaviť bez učenia geografickej polohy. Jeden z globálne dostupných a najvyužívanejších systémov je americký systém GPS. (Galambošová, 2008)

### 3.2. Global positioning system (GPS)

Ide o systém vyvinutý americkým ministerstvom obrany s oficiálnym označením NAVSTAR GPS. Systém GPS rozdeľujem na 3 segmenty, a to na kozmický, riadiaci a užívateľsky. (Galambošová, 2008)

**Kozmický segment** tvorí 31 družíc a dve záložné. Tieto družice obiehajú vo výške približne 20 000 km. Na rovnakej polohe nad daným bodom sa objavujú každých 12 hodín. Družice sú vybavené prijímacím a vysielačím zariadením a atómovými hodinami.

**Riadiaci segment** má na starosti plynulý chod systému. Tvorí ho hlavná riadiaca stanica, štyri monitorovacie pozemné stanice rozmiestnené na rôznych miestach na svete a tri vysielačie stanice, ktorých úlohou je komunikácia s družicami. Dáta vysielačie stanice prijímajú monitorovacie stanice, ktoré ich predávajú riadiacej stanici. Tá na základe prijatých dát vypočíta parametre obežných dát, ktoré voláme efemeridy.

**Užívateľský segment** sú prijímače GPS a samotný užívateľia. Tieto prijímače vykonávajú výpočty polohy, rýchlosti a času na základe signálu prijatého z družíc.

Pre stanovenie 3D polohy je potrebné prijímať signál aspoň zo štyroch družíc a na 2D polohu nám postačuje signál len z troch družíc. GPS prijímače ďalej rozdeľujeme na jednokanálové, ktoré pri sledovaní viacerých družíc musia prepínať

medzi kanálmi a viackanálové, ktoré vďaka tomu, že dokážu prijímať viac vstupných kanálov môžu sledovať všetky dostupné družice, čo vo výslednom efekte zvyšuje presnosť výpočtu. Presnosť stanovenia polohy sa môže pohybovať od 100 m do niekoľkých mm v závislosti od použitého prístroja, spôsobu merania a spracovania výsledkov merania (Galambošová, 2008).

Princíp stanovenia polohy pomocou systému GPS spočíva vo výpočte časového rozdielu prijímaného a vysielaného signálu. Informácia vysielaná satelitom obsahuje presný čas vyslania, presnú polohu na obežnej dráhe (efemeridy) a polohu ostatných družíc (almanach). (Galambošová, 2008)

### **3.2.1. Diferenčný GPS (DGPS)**

Využívanie samotného signálu GPS pre stanovenie polohy nie je dostačujúca pre využitie v presnom poľnohospodárstve. Vyššej presnosti môžeme doceliť využitím korekčného signálu konkrétne diferenčného GPS. Informáciu o chybe polohy, ktorú tento signál obsahuje využíva prijímač na opravu danej pozície. (Galambošová, 2008)

Systém je založený na využívaní korekcie z referenčnej alebo inak povedané permanentnej stanice pre výpočet neznámeho bodu. Dosiahnutie spresnenia danej polohy sa dosahuje korekciou polohových súradníc alebo korekciou zdanlivých vzdialeností. Tento signál vysielajú buď pozemné stacionárne vysielacie alebo komerčné družice. Rýchlosť spojenia vysielateľ – prijímač o hodnote 9,6 kb/s v reálnom čase na pohybujúcom sa objekte už zodpovedá RTK (Real Time Kinematics). Ide o určovanie polohy v reálnom čase. Z referenčnej stanice, ktorá je umiestnená na bode so známymi súradnicami sa vysielajú dáta pomocou rádiového spojenia do pohyblivého zariadenia ,kde sa následne vyhodnocujú. Používaním bežného rádio modemu môžeme získať priestorovú polohu v reálnom čase do vzdialenosti približne 10 km. Presnosť tohto systému je približne v rozmedzí 20 mm až 5 mm. Presnosť a dosah systému závisí hlavne na dosahu modemu, preto sa pre zvýšenie dosahu používajú GSM siete alebo internet (Kumhála, 2007).

Komerčne dostupné satelitné korekčné signály sú:

#### **StartFire**

Korekčný signál vyvinutý spoločnosťou John Deer. Presnosť tohto korekčného signálu sa pohybuje v presnosti pod 1 m. Umožňuje to korekčný signál vysielaný

satelitnými frekvenciami celosvetového charakteru. StartFire existuje vo dvoch verziách a to konkrétne SF1 a SF2. Verzia SF2 bola predstavená v roku 2004 a jej presnosť bola výrazne zvýšená v porovnaní s SF1. (Galambošová, 2008)

### **OmniSTAR**

Ide systém, ktorý funguje na základe princípu, kedy užívateľ dostáva kód, ktorým korekčný signál odblokujú. OmniSTAR je systém globálneho charakteru nakoľko využíva geostacionárne satelity, ktoré mu umožňujú pokrývať celú osídlenú plochu zeme. (Galambošová, 2008)

### **EGNOS**

Európska služba geostacionárneho navigačného pokrytia v skratke EGNOS je prvý celoeurópsky systém pre bezpečnosť vzdušnej a lodnej navigácie. Tento systém sa skladá z troch geostacionárnych satelitov a sietí pozemných staníc. Svoj cieľ spĺňa vysielaním signálu, ktorý obsahuje informáciu o spoľahlivosti a presnosti polohy, ktorú určuje signál vychádzajúci z GPS. Umožňuje tým zistenie pozície v rozmedzí 1,5 m. Ide o spoločný projekt ESA (The European Space Agency) a Európskej komisie pre bezpečnosť letovej prevádzky. Je to prvá aktivita v oblasti globálnych satelitných navigačných systémov (GNSS) a je predchodcom systémom GALILEO, plne globálneho navigačného systému v rámci rozvoja v Európe. Tento systém rozširuje existujúce systémy GPS a GLONASS. EGNOS bol spustený do testovacej prevádzky v roku 2004 a dnes je plne dostupný (European GSA, 2016)

#### **3.2.2. DGPS systém tvorený pozemnými stanicami**

Pozemné stanice vyhodnocujú chyby určenia pozície GPS systémom. Následne túto informáciu vysielajú na danej vlnovej dĺžke ako korekčný signál, ktorý prijímač kombinuje s informáciou z GPS. Výsledkom je zvýšenie presnosti určenia polohy. Väčšia vzdialenosť od referenčnej stanice má za dôsledok znižujúcu sa presnosť, preto by mali byť umiestnené vo vzdialenosti 70-200 km (Galambošová, 2008)

#### **3.2.3. Real Time Kinematic (RTK)**

RTK je systém, ktorý umožňuje absolútnu presnosť určenia polohy a to v rozmedzí  $\pm 2$  cm. Táto presnosť sa dosahuje prijímaním RTK signálu z pozemných korekčných staníc, ktorý je šírený buď rádiovými vlnami alebo prostredníctvom technológie GPRS. Cieľom tohto systému je získať silnejší signál s väčším pokrytím, k čomu využíva buď bezplatné alebo licencované frekvencie. Pozemná stanica sa skladá

z dvoch častí a to z rádia a satelitného prijímača. Rádio môže byť umiestňované pohyblivo, pričom stanica musí mať fixný bod. Dosah tohto zariadenia sa odhaduje približne na 10 km k žiadanej presnosti. Nad touto hranicou sa už nedosahuje požadovaná presnosť. Túto presnosť môže taktiež ovplyvňovať aj členitosť terénu (Galambošová, 2008).

Určenie polohy RTK stanicou môže byť uskutočnené len v prípade ak je stanica umiestnená na tom istom mieste, v tomto prípade hovoríme o stabilnej základni alebo ak je stanica opätovne postavená na to isté miesto. Takúto stanicu voláme mobilná základňa. Základne musia stále vedieť, kde sú umiestnené, nakoľko sa pozícia určuje navigáciou k ich miestu. Preto stanice uskutočňujú 24 hodinové merania, ktorými priemerujú chyby, ktoré spôsobujú satelity. Týmto spôsobom môžeme získať presnosť v určení stanice s chybou približne 2,5 cm, pričom celková chyba sa pohybuje približne pri 4,5 cm. Tento systém využíva John Deer, CaseIH, AutoFarm a pod (Galambošová, 2008).

Na dosiahnutie presnosti niekoľko milimetrov je možnosť využitia národných korekčných sietí. Tieto stanice nazývame kontinuálne pracujúce referenčné stanice (Continuously Operating Reference Stations). Tieto stanice prenášajú signál pomocou GPRS cez mobilného operátora, čiže formou SIM karty. Inou možnosťou je využívanie RTK staníc, ktoré sú prevádzkované treťou stranou napríklad predajcom poľnohospodárskej techniky (Galambošová, 2008).



Obrázok č.1 - prijímač signálu StarFire

Zdroj: [www.johndeerdistributor.sk](http://www.johndeerdistributor.sk)



Obrázok č.2 - prenosná korekčná stanica

Zdroj: [www.johndeerdistributor.sk](http://www.johndeerdistributor.sk)

### 3.3. Glonass

Ide o ruský družicový navigačný systém Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema. Je tvorený 24 družicami krúžiacimi nad zemským povrchom vo výške 19 100 km na troch orbitálnych dráhach. Meranie polohy prebieha obdobne ako u amerického systému GPS. (Galambošová, 2008)

System sa skladá z pozemnej riadiacej časti, kozmickej časti a užívateľskej časti. Družice sú rozmiestnené na obežnej dráhe rovnomerne o  $45^\circ$  a orbity sú vzájomne posunuté o  $120^\circ$ . Doba ich obehu okolo zeme trvá 11 hodín a 15 minút. Vďaka takémuto rozloženiu je možná viditeľnosť až piatich družíc kdekoľvek a kedykoľvek na zemi. Družice vysielajú signál na dvoch nosných frekvenciách, ktoré sa však odlišujú pre každú družicu. Ide o hlavný rozdielom medzi systémom Glonass a systémom GPS. Hlavné riadiace centrum sa nachádza blízko Moskvy. Riadiace stanice nepretržite zbierajú a monitorujú signály všetkých viditeľných družíc. Na stanicach taktiež prebieha laserové meranie vzdialenosti družice od staníc a tieto dáta sa posielajú na spracovanie do hlavného riadiaceho centra, kde sa spracúvajú a aktualizujú sa družicové navigačné správy (Kumhála, 2007).

Kozmický segment systému Glonass ma definované dva stavy:

- **Plná operačná schopnosť** (FOC, Full Operational Capability) kedy je 24 satelitov plne funkčných. Tento stav bol plánovaný na rok 2012 (Galambošová, 2008)
- **Čiastočná operačná schopnosť** (IOC, Initial Operational Capability) kedy je plne funkčných najmenej 12 satelitov. Tento stav bol vyhlásený po spustení prvých 12 družíc. (Galambošová, 2008)

### 3.4. Galileo

Systém Galileo je európsky družicový polohový systém. Jeho spustenie bolo plánované na rok 2010 neskôr sa presunulo na 2014 a momentálne je plánované jeho spustenie na rok 2018. Tento systém by sa mal skladať zo štyroch hlavných súčastí. (Galambošová, 2008)

- **Globálny komponent** – ide o kozmický a pozemný riadiaci segment. Kozmický segment by mal pozostávať z 30 družíc na troch orbitách po 10 satelitov. Správny príjem signálu by mal zabezpečiť sklon  $56^\circ$  čo umožní jeho príjem aj severnejším častiam Európy. Výška týchto družíc by mala byť 23 616 km nad povrchom zeme a ich obeh bude trvať 14 hodín a 4 minúty. (Galambošová, 2008)
- **Regionálny komponent** – funkcia tejto súčasti spočíva v poskytovaní informácií o integrite signálov Galilea. Tieto informácie by mali byť sprístupnené regionálnemu poskytovateľovi tejto služby, pričom budú šírené prostredníctvom 8 autorizovaných kanálov čo znamená, že svetovo môže byť definovaných až 8 nezávislých regiónov s vlastným monitorovaním (Galambošová, 2008).
- **Lokálny komponent** – mal by skvalitňovať služby poskytované regionálnym komponentom čo znamená napríklad zvýšený výkon a možnosť kombinácie systému s inými globálnymi navigačnými satelitnými systémami (GNSS) alebo inými komunikačnými systémami. (Galambošová, 2008)

- **Užívateľský komponent** - ide o prijímače, ktoré by mali byť konkurencie schopné z pohľadu výkonu a nákladov s ostatnými systémami a mali by umožňovať spracovávať viacero rôznych signálov spoločne (Galambošová, 2008).

### 3.4.1. Služby systému Galileo

Tento systém by mal poskytovať služby od voľne prístupných až po služby s najvyšším zabezpečením.

