

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE

Rektor: Dr.h.c. prof. Ing. Peter Bielik, PhD.

TECHNICKÁ FAKULTA

Dekan: prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD.

**Monitorovanie pohybu strojov na báze GPS a jeho vplyv na riadenie
výrobného procesu v poľnohospodárstve**

Metodika dizertačnej práce

Katedra strojov a výrobných systémov

Vedúci katedry: doc. Ing. Pavol Findura, PhD.

Vedúci práce: prof. Ing. Vladimír Rataj, PhD.

Mgr. Milan Gombík

Nitra 2015

Obsah

Obsah.....	3
Úvod.....	2
2. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	3
2.1 Výrobný proces.....	3
2.1.1 Poľnohospodársky výrobný proces	3
2.1.2 Technologický proces v poľnohospodárstve.....	4
2.1.3 Monitorovanie pohybu strojov na báze GPS.....	6
2.2 Systémy satelitného sledovania pohybu vozidiel	8
2.2.1 GPS, GLONASS, Beidou a Galileo	10
2.2.2 Korekcie pozičného signálu a kompenzácia terénu	11
2.2.3 Hardvérové vybavenie – GPS jednotka a jej rozhrania.....	14
2.2.4 Napojenie na vozidllovú zbernicu SAE1939/J1708.....	15
2.2.5 Softvérové vybavenie – GPS server SmartPT	17
2.2.6 Sledovanie pohybu stroja počas práce na poli	18
2.2.7 Sledovanie spotreby PHM a kontrola tankovaní.....	24
2.2.8 Ostatné sledované parametre prevádzky	26
2.3 Riešenie pre potreby poľnohospodárstva	27
2.3.1 Identifikácia šoféra a zadávanie činností	27
2.3.2 Identifikácia pracovného náradia - jazdy súprav.....	27
2.4 Informačné systémy pre potreby poľnohospodárstva.....	28
2.4.1 Informačný systém SKEAGIS (SKEAGIS, Martin).....	28
2.4.2 Informačný systém ITINERIS (Agrotrade, Rožňava).....	31
2.4.3 Informačný systém AgroGPS (ISAT, Nitra).....	32
2.4.4 Informačný systém GPS Agro (FONS, Brno).....	33
3. Cieľ práce	34
4. Metodika.....	36
5. Zoznam použitej literatúry	37

Úvod

Prudký rozvoj technológií v posledných 10 rokoch, sprístupnil špičkové technológie pre vzdialené sledovanie prevádzky vozidiel všetkým podnikom a organizáciám, ktoré chcú efektívne spravovať svoj vozový park.

Monitorovanie pohybu strojov po poli obsahuje súbory riešení, ktorých cieľom je zvýšenie efektívnosti práce strojov. Systém riadenia strojov umožňuje monitorovať prácu strojov na poli priamo z riadiaceho strediska. Meranie hladiny PHM v nádrži a spotreby paliva elektronickým, alebo konvenčným prietokomerom predstavuje doplnkovú funkciu, ktorá môže výrazne urýchliť návratnosť investície do hardvérového vybavenia. Na riadenie strojov je nevyhnutné vybaviť tieto stroje satelitnou navigáciou – GPS/GPRS jednotkou, ktorá zabezpečuje odovzdávanie sledovaných veličín do serverovej a databázovej aplikácie.

Keďže od roku 2005 sa aktívne podieľam na vývoji GPS systémov pre sledovanie prevádzky vozidiel, zameral som svoje štúdium, práve na tento smer. V roku 2007 som úspešne obhájil bakalársku prácu na tému „Návrh programového a technického vybavenia GPS systémov pre oblasť priemyselného využitia“ na UKF, odbor „Aplikovaná informatika“ v Nitre. V ďalšom štúdiu som pokračoval na Ostravskej Univerzite a v odbore „Informační systémy“ a úspešne som obhájil diplomovú prácu na tému „Systém monitorovania polohy a pohybu objektov pomocou GPS/GSM/GPRS“. V priebehu 10 rokov, počas ktorých sa venujem problematike GPS monitoringu boli naše GPS jednotky inštalované do približne 3500 vozidiel a väčšina z nich je do dnes komerčne prevádzkovaná pod značkou QADRA PLUS s.r.o. Do oblasti GPS monitoringu poľnohospodárskej techniky sme vstúpili v roku 2010 v úzkej spolupráci s firmou SKEAGIS a k dnešnému dňu monitorujeme viac ako 800 ks poľnohospodárskej techniky. Zaujíma ma problematika presného poľnohospodárstva a preto som sa rozhodol pre nadväzujúce štúdium na technickej fakulte SPU v Nitre, s cieľom zúročiť doterajšie skúsenosti a počas štúdia vyvinúť nové služby, či technológie v tejto oblasti a sprístupniť ich tak širšiemu okruhu poľnohospodárskych podnikov.

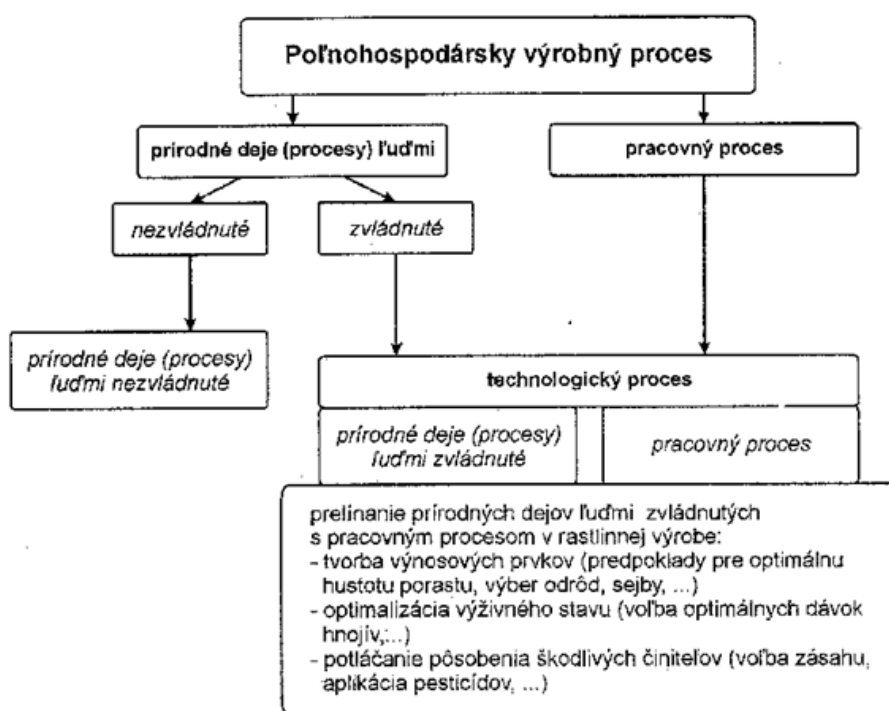
Cestu na zvýšenie efektívnosti výroby prostredníctvom dokonalého využívania dostupného potenciálu poľnohospodárskej techniky vytvárajú informačné technológie a vedecké poznatky o význame ich vplyvu. GPS monitoring predstavuje pridanú hodnotu s vysokým potenciálom, ktorý podľa môjho v blízkej budúcnosti bude bežným štandardom.

2. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

2.1 Výrobný proces

2.1.1 Poľnohospodársky výrobný proces

Výrobný proces je súhrnom pracovných, prírodných a technologických procesov, ktoré menia kvalitu, tvar a spojenie pracovných predmetov. Z hľadiska systémového prístupu môžeme povedať, že výrobným procesom je každý proces zameraný na zmenu súboru vstupných prvkov na stanovený súbor prvkov výstupných. Výrobným prostredím v poľnohospodárskom procese je parcela. Definícia poľnohospodárskeho výrobného procesu, je v princípe dlhodobo aktuálna (obr. 1).



Obr. 1 Členenie poľnohospodárskeho výrobného procesu podľa Velebila a kol. (1984)

Písomným vyjadrením postupnosti pri zmene pracovných predmetov na výsledný produkt, v ktorom sú uvedené a popísané štádiá týchto premien sa stanoví výrobný postup. Výrobný postup určuje východzí materiál a polotovary a dokumentačne zachytáva následnosť operácií. Výrobný postup je komplexným riešením a musí byť spracovaný komplexne s využitím špecialistov. Výrobné procesy v rastlinnej výrobe majú okrem svojich všeobecných rysov aj svoje špecifické zvláštnosti, ktoré sú dané povahou výrobku, pracovného predmetu, používanou technológiou, výrobným zariadením, miestom kde proces prebieha a ďalšími

podmienkami. Špecifické zvláštnosti výrobných procesov výroby rastlinných produktov kladú vysoké požiadavky na úroveň pracovných síl, techniku a jej využívanie. (Ďuďák, 2009)

Rozvoj podniku je podmienený rastom efektívnosti. Jedným zo spôsobov ako ho zabezpečiť je zvyšovanie efektívnosti zvyšujúcou sa účinnosťou nákladov. Táto metóda má trvalú platnosť. Maximálnu efektívnosť možno dosiahnuť pri poklese potreby zdrojov a zvýšením objemu výroby, čo však býva obmedzené veľkosťou trhu a objemu zdrojov. Podľa konkrétnych podmienok sa tak zvýšenie efektívnosti uskutočňuje v dvoch rovnocenných variantoch:

- minimalizácia zdrojov pri nemennom objeme výroby
- maximalizácia výroby pri zachovaní objemu zdrojov

Obidva extrémny vedú k znižovaniu spotreby zdrojov na jednotku výroby, efektívnosť tak nadobúda prvý charakteristický znak – hospodárnosť. Bielík (2002) člení náklady podľa ich vzťahu k zmenám objemu produkcie na:

- **variabilné** – predstavujú všetky tie nákladové položky, ktoré sa so zmenou objemu produkcie bezprostredne menia. Môžu rásť alebo klesať (progresívne, regresívne alebo proporcionálne).
- **fixné** – predstavujú nákladové položky, ktoré sa so zmenou produkcie nemenia, sú stále.

2.1.2 Technologický proces v poľnohospodárstve

Technologický proces je súhrn dejov, ktoré vedú ku kvalitatívnym zmenám na pracovnom predmete. Tieto zmeny nastávajú pri dodržiavaní technologického postupu, ktorý predpisuje poradie a spôsob vykonania jednotlivých operácií a stanovuje:

- základný materiál a polotovary (osivá, hnojivá)
- strojovú a ostatnú techniku
- výkonové a ostatné normy
- časovú následnosť operácií
- spôsob kontroly

K problematike ekonomického hodnotenia technologických postupov je možné sformulovať nasledujúce závery:

- efektívnosť strojovej techniky súvisí predovšetkým s výškou dosahovaných nákladov v prevádzke a ich hodnotu ovplyvňuje aj spôsob využívania techniky
- zvyšovanie efektívnosti výroby si vyžaduje využívanie technologických postupov s nižšou kapitálovou aj energetickou náročnosťou
- na poľnohospodársku výrobu nemožno pozeráť ako na jednorazový stav, je to proces meniaci sa v čase a v priestore (Ďuďák, 2009)

Synek a kol. (1996) definujú efektívnosť ako pomer výstupu a vstupu (napríklad pomer výnosov z investície a nákladov na ňu – efektívnosť investície). Podnik pracuje efektívne, keď všetky svoje zdroje plne využíva pri najvyššej možnej hospodárnosti.

Samuelson – Nordhaus (2000) definujú efektívnosť ako použitie ekonomických zdrojov, ktoré prináša maximálne možné uspokojenie potrieb s danými inputmi, technikou a technológiou. Efektívnosť je jedným z ústredných pojmov ekonómie. Efektívnosť znamená, že nedochádza k plytvaniu, resp. že zdroje ekonomiky sa využívajú čo najefektívnejšie na uspokojovanie potrieb a požiadaviek ľudí.

