



VYUŽITIE GIS PRI MONITORINGU POHYBU POĽNOHOSPODÁRSKEJ TECHNIKY

APPLICATION OF GIS IN AGRICULTURAL MACHINERY TRAFFIC MONITORING

Andrej Magdolen – Vladimír Rataj

Abstract

The aim of this paper is present algorithm of evaluation the data from tractor traffic monitoring with the aid of geographic information system. Information about machine position was used from monitoring system EchoTrack. Geographic information system (GIS) ArcView 8.3 by ESRI was taken for position identification. Basis of GIS position identification is processing the databases of objects, roads and parcels at VPP Koliňany. Databases include objects where the machinery traffic is presumed. Example of application is shown on monitored tractor JD 8100 deployed during the year 2008.

Obtained knowledge about time structure of deployed agricultural machinery provides accurate information of machinery management, about machinery exploitation efficiency and about technological discipline of machine operators while work operations.

Key words: tractor, position, monitoring, GIS, GPS, exploitation

Úvod

Neustále prudké zvyšovanie prevádzkových nákladov pre vstupy do poľnej rastlinnej výroby spôsobujú nízku konkurencieschopnosť poľnohospodárskych subjektov, čo spôsobuje stagnáciu poľnohospodárstva. Jednou z ciest ako zvyšovať efektivitu práce poľnohospodárskej techniky je využívanie strojov vybavených množstvom informačných technológií zameraných na presné poľnohospodárstvo. K prostriedkom doplnujúcim informačné technológie patria aj zariadenia na monitoring pohybu strojov (Kovaříček – Hůla 2004, Rataj – Havránková 2005, Rataj – Korenko – Havránková, 2006). Toto ale niektorí poľnohospodári odmietajú vzhľadom na vysokú obstarávaciu cenu týchto zariadení. Napriek tomu dáta zaznamenané pri monitorovaní pomocou GPS nám umožňujú korigovať produktivitu práce techniky pri konkrétnych prevádzkových podmienkach (Kovaříček, 2001). Ale to len vtedy ak sú dáta z monitorovania techniky interpretované správne a dostatočne efektívne. Pre monitorovanie pohybu strojov je dostupné množstvo typov zariadení (EchoTrack, Tranis, Infocar, Tamex, CDS, AutoLocator, Fleetware, TDM, Autowacs a i.) Sú však určené hlavne pre nákladnú kamiónovú dopravu a nie pre poľnohospodárstvo. Tieto systémy určujú polohu len na základe automapy (čiže hlavne poloha obcí a hlavných ciest), čo pre poľnohospodárstvo nie je postačujúce. Preto pre správne využitie týchto systémov v rámci presného poľnohospodárstva je nutnosť využívať podporné systémy v rámci GIS, ktorý dokáže pomocou zaznamenatej geografickej polohy určiť nami požadovanú polohu (parcela, poľná cesta, strediská a pod).

Kontaktná adresa:

Ing. Andrej Magdolen, SPU Nitra, Technická fakulta, Katedra strojov a výrobných systémov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, e-mail: Andrej.Magdolen@uniag.sk

prof. Ing. Vladimír Rataj, PhD., SPU Nitra, Technická fakulta, Katedra strojov a výrobných systémov, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, e-mail: Vladimir.Rataj@uniag.sk



Materiál a metódy

Monitorovanie pohybu bolo riešené systémom Auris EchoTrack (Echotrack, 2006), ktorý je inštalovaný na traktore JD 8100 na Vysokoškolskom poľnohospodárskom podniku SPU Kolíňany. Vyhodnocované boli údaje nasadenia stroja v roku 2008. Prenos údajov z traktora na dispečerské pracovisko bol zabezpečený on-line systémom GSM. Frekvencia zápisu údajov pri pohybe stroja bola nastavená na 1 zápis.min⁻¹. Na identifikáciu miesta pohybu traktora, bol na KSVS TF SPU v Nitre vyvinutý postup pracujúci na báze GIS (ESRI ArcView). Evidencia o nasadení stroja (kniha jász) bola spracovaná vo forme tabuliek v MS Excel. Pre širšie využitie zistených údajov je kniha jász, okrem miestopisných údajov, doplnená o ukazovatele v zmysle normy STN 47 0120 – Metódy merania času a stanovenie prevádzkových ukazovateľov.