- **Open Service (OS)** – ide o základnú verejnú službu, v ktorej by mali byť prístupné frekvencie bez poplatkov. Využitie sa predpokladá na mobilných telefónoch a prenosných počítačoch pre širokú verejnosť. Systém by mal byť porovnateľný so systémom GPS avšak s vyššou presnosťou a spoľahlivosťou (Galambošová, 2008).
- **Safety Of Life Service (SoF)** – dopĺňajúca služba „Bezpečného života“ pre základnú službu s vyššou presnosťou (Galambošová, 2008).
- **Public Regulated Service (PRS)** – signál tejto služby nebudú prístupné pre verejnosť. Poskytuje najvyššiu presnosť a to hlavne pre oblasť bezpečnosti ako civilná obrana, ochrana štátnej bezpečnosti, polícia atď. Mala by byť sprístupnená iba pre autorizovaných užívateľov pričom frekvencie by mali byť kódované a odolné voči rušeniu. (Galambošová, 2008).
- **Search and Rescue Service (SaR)** – služba by mala slúžiť systémom ako pátracia a záchranná služba a malo by byť možné vysielanie a prijímanie núdzových signálov (Galambošová, 2008).

## 4. Paralelné navádzanie strojov po pozemku

### 4.1. Vedenie paralelných jász pomocou systému GPS

Zavedením GPS (Global Positioning System) do poľnohospodárstva sa otvorili dvere pre neustále zvyšovanie efektivity prevádzky a nadobúdanie nových informácií a poznatkov, ktoré súvisia s určovaním polohy stroja. Neustále zvyšovanie požiadaviek vedie k čoraz väčšej presnosti navigácie stroja, čím sa znižuje možnosť prekrývania záberov



a tým sa priamo úmerne šetrí pracovný čas, palivo, aplikované prostriedky ako hojivá, osivá a znižuje sa náročnosť na obsluhu. Výsledkom je to, že pracovný stroj je počas procesu efektívnejšie využívaný. (Bauer, 2013)

System funguje na základe zadania požadovaného záberu stroja vodičom, ktorého následne systém naviguje tak, aby boli eliminované prekrytia alebo vynechávky. System GPS pozostáva z antény umiestnenej na streche traktora a svetelnej listy, monitora, prijímača, ktoré sú umiestnené v kabíne vodiča. Princíp spočíva v zadaní začiatku prvej jazdy čiže bod „A“ a konca čiže bod „B“, rozmerov stroja a náradia, záberu stroja, pričom následne na to ostáva udržiavať stroj v smere jazdy na základe svetelných indikátorov ako svetelná lišta alebo indikátorov na monitore. Pri otáčaní na úvrati systém následne navedie vodiča na nasledujúcu jazdu, ktorú odvodí od zadaných údajov. Poznáme viacero spôsobov navádzania a to napríklad modeli úvrate, centrálny pivot, A-B línia, identická krivka, voľný tvar, adaptívna krivka a viacero iných. Presnosť tohto systému závisí na presnosti prijímaného signálu a tým pádom je možnosť využitia DGPS alebo systému RTK (Galambošová, 2008).

#### **4.1.1. Manuálny systém navádzania**

Manuálny systém navádzania funguje na princípe svetelnej orientácie, ktorá je buď externá alebo zabudovaná do LCD monitora. Svetelná orientácia znamená, že na lište monitora sú svetelné diódy. Uprostred tejto lišty sa nachádzajú zelené diódy, ktoré značia správny smer jazdy. Ostatné diódy majú červenú farbu, čo označuje odchýlenie od správneho smeru jazdy. Na LCD monitore sa nám zobrazuje obrábaná plocha, rýchlosť a mapa pokrytia. Obsluha na ňom vidí kam smeruje a kde sa práve nachádza. System svetelných diód nám umožňuje jazdiť aj vtedy, keď to podmienky obsluhu nedovoľujú, čiže v noci, v prašnom prostredí, v hmle alebo pri zlom počasí, kedy vznikajú prekrytia najčastejšie. Možnosť využitia tohto systému je široká a zahŕňa operácie ako siatie, sadenie, zber a postrekovanie. Presnosť tohto systému však nemusí byť pri každej operácii rovnaká. System sa skladá z komponentov : kábel pre napájanie batérie, rýchlostný adaptér, adaptér zapalovača, anténa, LCD monitor, samostatná svetelná lišta alebo kombinácia s monitorom a anténa. (Bauer, 2013)

#### **4.1.2. Automatické systémy navádzania**

Tieto systémy sa líšia od manuálnych systémov navádzania, spôsobom riadenia inak majú obdobné funkcie. Systémy nahradzujú vodiča stroja počas poľných operácií

a kvôli tomu majú vyššie požiadavky na prijímanie diferenčného signálu. Nahradenie vodiča spočíva v automatizácii riadenia stroja a to formou zabudovania jednotky riadenia, ktorá pomocou pohyblivých snímačov volantu, snímačov natočenia kolies, hydraulických prvkov riadenia a spínača aktivácie automatického riadenia ovláda pracovnú súpravu. Tento systém je však viazaný k danému stroju a nie je možné ho presunúť na iný (Kumhála, 2007).

Ďalším spôsobom je zabudovanie elektromotoru do riadiaceho volantu. Riadiaca jednotka posiela signál hydraulickým prvkom riadenia a tie pri odchýlke z línie stroj opätovne nakorigujú naspäť do správnej polohy. Fungovanie systému zabezpečuje 12 V elektromotor riadení z GPS navigácie. Otáčanie riadiacim volantom zabezpečuje trecie teliesko, ktoré je umiestnené tak, aby s ním bolo v kontakte. Tu sa dáva dôraz na silu a pevnosť spojenia kvôli možnému vychýleniu do strán spôsobené terénom. Tento systém je prenosný čo znamená možnú kompatibilitu s viacerými strojmi. (Bauer, 2013)

### **Auto Guide**

Tento systém bol v začiatkoch využívaný na traktoroch značky Challenger neskôr do traktorov Fendt. Podľa presnosti prijatého korekčného signálu sa radí medzi Standard VBS ( Virtual Base system), ktorý využíva korekciu Omnistar VBS s presnosťou v rozmedzí 15 až 20 cm a Präzision HP (High Precesion), ktorý využíva korekčný signál Omnistar HP s presnosťou 5 až 10 cm. Systém obsahuje aj korekciu sklonu vďaka dynamickej meracej jednotke DME (Dynamischen Mess-Einheit), ktorá obsahuje gyroskop, ktorý kompenzuje chybu vzniknutú uhlovou zmenou a sklonom traktora čím ho udržiava v správnej línii (Bauer, 2013).

### **AutoTrack**

Vývojárom tohto systému je firma John Deere. Tento systém využíva pri automatickom riadení korekčný signál StartFire SF2 o presnosti 5 až 10 cm. Taktiež obsahuje gyroskop na korekciu chyby vzniknutej sklonom stroja, ktorý je umiestnený v prijímači DGPS.

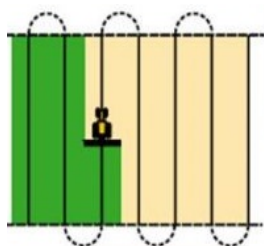
### **E-Drive**

Systém je využívaný firmou Claas, pričom navádzanie prebieha pri použití korekčného signálu Omnistar HP na presnosti približne 10 cm. Obsahuje taktiež algoritmus e-Dif, ktorý slúži na to ak nastane krátky výpadok signálu aby udržal stroj v línii, či to je priamka alebo krivka (Bauer, 2013).

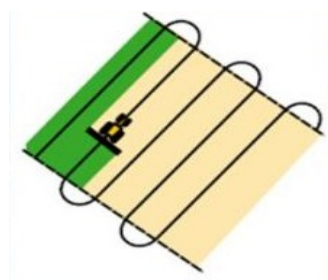
## Trimble autopilot

Ako nám aj názov systému hovorí ide o systém vyvinutý americkou firmou Trimble. Tento systém ponúka ako automatické systémy navádzania tak aj manuálne systémy. Jeho automatické systémy sú ďalej rozdelené na DGPS Autopilot, Omnistar HP Autopilot a RTK Autopilot. Každý zo systémov sa líši presnosťou. DGPS Autopilot pracuje s dynamickou presnosťou 20 až 30 cm, pričom absolútna presnosť sa pohybuje okolo 1 metra. Tento systém využíva korekčný signál Egnos alebo Omnistar VBS. Systém Omnistar HP pracuje s presnosťou 5 až 10 cm čo sa týka dynamickej a absolútna presnosť sa pohybuje v okolí 30 cm. RTK Autopilot je s týchto systémov najpresnejší nakoľko využíva vlastnú referenčnú stanicu, ktorá sa umiestňuje na okraj pozemku. Tým pádom jeho dynamická a absolútna presnosť dosahuje hodnotu 2 cm. Korekčná stanica musí byť zameraná s vysokou presnosťou a jej dosah sa pohybuje v rozmedzí 3 až 10 km (Bauer, 2013).

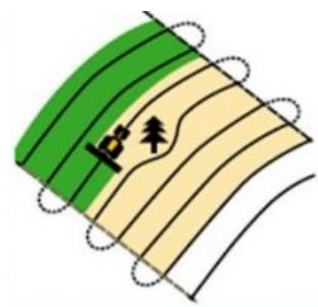
### 4.2.Režimy navádzania



Obrázok č.3 – AB línia



Obrázok č.7 – Priamka A+



Obrázok č.4 – Identická krivka



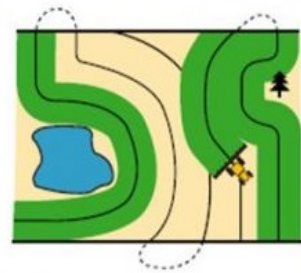
Obrázok č.8 – Viacnásobná úvrat'



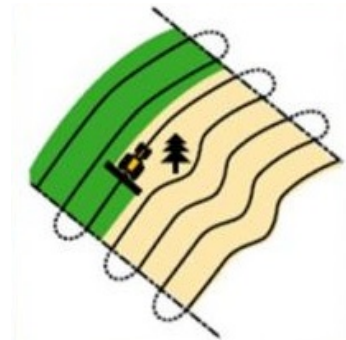
Obrázok č.5 – Jednoduchá úvrat'



Obrázok č. 9 – Pivot (stredový bod)



Obrázok č.6 – Voľná úprava



Obrázok č.10 – Adaptívny

Zdroj: [www.gps-agro.cz](http://www.gps-agro.cz)

### 4.3. Úvrat'ový management

Hlavnou úlohou tohto systému je automatizácia opakujúcich sa ovládacích úkonov. Automatizácia prebieha na elektronicky riadených uzloch stroja a to napríklad riadenie prevodových stupňov, zapínanie alebo vypínanie uzáverov diferenciálu, otáčky motoru alebo pohon prednej nápravy. Opakujúce sa úlohy ,ktoré by sme chceli automatizovať je najprv za potreby nahráť do pamäte. Táto pamäť môže obsahovať až 30 úkonov. Táto pamäť môže byť taktiež rozdelená na začiatok a koniec. Funkcia systému prebieha tým spôsobom, že vodič na konci úvrati zapne nahrávanie, uskutoční činnosti ako napr. zníži otáčky motora, odpojí pohon vývodového hriadeľa, zaradí vyšší prevodový stupeň atď. Pokiaľ je všetko uložené následne na úvrati už len stačí stlačiť prehrávanie a nahraté úkony sa uskutočnia. Toto uskutočnenie prebieha buď automaticky kedy stačí stlačiť tlačidlo pre spustenie len raz a úkony sa uskutočnia v poradí ,v akom boli nahraté alebo poloautomaticky, čo si vyžaduje pre každý úkon v chronologickom postupe stlačiť tlačidlo pre prehrávanie (Bauer, 2013).

Poloautomatické prehrávanie si vyžaduje uloženie krokov v závislosti na čase, dráhe alebo polohe trojbodového závesu kedy boli uskutočnené. Tento spôsob určuje po akej dobe prípadne po akej ubehnutej vzdialenosti bude nasledujúca činnosť uskutočnená. (Bauer, 2013)

#### **4.4. Dostupné systémy navigácie strojových súprav**

Každý výrobca na trhu ponúka celé rady produktov pre navigáciu strojových súprav. Väčšina týchto systémom sa spravidla veľmi nelíši každý má však svoje výhody aj nevýhody.

##### **4.4.1. John Deer**

Ponúka na trhu prijímač signálu GPS StartFire iTC. Tento systém umožňuje riadenie stroja na všetkých troch úrovniach, čím myslíme manuálne riadenie, automatické riadenie a autopilota. Tieto systémy môžu využívať korekčné signály RTK alebo SF1 či SF2 (Galambošová, 2008).

- **GreenStar Parallel Tracking** – vodič udržiava smer za pomoci displeja so zvukovými signálmi a ikony stroja na displeji. V tomto prípade hovoríme o manuálnom riadení stroja.
- **AutoTrac Universal Steering Kit** – Automatické navádzanie stroja kedy je originálny volant nahradený volantom s riadiacim motorom.
- **Integrated AutoTrack** – systém sa zapája priamo do riadenia stroja čo znamená, že je možné ho využívať len priamo na tom danom stroji, do ktorého je zapojený a nie je možné ho prenášať.