Kupkovič (1999) vyjadruje efektívnosť ako ekonomickú kategóriu, ktorá v sebe sústreďuje hlavné stránky ekonomickej činnosti podniku. Efektívnosťou sa môže rozumieť úspešná výrobná-hospodárska činnosť podniku, uplatňovanie novej technológie, alebo organizácie práce, zníženie noriem spotreby a vlastných nákladov, zvýšenie zmennosti, rovnomernosti výroby a kvality výrobkov, odstránenie namáhavosti práce a zdraviu škodlivého prostredia a pod. Efektívnosťou sa vyjadruje všetko, čo zlepšuje východiskový stav.

Ak chceme ovplyvniť efektívnosť výrobného procesu, jedna z ciest je doceliť to cez zníženie variabilných nákladov. Medzi tieto náklady patria materiálové náklady ako sú spotreba hnojív, osív a PHM. Taktiež dôležité sú náklady na živú prácu. Jedna z možností ako zvýšiť efektívnosť je znížiť náklady na mechanizované práce, ktoré obsahujú celkové náklady na prevádzku stroja (súpravy) vrátane obsluhy. Jeden z nástrojov, ktorý umožní znížiť tieto

náklady je optimalizácia technologického procesu na základe monitorovania pohybu a prevádzky strojov vo výrobnom procese.

Hlavnými ukazovateľmi, podľa ktorých sa hodnotí ekonomická efektívnosť mechanizačných prostriedkov, sú priame náklady na sledovanú operáciu s uplatnením daného stroja, resp. strojovej súpravy a ukazovatele kvality práce tohto stroja vzťahujúce sa na jednotku výkonnosti. Priame náklady v sebe stelesňujú živú a zhmotnenú nutnú prácu. Do priamych nákladov zahrňujeme súhrn nutných hodnôt, ktoré sa museli vynaložiť na to, aby bola sledovaná operácia zabezpečená. Do priamych nákladov zahrňujeme:

- náklady na pracovný stroj
- náklady na energetický zdroj
- náklady na mzdu obsluhy
- náklady na základný a pomocný materiál

Priame náklady sú najdôležitejším technicko-ekonomickým ukazovateľom prevádzky strojov a súprav, ako aj kritériom na porovnávanie variantných riešení a na určovanie stratégie ročného využívania strojov.

2.1.3 Monitorovanie pohybu strojov na báze GPS

Monitorovanie pohybu strojov na báze GPS môže v poľnohospodárstve slúžiť k zachyteniu priebehu výkonu výrobného postupu v technologickom procese, čo nám umožní optimalizovať ho priebežne, alebo pre ďalšie plánovanie s cieľom zvýšenia efektivity. Z hľadiska technológie použitej pri zachytení a prenose údajov o pohybe stroja na báze GPS ku koncovému užívateľovi môže systémy na monitorovanie pohybu strojov rozdeliť do dvoch základných kategórií:

- **OFFLINE GPS monitoring**

Záznamenáva údaje o pohybe a prevádzke do zabudovanej, alebo vymeniteľnej vysokokapacitnej pamäte. Údaje sú následne spracované až po ich vyčítaní z tejto pamäte do užívateľovho počítača. Špecializované zariadenia tohto typu postupne ustupujú vďaka modernejším ONLINE systémom. OFFLINE zber dát o pohybe je však často akousi bonusovou funkciou navigačných zariadení.

- **ONLINE GPS monitoring**

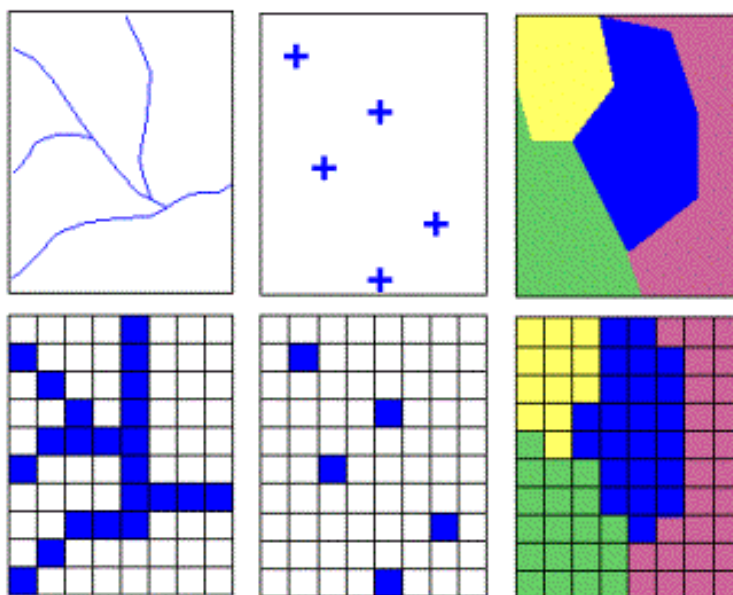
Prenáša údaje o pohybe a prevádzke stroja v reálnom čase na centrálny server, najčastejšie prostredníctvom siete GSM a služby GPRS. Počas výpadkov spojenia, alebo iných nepredvídateľných okolností musí byť zariadenie schopné dostatočne dlhý čas pracovať v režime OFFLINE aby nedochádzalo k strate prevádzkových údajov.

GPS monitoring a GIS

GIS (geografický informačný systém) - predstavuje špecializovaný systém údajov a nástrojov na prácu s nimi. Polohové geografické údaje sú hlavne vektorového charakteru (mapy), určené pre počítačové spracovanie. Špecializácia systémov GIS spočíva v prepájaní mapových a popisných informácií a ich viacvrstvovej prezentácii. Trendom je preberanie údajov do GIS zo systémov satelitného sledovania. Definícia GIS môže byť nasledovná:

Parker (1989) už pred viac ako 25 rokmi definoval GIS ako informačnú technológiu, ktorá ukladá, analyzuje a zobrazuje priestorové a nepriestorové údaje.

Streit (1997) definuje GIS ako na počítačoch založený informačný systém na získavanie, obhospodarovanie, analýzu, modelovanie a vizualizáciu geoinformácií. Geoúdaje, ktoré využíva, popisujú geometriu, topológiu, tematiku (atribúty) a dynamiku (zmeny v čase) geoobjektov.



Obr. 2 Lína, bod a plocha ako vektor vs. raster (Zibolen, 2015)

Moderné GIS systémy dokážu pracovať s rastrovými a vektorovými údajmi, ktoré sú prezentované v niekoľkých vrstvách podľa aktuálnej potreby užívateľa. Základnými prvkami geografického informačného systému sú bod, línia a plocha (obr. 2). GIS musí byť schopný vykonávať nad týmito prvkami operácie ako zjednotenie, alebo prienik prienik, a ďalej musí byť schopný uchovávať a spracovávať ku geografickým údajom ich popisné parametre v zmysle nasledujúcich oblastí:

- Geometria: lokalizácia v priestore
- Topológia: priestorové vzťahy
- Atribúty: popis vlastností objektu
- Dynamika: Temporálne zmeny

2.2 Systémy satelitného sledovania pohybu vozidiel

V súčasnosti je na trhu dostupných mnoho poskytovateľov služieb GPS monitoringu. Ponúkajú množstvo funkcií, od sledovania polohy, cez špecializované riešenie pre medzinárodnú kamiónovú dopravu s meraním spotreby PHM (hladinomery, prietokomery, CAN BUS) až po aplikácie určené pre poľnohospodársky sektor. Princíp fungovania aplikácie satelitného sledovania vozidiel je v každom prípade podobný (obr. 3). Produktom takéhoto systému sú v prvom rade dáta, ktoré sú uložené na serveri v databázovom priestore.



Obr. 3 Princíp monitorovania pohybu vozidiel, alebo strojov (Meitrack Group, 2015)

Prehľad dodávateľov GPS systémov sledovania pohybu pre agronomický sektor

KOMTES - produkt WEBDISPEČINK je webová aplikácia umožňujúca komplexnú správu vozového parku od samotného monitorovania vozidiel v on-line i off-line prevádzke cez evidenciu a analýzu všetkých možných nákladov spojených s prevádzkou vozidiel až po vyhodnotenie neštandardných situácií a ich automatickému odovzdávaniu managementu prostredníctvom štatistík, mailov a SMS.

- poskytuje meranie PHM pomocou hladinomerov, prietokomerov a CAN BUS
- prispôsobenie aplikácie potrebám zákazníka, identifikáciu náradia a obsluhy
- neponúka serverovú aplikáciu ani možnosti úpravy firmvéru GPS jednotky

MRI (Motion Record Intelligence) – produkt GPS monitoring poľnohospodárskej techniky. Jedná sa o ONLINE / OFFLINE monitorovanie pohybu, polohy a práce stroja v ONLINE režime máte k dispozícii okamžitý prehľad pohybu strojového parku v reálnom case v OFFLINE režime máte možnosti spätne v histórii sledovať efektivitu práce stroja a strojevedúceho.

- poskytuje meranie PHM pomocou hladinomerov, prietokomerov a CAN BUS
- poskytuje presmerovanie nazbieraných údajov do externého informačného systému

QADRA (SmartPT GPS tracking) – predstavuje ucelený systém od GPS jednotiek s vlastným firmwarom s možnosťou úpravy, vývoja nového príslušenstva a nadštandardným hardvérovým vybavením – 2.4GHz RF modul a multi GNSS modul. Súčasťou je serverová aplikácia pre priamy prístup k dátovým štruktúram a vzdialený prístup k low-level funkcionalite GPS jednotiek a pripojeného príslušenstva. Serverová aplikácia, ale aj webové rozhranie je pripravené pre implemetáciu akýchkoľvek požadovaných funkcionalít, nakoľko sa aktívne podieľam na ich vývoji a programovaní.

- poskytuje meranie PHM pomocou hladinomerov, prietokomerov a CAN BUS
- prispôsobenie aplikácie potrebám zákazníka, identifikáciu náradia, obsluhy, činnosti
- ponúka serverovú aplikáciu, DB vrstvu a možnosti úpravy firmvéru GPS jednotky
- poskytuje priame prepojenie a interakciu s agronomickým softvérom SKEAGIS

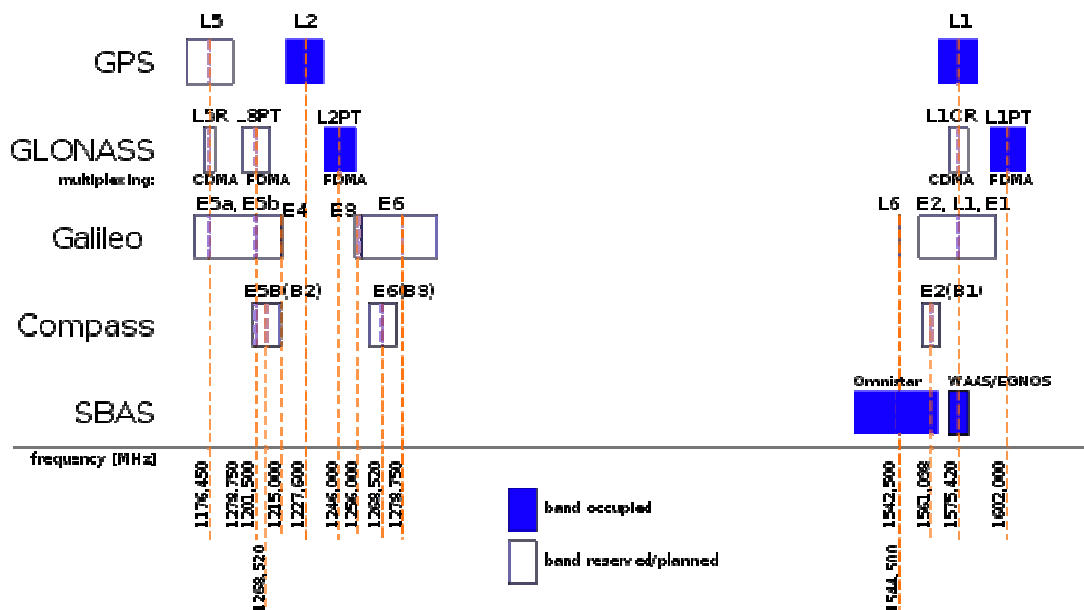
2.2.1 GPS, GLONASS, Beidou a Galileo

V súčasnosti je prevádzkovaných niekoľko globálnych družicových polohových systémov (GNSS) rôznymi krajinami sveta. Najznámejším a najrošírenejším je Americký GPS. Ďalej Ruský GLONASS, čínske Beidou a v posledných rokoch dlho pripravované Európske Galileo (obr. 4). Faktom je, že budovanie takýchto systémov je pre zúčastnené krajiny mimoriadne nákladné a zároveň strategicky dôležité.