Výsledky a diskusia

Využívanie komerčných monitorovacích systémov je pre špecifické požiadavky oblasti poľnohospodárskej výroby prakticky nepoužiteľné. Vhodné úpravy môžu vykonať len autorské firmy, ktoré však, podľa skúseností, nemajú o takéto úpravy záujem. Medzi základné požiadavky monitoringu pohybu strojov v poľnohospodárstve patrí vyššia vzorkovacia frekvencia záznamu, čím rastie množstvo prenášaných, ukladaných a spracovávaných údajov. Ak pri prevádzke v doprave postačuje na identifikáciu pohybu 1 zápis za 2 minúty, v oblasti poľnohospodárskej prevádzky, kde sú záujmové prejazdy relatívne krátke (dĺžka parcely, dráha otáčania a pod.) je nutné používať frekvenciu zápisu 1 min a menej. Najväčšou požiadavkou je potreba identifikácie polohy podľa vlastných podkladov. Komerčne postavené monitorovacie systémy využívajú na identifikáciu polohy prevažne mapové dielo typu automapa, s identifikáciou bodov v okolí trasy. Špecifickou požiadavkou poľnohospodárskej výroby je identifikácia v ohraničenom záujmovom území, ktoré obsahuje cesty (často účelové komunikácie), objekty a pôdne bloky (v súlade s LPIS). Tieto špecifiká vyžadujú osobitný prístup riešenia. Jedným z možných riešení je využitie GIS.

Vužívaný systém EchoTrack zaznamenáva základnú informáciu, ktorá obsahuje údaje o čase a zemepisnej polohe (formát WGS 84). Záznam môže ďalej obsahovať informácie z snímačov (8 binárnych a 4 analógových vstupov), informáciu o aktivácii systému, dráhe a rýchlosti (tab. 1). Nosnou veličinou pre vyhodnocovanie je čas a geografická poloha. Príklad výstupu informácií je uvedený v tabuľke 1. Monitorovaný traktor je vybavený snímaním výšky hladiny paliva v nádrži (FUEL). Výpočet dráhy a rýchlosti je viazaný na nasledujúce lokalizované body GPS.

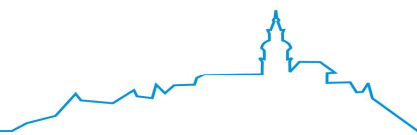
Tab. 1 Výstupná tabuľka údajov systému EchoTrack

Tab. 1 EchoTrack output table

| DATE_TIME | LAT | LON | DISTANCE | SPEED | BIN_IN | BIN_OUT | START | FUEL | AI_2 | AI_2 | AI_3 |
|---------------------|---------------|---------------|-----------|-------|----------|----------|-------|------|------|------|---------|
| 25.02.2008 01:52:45 | 48°21'45,02"N | 18°12'08,21"E | 14791,792 | 0 | 00000000 | 00000000 | 0 | 800 | -20 | 0 | 15,9375 |
| 25.02.2008 04:46:04 | 48°21'45,02"N | 18°12'08,21"E | 14791,792 | 0 | 00000000 | 00000000 | 0 | 800 | -20 | 0 | 15,9375 |

Algoritmus vyhodnocovania údajov pomocou GIS

Základom pre vyhodnocovanie údajov z monitoringu pohybu stroja pomocou systému GIS je vytvorenie databázy geografických údajov parciel, ciest, štátnych komunikácií a stredísk v záujmovom území, na ktorých je predpoklad pohybu techniky. V sledovanom prípade boli všetky objekty zamerané pomocou zariadenia LEICA GS 20 pracujúceho na báze GPS. Následne, pre orientáciu v teréne, je vhodné vytvoriť v systéme GIS zodpovedajúci podklad (ortofotomapa, bloky LPIS, katastrálna mapa a pod.), na ktorom budú znázornené všetky dôležité polygóny v rámci záujmového územia, vrátane názvu, identifikačných kódov a výmery. V prezentovanom prípade boli ako podklad využité ortofotosnímky firmy Eurosense, v ktorých boli vyznačené hranice pôdnych blokov LPIS.



