

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

1127381

**AUTOMATIZAČNÉ PRVKY OVLÁDANIA  
POĽNOHOSPODÁRSKEJ TECHNIKY**

**2010**

**Michal Tuhoba**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

**AUTOMATIZAČNÉ PRVKY OVLÁDANIA  
POĽNOHOSPODÁRSKEJ TECHNIKY**

**BAKALÁRSKA PRÁCA**

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	prof. Ing. Vladimír Rataj , PhD.

**Nitra, 2010**

**Michal Tuhoba**

## **Čestné vyhlásenie**

Čestne vyhlasujem, že som bakalársku prácu vypracoval samostatne, a že som uviedol všetku použitú literatúru súvisiacu so zameraním bakalárskej práce.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre, 3.5.2010

---

podpis

## **Pod'akovanie**

Touto cestou chcem poďakovať môjmu vedúcemu práce prof. Ing. Vladimírovi Ratajovi, PhD. za pomoc, odborné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej práce.

## **ABSTRAKT**

Bakalárska práca sa zaoberá používaním automatizačných prvkov riadenia poľnohospodárskej techniky. Najvýznamnejší automatizačný prvok poľnohospodárstve je GPS systém. Pomocou tohto systému sa dosahuje vysokej presnosti pri práci na poli a nedochádza prekryvaniu prejazdov. Samostatné GPS len nestačí ale musí mať aj iné systémy, ktoré spolupracujú s GPS. Spojením systémov na ovládanie poľnohospodárskej techniky a GPS vznikajú takzvané inteligentne poľnohospodárske stroje. Pomocou týchto systémov sa dosahuje vysoká efektívnosť práce. Niektoré automatizačné systémy, ktoré sa využívajú poľnohospodárskej technike budeme ďalej rozoberať a popisovať ich činnosť. Úvrat'ový manažment predstavuje jeden z dôležitých systémov ktoré ovplyvňuje vo veľkej miere produktivitu práce. V súčasnej dobe pre poľnohospodárstvo je veľmi dôležité zavádzať automatizačné prvky do riadenia.

### **Kľúčové slová:**

Presné poľnohospodárstvo, stroje, systémy, GPS

## **ABSTRACT**

Bachelor's thesis deals with the use of automation control components of agricultural technology. The most important element in agriculture, automation is a GPS system. With this system achieves high accuracy in the works in the field and no overlapping passages. Separate GPS just is not enough but must have other systems that work with GPS. Combining the systems for controlling agricultural equipment and GPS resulting so-called intelligent agricultural machinery. With these systems achieves high efficiency. Some automation systems used agricultural equipment will also discuss and describe their activities. Back Swath management is one of the important systems that greatly affects productivity. The current fine for agriculture is very important to introduce automation in the management elements.

### **Key words:**

Precision agriculture, machinery, systems, GPS

# OBSAH

<b>0. Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Prehľad o Súčastnom stave riešenej problematiky .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Cieľ práce .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Metodika práce .....</b>	<b>14</b>
<b>4. Výsledky práce .....</b>	<b>15</b>
4.1. Poľnohospodárska technika a GPS .....	16
4.1.1. Zvyšovanie efektívnosti .....	16
4.1.2. Príklady z praxe.....	19
4.1.1. Geograficky lokalizované informácie .....	21
4.2. Paralelné navádzanie traktorových súprav .....	24
4.2.1. Manuálny paralelný systém riadenia .....	24
4.2.2. Automatický paralelný systém riadenia .....	25
4.3. Úvrat'ový manažment .....	32
4.4. Chemická ochrana.....	35
4.4.1. EZ-BOOM.....	35
4.4.2. Automatické vypínanie sekcií ramien .....	36
4.4.3. GPS vstup.....	36
4.4.4. Riadenie dávkovania postrekov.....	37
4.5. Hnojenie.....	37
4.5.1. Rozhadzovací systém Trend.....	38
4.5.2. Rozhadzovanie plošné (do stredu) .....	39
4.5.3. Rozhadzovanie ohraničené (do stredu) .....	39
4.5.4. TerraGator .....	39
4.6. Zber obilnín.....	40
4.6.1. Navádzanie na riadky .....	40
4.6.2. Tvorba úrodových máp .....	41
4.6.3. Systém INSIGHT .....	41

<b>5. Záver .....</b>	<b>43</b>
<b>Zoznam použitej literatúry .....</b>	<b>44</b>



## **POUŽITÉ POJMY A SKRATKY**

GPS - Global Positioning System

GPRS - General Packet Radio Service

RTK- Real Time Kinematic

EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service

GIS - Geographic information system

LCD - liquid crystal display

TMC - Traktor Management Computer

DME - Dynamischen Mess-Eingeit

VBS - Virtual Base System

HP - High Precesion

HMS - Headland management system

TBZ - Trojbodový záves

## 0. ÚVOD

Automatizácia ovládania a riadenia poľnohospodárskej techniky sú pre dnešnú dobu v poľnohospodárstve dôležité a nevyhnutelné. Automatizačné prvky sa zaraďujú do každej sféry poľnohospodárskej činnosti, ako napr. orbe, sejbe, žatve, chemickej ochrane rastlín a ďalších. Zavádzaním automatizačných prvkov do poľnohospodárskej techniky sa zvýšila efektívnosť práce, znížili sa náklady na prevádzku stroja. V dôsledku automatizácie poľnohospodárstva sa zredukoval počet strojov, ktoré vykonávajú danú prácu. Zefektívnilo sa tiež využívanie techniky počas sezóny a tým sa minimalizuje počet strojov, ktoré treba na danú operáciu. Každý automatizačný prvok nahrádza časť určitej práce, ktorú by musel človek manuálne ovládať. V poľnohospodárstve sa začína používať slovo inteligentne stroje. Inteligentne stroje sú to stroje ktoré využívajú navigačný systém riadenia GPS a iné systémy. Pomocou týchto prvkov sa zaznamenávajú presne úkony, operácie a pohyb stroja čo je dôležité pre minimalizovanie prejazdov, šetrenie pohonných hmôt a rôznych chemicky prípravkou na ošetrovanie rastlín. GPS navigačný systém umožnil prácu na poli s vysokou presnosťou. Poľnohospodárstve sa začína využívať takzvané presne poľnohospodárstvo čo je vlastne vytýčenie a zaznamenanie presných máp povrchu a prejazdu, čo má veľký vplyv na šetrenie energie minimalizovanie prejazdov a poľnohospodárskej techniky na danú operáciu. Presnom poľnohospodárstve sa využívajú mapy, ktoré boli zaznamenané pri práci na iných operáciách. Odkúšalo sa viacero metód a navigačných systémov, avšak v súčasnosti vzhľadom na dosahovanú presnosť zaujal jednoznačne prvé miesto satelitný princíp navigácie a zber geograficky lokalizovaných informácií. Takýmto spôsobom našiel uplatnenie v oblasti poľnohospodárstva aj globálny polohový systém GPS. V súčasnej dobe je nevyhnutne zavádzať automatizačné prvky do poľnohospodárskej techniky kvôli neustálim narastajúcim cenám pohonných hmôt a energie.

# 1. PREHLAD O SÚČASTNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Technické trendy pri poľnohospodárskych strojoch sa dajú charakterizovať niekoľkými výrazmi: široký pracovný záber, veľký výkon, nízke prevádzkové náklady, priaznivé ekonomika, ľahká ovládateľnosť a inteligentná schopnosť strojov pracovať presne a samostatne. Vďaka novým ovládacím terminálom je obsluha schopná väčšinu vlastností modernej techniky aj využiť.

Príkladom inteligentného poľnohospodárskeho stroja je napr. rozhadzovač priemyselných hnojív od firmy Bogballe určený pre presné poľnohospodárstvo. Samokalibrované rozhadzovače boli výsadou veľkých poľnohospodárskych podnikov či podnikov služieb. Hlavným faktorom, ktorý inteligentné rozhadzovače prináša aj menším farmárom sú nákupné ceny hnojív. Niet preto divu, že dnes kupujú tieto rozhadzovače aj súkromní poľnohospodári a z ojedinelého predaja týchto zariadení sa stáva prevažujúca kategória.

Zabudované váhy vážia ako jediné kontinuálne množstvo hnojiva v násypke aj pri práci. Štyri senzory umiestnené pod násypkou vážia iba násypku, a nie celý rozhadzovač. Referenčný snímač sníma zrýchlenie, spomalenie či rôzne výkyvy rozhadzovača. Senzor váži hnojivo za jazdy a automaticky sa kalibruje buď každú minútu, alebo každých 75 aplikovaných kilogramov hnojiva, pričom záleží na tom, čo skôr nastane. Zariadenie funguje v systéme precízneho poľnohospodárstva pre N-senzor, ako aj pre variabilné hnojenie prostredníctvom GPS a vstupu poľných dát.

