

ZASTOSOWANIE SYSTEMU MONITORINGU GPS W EFEKTYWNYM ZARZĄDZANIU PRACĄ POJAZDÓW ROLNICZYCH

Piotr Komarnicki

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W opracowaniu przedstawiono przeprowadzone analizy zużycia paliwa oraz oceniono wielkość ponoszonych kosztów w okresie 4 zimowych miesięcy pracy dwóch ciągników rolniczych JCB Fastrac 3190 i 3220. Badaniom podlegała weryfikacja danych zapisanych w raportach systemu monitoringu GPS z danymi księgowymi otrzymanymi od pracowników administracyjnych gospodarstwa usługowego. Zasadność wykorzystania systemu monitoringu w gospodarstwie potwierdzono na podstawie wykonanej analizy finansowej zysków i strat, w której obliczono koszty użytkowania ciągników oraz sumaryczne koszty pracy obciążające gospodarstwo.

Słowa kluczowe: monitoring GPS, nawigacja satelitarna, lokalizacja, wspomaganie zarządzania

Wstęp i cel badań

Systemy lokalizacyjne GPS to kompleksowe narzędzia wspierające kontrolę, rozliczanie oraz zarządzanie taborem maszyn i pojazdów oraz pracownikami w przedsiębiorstwie. Użytkownikami satelitarnych systemów lokalizacji pojazdów GPS są najczęściej firmy i instytucje posiadające różnorodną flotę pojazdów – w tym ciągniki, samochody ciężarowe, specjalistyczne i osobowe [Narkiewicz 2007]. Coraz częściej można zauważyć wykorzystanie takich systemów w wielkoobszarowych gospodarstwach rolnych i usługowych, w których zachodzi konieczność nadzoru nad wykonywanymi pracami polowymi, transportowymi oraz ich terminowością, co w rolnictwie jest szczególnie istotne [Turowski, Kapela 2001]. Monitoring maszyn za pomocą odbiorników GPS umożliwia online, czyli w czasie rzeczywistym kontrolować pozycję, rejestrować aktualny czas pracy traktorzystów (kombajnistów), postoje, długości pokonanych dróg, przeglądać historię tras, a tym samym analizować prawidłowość przebiegu poszczególnych procesów technologicznych [Cousins 2008; Dreszer 2005]. System monitorowania pozwala na ocenę wykorzystania i wydajności maszyn, a ponadto, opcjonalnie (na żądanie) można uzyskać dostęp do rejestru danych o parametrach pracy, szczegółowych zapisach serwisowych, dokładnym umiejscowieniu pojazdu [Kielbasa 2007; Śańec i in. 2009]. Dodatkowym elementem jest możliwość kontroli gospodarki paliwowej w połączeniu z dokładnymi sondami paliwa. Gwarantuje to wyeliminowanie nadużyć taboru pojazdów, takich jak: użycie do celów prywatnych, nieuzasadnione nadgodziny, kradzieże paliwa [El-Rabbany 2002; Héroux i in.

2004]. Uzyskanie powyższych informacji dzięki wdrożeniu systemu powoduje, że koszt całej inwestycji powinien zwrócić się w bardzo krótkim czasie i prawie natychmiast zacząć przynosić wymierne korzyści w postaci ograniczenia wydatków, podnoszenia wydajności przedsiębiorstwa oraz zwiększenia efektywności pracy. W związku z tym aby móc racjonalnie pod kątem finansowym ocenić ilość i jakość pracy zrealizowanej w przedsiębiorstwie wszyscy pracownicy powinni rozliczać się z każdego dnia roboczego, przedstawiając wykaz czynności jakie wykonali z uwzględnieniem rodzaju czynności, czasu oraz zużytych środków. Zaś system lokalizacji GPS pełni rolę uzupełnienia dziennych kart pracy, gdyż stanowi wiarygodne źródło danych niezbędnych do kontroli pracowników oraz maszyn. Powyższe stwierdzenie skłania do przeanalizowania funkcjonowania systemu pod kątem faktycznych korzyści finansowych płynących dla przedsiębiorstwa.