Globálne družicové polohové systémy (GNSS)	
Zastaralé	Transit • CIKADA • PARUS
V prevádzke	DORIS • GLONASS • GPS
Vo vývoji	BEIDOU • Galileo
Rozširujúce	EGNOS • CWAAS • GAGAN • MSAS • WAAS
Technológie	SBAS, LAAS, DGPS

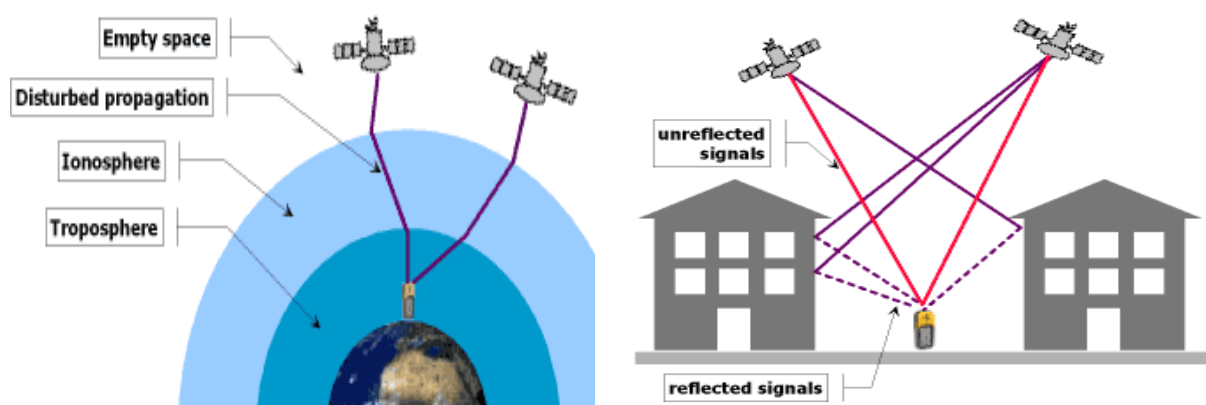
Obr. 4 Prehľad dostupných družicových polohových systémov (WIKIPEDIA, 2015)

Kým pred niekoľkými rokmi boli štandardom základané GPS, alebo GLONASS moduly schopné spracovávať signál z maximálne 9 satelitov, neskôr vznikali hybridné moduly schopné pracovať naraz na viacerých frekvenciách a spracovávať signál až zo 14 satelitov na rôznych frekvenciách GNSS (obr. 5).



Obr. 5 Rozloženie frekvenčného pásma 1176,45~1602MHz pre GNSS (Wikipedia, 2015)

Kedže rádiový prenos signálu zo satelitov je vlnového charakteru, platia preň určité fyzikálne zákony a to hlavne zákon lomu a odrazu, podobne ako pre svetlo (obr. 6). To znamená, že pri prechode jednotlivými vrstvami atmosféry s rôznou hustotou, mení sa smer rádiovkej vlny – vláme sa. Tento dej nastáva v horných vrstvách atmosféry. Naopak v relatívne tesnej blízkosti samotného GNSS prijímača nastávajú odrazy od budov, stromov a podobne. Preto je dôležité použiť kvalitnú anténu a prijímač. Dôležité je tiež spomenúť, že frekvencie využívané k prenosu signálu zo satelitov neprechádzajú predmetmi aj s nízkym indexom elektromagnetického tienenia. Problémom však nie sú plasty, alebo sklo.



Obr. 6 Nepresnosti zapríčinené vplyvom atmosféry a odrazených signálov (Zibolen, 2015)

Nepresnosti spôsobené atmosférickými vplyvmi, ale aj umelá nepresnosť zavádzaná do voľných kanálov GNSS systémov sú lokálneho charakteru. To znamená, že pre skupinu GPS prijímačov na území v okruhu niekoľko kilometrov je nepresnosť veľmi podobná. To znamená, že ak máme k dispozícii presne geograficky zameraný bod, dokážeme mieru nepresnosti v danej lokalite odčítať a vo forme korekcie aplikovať na údaje z GNSS prijímačov nachádzajúcich sa v tomto okruhu. Jedná sa o riešenie typu referenčná stanica.

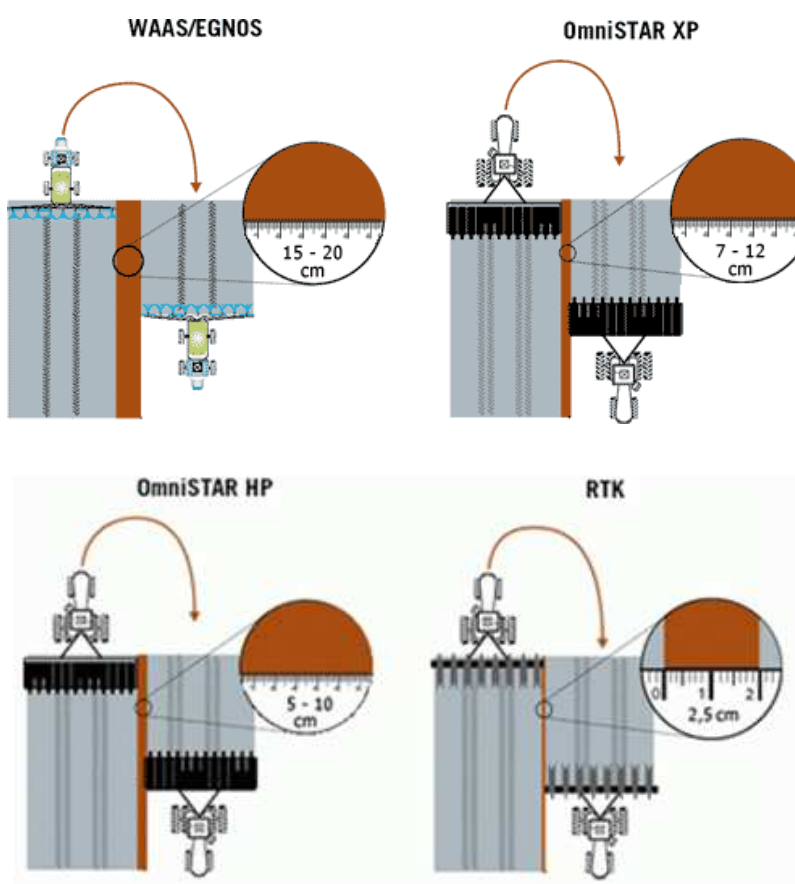
2.2.2 Korekcie pozičného signálu a kompenzácia terénu

Na trhu sú dostupné nasledovné korekčné služby: WAAS/EGNOS, OmniSTAR VBS, OmniSTAR® XP/HP a RTK. Najznámejšie bezplatné korekčné satelitné signály sú európsky EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) a americký WAAS (Wide Area Augmentation System) (obr. 7). Pozostávajú z geostacionárnych satelitov a pozemných staníc. Každá metóda korekcie pozičných údajov dosahuje rozdielne zvýšenie presnosti.

OmniSTAR je zakódovaný DGPS systém, pričom užívatelia dostávajú od spoločnosti kód na odblokovanie. Využíva geostacionárne satelity a jeho signál pokrýva takmer celú osídlenú plochu Zeme. Poskytuje tri úrovne presnosti: VBS, HP a XP.

RTK (Real Time Kinematic) je najpresnejším systémom, ktorý umožňuje absolútnu presnosť určenia polohy v rozmedzí ± 2 cm. Princíp spočíva v prijímaní RTK signálu z rôznych pozemných korekčných staníc (Galambošová, 2008).

Systém RTK pozostáva z lokálnej základňovej stanice, ktorá sa nachádza priamo na poli alebo vedľa poľa a ktorá cez RTK rádio prenáša korekčný signál k modulu StarFire iTC umiestnenom na vozidle s RTK prijímačom. Základňová stanica monitoruje zoskupenie satelitov systému GPS a kontinuálne vypočítava polohu. Keďže základňová stanica je stacionárna a nepohybuje sa, jednotlivé chyby možno vypočítavať v reálnom čase. Takáto chyba je potom vysielaná cez rádio RTK k mobilnému prostriedku, ktorého prijímač signálu využíva túto informáciu pre výpočet vysokopresnej korigovanej polohy daného objektu (John Deere, 2010).



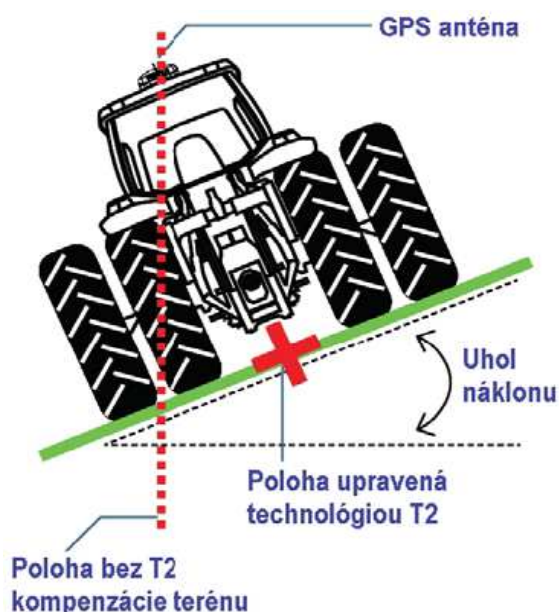
Obr. 7 Diferenciálne korekcie – centimetrová presnosť(AgLeader, 2010)

Negatívny vplyv terénu na presné určenie polohy sa prejavuje hlavne jazdou na svahoch, ale aj po nerovnom teréne. Na elimináciu tohto faktora existuje riešenie, tzv. kompenzátor svahovitosti terénu využívajúci technológiu T2 alebo T3. 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 (obr. 8). Takto ostáva paralelná vzdialenosť jednotlivých jazd stále rovnaká (Švarda, 2008).

Medzi prístroje, ktoré umožňujú použiť túto technológiu patria senzory, akcelerometer a gyroskop. Pomocou akcelerometrov a gyroskopov je možné presne zmerať sklon a zmenu sklonu terénu. Systém sníma všetky nerovnosti, ako sú jamy, skaly a zmeny v sklonoch a svahovitosti terénu a následne kompenzuje pozíciu vozidla.

Akcelerometer stanovuje uhol naklonenia určením smeru k stredu zeme použitím gravitačného pôsobenia. Určením smeru k stredu zeme sa môže určiť naklonenie vozidla a môže sa aplikovať správny kompenzačný faktor vzhľadom ku GPS polohe.