##### **4.3.2. Trimble**

Íde o ďalšieho významného poskytovateľa navigácií strojových súprav. Medzi najvyužívanejšie produkty môžeme zaradiť širokú škálu svetelných displejov ako AgGPS EZ– Guide 250, AgGPS EZ – Guide 500, počítače AgGPS Fieldmanager alebo AgGPS FMX DGPS. Presnosť signálu určujú úrovne ako EGNOS/WAAS, RTK, Omnistar XP a HP pričom užívateľ si medzi nimi môže zvoliť. Trimble taktiež ponúka všetky tri úrovne riadenia stroja a to manuálne riadenie na základe informácií z displeja, systém asistovaného riadenia AgGPS EZ-STEER, pri ktorom hovoríme o trecom pastorku, ktorý otáča volantom a elektromotorčeku, pričom vedenie prebieha na základe informácií z displeja. Elektromotor dostáva presné inštrukcie z GPS prijímača a na

základe týchto informácií otáča volantom a prispôsobuje smer jazdy. Tento systém je možné odpájať a pripájať, čo znamená jeho využiteľnosť na viacerých strojoch. Zo systémov autopilotov ponúka spoločnosť Trimble systém AgGPS Autopilot. Tento systém pozostáva z prijímača, ktorý prijíma signál RTK senzora natočenia uhlu kolies, ktorý posiela informácie priebežne do kontrolóra, ktorý ich spracováva, vyhodnocuje, kontroluje a posiela do hydraulického zariadenia, ktorý následne koriguje na základe týchto informácií smer jazdy (Galambošová, 2008).

## 4.5. Dostupné systémy navigácie strojových súprav na Slovensku

### 4.5.1. Trimble

#### EZ-Guide 250

Ide o základnú navigáciu určenú prevažne pre malých farmárov, ktorý nepotrebuje používať napríklad vypínanie sekcií postrekovača a pod.



Obrázok č. 11 – EZ-Guide 250

Zdroj: <http://www.leadingfarmers.cz>

Ide hlavne o evidenciu úkonov a pozemkov pričom máme na mysli kde konkrétny užívateľ bol pri postreku, rozmetaní hnojiva a pod.

Spôsob navádzania funguje na základe priamky a označovania úvrate. Taktiež

obsahuje funkcie ako vizuálne výstrahy, identifikácie úvratí, meranie výmer pozemkov a možnosť uploadu AB línií z GIS a pod. (Leading Farmers, 2016)

## CFX- 750 LITE

Ide o systém fungujúci na základe 2 funkcií - možností komunikácie, ktoré si zákazník môže nezávisle na sebe zakúpiť. Jedna funkcia



Obrázok č. 12 – CFX-750, 750 lite

Zdroj: <http://www.trimble.com>

umožňuje komunikáciu s náradím pod čím máme na mysli možnosť variabilného rozmetania, vypínania sekcií postrekovača a pod. a druhá riadenie traktora inak povedané možnosť využitia autopilota. Spôsob navádzania a

funkcie sú obdobné ako pri vyššie uvedenom

zariadení jedná sa však o modernejšie zariadenie s širším obsahom funkcií. (Leading Farmers, 2016)

## CFX- 750

Ide o štandardný model navigácia , od ktorého je odvodený model CFX-750 lite pričom používa rovnaký software. Tento model obsahuje dotykový display odolný vibráciám, nárazom, vlhku a prachu pre poľné podmienky. (Leading Farmers, 2016)

Spôsob navádzania - priamka, posunutá priamka, identická a adaptívna krivka, úvrat', úvrat' + krivka, voľné línie, pivot. Pôdorysné a perspektívne zobrazenie na displeji, zobrazenie grafického záznamu pokrytia pozemku aplikáciou. Vizuálne výstrahy, indikácia úvrate. Pauza a spätné navedenie. Meranie výmer pozemkov, vzdialenosti, rýchlosti a aplikovanej plochy, mapovanie. Pamäť pre veľký počet pozemkov, možnosť uploadu AB línií z GIS, USB komunikácia. Posunutie AB línie pri GPS drifte, GPS/DGPS info, diagnostika. Externý NMEA výstup, simulácia radaru, voliteľný modul pre variabilné dávkovanie, možnosť pripojenia Field IQ, EZ-Steer, EZPilot a Autopilot. Sériová komunikácia s niektorými kontrolermi , možnosť pripojenia 2 videokamier, bezdrôtový prenos dát .Tento systém je možné rozšíriť až po presnosť RTK (Leading Farmers, 2016).

Z ponuky zariadení pre automatické navádzanie Trimble ponúka zariadenie EZ-pilot. Ide o upgrade pre CFX – 750, ktorý je možné ako vyššie uvedené rozšíriť o automatické riadenie. Presnosť tohto zariadenia sa pohybuje v rozmedzí 2 až 4cm pre priamu jazdu. (Leading Farmers, 2016)

## 5. Autonómne traktory ATC eDrive

Nápad autonómnych traktorov vznikol na základe zníženia nákladov na prevádzkovanie poľnohospodárskych strojov. Prvotným cieľom bolo vytvoriť diesel-elektrický motor, ktorý by kompaktnosťou, spoľahlivosťou a jednoduchosťou opravy prekonal novodobé stroje. Zmena v prvotnom cieľi nastala po diskusiách s viacerými poľnohospodármi kedy sa dospelo k tomu, že väčší problém ako náklady spojené s kompaktnosťou a opravami stroja je nedostatok pracovnej sily. (Schulz,2016)

Vízia budúcnosti vychádza z toho, že traktory budú malé autonómne stroje schopné pracovať na poli 24 hodín denne. Spoločnosť ATC (Autonomous Tractor Corporation) vyvinula ako prvá jediný diesel-elektrický agregát generátora, dieselového motora a motorčekov kolies na svete ,ktorého súčasťou bolo taktiež zostavenie úplne nového tzv. in-field navigačného systému, ktorý nepotreboval obsluhu vodiča pre zadanie prvej jazdy. Systém eDrive prišiel z verziami 5, 25 a 100 konských síl, čím rozšírili využiteľnosť pre stroje s rôznymi veľkosťami výkonu. Tieto motory sa používajú v pároch a sú montovateľné ako na stroje s pohonom dvoch kolies tak aj pri pohone štyroch kolies. Motory sú chladené kvapalinou a úplne uzavreté, čo v poľných podmienkach predstavuje ideálne riešenie. Odhad spoločnosti je, že tento pohon obohatený frekvenčným meničom dokáže poskytnúť až štvornásobok menovaného nepretržitého výkonu, čo poskytuje stroju enormný krútiaci moment pri rozjazde operácie na poli alebo v prípadoch kedy ostatné kolesá nedosahujú trakciu a záťaž padá na jediný motor (Agfunder, 20016).

K reálnej funkčnosti autonómnych strojov je potrebné disponovať bezchybnými navigačnými dátami, na ktoré však obyčajný systém GPS nie je dostatočne presný. Spoločnosť ATC preto prišla s vlastnou patentovanou technológiou LRNS (Laser-Radio Navigation System) zvanou AutoDrive™, ktorá je vybavená viacerými snímačmi čo mu umožňuje nezávislé krížové overenie všetkých získaných údajov. Pri vykonávaní zložitých operáciách bez vodiča je tento spôsob overovania nevyhnutný. Princíp je založený na tom, že všetky dáta sú získavané prostredníctvom senzorov v poli tak, že nie sú ovplyvnené žiadnymi šumami alebo odrazmi a ich aktualizácia prebieha každú desatinu sekundy. Funkciu tohto systému môžeme v jednoduchosti opísať tak, že farmár naučí traktor spolu s náradím presne to, čo po ňom chce aby robil. Inak povedané



ukázať to, čo chceme aby robil cez danú aplikáciu, na danej parcele a stroj to bude spoľahlivo a presne replikovať a extrapolovať. Týmto spôsobom sa postupne v pomalých krokoch uvoľňuje obsluha, pričom kontrolu nad strojom môže prevziať kedykoľvek zase. Spojenie systémov AutoDrive a eDrive vytvára ďalšiu generáciu traktorov, ktoré sú menšie, ľahšie, opraviteľnejšie a hlavne autonómne čím kladú dôraz na väčšiu kontrolu nákladov a operácií. Táto technológia pomáha riešiť problémy ako zhutnenie pôd, kvalifikácia pracovnej sily a mnoho ďalších (Agfunder, 2016).



Obrázok č. 13 – Autonómny traktor ATC eDrive

Zdroj: [www.agfunder.com](http://www.agfunder.com)

## 6. Trimble Connected farm

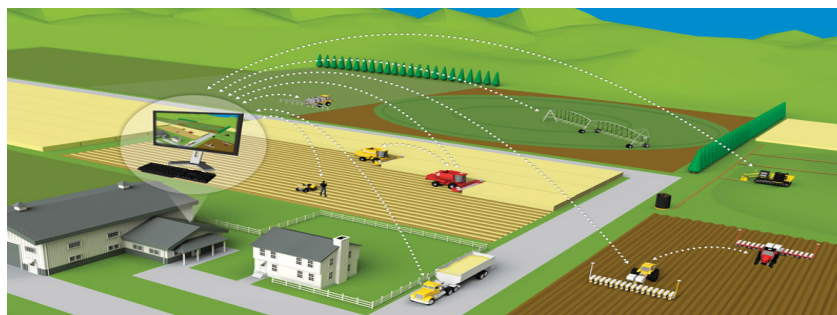
System Connected farm od spoločnosti Trimble umožňuje užívateľovi, hospodárovi prístup k farme hocikedy od hocikadiaľ. Tento systém umožňuje spracovávať informácie o cenových pohyboch komodít, počasi, zavlažovania, prácach na parcelách a informácie o polohách strojov z pohodlia počítača alebo telefónu, tabletu či displeja TMX – 2050<sup>TM</sup> (Trimble, 2016).



**Obrázok č. 14 – Connected farm**

Zdroj: [www.connectedfarm.com/growers](http://www.connectedfarm.com/growers)

Výhodou systému je možnosť využitia na farmách o hoci akej veľkosti a na stojoch rôznej lepšie povedané hoci akej značky. Systém umožňuje analýzu dát z pozemku ako napríklad úvodové mapy, mapy obsahu živín v pôde alebo ďalších poľnohospodárskych činností. Súčasťou je taktiež monitoring nasadenej techniky a to konkrétne poloha v reálnom čase, monitoring činností na parcele, spotreba, motohodiny. Systém dokáže predchádzať na základe prístupu v reálnom čase k napätí batérie, tlaku oleja, spotrebe paliva a ďalším informáciám z diagnostiky motora poruchám strojov čím dokáže výrazne ovplyvniť náklady potrebné na opravy strojov. Systém prepája stroje s kanceláriou. Ide v podstate o okamžitý prísun potrebných informácií či už prenosom dát medzi strojom a strojom ako napríklad okamžité výnosy, vlhkosť, zdieľanie rovnakej navádzacej línie, pokryté hektáre, mapy záberov strojov na rovnakom pozemku alebo medzi strojom a kanceláriou čo v podstate znamená urýchlený proces získania dát so zariadení nakoľko vďaka bezdrôtovému prenosu sa k informáciám vieme dostať takmer okamžite (Trimble, 2016).



**Obrázok č. 15 – Connected farm prepojenie**

Zdroj: [www.farmworks.com/news/myconnectedfarm.php](http://www.farmworks.com/news/myconnectedfarm.php)

## 7. Riadený pohyb strojov

### 7.1. Controlled traffic farming – CTF systém a jeho charakteristika

Základným cieľom tohto systému je sústredenie prejazdov po poli čiže podjazdovej plochy poľa do čo najmenej časti. K tomuto cieľu nám slúžia tzv. permanentné koľajové riadky ktoré by sa mali každoročne využívať pri jednotlivých pracovných operáciách. Zhutnenie pôdy pod kolesami strojov na permanentných koľajových riadkoch neskôr zlepšuje jazdné vlastnosti, umožňujú lepší prístup na pozemok a presnejšie vykonané operácie, zároveň koncentráciou prejazdov do týchto koľají zlepšime štruktúrne vlastnosti poľa. Týmto spôsobom môžeme doceliť lepšiu vzchádzavosť plodín, zvýšenie úrody a zníženie spotreby pohonných hmôt. Implementácia tohto systému znamená, prechod od náhodného pohybu k riadenému a je založená na dôkladnom plánovaní. Udržiavanie strojov v týchto koľajových riadkoch pri každej operácii vyžaduje zosúladenie záberov strojov, rozchod kolies strojov a využívanie navigácie strojových súprav s nevyhnutnou presnosťou RTK. Prvým krokom pri zavádzaní systému je zohľadnenie základných podmienok farmy a to oševný postup, technológie spracovania pôdy a dostupná technika. Ďalším krokom je určenie základného záberu stroja, z ktorého sa následne vychádza formou jeho násobkov. Ako príklad môžeme uviesť sejačku alebo stroj na spracovanie pôdy so záberom 6 m, na ktorý nadväzuje 24 m šírka záberu postrekovača. Prispôbenie strojov na zber a na spracovanie pôdy však býva problémom a preto sa niekedy využíva systém seasonal CTF (SCTF). Pri systéme CTF by mali byť zosúladené všetky rozchody kolies, pásov a šírky pneumatík, pričom najčastejší model rozchodu kolies sú 3 m. Na základe týchto požiadaviek následne prebieha modifikácia strojov, čím máme na mysli úpravu rozchodu kolies alebo pri obilných kombajnoch predĺženie vyprázdňovacích závitoviek ak vyprázdňovanie prebieha za jazdy (Galambošová, 2008).