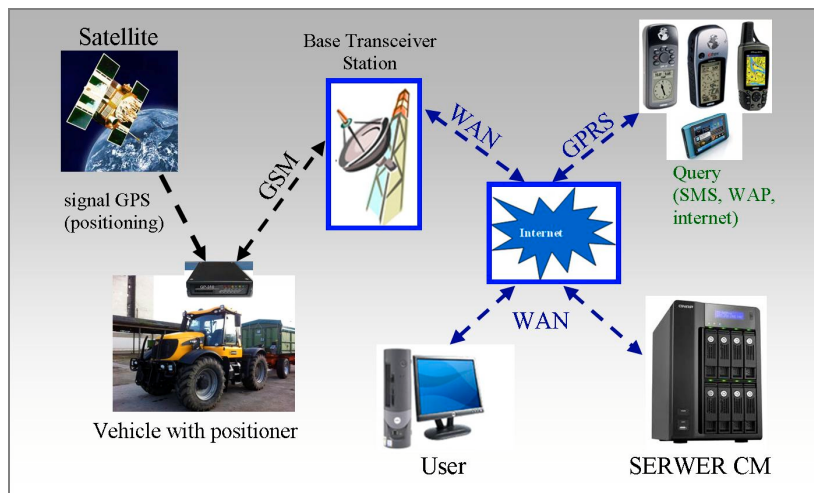
Dlatego też podjętym celem pracy jest analiza zastosowania systemu monitorowania GPS do poprawy zarządzania pracą pojazdów oraz pracowników w przedsiębiorstwie rolniczym. W formie bilansu przybliżona zostanie weryfikacja zarejestrowanych danych operacyjnych systemu GPS z dokumentacją księgową sporządzaną na podstawie dziennych kart pracy operatorów ciągników.

Materiał i metoda badań

Do badań wykorzystano dane operacyjne dwóch ciągników rolniczych JCB typu FA-STRAC 3190 i 3220 o mocach 140 kW oraz 160 kW. Bezpośrednio materiałem badawczym były dane, które system zarejestrował z przebiegu ich pracy w okresie od grudnia 2009 do marca 2010 roku podczas zimowych prac na terenie Republiki Czeskiej oraz Polski. Oba pojazdy należały do gospodarstwa rolnego świadczącego dodatkowo usługi. Ciągniki zostały wyposażone w system monitoringu GPS firmy ECS Invention, który na bieżąco dokonywał zapisów. Schemat funkcjonowania systemu przedstawiono na rysunku 1.