Gyroskop meria rýchlosť ktorou sa mení uhol naklonenia. Meranie spočíva na princípe merania minútových výkyvov silikónového prstenca a následného vypočítania zmien vo výkyvoch, keď sa gyroskop otáča okolo svojej osi (AgLeader, 2015).



Obr. 8 Kompenzácia svahovitosti terénu pomocou T2 (AgLeader, 2010)

2.2.3 Hardvérové vybavenie – GPS jednotka a jej rozhrania

Pre potreby poľnohospodárstva je potrebné použiť GPS jednotky, ktoré okrem kvalitného GPS prijímača spĺňajú vysoké nároky na sledovanie rôznych prevádzkových veličín. Dôležitým parametrom je tiež mechanická odolnosť a odolnosť voči prašnému prostrediu a v niektorých prípadoch je tiež potrebná ochrana proti vysokej vlhkosti prostredia. V tejto práci je popísaná GPS jednotka s označením VT300 od spoločnosti QADRA (obr. 9), s ktorou som podrobne oboznámený, ako na úrovni hardvérového vybavenia tak aj softvérového vybavenia – firmwaru GPS jednotky, nakoľko ako som už spomenul sa aktívne podieľam na vývoji.

V spoločnosti QADRA sa aktívne podieľam na vývoji firmware – riadiaceho programu pre túto GPS jednotku, ktorá je na trhu dostupná od roku 2013. V spolupráci s výrobcom sme odvtedy aplikovali mnohé vylepšenia a rozšírenia riadiaceho softvéru. GPS jednotka sa osvedčila práve v oblasti GPS monitoringu pre poľnohospodárske aplikácie.



Obr. 9 Moderná GPS jednotka VT300 pre monitorovanie prevádzky (QADRA, 2015)

Hardvérové vybavenie GPS jednotky – rozhrania pre styk s okolím

- priemyselný GSM modul Cinterion BG2 pre SMS komunikáciu a GPRS prenosy
- GPS modul MTK3333 – multi GNSS riešenie s príjmom z rôznych systémov
- interná FLASH pamäť s kapacitou 4MB pre zrkadlové ukladanie dát (FIFO)
- 3D akcelerometer - výstupy je možné aplikovať ako korekciu svahovitosti terénu
- rozhranie RF 2.4GHz pre obojsmernú rádiovú komunikáciu s príslušenstvom
- vstupno / výstupný port: 4 vstupy (z toho 2 analógové 10-bit) / 4 výstupy
- sériový port RS232 s nastaviteľnou logickou úrovňou výstupu pre príslušenstvo
- po nasadení vodotesnej nadstavby, vďaka gumovým tesneniam krytie až IP67

2.2.4 Napojenie na vozidlovú zberniciu SAE1939/J1708

CAN BUS (Controller Area Network) je zbernica, využívaná najčastejšie pre vnútornú komunikačnú sieť senzorov a funkčných jednotiek automobilov a moderných traktorov. Táto zbernica slúži na synchronizáciu riadiacich jednotiek a diagnostiku traktoru (obr. 10). Servisný technik dokáže diagnostikovať problém, prípadne zmeniť nastavenia riadiacej jednotky motora, alebo prevodovky. Zbernica dosahuje teoretickú maximálnu rýchlosť 1 Mb/s. Vďaka mikrokontroléru s CAN rozhraním je možné bezpečne „naslúchať“ údaje, ktoré sú objektom záujmu. Najčastejšie sa kontroluje spotreba paliva a prevádzkové parametre motora, ako teplota, otáčky, motohodiny, alebo zaťaženie motora (obr. 11).



Obr. 10 ukážka rozvetvenia zbernice v traktore (John Deere, 2015)

Špecifiká poľnohospodárskych strojov spočívajú v rozdielnom kódovaní niektorých hodnôt oproti klasickým nákladným vozidlám. Zbernica CANBUS je zvyčajne dostupná cez diagnostický konektor (obr. 12). Stretávame sa však aj so skrývaním niektorých údajov pod úroveň diagnostiky, kedy k ich vyčítaniu nestačí bezpečný režim LISTEN ONLY. Bezpečné (bezkontaktné) a zodpovedné využívanie zbernice CAN BUS (obr. 13) pri GPS monitoringu poľnohospodárskych strojov však môže výrazne prispieť k hodnote získaných údajov.

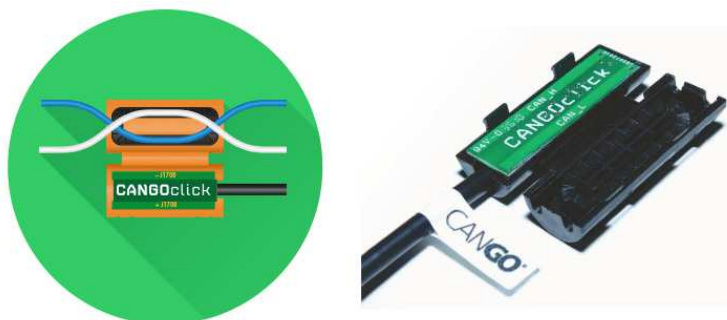
SAE1939	J1708	Popis získaného údaje
✓	✓	Otáčky motoru
✓	✓	Rýchlosť vozidla
✓		Poloha pedálu akcelerácie
✓		Poloha brzdového pedálu
✓	✓	Hodnota celkovo spotrebovaného paliva
✓	✓	Celkový počet motohodín
✓	✓	Hladina paliva PHM v nádrži
✓	✓	Priemerná spotreba
✓		Denný nájazd kilometrov
✓		Vzdialenosť do servisnej prehliadky
✓		Teplota chladiacej kvapaliny
✓	✓	Prietok paliva
✓	✓	Aktuálna spotreba
✓		Palivo spotrebované za cestu
✓		Zaťaženie motoru
✓		Hladina Adblue

Obr. 11 údaje dostupné pod protokolom SAE1939 a J1708 (CANLAB, 2015)



Obr. 12 diagnostická zásuvka v traktore John Deere (QADRA, 2014)

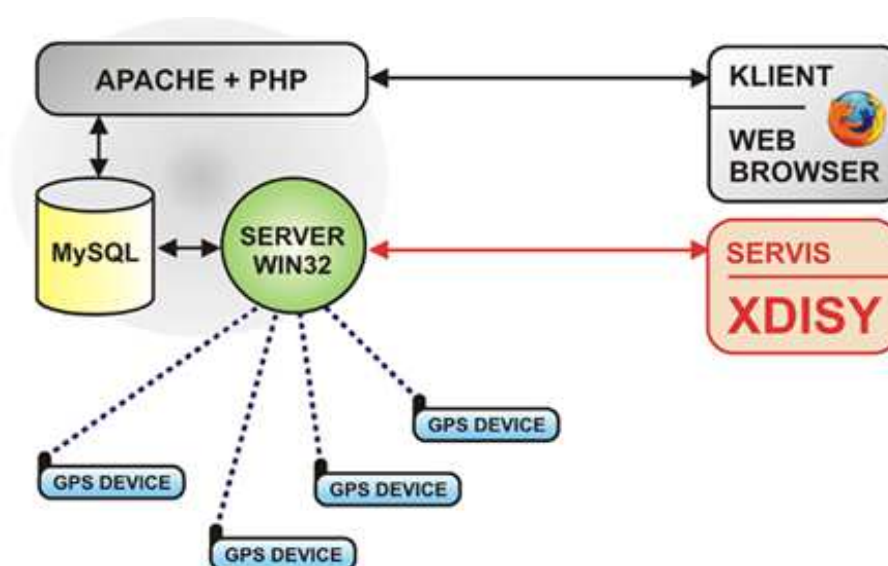
Bezkontaktné pripojenie na zbernicu CAN BUS, založené na princípe indukčného snímania prúdu na vodičoch zbernice, predstavuje ideálny spôsob ako sa k zbernici pripojiť bezpečne. V prvom rade pri nových strojoch nedochádza k zásahu, ktorý by mohol ovplyvniť záruku poskytovanú výrobcom, keďže je vylúčený akýkoľvek zápis na zbernicu. Nevýhodou je však nedostupnosť údajov v prípade, že je nutné simulovať diagnostické príslušenstvo..



Obr. 13 bezkontaktné pripojenie na zbernicu (CANGO, 2015)

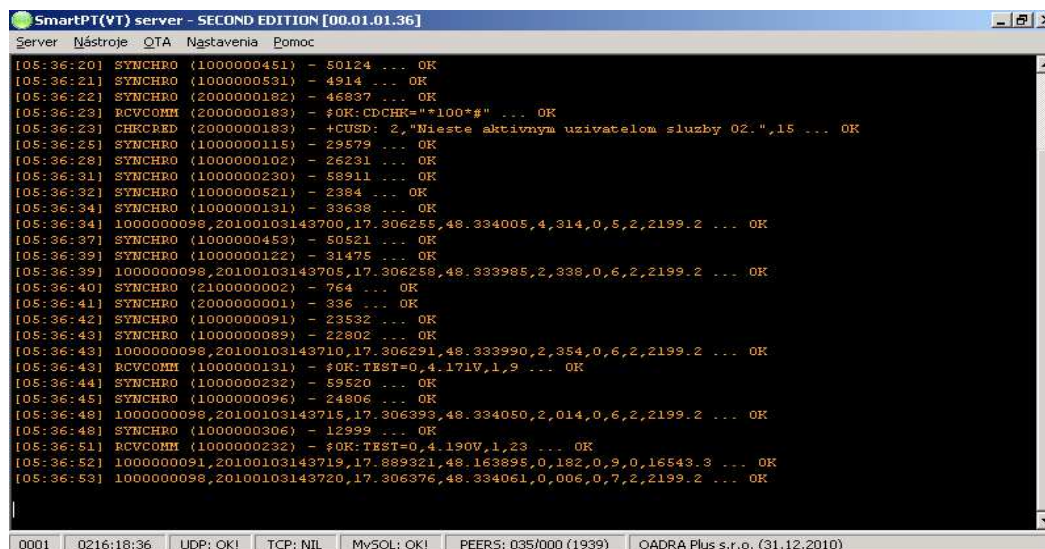
2.2.5 Softvérové vybavenie – GPS server SmartPT

Základom je serverová aplikácia ktorá komunikuje so zariadeniami podľa naprogramovaných pravidiel a získané údaje odovzdáva ďalšej vrstve. Spojovacou vrstvou je rozsiahla databázová vrstva, v ktorej sa údaje zo servera zhromažďujú. Webové užívateľské rozhranie v tretej aplikačnej vrstve potom tieto údaje reprezentuje koncovému užívateľovi (obr. 14). Výhodou takejto koncepcie je variabilita a jednoduché dopĺňanie nových funkcií do systému. (Gombík, 2010).



Obr. 14 princíp fungovania aplikácie sledovania vozidiel SmartPT (Gombík, 2014)

Serverová aplikácia preberá nasímané prevádzkové údaje a ukladá ich do databázovej vrstvy - štruktúr typu MySQL, prehľadne a logicky rozdelené do tabuliek a stĺpcov s indexovaním nastaveným na maximálny výkon databázového serveru (obr. 15).



Obr. 15 okno serverovej aplikácie na zber dát o pohybe vozidiel (QADRA, 2014)

2.2.6 Sledovanie pohybu stroja počas práce na poli

Kinematika strojov a súprav sa zaoberá spôsobmi pohybu súprav z geometrického hľadiska (obr. 16). Mobilná súprava pri práci vykonáva pracovnú i nepracovnú dráhu v pravidelne sa opakujúcich cykloch. Potom je možno nájsť taký spôsob pohybu po parcelách, aby stroj dosahoval čo najvyššiu možnú efektívnosť (či už po stránke kvalitatívnej alebo kvantitatívnej) (Procházka, 1986). Medzi základné činitele kinematiky strojov a súprav patria jazdy strojov, kinematická charakteristika súprav, spôsoby a dĺžky otáčania.