Traktor, ktorý nesie nesené náradie osadené technológiou GPS pracuje s najvyššou presnosťou vykonávanej práce a môže pracovať vyššou rýchlosťou. Najväčšie výhody GPS sa prejavajú pri práci v noci, v zníženej viditeľnosti a na rozľahlých plochách. Hoci počítačové náklady na GPS sú zvýšené, jeho prevádzka je bezplatná, a investícia sa vráti v znížených prevádzkových nákladoch. Auto-Guide je k dispozícii k modelom Massey-Ferguson, rady 6400, 7400 a 8400.

Pomocou ovládania pripojených zariadení Datatronic III sa dajú nastavovať všetky parametre traktora (riadiace ventily, pracovná šírka, hranica tolerancie preklzu, otáčky motora atď.). Parametre nastavenia sa môžu uložiť do siedmich operačných profilov, z toho každý zvládne až 35 funkcií. Tieto nastavenia sa ukladajú do trvalej pamäte, a profil nastavenia sa vyvoláva jediným stlačením tlačidla, ktorého stlačením sa zmenia všetky potrebné parametre traktora. Profily nastavenia pred otáčkou sa môžu nastaviť pred začiatkom práce ručne, alebo za jazdy automaticky. Všetky parametre nastavenia traktora ako aj spotreby a výkonu sa dajú vymieňať medzi traktormi a kanceláriou na prenosnej SD karte.(Agroserver, 2010)

V súčasnom stave sa používajú automatizačné prvky, ktoré sú uvedené a bližšie rozobrane v výsledkoch práce.

## **2. CIEĽ PRÁCE**

Naštudovať problematiku ovládania a riadenia moderných poľnohospodárskych strojov. Spracovať prehľad automatizačných prvkov, ktoré sú využívané v mobilnej technike, v prívesných, ťahaných a ťažných strojoch. V prehľade sa zamerať na dôvody a dopady ich vývoja a využívania.

### **3. METODIKA PRÁCE**

Naštudovať problematiku poľnohospodárskej techniky pre vybrané skupiny strojov.

Na základe poznatkov spracovať:

- princípy automatizácie ovládania a ich aplikáciu v technike,
- technické porovnanie konvenčného a automatického ovládania strojov,
- špecifiká jednotlivých riešení podľa rozdelených skupín strojov.

Pri záverečnom spracovaní práce postupovať v zmysle jednotnej metodiky pre tvorbu záverečných prác SPU v Nitre.

## 4. VÝSLEDKY PRÁCE

Využívania informačného systému vyžaduje rastlinná výroba. Svojim charakterom je umiestnená na veľkých plochách, ktorých rozloženie sa v krajine mení. Rastlinná výroba podlieha poveternostným vplyvom, zmenám technológií, a pod. Monitorovanie výnosnosti nevedie len k efektívnemu riadeniu zdrojov a následne k významnej návratnosti, ale tiež prispieva k ochrane životného prostredia. Poľnohospodári potrebujú byť schopní mapovať vysoko a nízko úrodné časti polí, aby mohli lepšie aplikovať chemikálie a tým nezaťažovali životné prostredie a nevytvárali zbytočne vysoké náklady. Výnosy z individuálnych parciel polí môžu byť monitorované každú sezónu. Na kombajnoch budú prijímače Galileo na určovanie polohy. Do databázy sa budú ukladať presné údaje a tak vytvárať mapu výnosov. Vedieť, ktorá poľnohospodárska oblasť je úrodná a jej presná lokalizácia je základom správneho riadenia. Presné merania sú základom pre správne registrovanie poľnohospodárskych parciel. Galileo by mohol nahradiť tradičné a nepresné, drahé a časovo náročné meracie techniky a pomôcť k správnej integrácii meraní do geografických informačných systémov pre lepšie riadenie a využívania poľnohospodárskych oblastí (Tóthová, 2006)

**V oblasti chemického ošetrovania pozemkov** je to úspora chemikálií pri možnosti presného vedenia prostriedku len v tom priestore, kde je takéto ošetrenie potrebné, presné vymedzenie plôch, ktoré ošetrenie potrebujú a ktoré nie. V súčasnosti sa používa čím ďalej tým viac chemikálií na ničenie škodcov a buriny. Okrem toho, že chemický postrek je drahý, zaťažuje životné prostredie tam kde nie je potrebný. Presné navigačné systémy umožnia aplikovať postrek herbicídmi, insekticídmi a hnojivami na správnom mieste a v správnom množstve. Automatická kontrola umožňuje použitie len takého množstva aké je potrebné. Pri týchto činnostiach je vyžadovaná presnosť polohy lepšia ako 1 m, centimetrové presnosti by boli ideálne a ako sme už uviedli, miestne prvky Galilea budú umožňovať aj práce s takýmito presnosťami. (Tóthová, 2006)

## 4.1. POĽNOHOSPODÁRSKA TECHNIKA A GPS

Inovačnému trendu, v rámci ktorého dochádzalo k zvyšovaniu záberov poľnohospodárskeho náradia a zvyšovaniu výkonov traktorov, postrekovačov resp. kombajnov už „odzvoniť“, pretože sa zistilo, že takéto navyšovanie výkonov od určitej hranice prináša len malú mieru efektívneho využitia. Inovačný trend, ktorý nastúpil potom bol zameraný hlavne na zvyšovanie presnosti vykonávaných poľných prác. Odskúšalo sa viacero metód a spôsobov navigácie, avšak v súčasnosti vzhľadom na dosahovanú presnosť zaujal jednoznačne prvé miesto satelitný princíp navigácie a zber geograficky lokalizovaných informácií. Takýmto spôsobom našiel uplatnenie v oblasti poľnohospodárstva aj globálny polohový systém GPS. (Frohmann, 2009)



Obr. 1

Postrekovač pri práci na poli (Frohmann, 2009)

### 4.1.1. ZVYŠOVANIE EFEKTÍVNOSTI

Jedným zo spôsobov umožňujúcim zvýšiť efektívnosť práce je optimálne využívanie pracovného záberu strojov. Pracovné zábery dnešných strojov môžu dosahovať až 36 m a v takýchto prípadoch je veľmi obtiažne vytvoriť značku po ktorej by mala strojová súprava následne prechádzať. Mechanický spôsob vytvorenia vodiacej brázdičky pomocou značkovača sa používa i dnes, ale pri podstatne menších záberoch.

Využitie satelitnej navigácie GPS v kombinácii s autopilotom sa v tomto prípade javí ako optimálne riešenie. Monitor navigačného prístroja ponúka obsluhu strojovej súpravy informácie o aktuálnej polohe/jazde, type trasy, odchýlke voči správnej trase resp. riadku, prekrytiach resp. vynechávkach a naviguje ju podľa zadaných hodnôt. Aktuálnu polohu stroje je tiež možné na displeji zobrazovať na vopred pripravenej mape poľa, čo tiež zlepšuje orientáciu pri práci.





Obr. 2

Monitor navigačného prístroja so svetelnou lištou AgLeader EZ-Guide 500 (Frohmann, 2010)

Bolo však dokázané a je preukazné, že z dlhodobého hľadiska je pre obsluhu strojovej súpravy veľmi náročné a únavné nepretržite sledovať monitor a takto riadiť stroj. Dochádza k odklonu od vytýčenej trasy t.j. vznikajú prekrytia resp. vynechávky a navigácia neplní svoj účel. Z tohto dôvodu do celého systému vstupuje autopilot, alebo tzv. jednotka asistovaného riadenia. Jednotka preberá údaje o aktuálnej odchýlke od správnej trasy z navigačného systému GPS a pomocou elektromotora natáča volant tak, aby paralelná vzdialenosť medzi jednotlivými jazdami bola totožná s hodnotu zadanou do navigačného prístroja. Takto stačí obsluhu nastaviť stroj do približnej polohy na začiatku riadku a otočiť ho ručne na konci na nábeh do nasledovného riadku. Počas pohybu po riadku jednotka asistovaného riadenia udržiava stroj v jazde po správnej trase bez zásahu obsluhy.