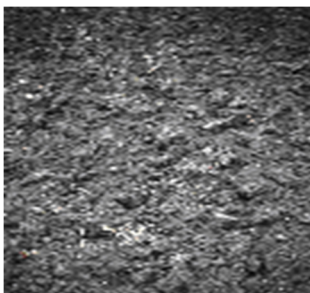


Obrázok č. 16 – Konvenčné prejazdy  
Zdroj: [www.controlledtraffickingfarming.com](http://www.controlledtraffickingfarming.com)

Na obrázku č. 16 môžeme jasne vidieť výsledok orby uskutočnenej na pozemku s konvenčnými prejazdmi. Je zjavné, že pôda je utužená a vznikajú veľké hrudy. Následkom takéhoto utuženia pôdy je zvýšený orbový odpor čo priamo nadväzuje na spotrebu pohonných hmôt a následnú

náročnosť ďalších zásahov(CTF Europe LtD, 2016).

Na obrázku č. 17 môžem zase vidieť výsledok zníženia prejazdov po poli za pomoci systému CTF. Utuženie pôdy je zreteľne nižšie čo znamená vznik menších hrúd



a zníženie energie vynaloženej na úpravu pozemku. Následné operácie sú kvalitnejšie čo má odozvu aj na kvalite osivového lôžka a následnej úrody. (CTF Europe LtD, 2016).

Obrázok č. 17 – Zavedenie systému CTF

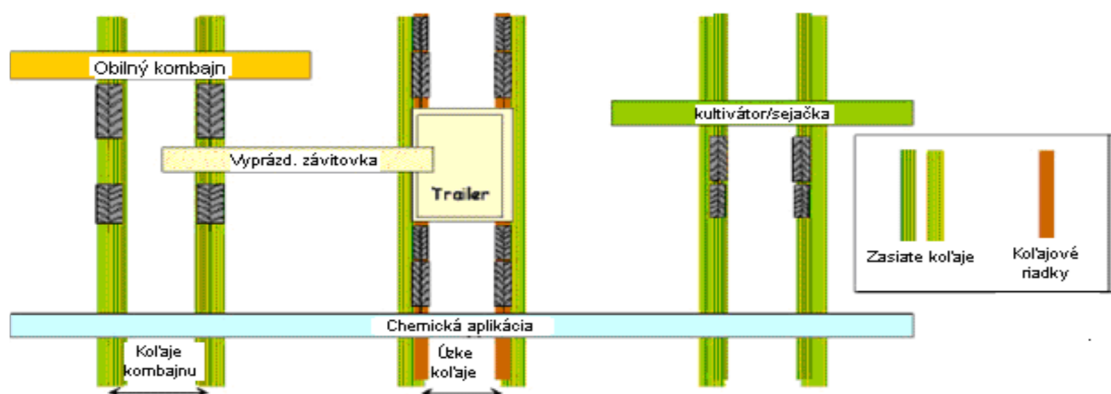
Zdroj: [www.controlledtrafficfarming.com](http://www.controlledtrafficfarming.com)

## 7.2. Druhy systémov CTF

Systém CTF je navrhovaný pre každú farmu individuálne existuje však niekoľko variant permanentných koľají, ktoré sú zaužívané v praxi.

### 7.2.1. Systém OutTrac

Princípom tejto varianty je, že máme dva rovnako centrované koľajové riadky s presahujúcou širokou, ktorá je určená pre kombajn a užšou šírkou, ktorá je pre všetky ostatné zariadenia a stroje. Pri tejto variante je pracovný záber pre stroje a náradia rovnaký. Zvolená technika alebo kombinácia strojov, ktoré máme k dispozícii by mala zodpovedať čo najmensej ploche stôp. Rozchod kolies by pri tomto systéme mal byť približne 2 až 2,5m. Pri tomto rozchode kolies nebývajú žiadne zásadné problémy. V prípade presahujúcich pneumatík nevzniká nový koľajový riadok iba sa už existujúce rozšíria čo v konečnom dôsledku neznamena veľký problém (Gutu, a iní, 2013).

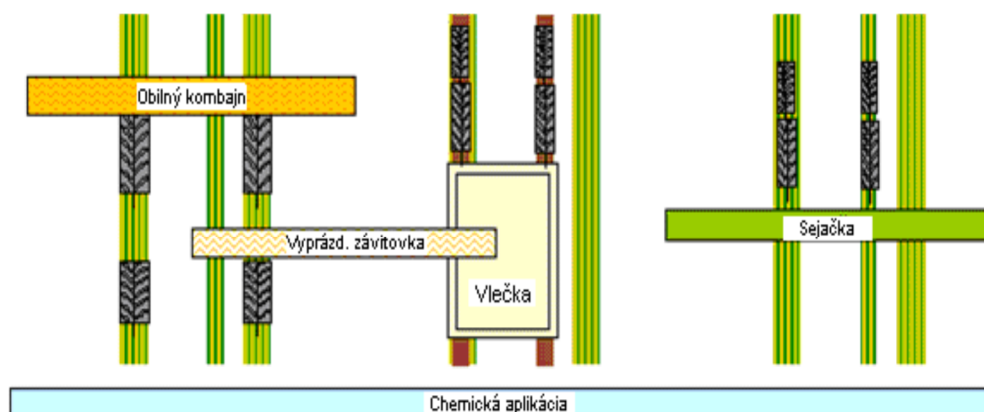


Obrázok č. 18 – Systém OutTrac

Zdroj: Gutu,2013

### 7.2.2. Systém AdTrac

Pri tomto systéme využívame princíp troch koľajových riadkov. Princíp spočíva v tom, že jeden riadok je spoločný, druhý využívajú traktory nakoľko je určený pre užší rozchod kolies a tretí, ktorý je pre širší rozchod kolies využívajú kombajny. Zábery sú buď rovnaké alebo násobky ostatných. Princípom je to, že všetky stroje pracujú s rovnakým rozchodom kolies napríklad 2,2 m a výnimku tvorí iba kombajn, ktorý pracuje s širším rozchodom kolies napríklad 3 metre. Jedna dvojica kolies využíva stopu predchádzajúcej techniky, druhá dvojica kolies však už ide mimo túto stopu. Pri tomto systéme sa môže stať že kvôli zvolenému modulu nebude kombajn pracovať na celú šírku stola (Gutu, a iní, 2013).

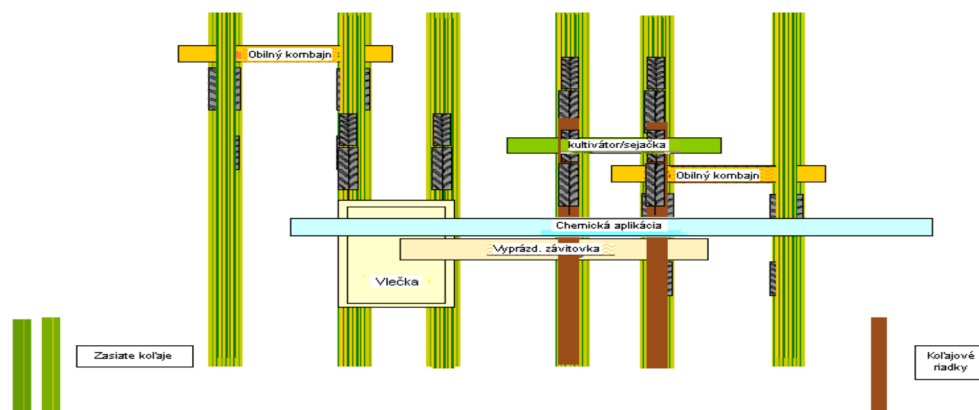


Obrázok č. 19 – Systém AdTrac

Zdroj: Gutu, 2013

### 7.2.3. Systém TwinTrac

Tento systém využíva dve šírky rozchodu kolies, pričom jeden presahuje druhý. Šírka záberu strojov je súčet dvojice koľajových riadkov.



Obrázok č. 20 – Systém TwinTrac

Zdroj: Gutu, 2013

### 7.2.4. Prínosy systému CTF

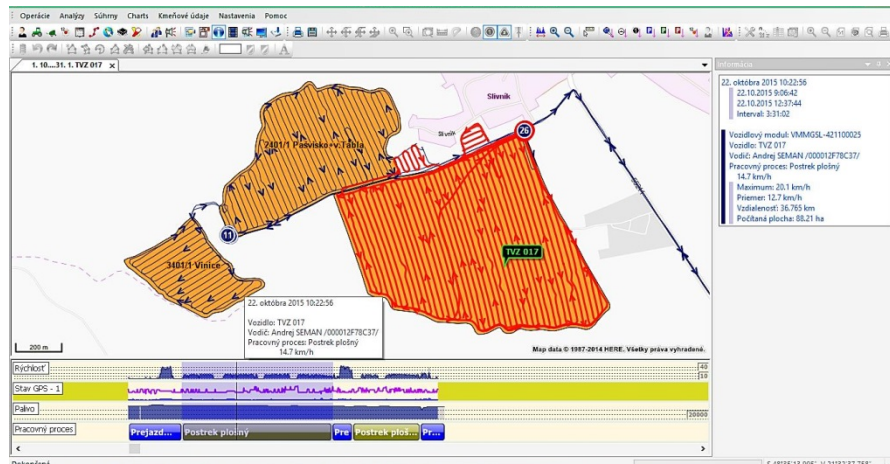
Základným prínosom systému CTF je zníženie nákladov potrebných k opracovaniu pôdy a zvýšenie výnosov vďaka lepšej štruktúre pôdy. Zníženie nákladov spočíva v tom, že zavedením permanentných koľajových riadkov je pôda na parcele menej utužená, viacej štruktúrovaná čiže v prírodnom stave a ľahšie sa drobí a rozkladá. V mnohých prípadoch sa stáva, že táto pôda nepotrebuje žiadnu kultiváciu k vytvoreniu osivového lôžka. Permanentné koľajové riadky ďalej znižujú vďaka stálemu utuženiu valivý odpor kolies, čím znižujú energetickú náročnosť procesu. Vďaka lepším pôdnym podmienkam sa znižuje náročnosť operácií, čo v konečnom dôsledku znamená možnosť využitia menších strojov. CTF eliminuje problémy rastu rastlín, ktoré vznikajú v dôsledku zhutnenia pôdy a taktiež zlepšuje pórovitosť pôdy, čo vedie k lepšiemu vstrebávaniu vody. Týmto sa dosiahne lepšej vzchádzavosti rastlín v jarnom období. Zlepší sa taktiež prístupnosť mechaniky na pole a zvyšuje sa presnosť využívaných GPS systémov (CTF Europe Ltd, 2016).

## 8. Monitoring nasadenia strojov a techniky

Jedným zo základných predpokladov znižovania nákladov na výrobu je efektívne využívanie nasadenej techniky čo zahŕňa organizáciu práce, voľbu vhodných strojov a zostavenie vhodných súprav pre daný, predvolený systém zásahov a činnosti na poli. V skratke by sme to mohli opísať ako organizáciu pohybu strojov. Technologické operácie a ich priamy výkon udávajú základné požiadavky na pohyb strojov vo výrobe v časovej štruktúre však treba brať ohľad aj na nepracovné operácie ako prejazdy, opravy a pod. Sledovanie a monitoring poľnohospodárskych strojov počas pracovnej alebo nepracovnej činnosti býva riešený pomocou zariadení na sledovanie aktuálnej pozície stroja v teréne, čo by malo zahŕňať údaje o danom dni a hodine. Vo väčšine prípadov hovoríme o zariadeniach GPS len veľmi zriedkavo sa využívajú iné zariadenia. Spracovanie získaných údajov má na starosti mobilná jednotka (MJ), ktorá sa skladá z antény a prijímača signálu. Tieto údaje môžu obsahovať aj ďalšie informácie ako snímky teploty, spotreby, sily a polohy v ramenách závesu hydrauliky, krútiaci moment a pod. Tieto údaje sa ukladajú priebežne do pamäte MJ. Zabudovaný modul GSM následne zabezpečuje dátový prenos na zvolené dispečerské pracovisko. Spracovanie prenesených údajov sa ďalej môže riešiť priamo na pracovisku v režime ON LINE. Vyžaduje to však software, ktorý zodpovedá danému vybaveniu a odborne zaškolenú obsluhu na vlastnom dispečerskom stanovisku. Jednou z ďalších možností je vyžívanie internetovej aplikácie, ktorú spravuje dodávateľ monitorovacieho systému (Rataj, 2008).

Jednou z najdôležitejších a základných požiadaviek monitoringu poľnohospodárskych strojov je vyššia frekvencia záznamu čo v konečnom dôsledku znamená väčšie množstvo získavaných, monitorovaných a prenášaných údajov. Frekvencia záznamu pri bežnej prevádzka v doprave činí 1 zápis každé 2 až 3 minúty. V poľnohospodárstve je potreba frekvencie aspoň 1 zápis za minútu z dôvodu krátkych prejazdov (dĺžka parcely, dráha otáčania a pod.) Na identifikáciu polohy strojovej súpravy využívajú systémy mapové diela tzv. automapy, ktoré majú identifikáciu bodov v okolí trasy alebo digitalizované katastrálne mapy. V týchto dvoch prípadoch však hovoríme o identifikácii pohybu iba v rámci medzi objektovej alebo podnikovej

dopravy. Poľnohospodárska výroba vyžaduje identifikáciu v danom využívanom území, ktoré obsahuje cesty alebo komunikácie, objekty a parcely (Rataj, 2008).