Obr. 16 záznam pohybu stroja na poli vo vysokom rozlíšení (QADRA, 2015)

Najčastejšie používané súradnicové systémy u nás sú WGS84 a S-JTSK (Rataj, 2104)

Pri pohybe súpravy treba rozlišovať pracovné (2) a nepracovné prejazdy (3). Pracovné prejazdy L_p tvorí dráha prejdená súpravou pri vykonávaní prikázaného pracovného procesu (orba, podmietka, sejba a pod.). Nepracovné prejazdy L_x tvorí dráha prejdená súpravou, pri ktorej sa nevykonáva prikázaný pracovný proces, ale tieto prejazdy sú na vykonávanie daného procesu nevyhnutné (jazdy naprázdno). Medzi nepracovné jazdy patrí otáčanie súpravy, prechádzanie z jednej parcely na druhú a doplnkové jazdy na parcele pri nevyhnutných dorábkach. Pomer pracovných jazd k celkovým jazdám možno vyjadriť koeficientom pracovných jazd (1).

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} \quad (1)$$

kde: L_p – dĺžka pracovných jazd na danom pozemku/parcele), m

L_x – dĺžka nepracovných jazd na danom pozemku (parcele), m

Dĺžku pracovných jazd možno vyjadriť vzťahom:

$$L_p = \frac{C \cdot L}{B} \quad (2)$$

kde: C – šírka parcely, m

L – pracovná dĺžka jazdy, m

B – pracovný záber stroja, m

Dĺžku nepracovných jazd možno vyjadriť:

$$L_x = l_x \cdot n_x + l_z + l_d \quad (3)$$

kde: l_x – dĺžka otáčania sa súpravy, m

n_x – počet otáčok na parcele

l_z – dĺžka dráhy na zájdenie súpravy na parcelu, m

l_d – dĺžka nevyhnutných doplnkových jazd na parcele, m

Potom možno koeficient pracovných jazd vyjadriť ako:

$$\varphi = \frac{C \cdot L}{C \cdot L + B(l_x \cdot n_x + l_z + l_d)}$$

Súpravy je možno chápať ako hmotné body, ktoré sa pohybujú po pracovnom mieste určitou rýchlosťou a vytvárajú vlastné trajektórie. Podľa trajektórií možno po zjednodušení znázorniť schému pohybu. Na to však treba poznať činitele, ktoré kinematicky charakterizujú súpravu a to hlavne:

- a) **kinematický stred súpravy O_s** – je to bod, podľa ktorého posudzujeme pohyb celej súpravy. Tento bod je:
- pri súpravách s kolesovými energetickými prostriedkami v priesečníku pozdĺžnej osi a osi hnacích kolies,
 - pri súpravách s kĺbovým traktorom v strede kĺbu,
 - pri súpravách s traktormi so štyrmi hnacími kolesami v priesečníku priamok spájajúcich protiľahlé stredy hnacích kolies,
 - pri súpravách s pásovými traktormi v priesečníku pozdĺžnej osi traktora a ťažiska otáčania, ktoré sa mení podľa zaťaženia traktora. Pri bežných výpočtoch možno za stred pokladať priesečník pozdĺžnej osi traktora a súradnice ťažiska traktora (priesečník uhlopriečok okrajov pásov).
- b) **kinematická (výjazdová) dĺžka súpravy e** – je to vzdialenosť medzi kinematickým stredom súpravy a pracovnými orgánmi hlavných strojov. Táto vzdialenosť predstavuje dráhu prejdenú pri priamočiarom pohybe, o ktorú treba premiestiť kinematický stred súpravy, aby pracovné orgány hlavných strojov dosiahli pôvodnú čiaru stredu súpravy,
- c) **polomer otáčania súpravy R** – súprava sa otáča okolo okamžitého stredu otáčania O . Vzdialenosť medzi bodmi O_s a O , je polomer otáčania. Na kinematické výpočty budeme polomer otáčania pokladať za stály, zistíme ho experimentálne alebo výpočtom (4):

$$R = L_t \cdot \cos \alpha + a \quad (4)$$

kde: L_t – rázvor osí traktora, m

α – uhol natočenia kolesa, °

a – vzdialenosť čapu od pozdĺžnej osi traktora, m

- d) **kinematická šírka súpravy B_s** – je vzdialenosť medzi krajnými bodmi charakteristickými pre otáčanie súpravy. Vhodné je určiť ju zo schémy zostavenia súpravy (symetrická alebo nesymetrická).

Podľa tvaru môžu byť otáčky s otvorenou slučkou (hruškovitý tvar), s uzavretou slučkou (osmičkový tvar) a špeciálne (pri súpravách s neseným systémom spojenia). Špeciálne otáčky sa používajú zriedka, pretože pri nich treba zastavovať súpravu, preradovať rýchlostné stupne a čas zastávok je pomerne veľký. Pri zastavovaní a rozbiehaní súpravy sa zvyšuje aj spotreba motorovej nafty.

Podľa spôsobu práce mobilných súprav môžeme použiť otáčky, ktoré možno rozdeliť do dvoch základných skupín:

Otáčanie o 90° - používa sa obmedzene pri práci súprav zo štyroch strán (alebo pri práci na úvratiach parciel). Schémy a vzorce pre výpočet ich dĺžok uvádzame nasledovne:

- základná (neslučková) otáčka
- slučková otáčka
- špeciálna s cúvaním

Otáčanie o 180° - toto otáčanie je najčastejšie a používa sa pri všetkých záhonových spôsoboch pohybu. Podľa vzdialenosti medzi jazdami súpravy nasledujúcimi po sebe (X , R je polomer otáčky) možno tieto otáčky rozdeliť na:

- neslučkové – používajú sa, keď $X > 2R$
- slučkové – robia sa, keď $X < 2R$

Spôsob pohybu strojov po parcele je možno charakterizovať ako určité usporiadanie pracovných a nepracovných jzd, ktorésa opakujú pravidelných cykloch. Podľa tohto usporiadania možno urobiť klasifikáciu spôsobov pohybu. Výber spôsobov pohybu závisí od vykonávanej pracovnej operácie, odpožiadaviek na kvalitu práce, od spôsobu technologickej obsluhy, stavu pozemku a jeho rozmerov a od požiadaviek na efektívnosť vykonávanej práce (obr 17). Obchádzanie prekážok je dobrým príkladom negatívneho vplyvu na efektívnosť akejkoľvek vykonávanej práce a činnosti na parcele.



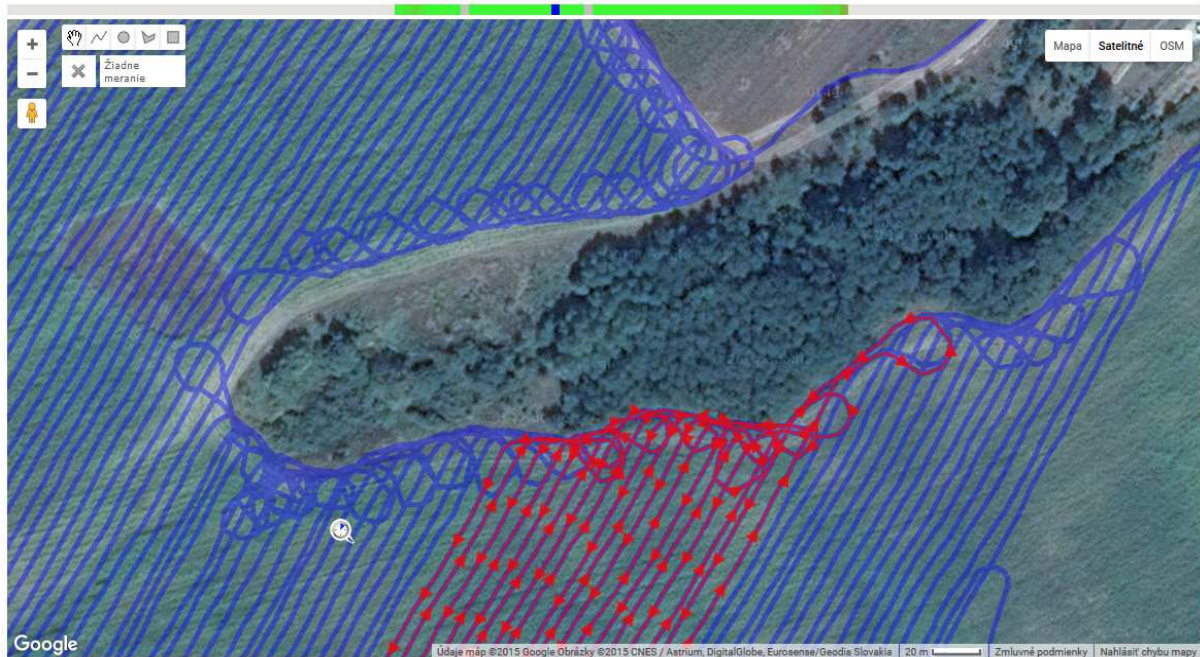
Obr. 17 obchádzanie prekážok zvyšuje náročnosť vykonávaných operácií (QADRA, 2015)

Na vykonanie požadovaných pracovných operácií poľnohospodárskymi strojmi (súpravami) sa používajú tieto základné spôsoby pohybu: záhonové (honové), diagonálne (uhlopriečne) a figúrové (kruhové).

a) **záhonové spôsoby pohybu súprav** – pracovné jazdy súpravy sa vykonávajú priamočiarym pohybom. Pri otáčaní vykonáva súprava obvyčajne jazdy naprázdno slučkovými alebo neslučkovými otáčkami o 180° . Medzi tieto spôsoby patrí základný pohyb súprav, t. j. člnkový, do skladu, do rozkladu, prípadne s prekrytím.

- člnkový spôsob – je najjednoduchší honový spôsob pohybu z hľadiska organizácie práce, pretože odpadá vymeriavanie pozemku na záhony. Súprava začne pracovať na jednej strane pozemku. Jednotlivé pracovné jazdy sú rovnobežne vedľaseba, ale každá nasledujúca jazda má opačný smer (obr. 18). Používa sa hlavne pri sejbe, príprave pôdy a zberových prácach.
- spôsob pohybu do skladu alebo rozkladu – tento spôsob pohybu je z kinematického hľadiska rovnocenný. Rozdiel je len v mieste začatia práce súpravy na záhone. Pohyb súpravy do skladu alebo rozkladu a kombinácia týchto pohybov

sa použije predovšetkým pri základnej a predsejbovej príprave pôdy (podmietka, orba) a pri zberových prácach.



Obr. 18 ukážka záznamu záhonového spôsobu pohybu súpravy na poli (QADRA, 2015)

b) **diagonálne (uhlopriečné) spôsoby pohybu** – pri tomto spôsobe sa súprava pohybuje priamočiarno pod určitým uhlom ($\alpha = 30^\circ$ až 45°) k dlhšej strane záhonu. Podľa počtu sledov poznáme spôsoby pohybu jednosledové a dvojsledové.