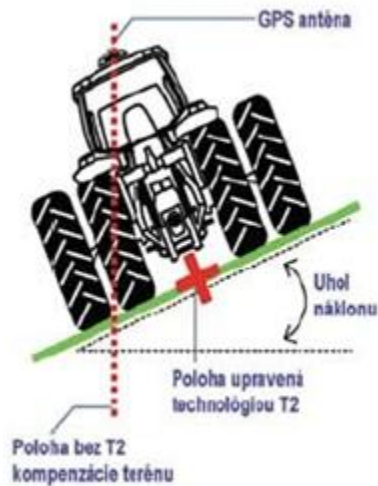


Obr. 3

Jednotka asistovaného riadenia AgLeader EZ-Steer

Negatívny vplyv terénu na presné určenie polohy sa prejavuje hlavne jazdou na svahoch, ale aj po nerovnom teréne. Na elimináciu tohto faktora systém obsahuje tzv. kompenzátor svahovitosti terénu využívajúci technológiu T2. Pri nej zabudovaný senzor sníma náklon v dvoch resp. troch smeroch a prepočítava polohu antény GPS na streche stroja vždy kolmo na plochu, po ktorej sa stroj práve pohybuje. Takto ostáva paralelná vzdialenosť jednotlivých jazd stále rovnaká. (Frohmann, 2009)

Ďalším faktorom ovplyvňujúcim celkovú presnosť navigácie je presnosť použitého prijímača GPS. V poľnohospodárskych aplikáciách sa využívajú jedno aj dvoj frekvenčné prijímače GPS. Pri použití jedno frekvenčných prijímačov sa pre spresnenie navádzania, tzv. DGPS presnosť, využíva zvyčajne simultánny príjem korekčných signálov z družíc EGNOS, ktorými je možné dosiahnuť presnosť paralelnej jazdy 15-30cm. Prijímač týchto signálov je zvyčajne zabudovaný priamo v navigačnom systéme GPS. Ešte vyššiu presnosť, 10-15cm, je možné dosiahnuť pri využití korekcií vysielaných z pozemných referenčných staníc GPS. Korekcie z pozemných staníc sa prijímajú pomocou špeciálneho GPRS modemu, ktorý je v kabíne pripojený k navigačnému systému GPS. Dvoj frekvenčné prijímače GPS sú určené pre aplikácie, kde sa vyžaduje najvyššia presnosť navigácie, ako je napr. siatie, kde je požiadavka na presnosť paralelnej jazdy okolo 5cm. Metóda zabezpečujúca takto presnú navigáciu sa nazýva RTK (Real Time Kinematic) a dosahuje sa výhradne príjmom korekčných údajov z pozemných referenčných staníc GPS. Na Slovensku poskytuje službu vysielania korekčných údajov pre DGPS aj RTK presnosti firma GEOTECH, ktorá prevádzkuje sieť vlastných pozemných referenčných staníc.



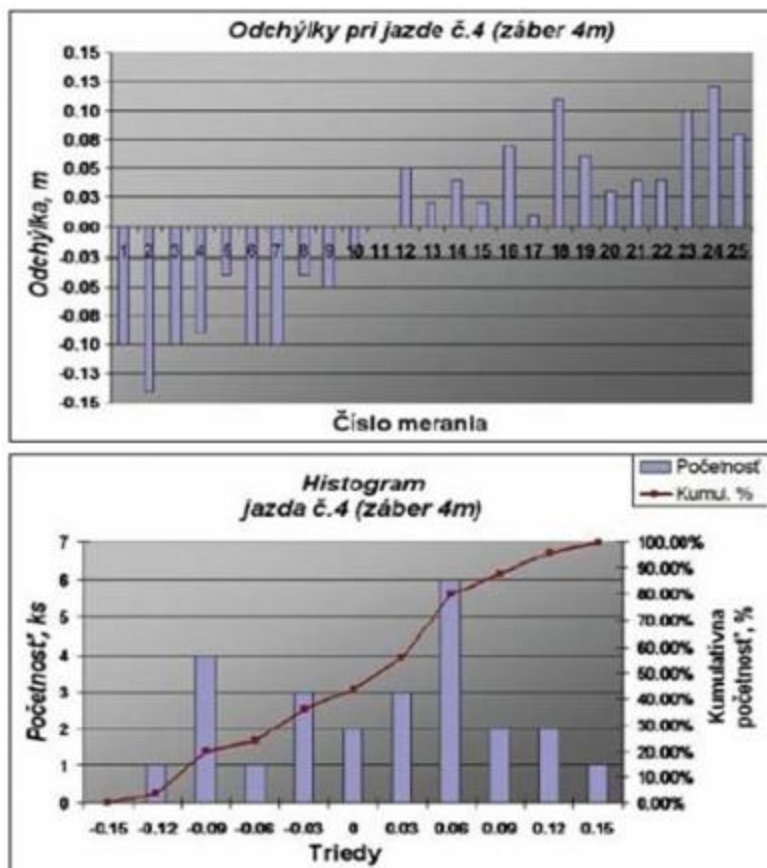
Obr. 4

Princíp kompenzovania svahovitosti terénu pomocou technológie T2 (Frohmann, 2009)

Ak je zabezpečená rovnaká vzdialenosť medzi jednotlivými jazdami, dochádza k eliminácii prekrytia a vynechávok, či už pri aplikácii chemických prostriedkov, osiva, hnojiva, ale i šetreniu pohonných látok a zároveň s nižším počtom prejazdov sa menej opotrebovávajú náradie. Takýmto spôsobom dochádza k výraznej úspore materiálových vstupov. (Frohmann., 2009 )

#### 4.1.2. PRÍKLADY Z PRAXE

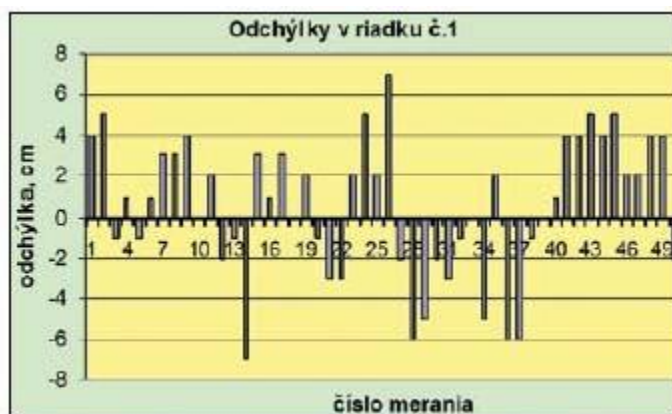
Vo všeobecnosti ovplyvňuje výslednú presnosť celý rad faktorov označovaných ako podmienky GPS t.j. stav, viditeľnosť a geometrické usporiadanie družíc GPS, cez vplyv ionosféry a troposféry, presnosti hodín družíc i prijímača GPS, až po typ prijímača, jeho aktuálnu polohu a spôsob spresnenia prijímaného signálu (EGNOS, DGPS, RTK). Okrem presnosti je potrebné, aby obsluha rozumela vzťahu medzi pracovným záberom a nastavenou hodnotou navigácie. Nie všetky zo spomínaných faktorov dokážeme ovplyvniť. (Švarda, 2009)



Obr. 5

Znázornenie veľkosti odchýlok od nulovej (ideálnej) roviny a ich percentuálne rozloženie v jednotlivých triedach presnosti

V poľnohospodárskej praxi sa zo spomínaných faktorov najčastejšie ovplyvňuje nastavenie systému a spôsob spojenia traktora s náradím. Pri druhom menovanom faktore býva požiadavka praxe, aby bola medzi traktorom a náradím určitá vôľa, avšak tento fakt následne negatívne ovplyvňuje presnosť. Preto dochádza k určitému kompromisu, takže táto vôľa pri agregovaní traktora s náradím ostáva, ale minimalizuje sa na prijateľnú veľkosť. Počas práce traktorovej súpravy navigačný systém síce vykazuje určitú hodnotu odchýlok od vytýčenej trasy, ale v skutočnosti sú tieto odchýlky väčšie (obrázok 5) práve kvôli spomínanej vôli ramien traktora.