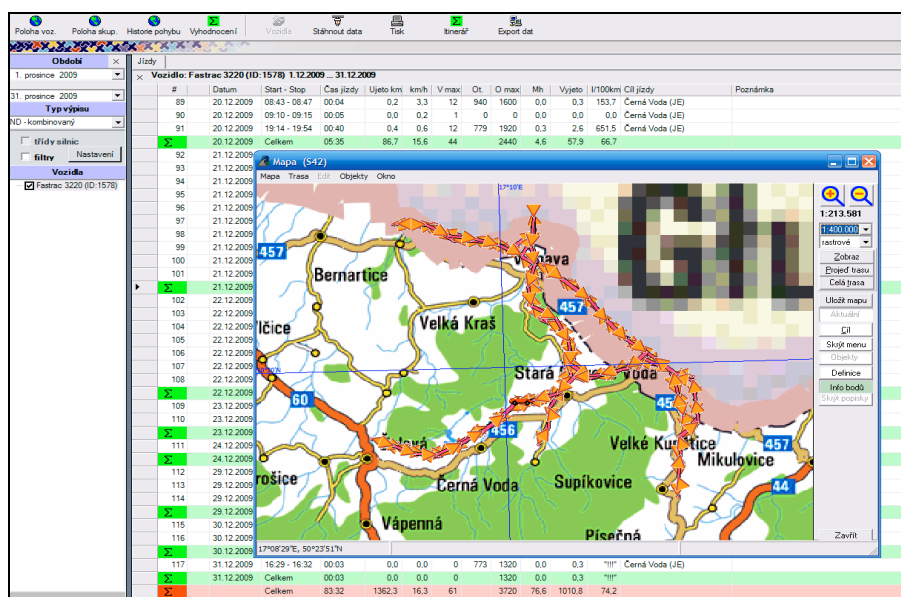
Ogólna zasada działania systemu była następująca: poprzez zainstalowany w monitorowanym obiekcie pozycjoner (GP 310), przy wykorzystaniu technologii satelitarnej GPS nieprzerwanie pobierał informacje o pozycji, prędkości, stanie wejść, oraz danych z monitora pojazdu CAN. Monitor pojazdu CAN jest urządzeniem umożliwiającym śledzenie przepływu informacji na magistrali CAN. Odebrane komunikaty były czasowo buforowane w pamięci a następnie transmitowane do urządzenia nadrzędnego – komputera w ciągniku. Zebrane dane przesyłane były za pomocą sieci GSM do serwerów centrum monitoringu CM, których zadaniem było gromadzenie oraz udostępnianie danych końcowemu użytkownikowi. Użytkownik logujący się z dowolnego miejsca na świecie i z dowolnego komputera, mógłby mieć wgląd do zapisanych danych otrzymując zabezpieczony do nich dostęp. Dokładność urządzenia była określona przez jakość odbieranego sygnału z satelity ze średnim odchyleniem pozycjonowania około 2 metrów i z możliwością zapisu danych od 5 s do 18 h. Zapis danych z częstotliwością co 1 min następował od momentu uruchomienia silnika aż do jego wyłączenia. Do oceny przydatności stosowania systemu monitoringu GPS posłużono się oprogramowaniem GPsystem firmy ECS Invention. (rys. 2), które umożliwiało wygenerowanie raportów końcowych do arkusza kalkulacyjnego.

Zastosowanie systemu monitoringu...



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Ogólny schemat funkcjonowania systemu monitoringu pojazdów w przedsiębiorstwie
 Fig. 1. A general schematic representation of functioning of vehicles monitoring system in an enterprise



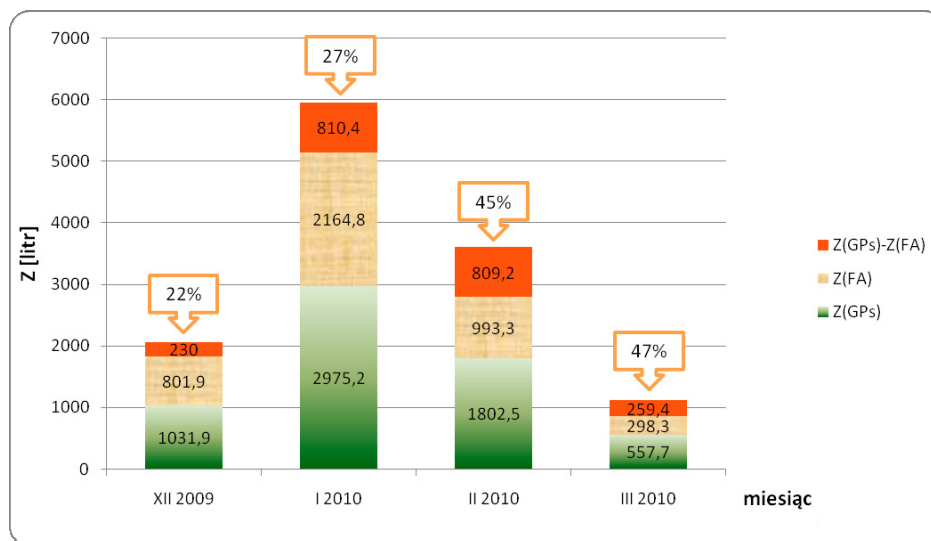
Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Widok okna programu GPSystem wraz z wybranym przebiegiem trasy ciągnika
 Fig. 2. View window of the GPSystem application with the selected course of a tractor route