Základný algoritmus pre vyhodnocovanie dát z monitoringu pohybu stroja je nasledovný:

- výber rozsahu údajov z databázy EchoTrack za vybrané obdobie, ktorý reprezentuje pracovnú smenu (čas od prvého zapnutia elektrických obvodov traktora po ich posledné vypnutie),
- analýza údajov v GIS, t.j. testovanie polohy stroja v rámci zameraného záujmového územia (obr. 1) pomocou funkcií Spatial Analysis (Minami, 2000):
 1. testovanie polohy v rámci areálu podniku (objekty, dvor, odstavné plochy a pod.),
 2. testovanie polohy na komunikáciách (štátna cesta, poľná cesta alebo účelová komunikácia),
 3. testovanie polohy v rámci parcely,
- spracovanie protokolu o pohybe stroja (kniha jazdy) vrátane prepočtov a určenia štruktúry času nasadenia (MS Excel). Príklad záznamu v protokole o pohybe stroja je uvedený v tabuľke 2,
- určenie pracovnej operácie (napr. orba, podmietanie a pod.), je potrebné v súčasnej verzii doplniť v súlade s príkazom na prácu.

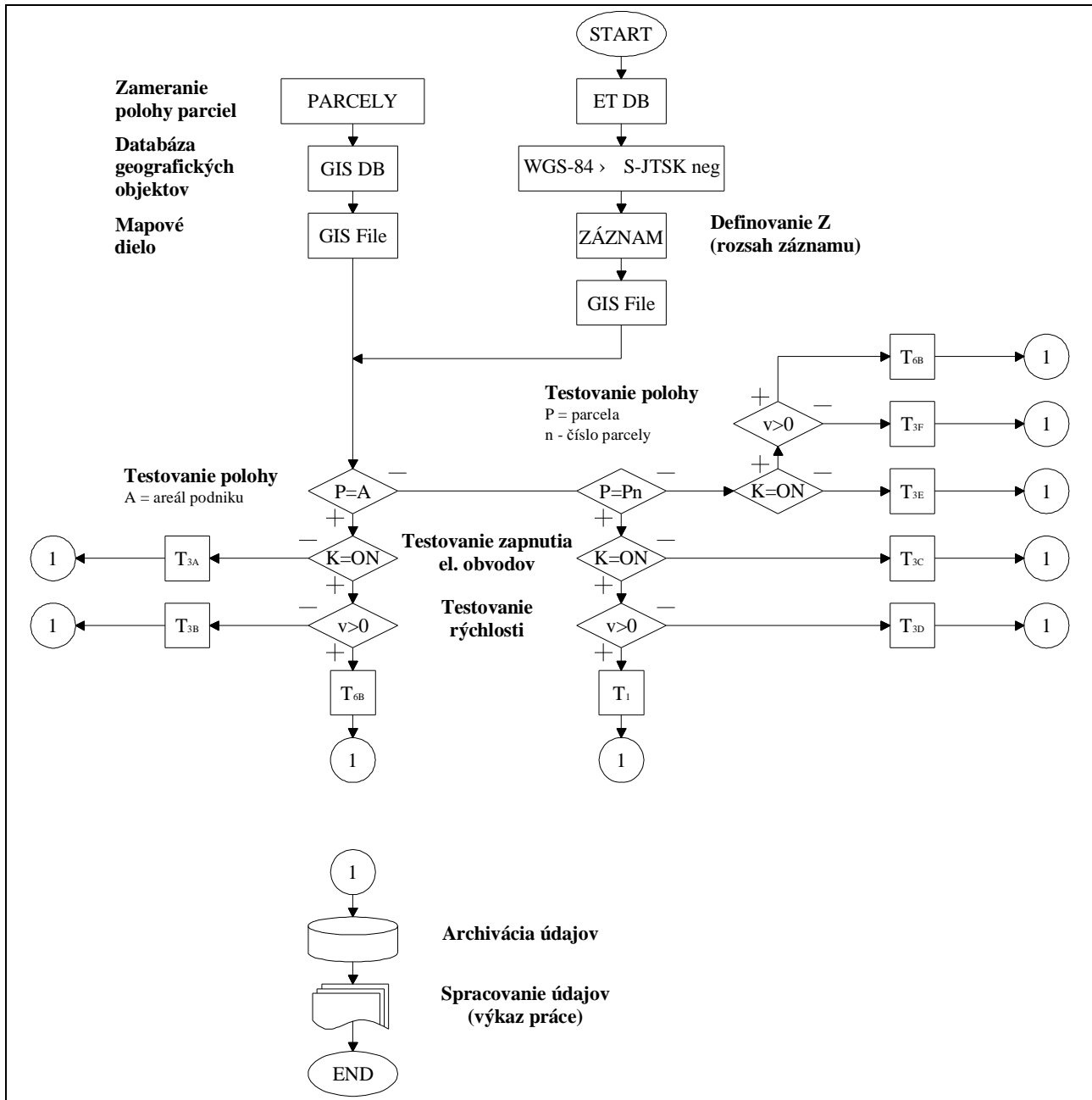
Tab. 2 Časová štruktúra za 1 deň

Tab. 2 One day time structure

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| SUM_T | T1 | T3A | T3B | T3C | T3D | T3E | T3F | T6A | T6B |
| 9:15:37 | 5:53:02 | 0:31:28 | 0:30:31 | 0:53:55 | 0:46:01 | 0:00:00 | 0:03:00 | 0:10:40 | 0:27:00 |
| SUM_T | T1 | T3 | T6 | TS | TJ | | | | |
| 9:15:37 | 5:53:02 | 2:44:55 | 0:37:40 | 9:15:37 | 14:44:23 | | | | |

Prepočet vyhodnotených údajov protokolu o pohybe stroja poskytuje nasledovnú časovú štruktúru nasadenia :

- T_1 – čas hlavný - výkon práce (vrátanie otáčania pri práci),