Obr. 6

Traktor John Deere 6930 P a sejačka Kuhn Planter 2, veľkosti odchýlok od navigačnej trasy

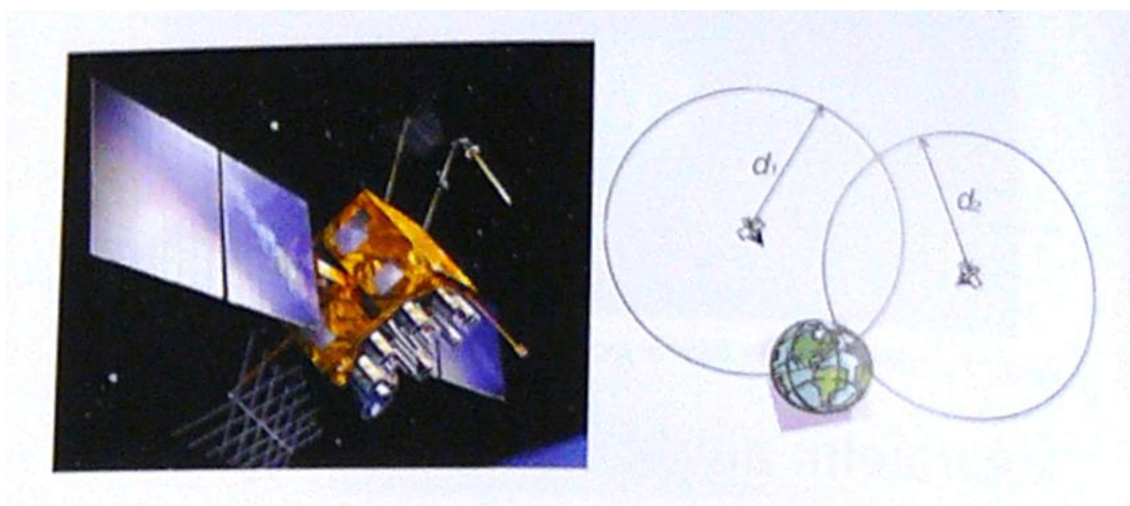
Obrázok 6 znázorňuje odchýlky od navigáciou vytýčenej trasy, ktoré boli zaznamenané pri sejbe kukurice. Pri sejbe kukurice bola použitá strojová súprava pozostávajúca z traktora John Deere 6930 P a sejačky na presný výsev Kuhn Planter II. Ako navigačný systém bol použitý model EZ-Guide 500 so zabudovaným dvojfrekvenčným prijímačom GPS od firmy AgLeader v kombinácii s jednotkou asistovaného riadenia EZ-Steer. Presnosť RTK bola zabezpečená príjmom korekcií z pozemnej referenčnej stanice GPS firmy GEOTECH. Odchýlky sa nachádzali v intervale 7/-7 cm, pričom stredná hodnota odchýlok predstavovala hodnotu 0,54 cm. (Frohmann, 2009)

#### 4.1.1. GEOGRAFICKY LOKALIZOVANÉ INFORMÁCIE

K určeniu polohy (súradníc) traktora je v prvom rade využívaný globálny polohový systém (GPS). Družice systému GPS obiehajú vo výške 20 200 km nad zemským

povrchom a vysielajú tzv. navigačné signály. Prijímač umiestnený na traktore je schopný z týchto signálov zistiť čas odvysielania. Súčasne si z interných hodín odpočíta čas príchodu signálu vysielaných jednotlivými družicami. Vynásobením rozdielu času medzi prijatím a odvysielaním signálu s rýchlosťou svetla zistí svoju vzdialenosť k jednotlivým družiciam. Pre jednoduchosť a zrozumiteľnosť možno princíp určovania polohy preniesť do roviny (obr.7. )(Švarda, 2009)

V prípade prijatia signálu z prvej a druhej družice určí prijímač vzdialenosti  $d_1$  a  $d_2$ . Teraz je poloha prijímača redukovaná na dva body. O tom, ktorý z týchto bodov odpovedá skutočnej polohe, sa rozhoduje podľa ďalších kritérií, napr. predošlá známa poloha alebo reálnosť hodnoty súradníc.

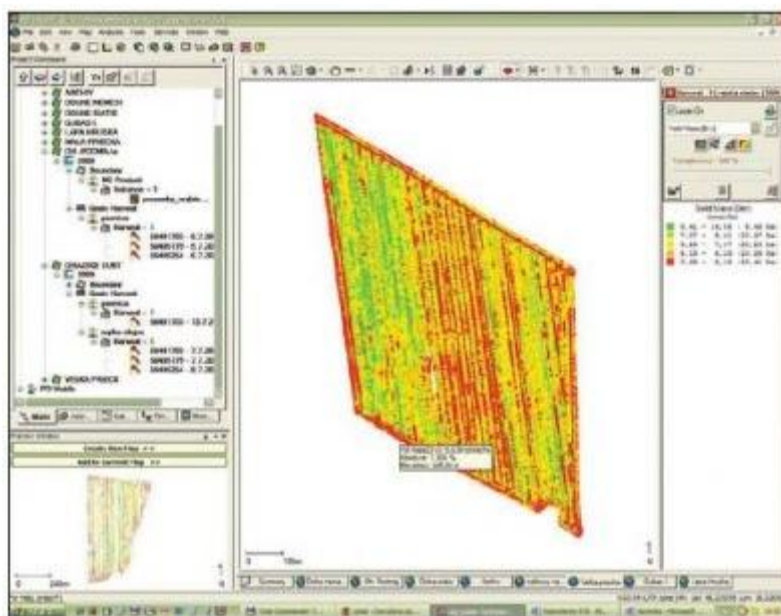


Obr. 7

### Princíp určovania polohy

Pre určovanie polohy v trojrozmernom priestore (určenie nadmorskej výšky prijímača) sa prijímač môže nachádzať kdekoľvek na guľovej ploche so stredom v družici a polomerom rovným vzdialenosti družice/prijímač. Pre určenie polohy prijímača by teoreticky mali stačiť tri vzdialenosti k družiciam. Prakticky je výhodnejšie prijímať signál aspoň zo štyroch družíc, aby bola dosiahnutá potrebná presnosť. Z vypočítaných vzdialeností sú vypočítané súradnice  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

Ďalšou možnosťou využitia GPS v poľnohospodárstve je zber geograficky lokalizovaných informácií za účelom podpory rozhodovania a vykonávania lokálnych zásahov. Pomocou systému GPS určíme presnú polohu ku ktorej môže byť potom pridaná informácia o vlastnostiach pôdy, poraste, dosahovanej úrode, variabilnej aplikácii rôznych vstupov ako je hnojivo, postrek, osivo), ale i tvare a veľkosti pozemkov. Geografické informačné systémy GIS následne umožňujú tieto získané údaje spracovať a poskytnúť hodnotné informácie pre riadenie jednotlivých vstupov. Schopnosť precíznejšie mapovať umožnila zaviesť dôležité priestorové údaje do GIS, ktorý ponúka možnosti pre zvýšenie produkcie, zníženie vstupných nákladov a využívanie krajiny čo možno najefektívnejším spôsobom.



Obr. 8

Mapa priestorovej variability úrody repky olejnej PD Vrábľa vytvorená pomocou softvéru SMS Advanced od firmy AgLeader (Švarda, 2010)

Takýto systém hospodárenia sa nazýva *presné poľnohospodárstvo* a jeho charakteristikou je, že zohľadňuje pole ako celok ale zároveň aj ako priestorovo - špecifické prostredie. Rešpektuje priestorovú variabilitu medzi pozemkami, ale aj v rámci jedného pozemku. (Švarda, 2009)

## **4.2. PARALELNÉ NAVÁDZANIE TRAKTOROVÝCH SÚPRAV**

Možnosť využívať určovania polohy satelitným navigačným systémom GPS (Globál Position Systém) u poľnohospodárskej techniky sa otvoril veľký priestor pre zvýšenie efektivity jeho prevádzky a získavania hodnotných informácií, ktoré sa dajú spojiť s polohou stroja. U traktoru sa jedná predovšetkým o možnosť paralelného navádzania k základnej línii. To je výhodné najmä pri agregácii s široko záberovými strojmi .Pri zlej viditeľnosti alebo pri práci v noci. V prvom rade sa redukuje prekrytie záberu ,čo šetrí pracovný čas a palivo. Traktor je počas pracovnej doby efektívnejšie využívaný. Z pohľadu vodiča systém umožňuje znížiť koncentráciu na presné dodržiavanie jazdnej stopy . K šetreniu dochádza aj na strane aplikovaných prostriedkov, napr. osivá, hnojivá. Pomocou vhodného technického vybavenia sa dá zaznamenať trasu na poli a následne ju využiť :

- pri práci s postrekovačom alebo rozhadzovačom, pri ktorých sa bude traktor pohybovať po rovnakej stope ako pri sejbe, to znamená prácu tých istých koľajových riadkoch.
- pri rovnakej práci s rovnakým náradím sa môže traktor automaticky pohybovať podľa zaznamenatej trajektórie.

Pokiaľ sa ukončí práca v ľubovoľnej časti pola, poloha sa zaznamená a neskôršie sa dá plynule naviazať na skončenú prácu. Niektoré systémy umožňujú integrovať do automatizačného riadenia úvratový manažment.(Bauer, 2006). Systémy navádzania sa rozdeľujú na:

- manuálne
- automatické.

### **4.2.1. MANUÁLNY PARALELNÝ SYSTÉM RIADENIA**

Pri manuálnom paralelnom navádzacom systéme sa na svetelnej lište alebo LCD monitoru ukazuje, v ktorom smere musí byť traktor ovládaní, aby udržiaval správny odstup od vedľajšej stopy. Pritom sa nemusí spracovávať vedľajší úsek, ale môže sa vynechať ľubovoľný počet, čo je výhodné pri otáčaní na úvratoch .