- jednosledový (uhlopriečný člnkový) spôsob – po prvej jazde, ktorá sa robí pri najvýhodnejšom uhle (30° až 45°), spracuje sa najprv jedna časť záhona a potom druhá časť,
- dvojsledový (uhlopriečný) spôsob– súprava sa pohybuje po uhlopriečke záhona a po dosiahnutí protiľahlej strany sa otáča o 90° a pohybuje sa kolmo na predchádzajúcu jazdu (okrem druhej a predposlednej jazdy). Najvhodnejší tvar záhona je štvorcový. Preto je výhodné dlhší pozemok rozdeliť na jednotlivé záhony, ktoré sa tvarom približujú štvorcu. Keď je pole rozdelené, výhodné je všetky záhony spracúvať súčasne.

c) **kruhové (figúrové) spôsoby pohybu súprav** – pri kruhovom spôsobe pohybu sa do pracovnej jazdy súpravy zahŕňa okrem priamočiarych pohybov ja veľká časť pohybov pri otáčaní. Súčiniteľ pracovných jazd je najvyšší, ale nespĺňa požiadavky na kvalitu práce. Používa sa pri zberových prácach a pri príprave pôdy.

V praxi sa tiež stretávame s požiadavkou na upozornenie pri neželaných typoch prejazdov a presotojov na parcele (obr. 19), ktoré je možné optimalizáciu pracovnej činnosti eliminovať.



Obr. 19 ukážka záznamu neželaných typov prejazdu cez pole (QADRA, 2015)

2.2.7 Sledovanie spotreby PHM a kontrola tankovaní

Sledovanie spotreby PHM umožňuje sledovať spotrebu paliva pre jednotlivé pracovné úkony, ale aj odhaliť prípadné úniky paliva. Vďaka tomu sa môže výrazne zvýšiť návratnosť investície do systému GPS monitoringu. Sledovanie spotreby PHM je možné realizovať na niekoľkých úrovniach, podľa požadovanej presnosti a podľa typu pracovného stroja (obr. 20).

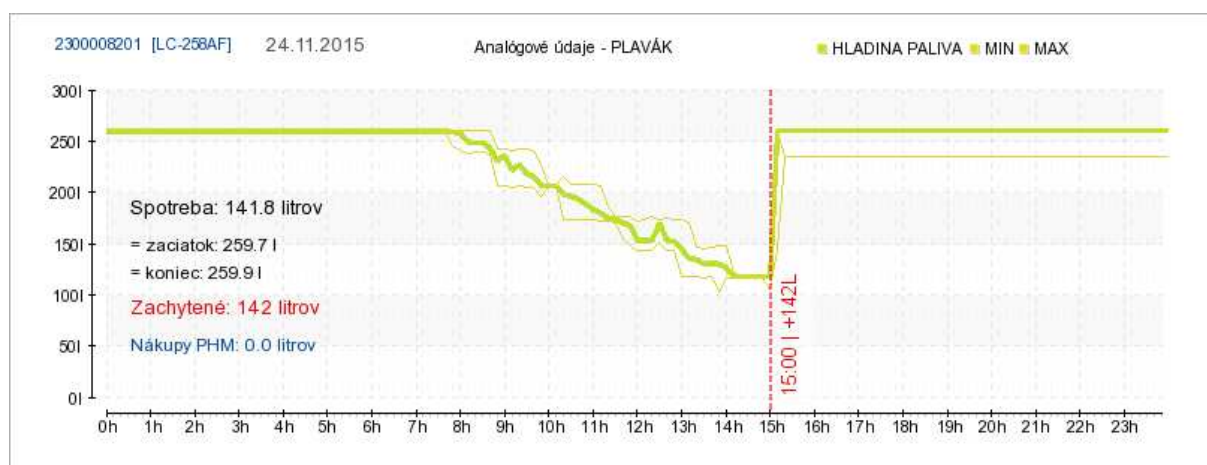
- základným prvkom je originálny plavák zabudovaný v stroji, ktorý poskytuje orientačný údaj o hladine v nádrži, vhodné na detekciu prírastku / úbytku PHM
- pokročilým a presnejším spôsobom je inštalácia kapacitného hladinomeru do nádrže vozidla, vhodné na merania spotreby PHM medzi výkonom činnosti
- mechanickým prietokomerom kedy sa meria prívod paliva do motora a prepád paliva späť do nádrže – dovjkomorový konvenčný prietokomer
- elektronickým prietokomerom, keď sa spotreba paliva počíta na tryskách motora, na základe tohto údaje je dopočítavaný virtuálny elektronický prietokomer



Obr. 20 pokročilý hladinomer a mechanický prietokomer (MESIT, 2015)

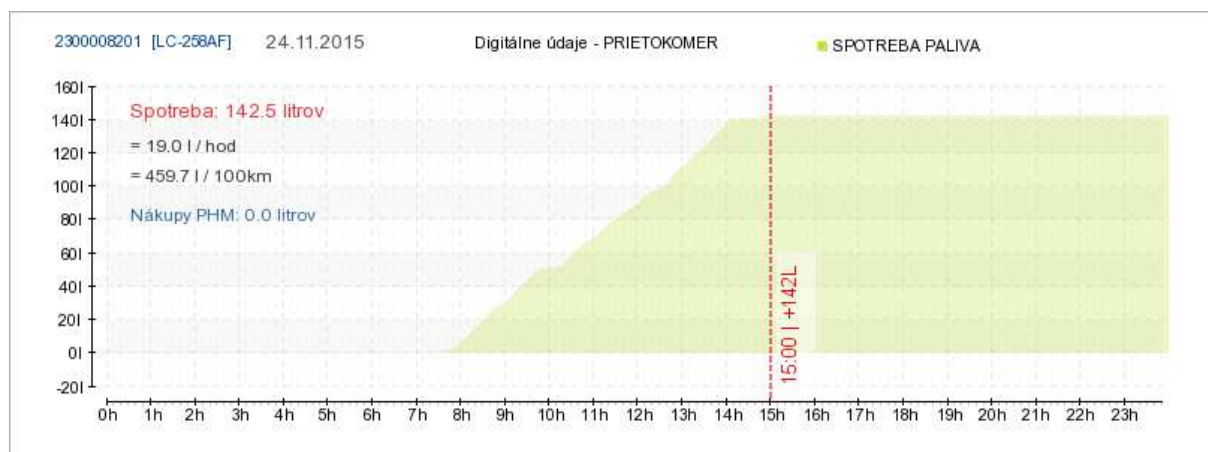
Moderné kapacitné hladinomery väčšinou disponujú vlastným riadiacim procesorom, ktorý namerané údaje aproximuje podľa kalibračnej krivky, kompenzuje na základe teplotnej rozťažnosti, prípadne permitivity paliva, alebo náklanu vozidla. Takto spracovaný údaj je následne prevedený na litre alebo percentuálne vyjadrenie stavu v rozsahu kapacity nádrže. Okrem najrozšírenejších kapacitných hladinomerov, existujú tiež hladinomery, pracujúce na princípe plaváku s vysokým rozlíšením. Nevýhodou meranie PHM hladinomerom sú vysoké vstupné náklady a nutnosť zásahu do palivovej nádrže spojená s rizikom znečistenia palivového systému mechanickými nečistotami.

Systémy sledovania spotreby PHM je možné doplniť mechanickým zabezpečením nádrže znemožňujúcim odcudzenie PHM z palivovej nádrže. Mechanické zabezpečenie je najčastejšie realizované ako sitko do nádrže a uzamykateľné veko palivovej nádrže.



Obr. 21 ukážka priebehu vývoja hladiny paliva – cez zabudovaný plavák (QADRA, 2015)

Údaj o hladine paliva je možné získať aj zo zabudovaného plaváku vo vozidle. Toto riešenie nedosahuje presnosti merania ako kapacitný hladinomer, v moderných strojoch v kombinácii s elektronickým prietokomerom je však dostačujúce. Krivka na grafe má klesajúcu tendenciu pri spotrebe paliva a pri tankovaní zachytíme prírastok (obr. 21). Pri niektorých traktoroch je možné čítať údaj o hladine paliva cez CAN BUS. Ak nie, číta sa cez analógový vstup mikroprocesora a podľa potreby sa pred aplikáciu vyfiltruje.



Obr. 22 ukážka priebehu spotreby paliva – cez elektronický prietokomer (QADRA, 2015)

Elektronický aj konvenčný mechanický prietokomer má za úlohu odsledovať množstvo reálne „spáleného“ paliva. Konvenčný prietokomer vyhodnocuje spotrebu na základe prietoky PHM na vstupe do motora a výstupe do predadu. Elektronický prietokomer meria množstvo spáleného paliva na tryskách motov typu common rail.

2.2.8 Ostatné sledované parametre prevádzky

- celkový čas aktivity brzdy v sekundách
- celkový čas „v ťahu“, nenulový plyn
- celkový čas jazdy bez spotreby paliva
- celkový čas prekročenia maximálnych otáčok v tahu
- čas jazdy s konstantným plynovým pedálom
- spotrebované palivo počas státia, rozlíšenie 10ml
- doba zapnutého motoru keď sú otáčky väčšie ako 0 rpm
- čas keď otáčky sú v nastavenom rozmedzí ekonomických otáčok
- spotrebované palivo keď otáčky sú v rozmedzí ekonomických otáčok
- prejdená vzdialenosť/čas nad horný limit ekonomických otáčok

- čas jazdy pri prekročení nastaveného limitu rýchlosti
- presná doba v pohybu

2.3 Riešenie pre potreby poľnohospodárstva

2.3.1 Identifikácia šoféra a zadávanie činností

Identifikácia obsluhy stroja pomáha vylepšiť záznam prevádzky a v reálnom čase, alebo dodatočne stotožniť konkrétneho pracovníka s výkonom, tankovaním, alebo činnosťou na parcele. Vďaka číselníku na klávesnici je tiež možné zvoliť aktuálne vykonávanú činnosť, alebo zadať množstvo natankovaného paliva (obr. 23). Do stroja je tiež možné odoslať správu s dĺžkou 16 znakov. Toto príslušenstvo je možné konfigurovať na diaľku a prispôbiť ho tak potrebám poľnohospodárskeho podniku.



Obr. 23 identifikácia vodiča a činnosti (QADRA, 2015)

2.3.2 Identifikácia pracovného náradia - jazdy súprav



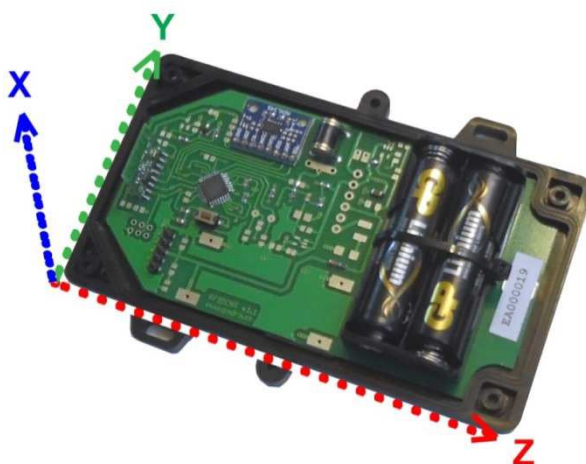
Obr. 24 ukážka inštalácie identifikátora náradia (QADRA, 2015)

Identifikátor náradia predstavuje efektívnu elimináciu zlyhania ľudského faktora zadávania činností. Činnosť a prepravná / pracovná pozícia je detekovaná plne automaticky (obr. 24).

Bezdrôtový identifikátor náradia dokáže nadviazať rádiovú komunikáciu s GPS jednotkou, a zabezpečiť tak odovzdanie informácie o pripojenom pracovnom náradí do nadradeného systému. Jedná sa o batéριοvo napájané zariadenie, ktoré je možné pripevniť na akýkoľvek druh náradia. Ak náradie obsahuje pohyblivé časti a RF identifikátor je vhodne umiestnený, dokáže tiež rozlíšiť pracovnú a prepravnú polohu náradia.