Obrázok č. 21 – Program ITineris na sledovanie poľnohospodárskej techniky

Zdroj: Program Itineris

Lokalizácia pohybu strojov pri operáciách v teréne vyžaduje využívanie hraníc zhodujúcich sa s používaným informačným systémom o produkčných pôdnych blokoch príklad LPIS (Land Parcel Identification System ) Na vyhodnotenie exportovaných dát sa ďalej môže využiť tzv. GIS (Geografický Informačný Systém ). Monitorovanie techniky za pomoci systému GIS spočíva vo vytvorení databáze geografických údajov o cestách, parcelách, komunikáciách a strediskách vrátane ďalších objektov nachádzajúcich sa v danom monitorovanom území, na ktorom sa technika ktorú chceme monitorovať pohybuje. Tieto dáta je možné ďalej získať aj za pomoci zamerania hraníc pozemkov v teréne (Rataj, 2008).

### 8.1. Komunikácia traktora a pripojeného stroja

Cieľom komunikácie traktora a pripojeného stroja je možnosť ovládania stroja priamo z kabíny za účelom nastavenia napríklad výsevného množstva, dávkovania hnojiva, pracovného záberu, hĺbky spracovania pôdy atď. Tieto funkcie sa dajú priamo ovládať za pomoci terminálu umiestneného v kabíne vodiča. Nakoľko sú prípojné stroje vybavené regulačnými obvodmi s riadiacimi jednotkami obsluha môže ovládať stroj na základe vopred nastavených kritérií, ktoré sama zadáva. Tieto riadiace jednotky vyžadujú k riadeniu základné parametre traktora ako jazdovú rýchlosť, otáčky PTO (vývodový hriadeľ) alebo otáčky motora. Vzhľadom na to, že každý stroj potrebuje



vlastný terminál čo je v konečnom dôsledku veľmi nákladné bola vypracovaná norma DIN 9684. Táto norma sa stala predpokladom komunikácie traktora a stroja pričom umožňovala využívanie dát traktora a vznikla jednotná špecifikácia ovládacieho terminálu stroja. Znamenalo to, že v kabíne sa môže nachádzať len jeden terminál od daného výrobcu traktora s možnosťou ovládania rôznych strojov. Tento systém niesol názov Bus-systém alebo LBS (Landwirtschaftliches Bus System). V roku 2001 prebehla ďalšia úprava tejto komunikácie, ktorá dostala názov ISO-Bus, ktorý vychádzal taktiež z normy DIN 9684. ISO-Bus (ISO – Internationale Standardisierungs Organisation) je však založený na norme, ktorú vydal Medzinárodný úrad pre štandardizáciu ISO 11 783 a ktorá upravuje taktiež komunikáciu traktor - stroj. Nakoľko má táto norma celosvetovú platnosť zmizol problém, ktorý vznikol pri zapájaní stroja vyrobeného mimo Európu k traktoru. ISO-Bus sa od LBS líši hlavne v rýchlosti prenosu dát čiže prenosovou rýchlosťou (Bauer, 2013).

#### **8.1.1. ISO-Bus a jeho funkcie**

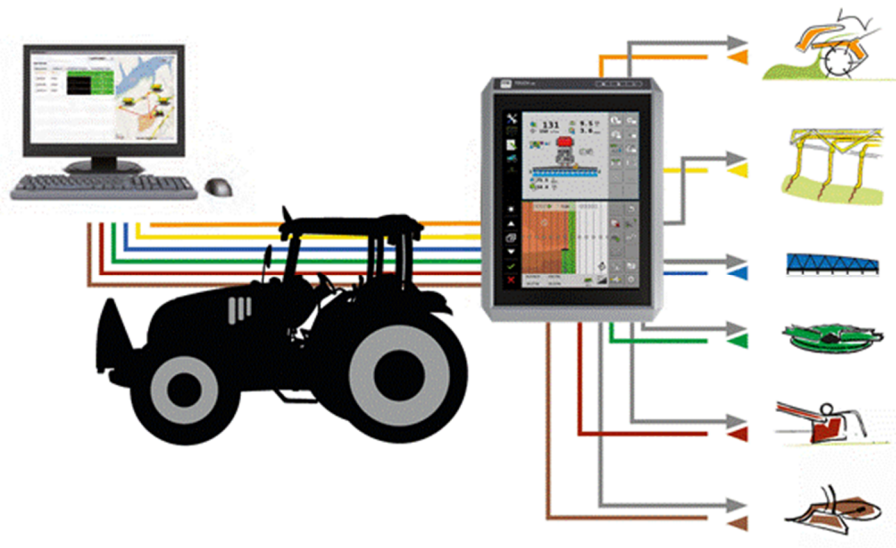
Funkcia ISO-Bus systému spočíva v tom, že úlohy zadané vodičom v kabíne na termináli idú dátovým vedením do riadiacej jednotky umiestnenej priamo na stroji, ktorá ich vyhodnotí a následne uskutoční. Súčasťou systému ISO-Bus je taktiež ovládacia páka inak povedané joystick, na ktorú je možné previesť isté funkcie čo rapídne uľahčuje následnú manipuláciu alebo ovládanie stroja. Prenos informácií medzi riadiacimi jednotkami prebieha v zbernici CAN-Bus a následná komunikácia traktora a pripojeného stroja prebieha za pomoci siete ISO-Bus. Tento tok informácií v digitálnej podobe však nie je prístupný pre ďalšiu analýzu v podniku. Riešením by bolo zabudovanie snímačov alebo príslušných doplnkov na snímanie jednotlivých parametrov k čomu zbernicu CAN-Bus nepotrebujeme. Jedná sa však o veľmi nekonceptné riešenie nakoľko by nastala situácia, kedy by sme už aj tak existujúce prvky riadiacich jednotiek zdvojovali (Bauer, 2013).



Obrázok č. 22 – Zapojenie ISO-Bus systému na stroji

Zdroj: <http://www.austrodiesel.at>

Z riešením prišla firma Fendt, ktorá sprístupnila informácie zo zbernice CAN-Bus pomocou systému MoDaSys (Modulares Datenerfassung System). Tento systém umožňuje presné stanovenie nákladov, kontrolu a dokumentáciu procesov. Hovoríme o dátach ako otáčky motora, hodinová spotreba, celková spotreba, spracovaná plocha, ubehnutá dráha, čas začiatku a ukončenia práce atď. V prípade prepojenia systému s presným určením polohy stroja nám vznikne presný snímok pohybu stroja. Systém sledovania polohy pozostáva z funkčných prvkov ako navigačný prijímač GPS, komunikačný modul GSM, riadiaci mikropočítač, pamäťový modul, rozhranie pre pripojenie externých čidiel, rozhranie CAN-Bus, ISO-Bus a napájací zdroj. Ukladanie dát je riešené dvoma spôsobmi a to, že sú priamo behom prevádzky ukladané do pamäťového modulu alebo formou on-line prenosu na počítač pripojený na internet. Na zabránenie ovládania stroja neoprávnenou osobou umožňuje systém MoDaSys identifikáciu vodiča stroja za pomoci RFID-Chipu (Radio Frequency Identification). Po prihlásení vodiča za pomoci tohto čipu sa vo výslednej zobrazenej forme dát zobrazí aj meno vodiča daného stroja. Táto čipová karta umožňuje taktiež dokumentáciu tankovania pohonných hmôt. Výslednú formu v podobe čísiel, grafov a následné vyhodnotenie umožňuje príslušný software, ktorý vytvára výstupné informácie, ktoré sa ďalej využívajú k hodnoteniu efektivity stroja či pracovného procesu (Bauer, 2013)



Obrázok č. 23 – Schéma systému ISO-Bus

Zdroj: <http://www.mueller-elektronik.de>

## 9. Geografické Informačné systémy (GIS)

Geografický informačný systém sa využíva pre zber, vstup, manažment, spracovanie, analýzu, výstup a prezentáciu získaných dát ktoré obsahujú presné informácie s definovanou polohou v geografickom systéme (Halva, 2008)

Geografické informačné systémy (GIS) sú v dnešnom období silne rozšírené. Môžeme sa s nimi stretnúť na dennom poriadku a to vo forme napríklad autonavigácie alebo katastra nehnuteľnosti. Základné využitie GIS v poľnohospodárstve spočíva v tom, že hovorím o veľkom priestore, ktorý je z hľadiska podmienok veľmi diferencovaný. GIS zohľadňuje tieto skutočnosti a umožňuje tak zvyšovať efektivitu zásahov a činnosti na danom území. Hovoríme o mapovaní porastov, úrody, škodcov a prostredia s cieľom zlepšenia stavu porastu, úrody a zníženia nákladov za pomoci modelovania a následnej aplikácií (Halva, 2008)

Údaje spracovávané pomocou GIS získavame zberom a následným vstupom dát čím rozumieme zápis dát do digitálnej, spracovateľnej formy. Najčastejšou formou zberu dát je priame meranie v teréne ako napríklad geodetické metódy, vzorkovanie pôd alebo diaľkový prieskum zeme. Presnosť systému GIS najviac závisí od kvality

vstupných dát, metódy a presnosti ich zebra. Chyby vzniknuté v týchto procesoch sa následne prenášajú aj do nasledovných analýz a modelovaní (Halva, 2008)

### 9.1. Spracovanie a analýza dát v GIS

Medzi základné spracovanie a analýzu dát môžeme radiť (Halva, 2008):

- **Dotazy na polohu** – v tomto prípade by nám geografický informačný systém mal zreteľne identifikovať príslušný prvok a zobrazíť jeho atribúty
- **Dotazy na atribúty** – ide o opačný postup ako v predošlom prípade. Vyžaduje priestorovú analýzu pričom výsledok je označenie prvku s presnou polohou na mape
- **Sledovanie trendu** – ide o zmenu prvku v určitom časovom období
- **Štatistické hodnotenia** – štatisticky sa vyhodnocuje vplyv priestorového pozadia
- **Modelovanie** – ide o namodelovanie alebo predvídanie možného smeru vývoja a jeho konečného dopadu na okolie. Druhou možnosťou je overovanie existujúcich práve prebiehajúcich procesov. Táto analýza však vyžaduje viacej informácií ohľadom sledovaného javu

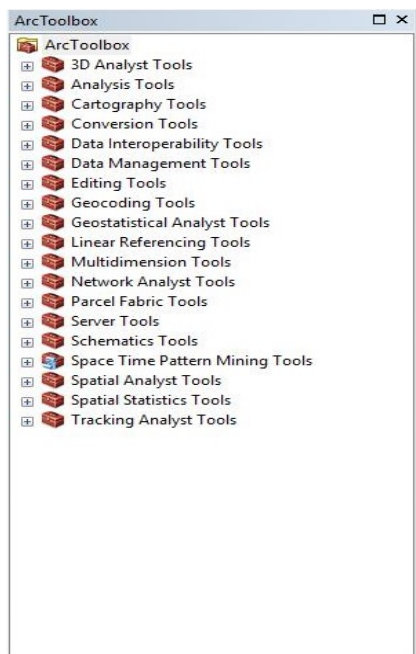


Obrázok č. 24 – Jednoduchá schéma spracovania dát v systémoch GIS

Zdroj: vlastný obrázok

Spracovanie a analýza dát prebieha pomocou dopytovacích módov v SQL jazyku relačných databáz pričom zložitejšie operácie sa môžu ďalej vykonávať pomocou

dostupných atribútových rozšírení. Operácie na zložitejšom rozhraní ako súčasná práca s priestorovými a nepriestorovými informáciami sa vykonávajú v špeciálnych moduloch ktoré rozširujú možnosti systému (Halva, 2008)



Obrázok č. 25 – Nástroje programu ArcMap

Zdroj: vlastný obrázok

## 9.2. Výstup dát geografických informačných systémov a ich prezentácia

Základný výstup geografického informačného systému môžeme definovať ako zobrazenie informácie pomocou priradeného priestorového údaju. Výsledná prezentácia je najčastejšie formou mapy. Geografické informačné systémy môžeme rozdeliť podľa vykonávaných úloh na dva typy, a to vykonávaco-procesné a systémy pre podporu rozhodovanie. Vykonávaco-procesné systémy sú založené na zaznamenávaní a manipulácií s dátami pričom druhý typ systému sa skôr zakladá na modelovaní, analýze a manipulácií vie však vykonávať taktiež úlohy ako prvý systém (Halva, 2008).