Na tej podstawie przeprowadzono m. in. szczegółowe analizy zużycia paliwa oraz oceniono wielkość ponoszonych kosztów w okresie 4 zimowych miesięcy pracy. Niniejszym badaniom podlegała weryfikacja danych zapisanych w raportach systemu monitoringu GPS (faktycznymi) z danymi księgowymi (subiektywnymi) otrzymanymi od pracownika administracyjnego w gospodarstwie.

Wyniki badań i ich analiza

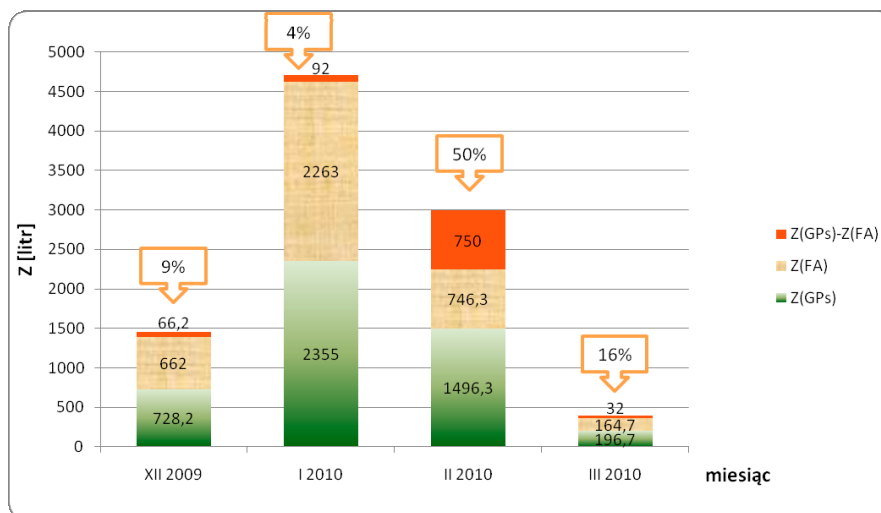
Przebiegi porównawcze zużycia paliwa ciągników Fastrac 3190 zarejestrowane przez system monitoringu (zużycie faktyczne - Z_{GPS}), z danymi księgowymi zgodnymi z wykazem faktur (zużycie subiektywne Z_{FA}) zostały przedstawione na rysunkach 3 i 4. Z zaprezentowanych czteromiesięcznych raportów otrzymanych na podstawie aplikacji GPSystem wynika, że dla stycznia 2010 r. największe zużycia paliwa kształtowało się na poziomie 2975 litrów dla ciągnika F3190 i 2355 litrów dla ciągnika F3220. Ilość zużytego paliwa w tym czasie spowodowana była niewątpliwie dużym nakładem prac dla obydwu ciągników (w tym czasie wykonywane były zimowe prace komunalne, związane z odśnieżaniem i posypywaniem dróg solą, lokalnym transportem, usługami na rzecz pomocy drogowej). Najmniejszym obciążeniem pracami w badanym okresie charakteryzował się marzec, w którym wg systemu monitoringu ciągniki zużywały od 196 litrów (F3220) do 557 litrów (F3190) oleju napędowego czyli średnio o 8 razy mniej niż w styczniu.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 3. Porównanie przebiegu zużycia paliwa ciągnika JCB Fastrac 3190 (F3190) zarejestrowanego przez system monitoringu Z_{GPS} , z danymi księgowymi zgodnymi z wykazem faktur Z_{FA}