Identifikátor náradia vysiela nasledovné údaje

- identifikačné číslo zariadenia, ktoré je v systéme priradené konkrétnemu náradu
- údaje z akcelerometra, pre osi X / Y / Z od -1g až +1g (obr. XX)
- stav batérie, aby mohol byť užívateľ upozornený na potrebu výmeny



Obr. 25 detail identifikátora náradia (QADRA, 2015)

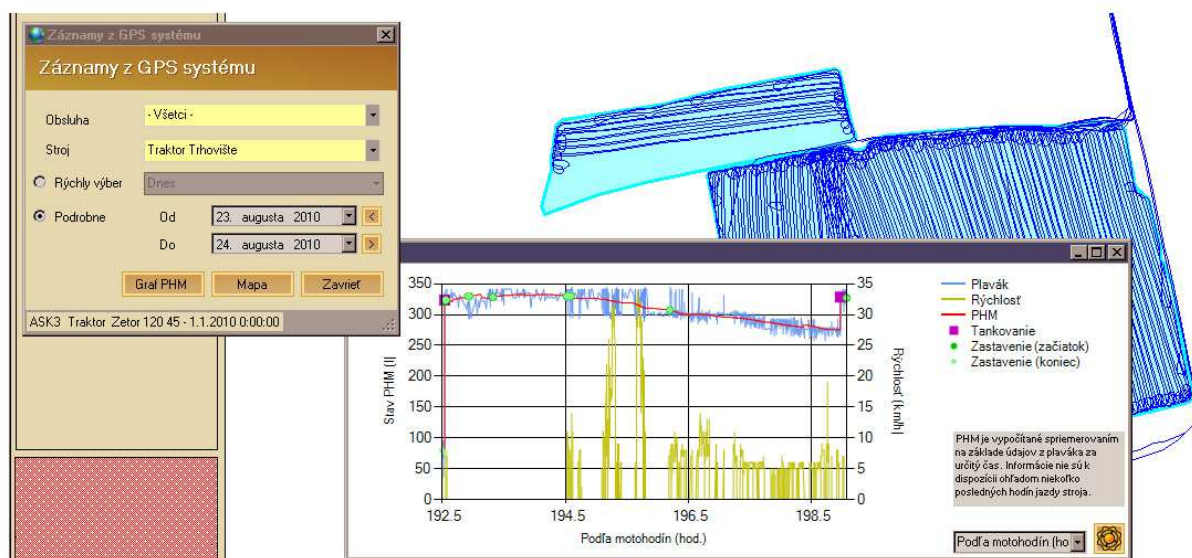
Hlavnou prednosťou označenia pracovného náradia identifikátorom je eliminácia ľudského faktoru, ktorý najčastejšie zlyhá pre bežnej evidencii pracovných činností cez klávesnicu na identifikáciu obsluhy. Detekcia prípojného náradia automaticky nastaví činnosť a rozlíši pracovnú a prepravnú polohu náradia (obr. 25).

2.4 Informačné systémy pre potreby poľnohospodárstva

2.4.1 Informačný systém SKEAGIS (SKEAGIS, Martin)

Agrárny geografický informačný systém SKEAGIS poskytuje informácie pre operatívne

riadenie poľnohospodárskej výroby, umožňuje spracovávať a využívať údaje o objektoch na zemskom povrchu (obr. 26).



Obr. 26 ukážka výstupu GPS modulu systému SKEAGIS (SKEAGIS, 2015)

Systém SKEAGIS ponúka tri základné moduly: Kataster nehnuteľností, Nájomné, Pozemky a rozširujúci modul GPS. Výhodou tohto systému je prepojenie medzi písomnou a grafickou časťou a presná lokalizácia produkčných blokov v teréne na základe práce s ortofotomapou.

Modul Kataster nehnuteľností - Geodetické a katastrálne dáta sú základným prvkom pre získavanie informácií prostredníctvom modulu Kataster nehnuteľností. Sú podkladom pre poskytnutie údajov z katastrálneho operátu, ktorý predstavuje zoznam a popis všetkých nehnuteľností nachádzajúcich sa na jednom katastrálnom území a právach k nim (vlastnícke, záložné, nájomné práva) a ich vizualizáciu v katastrálnej mape a mape určeného operátu príslušného katastrálneho územia.

Modul Pozemky (Agronomická evidencia) - poskytuje prehľad o aktuálnej obhospodarovanej ploche a poľnohospodárskych parcelách - honoch na základe skutočného stavu poľnohospodárskych parciel s vylúčením zarastených a neproduktívnych oblastí na ortofotomape. Modul Pozemky má tieto funkcionality:

Modul GPS (ONLINE GPS riešenie) - spoločnosť Skeagis poskytuje zákazníkovi možnosť monitorovania strojov a sledovania pohonných hmôt pomocou GPS zariadenia.

Monitorovanie polohy strojov

- online sledovanie aktuálnej polohy
- prehľad o pohybe strojov spätne v jednotlivé dni
- prehľad, na ktorej parcele a kultúrnom dieli sa stroj nachádzal s možnosťou zobrazenia informácií na mape
- informácie o dĺžke zastavení strojov s možnosťou identifikácie zastavenia s vypnutým alebo zapnutým motorom

Monitorovanie činností a obsluhy strojov

- pomocou identifikačnej karty zamestnanca a vstupnej klávesnice presná identifikácia kto daný stroj obsluhoval a akú činnosť vykonával
- sprehľadnenie práce zamestnancov – kontrola skutočne vykonanej a evidovanej práce

Kontrola pohonných hmôt

- Sledovanie PHM pomocou plaváka – presnosť 15~20%
- Sledovanie PHM pomocou prietokomerov – presnosť 2~4%
- Vyhodnotenie spotreby PHM pre konkrétne stroje a vykonané agrotechnické činnosti
- prehľad tankovaní pohonných hmôt
- Informácie o zastavení stroja a spotrebe pohonných hmôt pri zapnutom motore

Získanie komplexných informácií

- kto stroj obsluhoval – identifikácia vodiča
- kde sa stroj nachádzal – identifikácia polohy na kultúrnom diely, na parcele
- akú činnosť vykonával – kontrola skutočne vykonanej a evidovanej práce
- akú mal stroj spotrebu – vyhodnotenie spotreby na konkrétne mechanizmy, vykonané agrotechnické činnosti, vyhodnotenie podľa osôb používajúcich jednotlivé mechanizmy
- podklady na mzdy – prepojenie s ekonomickým softvérom

Všetky informácie z GPS záznamov je možné zobrazit' v tlačových zostavách, ako napríklad príkaz na prácu a výkaz práce, alebo výkaz po zamestnancoch a činnostiach. Prenesené dáta z GPS systému uľahčujú vedenie agronomickej evidencie - umožňujú jej čiastočné, alebo kompletne predvyplnenie výkazu práce stroja.

Zobrazenie polohy cez webový server

Súčasťou modulu GPS je prístup na webový server, pomocou ktorého je možné z ľubovoľného počítača pripojeného na internet alebo priamo z mobilného telefónu vybaveného pripojením na internet:

- skontrolovať aktuálnu polohu všetkých strojov
- zobrazíť pohyb jednotlivých strojov v prechádzajúcich dňoch, vrátane prestojov
- zobrazíť a vytlačiť knihu jázd
- prístup k všetkým informáciám je chránený heslom

Tieto informácie boli čerpané z webovej prezentácie spoločnosti SKEAGIS (2015).

2.4.2 Informačný systém ITINERIS (Agrotrade, Rožňava)

Itineris je GPS systém pre nonstop sledovania strojov, ich nasadenia, výkonov, spotreby a kvality vykonaných prác v poľnohospodárstve. V sledovanom stroji je namontovaný modul + GPS a GSM anténa pre zasielanie dát na server. Užívateľ má vo svojom počítači software na zobrazovanie a analýzu dát určených strojov.

Základné vlastnosti systému ITINERIS

- Elektronická kniha jázd
- Sledovanie pohybu vozidiel pomocou GPS
- Záznam o prevádzke vozidla vrátane vyhodnotenia spotreby PHM
- Identifikácia vodiča
- Voľba pracovného úkonu a náradia
- Vyhodnotenia a analýza dát v podniku

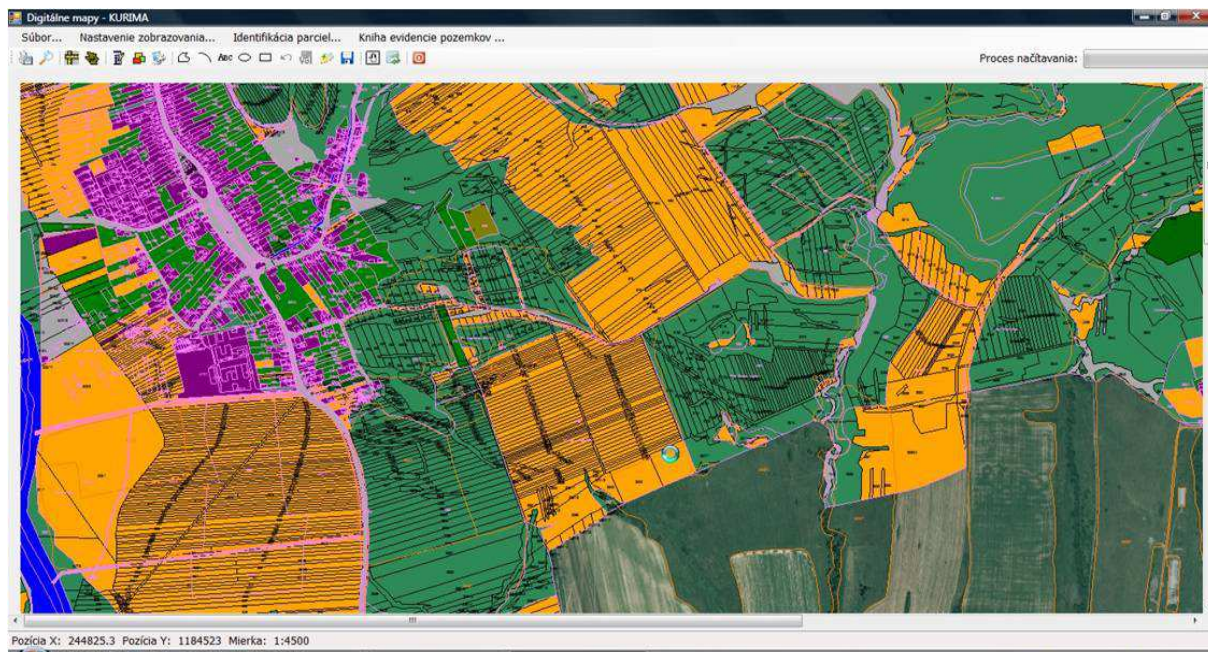
Na základe jednoznačnej identifikácie vodiča (elektronický kľúč) a voľby pracovnej operácie (včítane výberu náradia a jeho šírky) je možné sledovať pohyb každého stroja po parcele alebo komunikácii a zároveň vyhodnocovať kvalitu vykonanej práce – dodržiavanie uhlov pri jazde po parcele, vynechávky a pod. Itineris je poľnohospodársky systém, nie úprava aplikácie z nákladnej kamiónovej dopravy a pod., zber a prenos dát sa preto deje každú sekundu a nie minútu alebo minúty ako pri kamiónovej doprave. Z presných dát je následne možné dokonale zistiť pohyb vozidla, prestoje a pod., čo sú údaje potrebné aj z hľadiska agronómie i samotnej ekonomiky prevádzky. Ako podklad je možné využiť

digitálne mapy parciel a pohyb zobrazovať na nich, včítane analýz pre jednotlivé parcely. Samostatným zariadením je inštalovaný palivomer, ktorý merá hladinu paliva a jej úbytok, nie teda priamo spotrebu. Tento úbytok v istom časovom intervale je možné graficky zobraziť a prepočítať na parcelu, hodiny a pod.