Základne zložky geografických informačných systémov tvoria obsluha, metódy, údaje, software a hardware. Software slúži na poskytovanie základných nástrojov slúžiacich k zobrazovaniu, k následným analýzam a ukladaniu dát. Systém využíva taktiež databázové systémy v organizáciách na spracovanie a udržiavanie údajov a tieto údaje dokáže prepojiť s priestorovými údajmi a spravovať ich. Vizualizácia výsledných údajov ako už bolo spomínané prebieha formou mapy alebo grafu je však za potreby

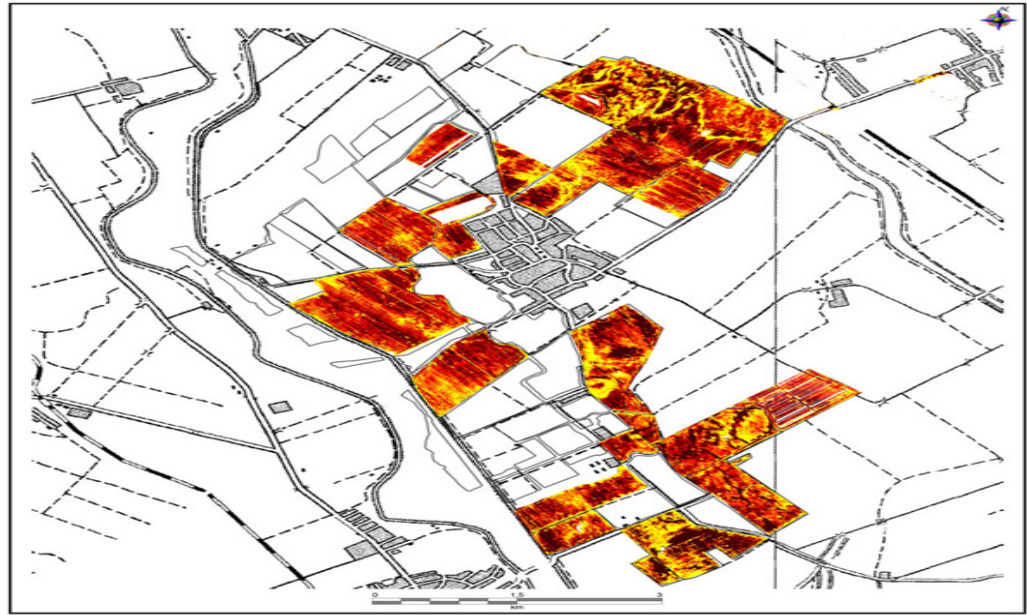
aby boli využívané správne metódy a postúpi. Ide o najefektívnejší spôsob prezentácie a ukladania priestorových informácií (Halva, 2008).

### **9.3. Úrodové mapy**

Základný princíp vzniku úrodových máp spočíva v spojení okamžitej hodnoty úrody získanej priamo na stroji a geografickej polohy daného stroja. Počítač dostáva informácie o okamžitej polohe a okamžitom výnose. Na základe tohto môžeme získať informácie o úrode z danej plochy a následne o priemernej úrode. Získané podklady o dopestovanej úrode v rámci daného pozemku ,v spojení so spracovaním v geografickom informačnom systéme môžu byť využité pri riadení, plánovaní a následnej aplikácii vstupov príklad priemyselných hnojív na danom pozemku. Ide v podstate o spätnú väzbu úspešnosti pestovateľských technológií a podklad pre plánovanie následných operácií. Pri mapovaní výnosu sa merajú tri základné veličiny a to množstvo zrna, vlhkosť zrna a plocha ( šírka záberu krát prejdená dráha). Spoločnosť John Deer vyvinula systém AMS (Agricultural Management Solution) inak povedané Poľnohospodárske manažérske riešenia, ktorý úzko súvisí s implementáciou presného poľnohospodárstva v oblasti pestovania poľných plodín (Macák, a iní, 2008).

Obilné kombajny John Deer využívajú systém Green Star. Tento systém pozostáva z mobilného procesora, prijímača satelitného signálu pre lokalizáciu polohy, technické prostriedky na meranie úrody a vlhkosti zrna ktoré sú súčasťou konštrukcie a software APEX na spracovanie nameraných údajov (Macák, a iní, 2008).

Mapa hektárovej úrody, t/ha



Obrázok č. 26 – Úrodová mapa

Zdroj: [www.isat.sk](http://www.isat.sk)

### 9.3.1. Metódy merania okamžitého výnosu na obilných kombajnoch

Nasledujúca časť kapitoly sa zameriava na spôsoby získavania informácií týkajúcich sa okamžitého výnosu plodiny a to konkrétne objem a hmotnosť samotného zrna pozbieraného v ten daný moment na poli. Postupne rozoberá základné princípy fungovania týchto zariadení v praxi.

#### 9.3.1.1. Meranie objemu

##### Svetelný lúč (CEBIS)

Princíp merania zrna týmto systémom pozostáva v prerušovaní svetelného lúča umiestneného v dopravníku. Systém sa skladá zo žiarovky, ktorá vysiela svetelný lúč a je umiestnená na jednej strane dopravníka a z detektora, ktorý je umiestnený na opačnej strane. Objem transportovaného zrna sa meria na každej lopatke dopravníka zrna. V prípade ak sú lopatky prázdne čidlo vysiela konštantný signál s vyššími hodnotami nakoľko svetelný lúč je neprerušovaný. V momente ako na lopatkách nachádza zrno, senzor začne namiesto konštantného signálu vysielať pulzy, ktoré vznikajú prerušovaním lúča zrnom prúdiacim na lopatkách v dopravníku. Zmeraním doby, po ktorú je vysielať signál oslabený dokážeme určiť objem zrna. Pridaním

informácií o vlhkosti zberaného zrna môžeme s dobrou presnosťou určiť výnos zrna (Kumhála, 2007)

### **Odmerné koleso**

Tento systém sa zakladá na uložení lopatkového odmerného kolesa za dopravník zrna. Prúdiace zrna sa musí cestou do zásobníku dostať cez toto koleso. Princíp fungovania spočíva v tom, že koleso je obstarané dvomi senzormi. Jeden meria rýchlosť otáčania sa kolesa a druhý meria hladinu zrna ktoré plní priestor medzi lopatkami kolesa. Objem tohto priestoru je známi čo znamená že z otáčok kolesa je možné určiť objemovú priechodnosť zrna. Ako aj v predošlom systéme pri spojení s vlhkosťným senzorom, ktorý meria okamžitú vlhkosť zrna je možné určiť okamžitý výnos. Tento systém bol experimentálne využívaný firmou Claas (Kumhála, 2007).

### **9.3.1.2. Meranie hmotnosti**

#### **Radiačné čidlo**

Tento princíp merania hmotnosti zrna využíva firma Massey Ferguson od roku 1993. Ide o radiačným detektor, ktorého čidlo je umiestnené na výstupe dopravníka kde vyčistené zrna padá do zásobníku. Zdroj zariadenia je umiestnený presne pod výpadom zrna. Čidlo umiestnené proti zdroju meria množstvo žiarenia, ktoré na neho dopadá. Keďže prechádzajúce zrna časť žiarenia pohltí ostávajúce žiarenie dopadajúce na čidlo je nepriamo úmerné množstvu prechádzajúceho zrna. Ako u ostatných systémov aj v tomto prípade po doplnení informácií o vlhkosti zrna je možné určiť okamžitý výnos zrna (Kumhála, 2007)

#### **Nárazová doska**

Týmto systémom sa meria hmotnosť vychádzajúceho zrna z dopravníku, ktoré vyhodené lopatkami dopravníka naráža na zakrivenú dosku. Sila nárazu, ktorú vyvinie zrna sa prevádza na napäťový signál, ktorého sila je úmerná hmotnosti zrna, ktoré naráža na dosku. Tieto údaje treba taktiež doplniť o údaje o vlhkosti zrna aby sme dostali okamžitý výnos zrna. Tento systém využívajú firmy Case IH alebo Ag Leader (Kumhála, 2007).



### **Nárazové tyčinky**

Tento systém funguje na podobnom princípe ako nárazová doska líšia sa však v konštrukcií. Tyčinky sú uložené do prúdu zbieraného zrna a sú spojené s prevodníkom. Prúdiace zrna vyvíjajú na tyčinky určitú silu, ktorú prevodník prevedie na elektrický signál. Kombináciou s informáciami o vlhkosti zrna môžeme taktiež určiť okamžitý výnos (Kumhála, 2007).

### **Nárazová doska a potenciometer**

Ide o podobný princíp ako u predošlých dvoch systémoch líši sa však v princípe prevodu sily narážajúceho zrna. Na toto sa v tomto prípade využíva potenciometer, ktorý mení napätie podľa toho akou veľkou silou pôsobí zrna na dosku. Taktiež doplnením o vlhkosť zrna meriame okamžitý výnos. Tento systém využíva firma John Deer pri systéme GreenStar (Kumhála, 2007).

### **Váženie dopravníka zrna**

V tomto prípade sa váži vodorovná vetva dopravníka zrna. Tento systém si však žiada úpravu dopravníka preto nie je v praxi veľmi rozšírený (Kumhála, 2007).

### **Kapacitné čidlo**

Kapacitné čidlo funguje na princípe kedy zvyšujúce množstvo materiálu medzi doskami kondenzátoru zvyšuje dielektrickú konštantu zmesi materiálu a vzduchu. Z toho vyplýva, že meraním zmeny kapacity kondenzátoru je možné zmerať množstvo materiálu medzi jeho doskami. Veľký vplyv na meranie má v tomto prípade vlhkosť zrna a jeho rozloženie medzi doskami. Vplyv vlhkosti sa dá skorigovať vlhkosťným čidlom a rozloženie materiálu pomocou čidla meriaceho pri dvoch frekvenciách vo dvoch sekciách. Tento systém je však podobne ako predchádzajúci veľmi málo rozšírený (Kumhála, 2007).

#### **9.3.2. Snímač vlhkosti zrna**

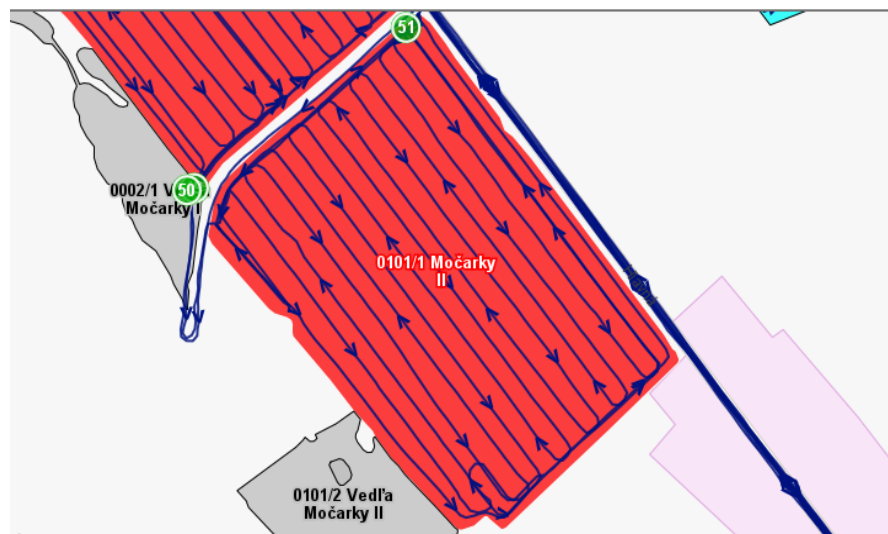
Tento snímač je umiestnený v zásobníku v šikmej polohe na zostave hlavice dopravníka čistého zrna pod hmotnostným snímačom prietoku zrna. Vlhkosť je mera ná tesne potom ako zrna prejde cez hmotnostný snímač preto je tento spôsob umiestnenia veľmi dôležitý. Zabezpečí sa tým to , aby bola hodnotená tá istá vzorka a aby boli údaje hodnotené správne. Snímač umožňuje približný zber dát o teplote a vlhkosti zrna a automaticky konvertuje získané hodnoty na predvolenú vlhkosť suchého zrna. Dosky

snímača vlhkosti sa udržuujú čisté stieraním po každom cykle odberu vzorky čím sa taktiež zabezpečuje presnosť v podmienkach zberu plodín (Macák, a iní, 2008).

## 10. Vlastná práca

### 10.1. Hodnotenie chýb koľajových riadkov

Cieľom merania bolo zistenie veľkosti odchýlok vo vzdialenosti koľajových riadkov vyhotovených sejačkou značky Pöttinger terrasem fertilizer za použitia navigácie Trimble CFX-750 s upgradeom na EZ-pilot (asistované riadenie) a vyhodnotenie finančnej straty, ktorá vznikla na základe chybných aplikácií osiva. Meranie sa uskutočnilo na parcele o rozmere 15,20 ha v spoločnosti AT Zemplín spol. s. r. o. pri obci Kazimír. Na parcele bolo uskutočnených viacero meraní, ktoré boli neskôr spriemerované do desiatich základných meraní. Na základe nich sme neskôr výpočtami zisťovali nadbytočný počet prejazdov, ktoré boli potrebné pre prekrytie chýb vzniknutých nepresnosťou koľajových riadkov. Pre ďalšiu analýzu sme si vybral už spomínanú sejačku Pöttinger terrasem fertilizer. Cieľom analýzy bolo zistiť finančnú stratu, ktorá vznikla na základe prekrytí záberov čím máme na mysli množstvo osiva minúťo na prekrytých miestach.