Fig. 3. Comparison of the course of fuel consumption of the JCB Fastrac 3190 (F3190) tractor, registered by the monitoring system Z_{GPS} with accounting data in accordance with an invoice list Z_{FA}



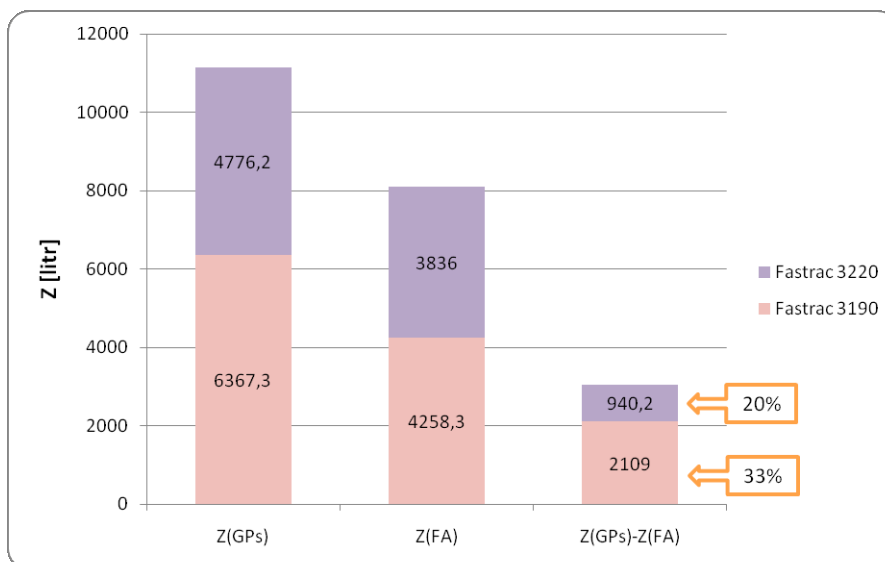
Źródło: obliczenia własne

Rys. 4. Porównanie przebiegu zużycia paliwa ciągnika JCB Fastrac 3220 (F3220) zarejestrowanego przez system monitoringu Z_{GPs} , z danymi księgowymi zgodnymi z wykazem faktur Z_{FA}

Fig. 4. Comparison of the course of fuel consumption of the JCB Fastrac 3220 (F3220) tractor, registered by the monitoring system Z_{GPs} with accounting data in accordance with an invoice list Z_{FA}

Interesujące z punktu widzenia skuteczności działania systemu monitoringu i mające wpływ na późniejszą analizę ekonomiki gospodarstwa są faktyczne dane operacyjne zużycia paliwa Z_{GPs} , na podstawie których można zweryfikować dane księgowe administracyjne zużycia Z_{FA} , w poszczególnych miesiącach. Na podstawie raportów systemu GPS obliczono rzeczywiste koszty wykonanej pracy. Z analizy przedstawionych przebiegów wynika, że największe dysproporcje w zużyciu paliwa otrzymano dla ciągnika F3190 (rys. 3), w miesiącach styczniu i lutym 2010 na poziomie 27% i 45%, co odpowiadało równowartości w sumie 1620 litrom. Sumaryczne zestawienie porównawcze różnic zużycia paliwa $Z_{GPs} - Z_{FA}$ dla obu ciągników przedstawiono na rysunku 5.

Czteromiesięczna analiza raportów systemu GPS oraz danych księgowych wykazała największe nieprawidłowości zużycia paliwa dla ciągnika F3190 na poziomie 2109 litrów (co stanowiło średnią różnicę 33% między poszczególnymi miesiącami), natomiast dla ciągnika F3220 na poziomie 940,2 litrów co stanowiło średnią różnicę 20%. Średnia wartość różnic zużycia paliwa dla obu ciągników wynosiła 26,5%. Po wyznaczeniu kosztów użytkowania badanych ciągników, przeprowadzono bilans całkowitych zysków i strat finansowych ponoszonych przez przedsiębiorstwo rolnicze. Analizę kosztów zmiennych wykonano w oparciu o: koszty zużytego paliwa, koszty napraw, części zamiennych oraz wypłatę dla traktorzystów (tabele 1a, b).