Svetelná lišta sa umiestňuje do zorného pola vodiča alebo na kapotu motora na rozdiel od LCD monitorov ktoré sú umiestnené stĺpoch kabíny.

Vybavenie pre manuálne navádzanie ide ľahko presúvať z traktora na traktor. Tieto systémy môžu byť dodávané výrobcovi traktorov alebo špecializovaným firmám napr. Autotam, Beelne , (Bauer, 2006)

Vybavenie traktorov pre manuálne navádzanie u výrobkov firmy Trimble EZ Guide 15 zahŕňa :

- GPS prímač (korekcie egnos) integrovaný do svetelnej lišty
- anténu s magnetickým prichytením
- LCD monitor pre nastavenie pracovných parametrov napr. pracovného záberu
- rozšírením o komponenty sa dá dosiahnuť automatického systému riadenia.



Obr. 9

Svetelná lišta s LCD monitorom (Bauer, 2006)

#### **4.2.2. AUTOMATICKÝ PARALELNÝ SYSTÉM RIADENIA**

Umožňuje udržiavať paralelnú líniu s automatickým riadením traktoru. Vodič zasahuje do riadenia len na úvratoch, kde navedie traktor na ďalšiu líniu. Pritom stačí vykonať iba 1/3 otáčacieho pohybu a systém opäť aktivovať tlačidlom. Z hľadiska bezpečnosti sa automatické riadenie vypne ako náhle sa pootočí volantom (reaguje veľmi citlivo) lebo príde k pokročeniu povolenej jazdnej rýchlosti, obvykle medzi 15 až 30

km/h. Ďalším bezpečnostnými prvkami môže byť kontrola sedadla alebo zariadenia dverí. Vodič je upozornení pred miestom otáčania tiež zvukovou signalizáciou. (Bauer, 2006)

Vybavenie sa skladá zo štyroch základných komponentov :

- anténa a GPS prímač s korekciou signálu
- svetelná lišta, LCD monitor alebo ich kombinácia
- ovládacia jednotka, navigácia-snímač natočenia kolies, prípadne volantu
- hydraulické komponenty a káblové vybavenie

Prenos systému na ďalšie traktory je možný, musí ale byť vybavený rovnakými hydraulickými komponentmi.

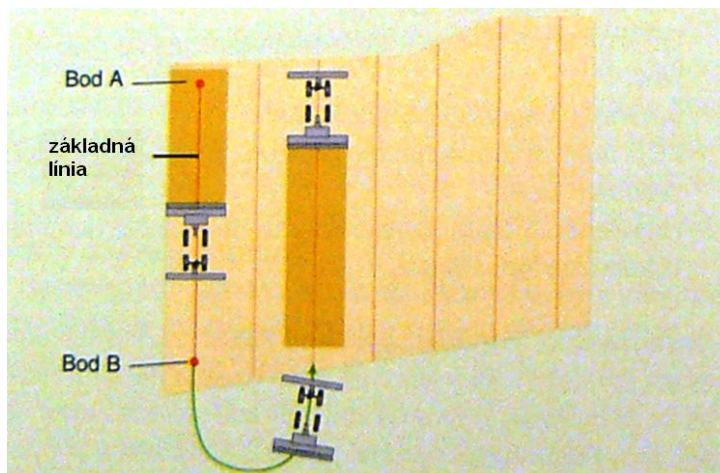


Obr. 10

LCD monitor s líniami, po ktorých je traktor navádzaný

Manuálne a automatické navádzanie vyžaduje vytvorenie základnej línie, podľa ktorej riadiaca jednotka vytvorí ďalšie paralelné vedenie. Vodič príde na začiatok poľa a stlačí tlačidlo na ovládacom terminály vytvorí bod A. Potom bude pokračovať na koniec pozemku, kde vytvorí bod B. Riadiaca jednotka oba body spojí a stanoví základnú líniu (obr.10). Základná línia nemusí byť iba priamka, ale tiež krivka. Pojazdová rýchlosť, behom ktorej môže navádzanie používať, je presne stanovená, vid'. tab. 1. Niektoré

systemy vyžadujú minimálnu rýchlosť, ktorá nemusí byť pri niektorých pracovných činnostiach dosiahnutá, čo znemožní systém využívať. (Bauer, 2006)



Obr. 11

#### Základná a paralelná línia navádzacieho systému (Bauer, 2006)

Poloha, ktorú získame, dosahuje najlepšiu presnosť v radoch metrov, čo je pre potreby navádzania traktora nepoužiteľné. Preto sa používajú korekčné úpravy GPS signálu a hovorí sa o tzv. diferenčnej DGPS, ktorá zvýši presnosť na 0,2 až 0,3 metra, prípadne niekoľko centimetrov. DGPS je založená na používaní referenčných staníc (prijímačov GPS) s presne určenou polohou. Neustálym porovnávaním polohy stanice zmeranej podľa GPS so skutočnou polohou vznikajú korekcie, ktoré môže prijímať prijímač DGPS na traktore. Budovaním siete referenčných staníc po celom svete sa zaoberajú komerčné organizácie, ktoré za túto korekciu vyžadujú správny poplatok. Jeho veľkosť závisí na presnosti korekcie a období, počas ktorého bude využívaný. Pohybuje sa medzi 800 až 1000 eur/rok. Korekčný signál možno taktiež prenajať na kratšie obdobie radových mesiacov alebo taktiež napr. 100 hodín, čo je ekonomicky výhodnejšie. Existujú tiež korekčné signály šírené zdarma, napr. Egnos, Beacon. Samozrejme ich presnosť nie je príliš vysoká. Presnosť korekcií s rastúcou vzdialenosťou od referenčnej stanice klesá. Všetky ponúkané navádzacie systémy využívajú korekčný signál. Bližší prehľad podáva tab.1 . (Bauer, 2006)

### a) **Auto Guide**

Je produkt austrálskej firmy Beeline používaný spoločnosťou Agco. Podľa presnosti (prijímané korekcie signálu) sú systémy označené Standard VBS a Präzision HP. Najprv bol použitý pri pásových traktoroch Challenger, kde možno navádzací systém využívať cez TMC (Traktor Management Computer) a dokonca so úvratovým manažmentom. Následne bol namontovaný do kolesových traktorov Fendt. Korekcia sklonu traktora rieši tzv. dynamická meracia jednotka (DME – Dynamischen Mess-Eingit). Základom je gyroskop, ktorý registruje každé zrýchlenie a kompenzuje chybu, čo pri sklonu traktora vzniká. Tým zostáva traktor v správnej línii. Oba systémy sa odlišujú podľa prijímaného korekčného signálu. Standard VBS využíva korekciu Omnistar VBS (Virtual Base System) s dynamickou presnosťou  $\pm 15 - 20$  cm. Presnejšia korekcia je Omnistar HP (High Precesion) s dynamickou presnosťou  $\pm 5$  cm, samozrejme za vyššiu cenu. Výrobca Geeline ponúka tiež verziu s RTK s vlastnou mobilnou referenčnou stanicou, ktorú Agco pre Európu neponúka. (Bauer, 2006)



Obr. 12

Auto Guide (Valtra, 2010)

**Tab. 1**

**Prehľad navádzacích systémov**

Traktor	Označenie výrobcu traktora	Systém	Dynamická presnosť (cm)	Služba korekcie GPS signálu	Pracovná rýchlosť traktora (km/h)	Cena v Nemecku bez DPH (eur)
Fendt	Auto-Guide	Standard VBS	± 15 - 20	Omnistar VBS	1 až 25	16 000 + 795 eur/rok
Challenger	Auto-Guide	Präzision HP	± 5	Omnistar HP	1 až 25	21 000 + 1 995 eur/rok
John Deere	AutoTrack	AutoTrack	± 5 – 10	StarFire 5F2	0,5 až 30	15 000 až 20 000 + 1 000 eur/rok
Claas	E-Drive	E-Drive	± 15	Egnos, Omnistar VBS, e-Dif	1,6 až 28	12 000 + 795 eur/rok
Možno montovať dodatočne na väčšinu traktorov, výrobca Trimble		AgGPS DGPS	± 10 - 30	Omnistar VBS, Beacon, Egnos	1,6 až 20	14 500 + 795 eur/rok
		AgGPS HP	± 5 - 10	Omnistar HP	–	20 500 + 1 995 eur/rok
		AgGPS RTK	± 2 - 3	Korekcia niekoľkými referenčnými stanicami	–	41 500