- T_3 – nepracovný čas, ktorý možno ešte podľa zadaných kritérií rozdeliť na nasledovné zložkové časy:
 1. T_{3A} – čas státia v objektoch (podnik) s vypnutým motorom,
 2. T_{3B} – čas státia v objektoch (podnik) so zapnutým motorom,
 3. T_{3C} – čas státia na parcele s vypnutým motorom,
 4. T_{3D} – čas státia na parcele so zapnutým motorom,
 5. T_{3E} – čas státia na komunikácií s vypnutým motorom,
 6. T_{3F} – čas státia na komunikácií so zapnutým motorom,
- T_6 – čas prejazdov:
 1. T_{6A} – čas prejazdov po parcelách,
 2. T_{6B} – čas prejazdov po komunikáciách, poľných cestách a obciach.



Obr. 1 Základný algoritmus vyhodnocovania dát z monitoringu poľnohospodárskej techniky
Fig. 1 Basic algorithm of agricultural machinery traffic obtained from data evaluation monitoring

Časová štruktúra

Vyhodnotenie záznamu z monitoringu pohybu traktora je dokumentované na práci traktora JD 8100 v roku 2008. Stroj počas roka pracoval v rámci Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku SPU Kolíňany závody Kolíňany aj Oponice. Príklad vyhodnocovania v GIS je uvedený na obrázku 2, kedy počas dvoch dní bol traktor nasadený v orbe na parcele Špicerka. Snímok zobrazuje údaje o polohe traktora získané systémom EchoTrack importované do pripravenej databázy GIS s pozadím ortofotomapy s vyznačenými hranicami LPIS.

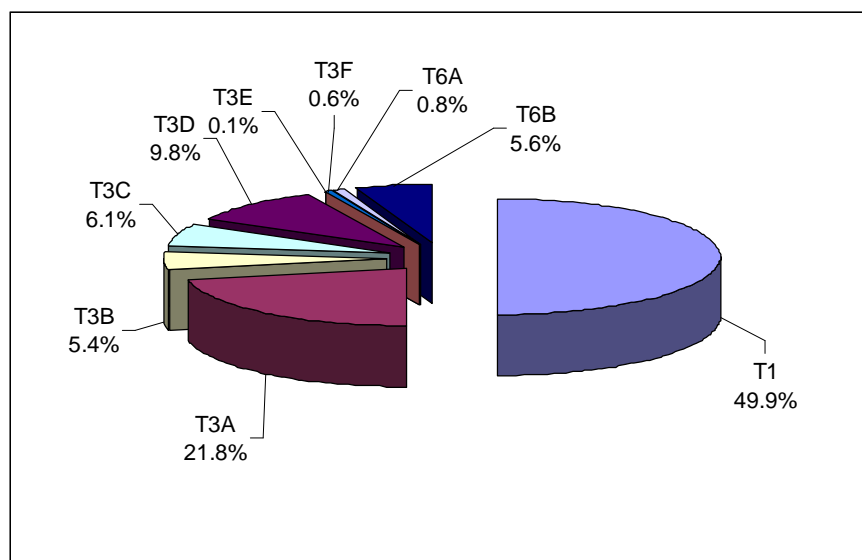


Obr. 3 Záznam pohybu traktora pri orbe – identifikácia polohy v GIS
Fig. 3 Traffic record of tractor in ploughing – position identification in GIS