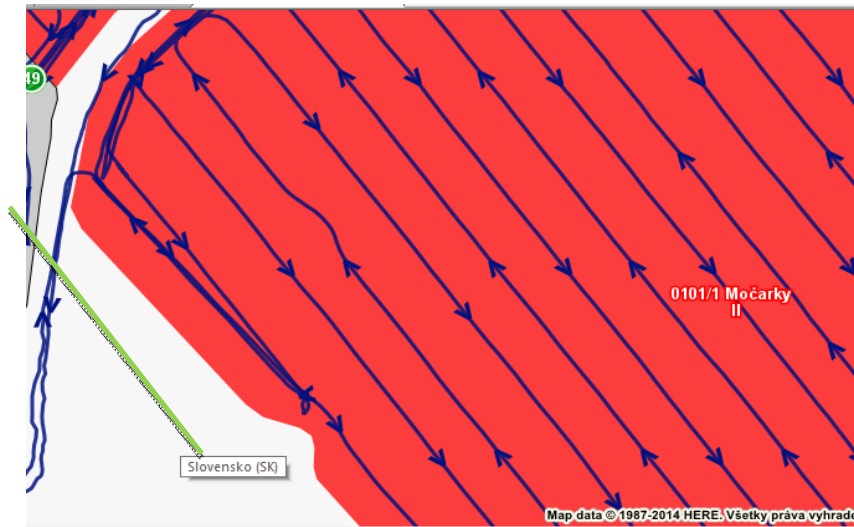


Obrázok č. 27 - Pozemok AT Zemplín spol. s. r. o

Zdroj: vlastné meranie

Vyššie uvedený obrázok bol získaný z programu ITineris a slúžil ako podklad k meraniam. Na obrázku sú zobrazené existujúce koľajové riadky, ktorých presnosť sme zameriavali. Základným predpokladom bolo, že vzdialenosť koľajových riadkov bude od úvrate 12 m a k ďalšiemu koľajovému riadku 24 m, nakoľko boli vyhotovené sejačkou so záberom 6 m. Pri meraní sa zistilo, že pri v poradí druhom koľajovom riadku vznikla neprehliadnuteľná nepresnosť, konkrétne prekrytie, ktoré spôsobilo

následne vďaka nerovnomernosti úvratí vynechávajú pri 6 m zábere sejačky 2 m. Následne bol potrebný ďalší prejazd, ktorým sa táto chyba pokryla.

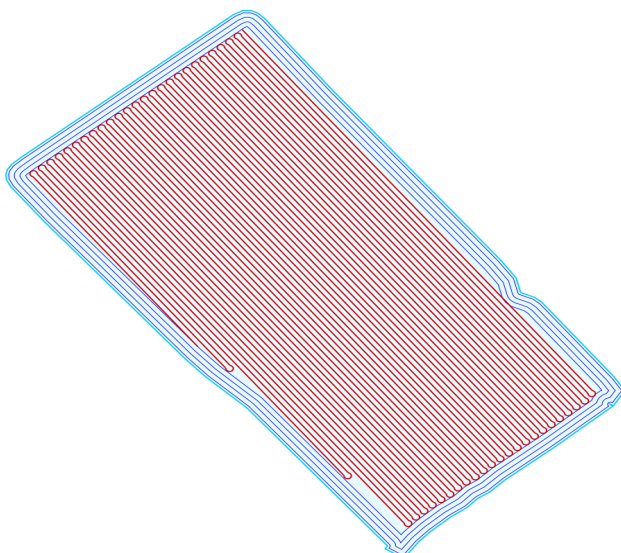


Obrázok č. 28 - Vzniknutá chyba

Zdroj: vlastné meranie

Vzdialenosť posledných dvoch koľajových riadkov tvorila 32 metrov a preto ako sme už spomínali bolo potrebné vytvoriť ďalší koľajový riadok, ktorý je zvýraznený na obrázku.

Obrázok č. 29 bol vyhotovený programom OptiTrail, ktorý ponúka firma Leading Farmers. Tento program optimalizuje trasy prejazdov po pozemku a pre naše

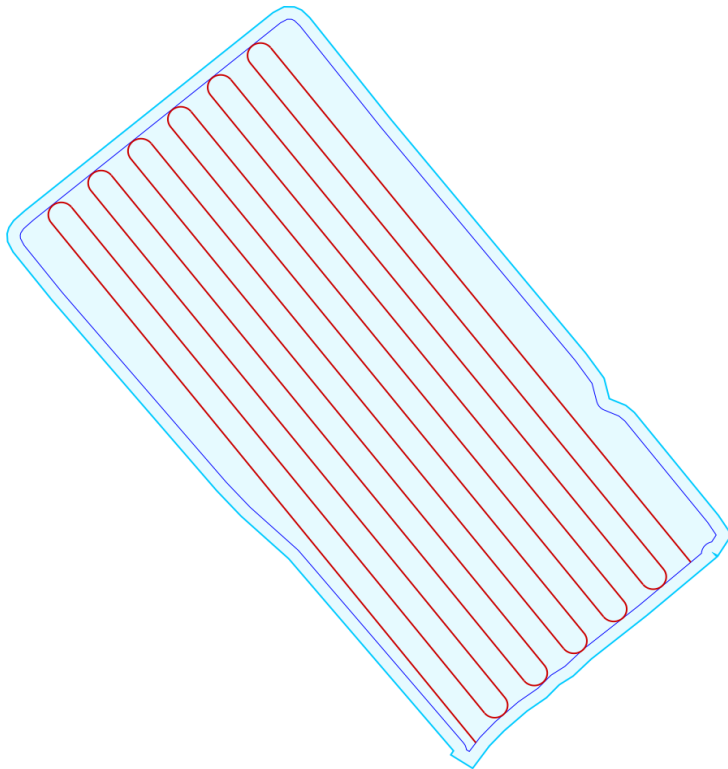


pokusné meranie boli vyhotovené mapy prejazdov na meranom pozemku. Potrebné dáta ako shapefile hraníc pozemkov sme získali z navigácie postrekovača.

Obrázok č. 29 – Návrh prejazdov pre sejačku so záberom 6 m

Zdroj: vlastné meranie

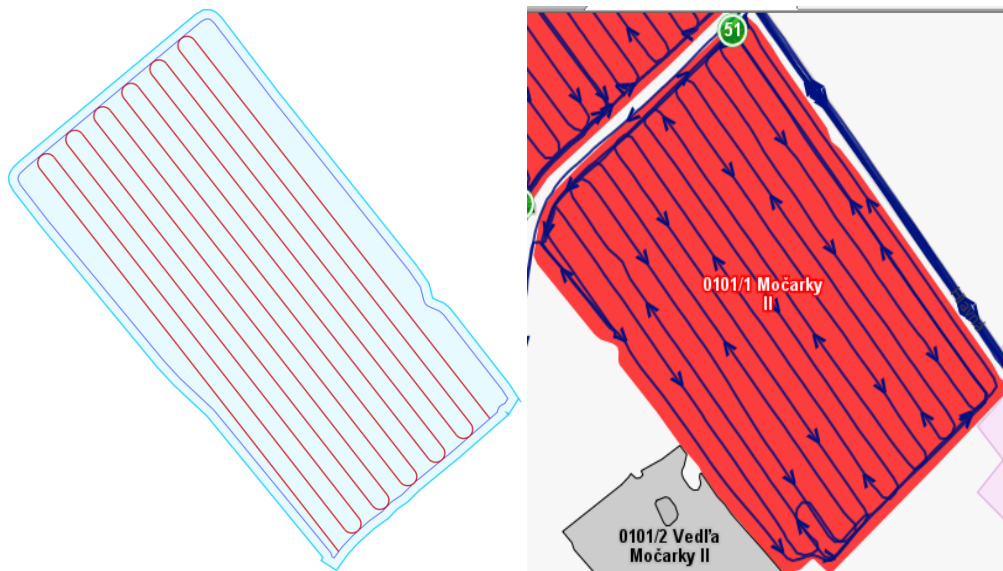
Obrázok č. 30 zobrazuje prejazdy pre postrekovač s rozpätím ramien 24 m. Tieto prejazdy reprezentujú koľajové riadky, ktoré by vyhotovila sejačka so záberom 6 m.



V porovnaní s obrázkami 27 a 28, ktoré reprezentujú reálne koľajové riadky môžeme vidieť, že kvôli vzniknutým chybám je počet reálne existujúcich koľajových riadkov vyšší v porovnaní s navrhovanými.

**Obrázok č. 30 – Návrh prejazdov pre postrekovač s rozpätím ramien 24 m**

Zdroj: vlastné meranie



**Obrázok č. 31 – Porovnanie reálnych a navrhovaných prejazdov**

Zdroj: vlastné meranie

### 10.1.1. Merania

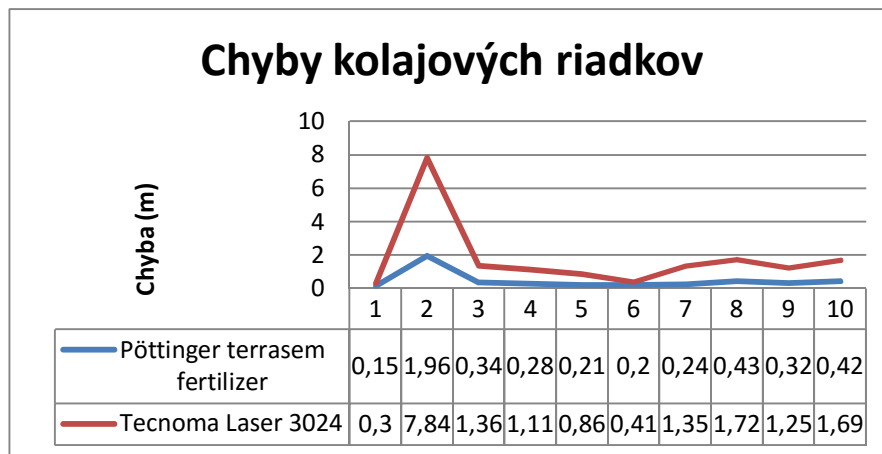
Nasledujúca tabuľka a graf ukazujú hodnoty namerané a spriemerované z danej parcely. Jedná sa o prekrytia vzniknuté nepresným vyhotovením koľajových riadkov.

Tabuľka č. 1 – Veľkosti vzniknutých prekrytí

Sejačka Pöttinger Terrasem fertilizer										
Meranie	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Prekrytie (m)	0,15	1,96	0,34	0,28	0,21	0,20	0,24	0,43	0,32	0,42

Zdroj: vlastné meranie

Graf č. 1 Chyby koľajových riadkov pre postrekovač na 24 m



Zdroj: vlastné meranie

## 10.2. Sejačka Pöttiger Terrasem fertilizer

Na pokrytie 15,20 ha pozemku so záberom 6 m bolo potrebných 60 prejazdov. Priemerná chyba na prejazd tvorila 0,42 m čo po prepočte na jazdy ukázalo, že každá približne 14. jazda (14,4) by mala byť zbytočná. Na 60 prejazdov to teda tvorí 4,2 zbytočných jazd a v prepočte na hektáre 1,055 ha. Pri výseve 250kg.ha<sup>-1</sup> osiva pšenice ozimnej sme teda zistili, že na danom pozemku bolo vysiatych 263 kg osiva zbytočne.

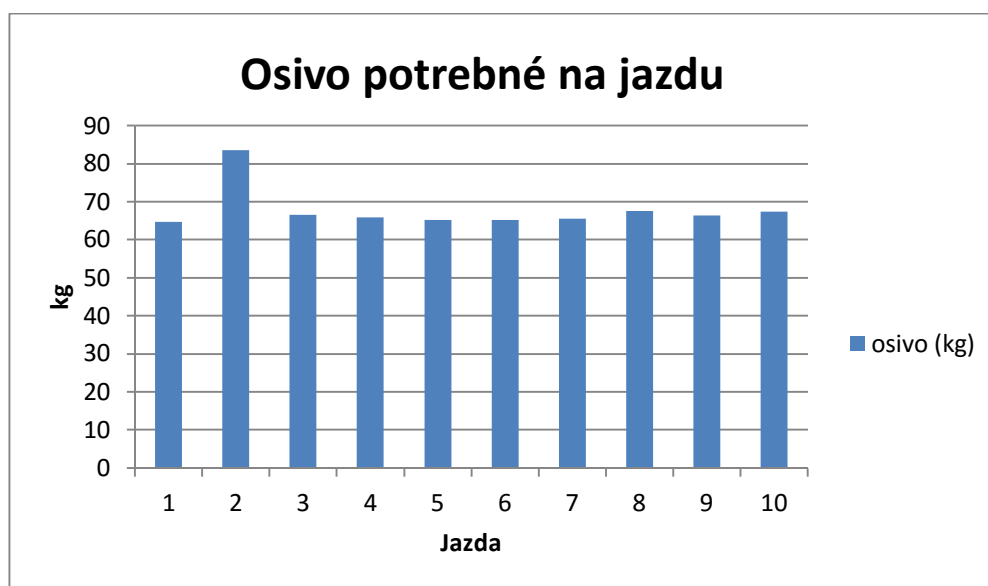
Na jednu jazdu urobila sejačka na danom 15,20 ha pozemku 0,25 ha čo zodpovedá 63 kg osiva. Tabuľka č.2 ukazuje zbytočne vynaložené osivo na danú chybu koľajového riadku.