**b) AutoTrack**

Systém vyvinula firma John Deere pre vlastné použitie. Korekčný signál StarFire je k dispozícii vo dvoch verziách podľa presnosti. Pri automatickom riadení sa využíva len StarFire, ktorá pracuje s dynamickou presnosťou ±5 – 10 cm. Korekcia pri sklone traktora je meraná elektronickou vodnou váhou a gyroskopom. Oba veľmi citlivé senzory sú umiestnené v prijímači DGPS. (Bauer, 2006)



Obr. 13

Auto Track

### c) E-Drive

Je produkt americkej firmy Outback používaný spoločnosťou Claas. Navádzanie traktoru je s dynamickou presnosťou  $\pm 15$  cm pri použití korekčného signálu Omnistar HP. Možno tiež využívať bezplatnú korekciu Egnos. Pri krátkodobom vypadnutí signálu je traktor vedený pomocou algoritmu e-Dif v správnej línii, ktorou môže byť priamka alebo krivka. Zákazník môže tiež využiť manuálne riadenie traktora podľa línie, čo je finančne prijateľnejšie. (Bauer, 2006)



Obr. 14

E-Drive

### d) Trimble Autopilot

Je produkt nemeckej firmy Trimble, ktorá sa už desať rokov venuje aplikácii GPS na poľnohospodárske stroje. Jeho služby využíva koncern CNH. Ponúka ako manuálne, tak automatické navádzacie systémy. Korekcie sklonu prevádza trojdimenzionálny polohový systém. Automatické systémy sú rozdelené podľa presnosti navádzania na DGPS Autopilot, Omnistar HP Autopilot a RTK Autopilot.

- DGPS Autopilot pracuje s dynamickou presnosťou 20 až 30 cm a absolútnou presnosťou asi 1 m. Pre korekcie sa používa Egnos, Omnistar VBS.
- Omnistar HP Autopilot môže pracovať s dynamickou presnosťou 5 až 10 cm a absolútnou presnosťou 30 cm. Vyžaduje platenie poplatku. Môže využívať i ostatných korekčných signálov Egnos, Omnistar VBS.
- RTK Autopilot dosahuje najvyššiu dynamickú presnosť 2 cm a absolútnu presnosť 2 cm. Neplatí sa žiadny poplatok, pretože sa využíva vlastnou referenčnou stanicou, ktorá sa umiestňuje na okraj pozemku. Pozícia, kde sa umiestni, musí byť najprv presne zameraná s vysokou presnosťou. Dosah korekčného signálu od referenčnej stanice je 3 až 10 km.

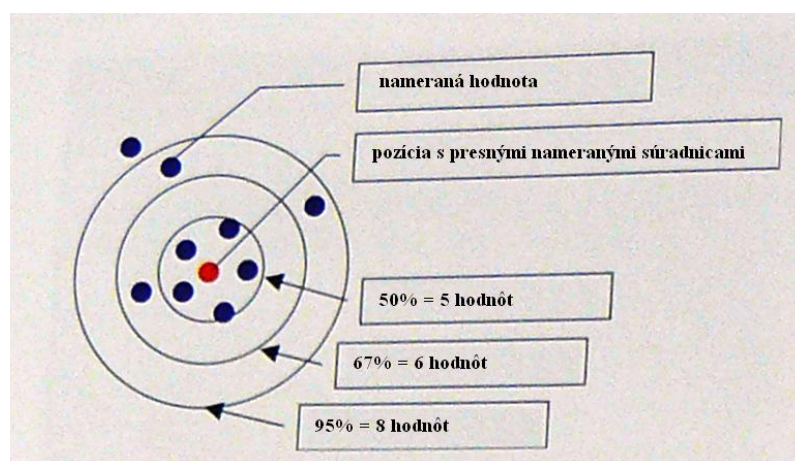
Metóda merania sa označuje RKT (Real Time Kinematics) alebo kinematické meranie v reálnom čase. Na rozdiel od DGPS sa prenáša okrem diferenčnej korekcie kompletne dáta získané pri kódových a fázových meraniach. (Bauer, 2006)



Obr. 15

Mobilná referenčná stanica

1. **statickou** – GPS prijímač sa umiestni po dobu 24 hodín na miesto so známymi presnými súradnicami; v presných intervaloch sa ukladajú súradnice zistené GPS prijímačom; čím menšie sú odchýlky od presných súradníc, tým je prijímač kvalitnejší,



Obr. 16

Diagram pre vyhodnotenie statickej presnosti

2. **navádzanie na ďalší riadok (dynamickou)** – v podstate sa jedná o odchýlku vedenia traktora od právnej paralelnej línie; na preskúšanie sa používa len 15 minútový test s následným vyhodnotením 95 % nameraných hodnôt ležiacich čo najbližšie k správnej paralelnej línii; z tohto súboru dát sa graficky vynesú najväčšie odchýlky; táto presnosť je pre hodnotenie navádzacích systémov najvýznamnejšia,
3. **absolútnou** – vyjadruje, s akou presnosťou je schopný systém navádzať po známych súradniciach, napr. pri opakovanom spracovaní pôdy, kedy je už zaznamenaná dráha, po ktorej sa traktor pohyboval.



Obr. 17

Traktor John Deere pri spracovaní pôdy

### 4.3. ÚVRAŤOVÝ MANAŽMENT

Úvrat'ový manažment umožňuje automatizovať opakujúce sa ovládacie úkony a tým prispieť ku zvýšeniu komfortu ovládania a produktivity práce. Za priekopníka úvrat'ového manažmentu možno považovať Same, ktorý v roku 1999 na veľtrhu Sima získal zlatú medailu. V súčasnej dobe sa stal už štandardom vo výbave traktorov.

Pracovné úkony, ktoré sa majú chronologicky opakovať, sa najskôr musí uložiť do pamäte manažmentu. Počet úkonov, ktoré možno uložiť, dosahuje až 30. U niektorých traktorov je pamäť rozdelená na dve, pre koniec a začiatok úvrate. Šofér na konci úvrate spustí nahrávanie a prevedie činnosti, ktoré bežne vykonáva až na začiatku ďalšieho záberu, kedy už súprava pracuje, napr. zníži otáčky motora, odpojí pohon vývodového

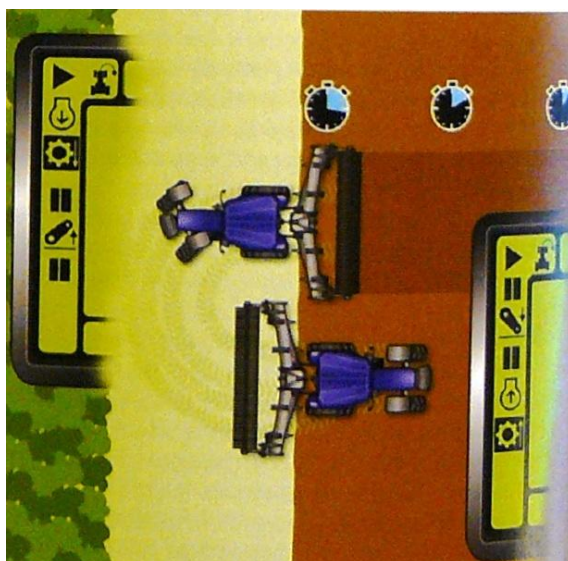


hriadeľa, zaradí vyšší prevodový stupeň, prevedie reverzáciu atď. Akonáhle je všetko uložené, stačí už len na úvratí stlačiť tlačidlo a spustiť prehrávanie sekvencie. (Bauer, 2006)

**To môže byť prevádzané:**

- automaticky – úkony sa prevedú v poradí uloženom v pamäti po stlačení tlačidla,
- poloautomaticky (krokov) – každé prevedenie úkonu uloženého v pamäti vyžaduje stlačenie tlačidla.

Pokiaľ sa nejedná o poloautomatické prehrávanie, sú uložené kroky prevedené v závislosti na čase, dráhe alebo polohe trojbodového závesu. Tím sa stanoví, za ako dlho alebo po prejení akej vzdialenosti bude prevedená nasledujúca operácia.



Obr. 18

**Úlohy uložené do pamäti na konci a začiatku úvratí**

Súbor uložených úloh je obvykle graficky zobrazený na displeji, čo šoférovi uľahčuje kontrolu nad systémom. Niektorí výrobcovia umožňujú spätnú úpravu uložených sekvencií a dokonca meniť čas alebo dráhu medzi jednotlivými úlohami (obr. 18).

Pri traktoroch Fendt možno napr. celú sekvenciu uložiť do pamäti a pri práci s rovnakým náradím ju využiť. Celkom možno takto uložiť až 16 sekvencií.