Štruktúra času nasadenia traktora JD 8100 v roku 2008 (vo formáte záznamu hh:mm:ss) je uvedená v tabuľke 3. Časy sú analyzované pomocou predstaveného algoritmu (obr. 1) v prostredí GIS. Štruktúra nasadenia stroja je rozdelená podľa operácií, ktoré traktor počas tohto roku vykonával. Zastúpenie jednotlivých zložiek času prezentuje obrázok 3.

Tab. 3 Časová štruktúra nasadenia traktora v roku 2008
Tab. 3 Time structure of deployed tractor in year 2008

| Pracovná operácia | Počet dní nasadenia | T1 | T3A | T3B | T3C | T3D | T3E | T3F | T6A | T6B | Celkom |
|----------------------|---------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|---------|---------|---------|----------|------------|
| Kyprenie - kompaktor | 14 | 63:30:15 | 25:41:33 | 6:39:36 | 4:03:27 | 8:40:39 | 0:16:34 | 1:02:00 | 0:56:22 | 7:24:03 | 118:14:29 |
| Smykovanie | 3 | 10:17:19 | 2:11:28 | 0:43:08 | 3:00:31 | 3:42:29 | 0:02:09 | 0:37:44 | 0:06:00 | 0:48:59 | 21:29:47 |
| Sejba | 10 | 39:42:29 | 16:38:09 | 2:33:46 | 11:27:47 | 19:57:32 | 0:02:22 | 1:26:15 | 0:40:00 | 5:07:24 | 97:35:44 |
| Lisovanie | 34 | 118:10:06 | 64:20:51 | 12:15:26 | 18:43:36 | 37:51:54 | 0:04:58 | 1:22:16 | 2:14:12 | 19:13:02 | 274:16:21 |
| Diskovanie | 29 | 143:22:05 | 56:09:04 | 14:06:03 | 24:05:34 | 19:17:23 | 0:11:08 | 1:05:00 | 2:23:05 | 13:08:00 | 273:47:22 |
| Utlačanie sílaže | 4 | 24:38:45 | 13:57:27 | 8:55:33 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 47:31:45 |
| Orba | 27 | 144:25:05 | 59:01:04 | 13:10:33 | 5:03:15 | 17:04:03 | 0:45:41 | 0:39:51 | 2:09:05 | 15:13:29 | 257:32:06 |
| Spolu | 121 | 544:06:04 | 237:59:36 | 58:24:05 | 66:24:10 | 106:34:00 | 1:22:52 | 6:13:06 | 8:28:44 | 60:54:57 | 1090:27:34 |



Obr. 2 Grafické vyjadrenie času nasadenia traktora
Fig. 2 Graphical representation of tractor time deploying

Z prezentovaných výsledkov možno uviesť niekoľko konštatovaní.
Ak bude využiteľný ročný časový fond technologického miesta určovaný ako

$$F_{VS} = PPD \cdot (T_S - UO), h$$

kde: F_{VS} využiteľný časový fond technologického miesta, h.rok⁻¹
 PPD počet pracovných dní, deň.rok⁻¹
 T_S čas trvania pracovnej smeny, h.deň⁻¹
 UO počet hodín na opravy a údržbu, h.deň⁻¹

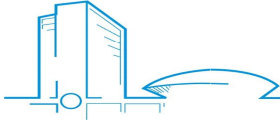
možno konštatovať, že v ideálnej situácii, kedy je 250 pracovných dní v roku a denný rozsah opráv a údržby je 0,5 hodiny, potom F_{VS} predstavuje 2 000 h.rok⁻¹. V prípade mobilnej techniky (traktor), ktorý je určený pre nasadenie v rastlinnej výrobe treba uvažovať so skutočnosťou, že mesiace mimo vegetačného obdobia (december, január, február), teda cca 90 dní nebude možné traktor využívať. Toto obdobie predstavuje podľa predchádzajúceho výpočtu 720 h.