Tabuľka č.2 – Prepočet chýb na nadbytočné osivo

Sejačka Pöttinger Terrasem fertilizer	Chyba na jazdu (m)	Záber s chybou (m)	Hektáre na jazdu s chybou	Nadrobene ha na jazdu	Nadbytočné osivo na chybu (kg)
1.	0,15	6,15	0,26	0,01	1,74
2.	1,96	7,96	0,34	0,09	20,60
3.	0,34	6,34	0,27	0,02	3,57
4.	0,28	6,28	0,27	0,02	2,92
5.	0,21	6,21	0,26	0,01	2,25
6.	0,20	6,20	0,26	0,01	2,13
7.	0,24	6,24	0,26	0,01	2,56
8.	0,43	6,43	0,27	0,02	4,51
9.	0,32	6,32	0,27	0,02	3,37
10.	0,42	6,42	0,27	0,02	4,45

Zdroj: vlastné meranie

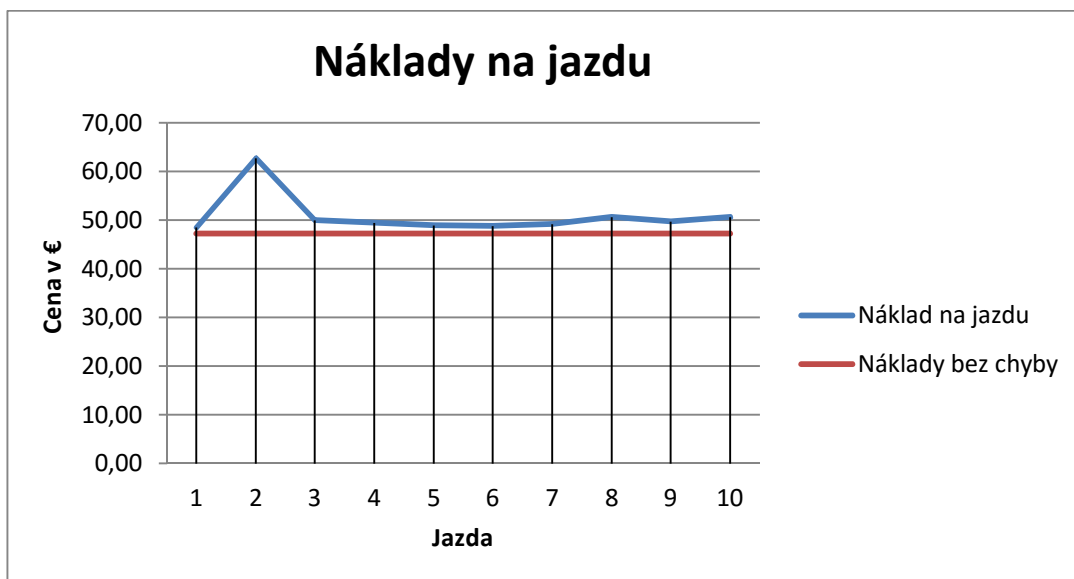
Graf č. 2 Osivo potrebné na jazdu



Zdroj: vlastné meranie

Na grafe č. 2 môžeme vidieť vynaložené osivo na danú jazdu. Na jazde č. 2 je zreteľne vidieť vzniknutú odchýlku. Táto odchýlka ukazuje, že kvôli vzniknutému prekrytiu takmer 2 m bolo vynaložených 20,60 kg osiva zbytočne. Na skúmanom pozemku spoločnosti AT Zemplín spol. s r. o. je pestovaná pšenica ozimná odrody Hisseo s cenou 750 €/t na osivárske účely.

Graf č. 3 Náklady na prejazd



Zdroj: vlastné meranie

Graf č. 3 nám ukazuje cenu jazdy z hľadiska vynaloženého osiva. Pri výseve 63 kg na jazdu je cena osiva 47,25 € , čo nám ukazuje červená čiara. Reálne hodnoty nám ukazuje modrá, pričom si môžeme taktiež všimnúť výrazného poskoku pri druhej jazde.

Uvedená tabuľka č. 3 obsahuje prepočet jednotlivých prekrytí v metroch na celkovú cenu jazdy v eurách.

Tabuľka č. 3 – Prepočet prekrytia na cenu osiva za jazdu

Jazda	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Prekrytie (m)	0,15	1,20	0,34	0,28	0,21	0,20	0,24	0,43	0,32	0,42
Cena osivo/jazda (€)	48,56	62,69	49,93	49,44	48,94	48,85	49,17	50,63	49,78	50,59

Zdroj: vlastné meranie



## 11. Záver

Vzniknuté chyby spôsobili, že na danom 15, 20 ha pozemku sa urobilo približne o 1,055 ha viac pre sejačku. Toto zodpovedá 263 kg vysiateho osiva Hisseo zbytočne. Cena osiva na osivárske účely je 750 € za tonu. Po prepočte sme zistili, že celková finančná škoda na zbytočne vysiatom osive spôsobená nepresnosťou koľajových riadkov činila 197,25 €. Toto číslo možno nie je závratne vysoké, ale ak si uvedomíme, že sa jedná o pomerne malý pozemok a túto stratu si dokážeme premietnuť na 150 alebo 200 hektárový pozemok zistíme, že tieto nepresnosti rapídne zvyšujú náklady na hektár a neskôr na celý pozemok. Tieto chyby môžu vzniknúť buď ľudskou nepozornosťou, lepšie povedané nedostatočne kvalifikovaným personálom alebo aj nepresnosťami zo strany systémov GPS, ktoré daný podnik využíva. Základným meradlom správneho hospodárenia na pozemku je, aby všetky operácie boli prevádzané kvalitne, správnou intenzitou a v správny čas. Ak sa nekladie dostatočná pozornosť aj na tie najmenšie detaily, vzniknuté chybné kroky alebo zásahy výsledky sa následne vždy premietajú na hospodáriaci subjekt. Aby bola rastlinná výroba efektívna vyžaduje neustále kalkulácie a presné postupy, ktoré následne vedú ku kvalitným a vysokým výnosom. Tieto výsledky však nesú so sebou aj cenovo náročné vstupy. Na každý nepresný postup nadväzuje ďalší a ďalší, čo v konečnom dôsledku vedie podnik k veľkým stratám. Ak by sme k vyššie uvedenému číslu 197,25 € pripočítali potrebné náklady napríklad na pohonné hmoty vzniknuté na zbytočných prejazdoch, opravy vzniknutých chýb pri prejazdoch ako na ťažných strojoch tak aj pri postrekovačoch a vzali by sme do úvahy, že niektoré operácie sa pravdaže opakujú viackrát zistili by sme, že aj malá chyba na malom pozemku spôsobí pre podnik nemalé straty. V tomto prípade však ide len o predpoklady, nakoľko k ďalším analýzám by sme potrebovali nazbierať viac údajov a uskutočniť viac meraní. Nemôžeme však počítať ani s tým, že tieto chyby dokážeme eliminovať úplne. Vývoj modernej rastlinnej výroby nás neustále tlačí k posúvaniu vlastných možností, dosahovaniu čo možno najlepších výsledkov a vykonávanie poľných prác s vysokou presnosťou. Novodobé autonómne stroje, bezpilotné traktory a mnoho ďalších systémov sú dôkazom toho že, presnosť a kvalita vstupov idú ruka v ruku s modernou technikou a v budúcnosti môžeme očakávať vďaka týmto systémom pokles nepresných úkonov čím sa zredukuje taktiež finančná strata podnikov.

Prvý krok sa však vždy musí odohrať so strany podnikov ktoré si musia uvedomiť svoje nedostatky aby dosahovali neustáli progres vo výrobe.

## 12. Zoznam literatúry

### Knihy/monografie

BAUER, František. *Traktory a jejich využití*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.

KUMHÁLA, František. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.

NOZDROVICKÝ, Ladislav et al. *Presné pôdohospodárstvo : implementácia s podporou informačných technológií a techniky*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2008 . ISBN 978-80-552-0123-8

### Elektronické zdroje - monografie

GUTU, Dumitru. *Technologie řízených přejezdů po pozemcích: uplatněná certifikovaná metodika*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2013. Uplatněná certifikovaná metodika. Dostupné z:

[http://katedry.czu.cz/storage/3506\\_TECHNOLOGIE%20%C5%98%C3%8DZEN%C3%9DCH%20P%C5%98EJEZD%C5%AE%20PO%20POZEMC%C3%8DCH%20%20metodika.pdf](http://katedry.czu.cz/storage/3506_TECHNOLOGIE%20%C5%98%C3%8DZEN%C3%9DCH%20P%C5%98EJEZD%C5%AE%20PO%20POZEMC%C3%8DCH%20%20metodika.pdf) ISBN 978-80-213-2425-1.

### Články v elektronických časopisech a jiné příspěvky

ATC: *Your tractor. New technology. Totally autonomous*. [online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://www.autonomoustractor.com>

Agfunder: *Autonomous Tractor Corporation* [online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <https://agfunder.com/listings/autonomous-tractor-corporation>

CTF Europe Ltd: *What Next ?* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.controlledtrafficfarming.com/WhatIs/What-Next.aspx>

CTF Europe Ltd: *What is CTF ?* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.controlledtrafficfarming.com/WhatIs/What-Is-CTF.aspx>

CTF Europe Ltd: *Benefits of CTF* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.controlledtrafficfarming.com/WhatIs/What-Is-CTF.aspx>

CTF Europe Ltd: *Frequently Asked Questions* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.controlledtraffickingfarming.com/WhatIs/What-Is-CTF.aspx>

CTF Europe Ltd: *Case study 3* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: [http://www.controlledtraffickingfarming.com/WhatIs/Case\\_Study\\_3.aspx](http://www.controlledtraffickingfarming.com/WhatIs/Case_Study_3.aspx)

ConnectedFarm: *Features for the Grower* [online]. [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <https://www.connectedfarm.com/growers/>

European global navigation satellite systems agency: *What is EGNOS?* [online]. [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.gsa.europa.eu/egnos/what-egnos>

European global navigation satellite systems agency: *Benefits* [online]. [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.gsa.europa.eu/egnos/benefits>

European global navigation satellite systems agency: *Applications* [online]. [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.gsa.europa.eu/egnos/applications>

Leading Farmers a. s.: *ESHOP* [online]. [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.leadingfarmers.cz/shop/?cx=101&cn=2>

Leading Farmers a. s.: *Spracování dat* [online]. [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.leadingfarmers.cz/shop/?cx=197&cn=1>

## 13. Zoznam tabuliek a grafov

<b>Tabuľka č. 1</b> Veľkosti vzniknutých prekrytí.....	45
<b>Tabuľka č. 2</b> Prepočet chýb na nadbytočné osivo .....	46
<b>Tabuľka č. 3</b> Prepočet prekrytia na cenu osiva za jazdu.....	47
<b>Graf č. 1</b> Chyby koľajových riadkov.....	45
<b>Graf č. 2</b> Osivo potrebné na jazdu.....	46
<b>Graf č. 3</b> Náklady na jazdu.....	47
<b>Obrázok č. 1</b> Prijímač signálu StarFire.....	12
<b>Obrázok č. 2</b> Prenosná korekčná stanica.....	13
<b>Obrázok č. 3</b> AB línia.....	18
<b>Obrázok č. 4</b> Identická krivka.....	18
<b>Obrázok č. 5</b> Jednoduchá úvrat'.....	19
<b>Obrázok č. 6</b> Voľná úprava.....	19
<b>Obrázok č. 7</b> Priamka A+.....	18
<b>Obrázok č. 8</b> Viacnásobná úvrat'.....	18
<b>Obrázok č. 9</b> Pivot (stredový bod).....	19
<b>Obrázok č. 10</b> Adaptívny.....	19
<b>Obrázok č. 11</b> EZ-Guide 250.....	21
<b>Obrázok č. 12</b> CFX 750, 750 lite.....	22
<b>Obrázok č. 13</b> Autonómny traktor ATC eDrive.....	24
<b>Obrázok č. 14</b> Connected farm.....	25
<b>Obrázok č. 15</b> Connected farm prepojenie.....	25
<b>Obrázok č. 16</b> Komerčné prejazdy.....	26
<b>Obrázok č. 17</b> Zavedenie systému CTF.....	27
<b>Obrázok č. 18</b> Systém OutTrac.....	28
<b>Obrázok č. 19</b> Systém AdTrac.....	28
<b>Obrázok č. 20</b> Systém TwinTrac.....	29
<b>Obrázok č. 21</b> Program itineris na sledovanie poľnohosp. techniky.....	31
<b>Obrázok č. 22</b> Zapojenie ISO-Bus systému na stroji.....	33
<b>Obrázok č. 23</b> Schéma systému ISO-Bus.....	34

<b>Obrázok č. 24</b> Jednoduchá schéma spracovania dát v systémoch GIS.....	35
<b>Obrázok č. 25</b> Nástroje programu ArcMap.....	36
<b>Obrázok č. 26</b> Úrodová mapa.....	38
<b>Obrázok č. 27</b> Pozemok AT Zemplín spol. s. r. o. ....	42
<b>Obrázok č. 28</b> Vzniknutá chyba .....	43
<b>Obrázok č. 29</b> Návrh prejazdov pre sejačku so záberom 6 m.....	43
<b>Obrázok č. 30</b> Návrh prejazdov pre postrekovač s rozpätím ramien 24 m.....	44
<b>Obrázok č. 31</b> Porovnanie reálnych a navrhovaných prejazdov.....	44