Okrem výstupov v obrazovej forme (mapy a trasy jász) je možné vytvoriť tabuľkové súbory ako podklady pre analýzu práce jednotlivých strojov, obslúh, pracovných procesov a pod., to všetko v časovom slede (denné reporty, mesačné, ľubovoľný časový úsek). Takto pozberané a vytriedené údaje dávajú dokonalý prehľad o využití sledovanej techniky, ekonomike jej prevádzky až po podklady pre odmeňovanie posádok strojov. Zavedenie systému Itineris je investícia s veľmi rýchlou návratnosťou a prispieva ku skvalitneniu riadenia činností podniku. Nevyžaduje žiadne špeciálne znalosti, ovládanie je zrozumiteľné a intuitívne.

Tieto informácie boli čerpané z webovej prezentácie spoločnosti AGROTRADE (2015).

2.4.3 Informačný systém AgroGPS (ISAT, Nitra)



Obr. 27 ukážka z informačného systému AgroGPS – Kataster_NET (ISAT, 2015)

Modul AgroGPS© - predstavuje efektívny systém hospodárenia na pôde s využitím informačných technológií. Odber pôdnych vzoriek využitím systému GPS poskytuje prehľad o variabilite obsahu živín v pôde. Variabilné hnojenie predstavuje hnojenie na základe máp

obsahu živín pomocou rozdielnej dávky v rámci jednej parcely. Pri súčasnom optimálnom vyhnojení pozemkov umožňuje dosiahnuť zníženie nákladov na hnojivo, skrátenie času a zmenšenie výmery hnojenia.

Kataster_NET - je program pre identifikáciu pozemkov a ich evidenciu podľa vyhlášky č. 249/2008 Z. z., (333/2009 Z.z.). Program predstavuje jednoduchý nástroj na čítanie dát z katastra a je schopný čítať dáta aj z GPS prístrojov a tieto ďalej identifikovať. Pozostáva z grafickej a písomnej časti a ich prepojením okamžite podáva informácie o vlastníctve parcely, polohy na mape a aj v teréne pomocou Google Maps (obr. 27).

Modul Dispečing - je webová aplikácia umožňujúca komplexnú správu vozového parku od samotného sledovania vozidiel v online i offline prevádzke cez evidenciu a analýzu všetkých možných nákladov spojených s prevádzkou vozidiel až po vyhodnotenie neštandardných situácií a ich automatickému predávaniu managementu prostredníctvom štatistík, mailov a SMS. Možnosť prepojenia aplikácie Dispečing s registrom pôdy LPIS cez program AgroCont© zvyšuje užívateľskú hodnotu oboch produktov v prospech používateľov.

V oblasti poľnohospodárstva produkt Dispečing umožňuje

- dokonalý prehľad o spotrebe vďaka sledovaniu stavu paliva v nádrži
- prehľad o technickom stave vozidla na základe upozornení na rôzne úlohy
- zvýšenie efektivity prác napr. redukciou prejazdových vzdialeností,
- (obrobená plocha s prekryvmi aj bez
- spotrebované palivo, doba práce, doba prestojov
- identifikácia vodiča a automatická identifikácia náradia
- import pôdnych celkov LPIS (farebné rozlišovanie podľa plodín),
- monitoring činností poľnohospodárskej techniky pomocou prídavných čidiel
- prácu so systémom aj v aplikáciach pre tablety a telefóny.

Tieto informácie boli čerpané z webovej prezentácie spoločnosti ISAT (2015).

2.4.4 Informačný systém GPS Agro (FONS, Brno)

Základnou výhodou systému je sledovanie a kontrola podnikových strojov. Každý kto má oprávnenie a pripojí sa cez internet do systému môže ONLINE sledovať pohyb určeného

poľnohospodárskeho stroja a môže tiež zistiť jeho pohyb a činnosti v minulosti. Kontrolný pracovník jednoducho zistí, či zamestnanec pracuje na pozemkoch podniku, či si nepredlžuje prestávky, alebo či jazdí stanovenou trasou. Evidencia sa môže stať kľúčovým parametrom pre pri hodnotení zamestnancov a podkladom pre výpočet miezd. Systém ponúka aj možnosť lepšieho plánovania práce v reálnom čase. Pokiaľ agronóm vidí, že daný stroj svoju prácu končí, môže ho operatívne preradiť na ďalšiu pracovnú operáciu. Vďaka dôkladnému zberu dát má mechanizátor presný obraz o danom stroji. Vie, koľko motohdín najazdil, akú má za sebou vzdialenosť, pracovné operácie aj spotrebu pohonných hmôt. Systémy od spoločnosti fons sú schopné poskytovať nadradeným navigačným systémom korekčné údaje s vysokou úrovňou pokrytia a podporiť tak systémy presného poľnohospodárstva.

Modul HELIOS – komplexný nástroj pre riadenie a kontrolu poľnohospodárskeho podniku. Náväznosti na systém GPS Agro je k dispozícii modul pôdne bloky – evidencia územných celkov na ktorých hospodári podnik s priamym napojením na „Portál farmára ministerstva земедельства“

Tieto informácie boli čerpané z webovej prezentácie spoločnosti FONS (2015)

3. Cieľ práce

Dizertačná práca bude vypracovaná na tému „Monitorovanie pohybu strojov na báze GPS a jeho vplyv na riadenie výrobného procesu v poľnohospodárstve“. Táto problematika bude riešená v externej forme doktorandského štúdia na Katedre strojov a výrobných systémov Technickej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre v spolupráci s Vysokoškolským poľnohospodárskym podnikom v Kolíňanoch.

Tézy riešenia problematiky

1. Aplikácia systému na monitorovanie pohybu strojov na báze GPS.
2. Špecifiká vplývajúce na riešenie monitorovania pohybu strojov v oblasti poľnohospodárskej výroby a možnosti ich riešenia.
3. Experimentálne hodnotenie poskytovaných údajov a ich výpovednej hodnoty.
4. Spracovanie modelu hodnotenia exploatačných parametrov techniky vo funkcii geografickej polohy stroja a vykonávanej pracovnej operácie.

5. Návrh využitia poznatkov o pohybe strojov po poli v manažérskej praxi a pre ďalší rozvoj vedy.

Riešenie uvedenej problematiky bude smerovať k zabezpečeniu udržateľnosti výskumu v rámci cieľov „Laboratória inovatívnych technológií v rastlinnej produkcii“ ITMS 26220220180 centra Agrobiotech, udržateľnosti projektu ITEPAg („Aplikácia informačných technológií na zvýšenie environmentálnej a ekonomickej udržateľnosti produkčného agrosystému“ kód projektu ITMS 26220220014) a riešení projektu VEGA „Vplyv environmentálnych aspektov pôsobenia techniky na elimináciu degradačných procesov v agrotechnológiách pestovania poľných plodín“. Riešenie problematiky korešponduje s cieľmi podaného projektu APVV a pripravovaného projektu HORIZON 2020.

4. Metodika

Na základe stanovených cieľov bola vypracovaná nasledujúca metodika práce

1. Vybrať niekoľko pracovných strojov a nainštalovať hardware potrebný pre monitoring pohybu strojov a evidenciu vykonávaných činností: online GPS jednotku a klávesnicu pre zadávanie činností a identifikáciu obsluhy
2. Vybrať niekoľko konkrétnych náradí a naistalovať na neho identifikátory náradia, v ideálnom prípade aj rolíšením prepravnej a pracovnej pozície náradia
3. Nainštalovať do prostredia školských laboratórií, alebo do virtuálneho priestoru serverovú aplikáciu umožňujúcu prevádzku ONLINE GPS sledovania pohybu strojov vo vysokom rozlíšení.
4. Nainštalovať a odskúšať experimentálnej verzií implementáciu vlastného korekčného systému na báze RTK s jedným, až troma referenčnými bodmi so zameranou geografickou pozíciou pre geografickú oblasť školského poľnohospodárskeho podniku Kolíňany.
5. Priebežný zber, agronomická evidencia a vyhodnotenie nazbieraných údajov. Analýza a výskum v oblasti rozšírenia možností a prínusov agronomickej evidencie.
6. Návrh využitia získaných a poznatkov a ich implementácia v reálnych podmienkach doprogramovaním nových funkcionalít do systému sledovania pohybu strojov na poli na báze GPS. Vytvorenie nových modulov pre informačný systémy GIS.

5. Zoznam použitej literatúry

1. AGLEADER. Navigácie. [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.agleader.sk>>
2. MT3333. All in one multi GNSS receiver. [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.mediatek.com>>
3. FMS OEM CHIP V6. Napojenie na CANBUS [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.canlab.cz>>
4. CANGO. CANBUS príslušenstvo [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.cango.ro>>
5. ISAT. Informačný systém AgroGPS© [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.isat.sk>>
6. AGROTRADE. Informačný systém ITINERIS [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.agrotrade.sk>>
7. MRI. GPS monitoring vozidiel [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.monitoringvozidiel.sk>>
8. KOMTES. GPS sledovanie vozidiel [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.sledovanie-vozidiel.sk>>
9. QADRA PLUS. Systém GPS monitoringu [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.qadra.sk>>
10. SKEAGIS. Informačný systém SKEAGIS [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: <<http://www.skeagis.sk>>
11. VELEBIL, M. a kol. 1984. *Zemědělské technologické systémy*. Teoretické základy. SZN Praha, 1984. 516 s.
12. SAMUELSON, P. – NORDHAUS, W. 2000 - Z angl. orig. preložil Figura Ivan. *Ekonomika*. Bratislava : Elita, 2000. 820 s. ISBN 80-8044-059-X.
13. KUPKOVIČ, M. 1999. *Náklady podniku : Komplexný pohľad na náklady*. Bratislava : Sprint, 1999. 170 s. ISBN 80-88848-50-4.
14. SYNEK, M. a kol. 1996. *Manažerská ekonomika*. Praha : GRADA Publishing, 1996. 455 s. ISBN 80-7169-211-5.
15. BIELIK, P. – GURČÍK, Ľ. – DVOŘÁK, M. – BLCHÁČ, J. 2002. *Ekonomika podnikov*. Nitra : SPU, 2002. 184 s. ISBN 80-8069-3.

16. GALAMBOŠOVÁ, J. 2008. Globálne navigačné satelitné systémy. In NOZDROVICKÝ L. a kol.: *Presné pôdohospodárstvo – Implementácia s podporou informačných technológií a techniky*. Nitra : SPU, 2008. 168 s. ISBN 978-80-552-0123-8.
17. ĎUĎÁK, J. 2009. Riadenie prevádzky strojov v poľnohospodárskych technologických systémoch. Nitra : SPU, 2009. 165 s. ISBN 978-80-552-0246-4.
18. ŠVARDA, R. 2008. Využitie satelitnej navigácie v poľnohospodárstve (6. časť). In: *Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve*. Nitra: Združenie Moderná mechanizácia
19. RATAJ a kolektív R. 2014. *Presné poľnohospodárstvo*. Nitra: Profi Press 2014. 146 s. ISBN: 978-80-86726-64-9
20. Prednáška pre ekonomickú fakultu SPU – Zibolen R. 2015 *Geografické informačné systémy a problematika GPS* [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: < <http://www.qadra.sk/downloads>>
21. Bakalárska práca – Gombík R. 2007 *Návrh programového a technického vybavenia GPS systémov pre oblasť priemyselného využitia* [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: < <http://www.qadra.sk/downloads>>
22. Diplomová práca – Gombík R. 2010 *Systém monitorovania polohy a pohybu objektov pomocou GPS/GSM/GPRS* [online] [cit. 2015-11-21]
Dostupné na: < <http://www.qadra.sk/downloads>>