Reálne využiteľný ročný časový fond technologického miesta (traktora) možno odhadovať na 1 280 h.rok⁻¹. Z monitoringu pohybu (nasadenia) sledovaného traktora vyplýva, že jeho odhadovaný ročný časový fond bol využitý na 85,2 %.

Tabuľka 1 však analyzuje jednotlivé položky štruktúry času, v ktorých možno hľadať problémy v nedostatočnom využití traktora ($T_{3A,B,C,E}$). Ak pripustíme že v položke T_{3A} (čas stáť v objektoch s vypnutým motorom) je evidovaný aj čas na OU (denné opravy a údržba), čo možno odhadnúť na 80 h.rok⁻¹, potom položky času $T_{3A,B,C,E}$ predstavujú 284 h 10 min. Z monitorovaného celkového času (tab. 3) to predstavuje 26 %. Z uvedených konštatovaní možno naznačiť cestu ďalších aplikácií a výpočtov získaných z monitoringu pohybu strojov.

Záver

Informácie o pracovnom nasadení poľnohospodárskych strojov možno získať aj monitorovaním polohy komerčnými systémami, ktoré sú určené pre iné oblasti využitia. Problém s vyhodnocovaním a lokalizáciou polohy v rámci vlastných záujmových území rieši predstavený algoritmus pracujúci s podporou GIS. Overené výsledky dávajú možnosť ďalšieho využitia v sledovaní ekonomickej efektívnosti, dodržiavania technologickej disciplíny a organizácie práce.



Získané informácie možno manažérsky využívať pre efektívne riadenie výrobných postupov.

Literatúra

1. EchoTrack. 2006. *Satelitná identifikácia vozidiel*. 2006. [cit. 2009-09-23] Dostupné na internete: <http://www.echotrack.sk>
2. KOVAŘÍČEK, P. 2001. *Stanovení operativní výkonnosti z prostorových dat GPS*. Zemědělská technika a energetika na prahu nového tisíciletí. JČU v Českých Budějovicích, 2001. 261 s. ISBN 80 – 7040 – 495 – 7.
3. MINAMI, M. 2000. *Using ArcMap*. Redlands: ESRI, 2000. 528 p. ISBN 1-879102-96-X.
4. KOVAŘÍČEK, P. – HŮLA, J. 2004. *Metoda automatického sledování strojních souprav a vyhodnocení dat*. In: Informačné technológie v manažmente výrobných systémov. Nitra : SPU, 2004, s. 119 – 124, ISBN 80-8069-364-1
5. RATAJ, V. – HAVRÁNKOVÁ, J. 2005. *Monitoring využívania poľnohospodárskej techniky*. In: Trendy vo výskume a vývoji poľnohospodárskych strojov a technológií v ekosystéme kultúrnej krajiny: zborník z medzinárodnej vedeckej koinferencie. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005, s. 327 – 332. ISBN 80-8069-523-7
6. RATAJ, V. – KORENKO, M. – HAVRÁNKOVÁ, J. 2006. *Manažérske využitie informácií o pohybe strojov v poľnohospodárstve*. In Aktuální problémy využívání zemědělské techniky, Mezinárodní vědecká konference. Český Krumlov 1. 6. – 2. 6. 2006 [CD-ROM]. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2006, s. 112 – 118. ISBN 80-7040-861-8
7. STN 47 0120: 1993, *Metódy merania času a stanovenie prevádzkových ukazovateľov*

Súhrn

Cieľom predkladaného príspevku je prezentovať algoritmus vyhodnocovania dát z monitoringu pohybu traktora za pomoci geografického informačného systému. Informácie o polohe stroja sú čerpané z monitorovacieho systému EchoTrack. Na identifikáciu polohy bol využitý geografický informačný systém ArcView 8.3 od ESRI. Základom identifikovania polohy je spracovanie databázy objektov, komunikácií a parciel v rámci záujmového územia (podniku), na ktorých je predpoklad pohybu techniky v GIS. Príklad využitia je dokumentovaný sledovaním traktora JD 8100 v nasadení počas roka 2008.

Získané poznatky o štruktúre času nasadenia poľnohospodárskej techniky poskytujú presnú informáciu o manažovaní techniky, o efektívnom využívaní techniky a o technologickej disciplíne obsluhy pri vykonávaní pracovných operácií.

Kľúčové slová: traktor, poloha, monitoring, GIS, GPS, využitie