Obr. 19

Kontrola nastavení úvrat'ového manažmentu na varioterminále traktora Fendt

Z pohľadu bezpečnosti prevádzky traktora je úvrat'ový manažment obvykle obmedzený:

- pojazdnou rýchlosťou, pri ktorej možno úvrat'ový manažment spustiť,
- časom alebo dráhou medzi jednotlivými príkazmi v sekvencii,
- časom nahrávania celej sekvencie

Úvrat'ový manažment HMS (Headland management systém) poskytuje kompletné ovládanie ťažného tiahla a bez časových strát usmerňuje jazdy postrekovača pri otáčaní na úvrati. Manuálne ovládanie zabezpečuje bezpečnú jazdu po ceste a umožňuje manévrovať s postrekovačom pri práci v tesných rohoch pozemku alebo predchádzať sklzávaniu postrekovača pri postrekoch na svahoch.

Na rozdiel od postrekovačov, ktoré využívajú mechanický ťažný systém (ktorý nemôže byť vypnutý!) alebo komplexný systém riadenia kolies (ktorý nemôže byť presne vedený a vyžaduje komplexné riešenie podvozku a nádrže), systém John Deere využíva elektrohydraulický ovládané tiahlo s robustným kĺbovým bodom, ktorý zabezpečuje presné vedenie postrekovača v stope.

Traktory sú vybavené tiež inými automatickými systémami, napr. vypínanie/zapínanie uzávierok diferenciálu, pohonu prednej nápravy, radení prevodových stupňov, vypnutí vývodového hriadeľa pri zdvihu TBZ atď., ktoré pracujú nezávisle na nastavení úvratového manažmentu.



Obr. 20

Traktor Case s automatickým navádzaním

## **4.4. CHEMICKÁ OCHRANA**

### **4.4.1. EZ-BOOM**

Svetovo unikátny systém automatického vypínania a zapínania jednotlivých sekcií podľa GPS. Teraz máte možnosť ušetriť ďalšie náklady pri aplikácii pesticídov automatickým vypínaním a zapínaním jednotlivých sekcií na ramenách postrekovačov. Automaticky môže byť zapínaných a vypínaných až desať sekcií. Tým sa vyhnete vynechaniu nejakého úseku alebo prekrytom na konci jednotlivých záberov, pri postrekovaní okolo prekážok atď. Výsledkom je presné pokrytie aplikáciou vo všetkých problémových častiach poľa, bez vynechaní a prekrytí s úsporou chemikálií a s menším zaťažím vodiča. (Agrio, 2010)

EZ-Boom môže byť namontovaný v akomkoľvek mieste v kabíne do držiaku, ktorý je dodávaný s EZ-Boom. Zapojenie EZ-Boom do kabeláže podporovaných postrekovačov robí inštaláciu jednoduchou a jasnou.

Pre všetky podporované ventily a prietokomery je dostupný káblový systém. EZ-Boom redukuje káblový neporiadok eliminovaním nutnosti oddeleného ovládača. Je jednoduchý na inštaláciu a technicky podporovaný firmou AgLeader.



Obr. 21

EZ-Boom

#### **4.4.2. AUTOMATICKÉ VYPÍNANIE SEKCIÍ RAMIEN**

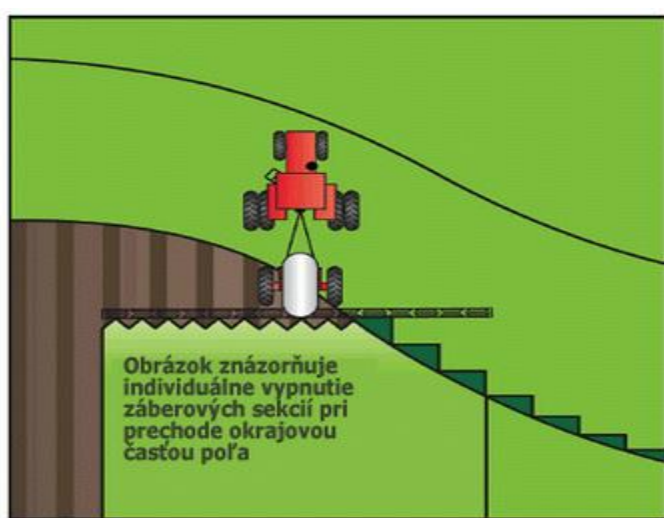
EZ-Boom 2010 používa GPS pozície zo svetelnej lišty EZ-Guide Plus, alebo zo systému Autopilot na automatickú detekciu sekcií na ramenách postrekovača, ktoré majú byť v daný okamih vypnuté alebo zapnuté. Zaisťujú tým perfektnú aplikáciu bez prekrytia lebo vynechávok v oblasti prekríženia jednotlivých záberov s úvraťou alebo so susednou jazdou ( napr. pri vyhýbaní sa prekážkam. ) (Agrio, 2010)

#### **4.4.3. GPS VSTUP**

System EZ-Boom 2010 používa GPS pre zisťovanie pozície a rýchlosti vozidla. Na základe týchto údajov sa automaticky vypínajú a zapínajú jednotlivé sekcie ramien popr. riadi dávkovanie postreku. Ako u všetkých systémov Trimble AgGPS sa musíte pri investovaní do GPS prijímača iba rozhodnúť, akú presnosť príslušné operácie vyžadujú.

#### 4.4.4. RIADENIE DÁVKOVANIA POSTREKOV

Vypínače R1 a R2 môžu byť nastavené dopredu definované dávky. Prechod z jednej aplikácie na druhú znamená potom len ťuknutie na vypínač pre voľbu novej aplikačnej dávky. Použitie vypínača pre manuálne dávkovanie znamená pridržanie aktuálneho prietoku nezávisle na rýchlosti a počte otvorených sekcií. Môže byť použitý v prípade potreby napr. na konci záberu. Použitím vypínačov + a – môže sa aktuálna aplikačná dávka zvýšiť alebo znížiť pokiaľ podmienky na pozemku vyžadujú rýchlu zmenu. (Agrio, 2010)



Obr. 22

postrekovač (Agrio, 2010)

#### 4.5. HNOJENIE

Rozhadzovače Bogballe využívajú na aplikáciu hnojiva rozhadzovací systém TREND, ktorý pozostáva z dvoch proti sebe sa točiacich diskov, čím sa dosiahne 4-násobné prekrytie v dvoch identických 180 stupňových oblúkoch a tým maximálne vyrovnaná dávka hnojiva. Pohon je zabezpečený kĺbovým hriadeľom od traktora cez bez údržbové prevodovky, pri ktorých je jednoducho možné meniť smer otáčania rozhadzovacích diskov a tým dochádza aj k zmene režimu aplikácie k "okraju", čo využívame pri okrajoch pozemkov, aby hnojivo zbytočne nezaletovalo na susedné

pozemky. Ovládanie výpuste je hydraulické. Rozhadzovač môže byť vybavené systémom TrendCon, pomocou ktorého je možné z miesta vodiča elektronicky meniť zmenu režimu plošnej a okrajovej aplikácie.

Pri nastavení záberu a dávky ide o kombináciu pracovnej rýchlosti, otáčok PTO, druhu lopatiek (ET1 alebo ET2), nastaveného sklonu rozhadzovača (sklonomer nainštalovaný na ráme rozhadzovača) a vlastností hnojiva, celé nastavenie je podľa nastavovacích tabuliek nenáročné.

Rozhadzovače s označením W sú vybavené „váhovou bunkou“, ktorá pozostáva z dvoch snímačov hmotnosti zásobníka, ktorých údaje sú využívané operačným systémom Calibrator Uniq, čím je zabezpečené presné dávkovacie množstvo bez ohľadu na rýchlosť jazdy. Tento systém umožňuje jednoduchú kalibráciu, variabilné hnojenie, pripojenie k DGPS a dokumentáciu práce.



Obr. 23

Rozmetadlo Bogballe (Bogball, 2010)

#### **4.5.1. ROZHADZOVACÍ SYSTÉM TREND**

Rozhadzovací systém trend firmy BOGBALLE rieši komplexne otázku jednoduchým spôsobom, a to tým, že obsahuje dva rozhadzovacie systémy v jednom bez nutnosti výmeny akýchkoľvek dielov.

#### **4.5.2. ROZHADZOVANIE PLOŠNÉ (DO STREDU)**

Rozmetanie plošné (do stredu) sa robí s rozhadzovacími kotúčmi, ktoré rotujú k sebe (do stredu). Tento systém zaisťuje optimálnu toleranciu flexibility s minimom nastavovania. Rozhadzovacie kotúče vynášajú hnojivo v dvoch identických 180° kruhových oblúkoch a obidva rozhadzovacie kotúče umiestňujú toto hnojivo na tej istej ploche – to znamená dve aplikácie naraz. Pokiaľ sa rozmetá typický do 28 metrov, rozmetanie je v plnej šírke medzi koľajovými riadkami, čo zabezpečuje 4 násobné prekrytie. Toto štvornásobné prekrytie je možné docieľiť so systémom „do stredu“.

#### **4.5.3. ROZHADZOVANIE OHRANIČENÉ (DO STREDU)**

Rozmetanie ohraničené (do stredu) sa robí s rozhadzovacími kotúčmi, ktoré rotujú od seba (od stredu). BOGBALLE využíva fakt, že systém „od stredu“ nezaisťuje plný presah, ale má dva individuálne rozhadzovacie obrazce od ľavého a pravého rozhadzovacieho kotúča. Behom ohraničeného rozmetania (od stredu) je dosiahnuté vhodný rozhadzovací obrazec „k okraju“ ako u pravého tak aj u ľavého kotúča a je možné dosiahnuť optimálneho rozhadzovacieho obrazca pre pole ako celok. Alebo je možné rozhadzovadlo vybaviť systémom „od kraja“, ktorý umožňuje rozmetať od kraja dovnútra do poľa. Toto riešenie je ideálne v prípade rozmetania okolo násypov.

#### **4.5.4. TERRAGATOR**

Stroje Terra Gator sú známe svojou výkonnosťou a širokými pneumatikami, ktoré znižujú merný tlak na pôdu. Platí to aj pre nový model s typovým označením 9205. Je vybavený päťkolesovým podvozkom a určený predovšetkým pre výkonnú aplikáciu hnojovíc k čomu je určená dvadsať kubíková nádrž s hadicovým, alebo radlicovým aplikátorom, alebo je možná rozhadzovacia nadstavba s nosnosťou 25 ton a objemom 16 m<sup>3</sup>. Zaujímavosťou sú tenzometre, ktoré zisťujú okamžitú hmotnosť rozmetaného

materiálu a po zistení pojazdnej rýchlosti dokáže počítač určiť aplikovanou dávku. Vďaka tomu možno aj maštalným hnojom hnojiť variabilne. (Agcocorp, 2010)



Obr. 24

TerraGator 9205 (Agcocorp, 2010)

## 4.6. ZBER OBILNÍN

### 4.6.1. NAVÁDZANIE NA RIADKY

**Laser Pilot** automaticky navádza kombajn pozdĺž hrany plodiny. Systém uľahčuje prácu a umožňuje zamerať sa na udržanie chodu kombajnu v limite. Navyše je využitá celá šírka rezacej lišty, optický senzor pripravený na rezacej lište vysiela laserový lúč, ktorý rozoznáva rozdiel medzi strniskom a plodinou. Tma, prach, hmla alebo burina neovplyvňujú navádzacie impulzy. Systém je využiteľný aj pre meranie plochy pre presnejší manažment zdrojov. (ibaagro, 2010)



Obr. 25

Laser Pilot (ibaagro, 2010)



#### 4.6.2. TVORBA ÚRODOVÝCH MÁP

**Presné poľnohospodárstvo** predstavuje nový prístup hospodárenia na pôde založený na rozvoji informačných technológií. Od tradičného hospodárenia sa odlišuje tým, že zohľadňuje skutočnosť, že pole ako celok, ako aj pôda svojimi vlastnosťami, zásobami živín a vlhkosťou je priestorovo diferencované prostredie. Zdá sa byť logické a efektívne využiť znalosti o variabilite produkčného potenciálu pôdy a prispôbiť jednotlivé prístupy hospodárenia k charakteru pôdno-klimatických podmienok konkrétnej lokality.

Príchodom nových technológií a techniky a sprístupnením systému Global Position System pre verejnosť je možné nevyrovnanosť polí presne zmapovať a následne vykonávať agrotechnické opatrenia reagujúce na túto variabilitu (agro-divizia)

#### 4.6.3. SYSTÉM INSIGHT

Systém INSIGHT posúva presné poľnohospodárstvo o krok dopredu. Dominantou systému je veľký farebný dotykový displej, ktorý obsahuje dostatočné množstvo informácií. Zaznamenáva všetky poľné činnosti od sejby až po zber. Je používaný v sejacích strojoch, postrekovačoch, bezvodé alebo injekčné ovládače a zaznamenáva mieru aplikovania počas celej sezóny. Monitoruje výnosy a vlhkosť počas zberu a sleduje tvorbu máp v reálnom čase. Insight dáva možnosť sledovať, čo sa deje na poli ešte vo chvíli, keď sa na ňom pracuje.

Systému INSIGHT obsahuje množstvo informácií, ktoré pomáhajú zvyšovať efektívnosť prací:

- Tvorba farebných máp počas sadenia a možnosť vidieť miesta sadenia jednotlivých druhov plodín
- Sledovanie farebných máp plánovania osevu s legendou naraz s tvorbou máp aplikovania jednotlivých osevov v reálnom čase
- Tvorba a sledovanie farebných máp výnosov a vlhkosti počas zberu a nepretržité sledovanie, ako podmienky na poli ovplyvňujú výnosy
- Sledovanie máp hraníc s informáciami o obvode počas všetkých poľných prác

- Zväčšovanie, zmenšovanie a posun máp na zobrazenie oblastí záujmu
- Záverečný prehľad zobrazuje kompletne údaje získané pri poľných prácach



Obr. 26

System INSIGHT

## 5. ZÁVER

V dnešnej dobe sú automatizačné prvky riadenia už súčasťou poľnohospodárskej techniky. Sú veľmi dôležité pre zvyšovanie efektívnosti práce a znižovania nákladov. Systémy sa využívajú vo veľkej miere každej poľnohospodárskej technike. Každý poľnohospodársky stroj používa niekoľko systémov, ktoré spolupracujú, uľahčujú prácu a zvyšujú efektívnosť.

Počas vyberania systémov do jednotlivých strojov treba brať ohľad nato, aký máme typ stroja, kde sa stroj bude používať a na aké operácie. Každý automatizačný systém ovládania má svoj popis práce kde sa dá využiť. Pri správnom zvolení jednotlivých systémov možno dosiahnuť vysokej efektivity a obmedziť potrebnú techniku na vykonávaný typ práce. Takýmto strojom sa hovorí takzvané inteligentne stroje.

Zavedením GPS do poľnohospodárstva sa zvýšila presnosť vykonávanej práce. V súčasnej dobe je GPS najvýhodnejším riešením pre poľnohospodárov. Pomocou GPS sa zaznamenávajú údaje o prejazdoch, ktoré sa spracovávajú a vyhotovujú sa mapy lokalizácií. Tomuto poľnohospodárstvu sa hovorí presne poľnohospodárstvo.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. Bauer F. 2006. Traktory. 1 vydanie. vyd.- Brno : Mendelová zemědělská a lesnická univerzita, 2006, 192 s., ISBN 80-89726-15-0.
2. Páltik, J., Findura, P. 2005. Stroje pre rastlinnú výrobu (Obrábanie pôdy, sejba). 2. uprav. vyd. –Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005, 241 s ,ISBN 80-8069-547-4.
3. Páltik, J., Findura, P., Maga, J., Korenko, M., Angelovič, M. 2007. Poľnohospodárske stroje : skúšanie, konštrukcia, použitie (I. časť ). Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2007. 190 s., ISBN 80-8069-777-9.
4. KEVICKÝ, D. – KALAŠOVÁ, A.: Satelitné navigačné systémy. Vydala: Žilinská univerzita Žiline EDIS – vydavateľstvo ŽU, s. 197, obr. 57., tab. 25., lit. 63. ISBN 80-8070-295-0.
5. Nozdrovický, Rataj, Mihaľ. 1997. Mechanizácia rastlinnej výroby a jej hospodárne využitie. Nitra : SPU, 1997, 130 s., ISBN 80-7137-439-3.
6. Sloboda, A., Jech, J., Pničan, J., Sinay, J. 2001. Stroje na zber krmovín a zrnín : Teória, konštrukcie, riziká. Košice : VIENALA, 2001. 351 s, ISBN 80-7099-725-7.

<http://www.agrio.sk/doplanky/aggps-ez-boom-2010/>

[http://www.fem.uniag.sk/mvd2006/zbornik/sekcia8/s8\\_kalasova\\_alica\\_34.pdf](http://www.fem.uniag.sk/mvd2006/zbornik/sekcia8/s8_kalasova_alica_34.pdf)

<http://www.techpark.sk/technika-782009/vyuzitie-satelitnej-navigacie-a-polohovych-systemov-gps-v-polnohospodarstve.html>

<http://www.agroserver.sk/news/zaujem-o-inteligentne-stroje-rastie.html>

<http://www.ibaagro.sk/obilkomplexionlaserpilot.html>

<http://www.agcocorp.com/products/terragator.aspx>