Źródło: obliczenia własne

Rys. 5. Sumaryczne zestawienie porównawcze zużycia paliwa ciągnika Fastrac 3190 i 3220 oraz wykaz różnic między zużyciem faktycznym – Z_{GPS} , a zużyciem subiektywnym – Z_{FA}
 Fig. 5. Total comparison list of fuel consumption of the F3190 (a) and 3220 tractors and the list of differences between real consumption – Z_{GPS} and subjective consumption – Z_{FA}

Tabela 1. Wyniki obliczeń bilansu kosztów użytkowania ciągników F3190 (a) oraz F3220 (b) na podstawie faktycznego zużycia paliwa Z_{GPS} [litr] oraz zużycia subiektywnego Z_{FA} [litr]
 Table 1. Results of calculations of costs balance of using the F3190 (a) and F3220 (b) tractors based on real fuel consumption Z_{GPS} [litre] and subjective consumption Z_{FA} [litre]

a)

Fastrac 3190	12.2009	01.2010	02.2010	03.2010	Razem
Zużycie paliwa ZFA [litr]	801,90	2164,80	993,30	298,30	4258,30
Zużycie paliwa ZGPS [litr]	1031,90	2975,20	1802,50	557,70	6367,30
Cena jedn. paliwa [PLN·l ⁻¹]	3,93	4,07	4,29	4,29	-
Koszt paliwa z ZFA [PLN]	3152,11	8817,21	4256,79	1278,37	17504,48
Koszt paliwa z ZGPS [PLN]	4056,19	12117,96	7724,63	2390,03	26288,81
Naprawy [PLN]	122,31	550,40	550,40	183,47	1406,59
Części [PLN]	2752,02	2752,02	2752,02	2752,02	11008,08
Wypłata [PLN]	1782,70	2458,47	1434,11	590,00	6265,28
Razem nakłady z ZFA [PLN]	7809,14	14578,10	8993,33	4803,86	36184,43
Razem nakłady z ZGPS [PLN]	8713,22	17878,85	12461,16	5915,52	44968,75

b)

Fastrac 3220	12.2009	01.2010	02.2010	03.2010	Razem
Zużycie paliwa ZFA [litr]	662,00	2263,00	746,30	164,70	3836,00
Zużycie paliwa ZGPS [litr]	728,20	2355,00	1496,30	196,70	4776,20
Cena jedn. paliwa [PLN·l ⁻¹]	3,93	4,07	4,29	4,29	-
Koszt paliwa z ZFA [PLN]	2602,19	9217,18	3198,27	705,82	15723,46
Koszt paliwa z ZGPS [PLN]	2862,41	9591,89	6412,40	842,96	19709,66
Naprawy [PLN]	993,79	932,63	739,99	428,09	3094,49
Części [PLN]	2752,02	2752,02	2752,02	2752,02	11008,08
Wypłata [PLN]	1495,26	2356,03	1434,11	1126,80	6412,21
Razem nakłady z ZFA [PLN]	7843,26	15257,86	8124,39	5012,73	36238,24
Razem nakłady z ZGPS [PLN]	8103,48	15632,57	11338,52	5149,87	40224,44

źródło: obliczenia własne

Przeprowadzona analiza badań wskazuje jednoznacznie, że zwiększone zużycie paliwa Z_{GPS} zarejestrowane przez system monitoringu w stosunku do wykazów fakturowych Z_{FA} , generuje w gospodarstwie stratę finansową wynikającą ze zwiększonych rzeczywistych nakładów pracy ciągników. Ujemny wynik finansowy wykazany dzięki systemowi monitorowania pojazdów wyniósł dla ciągnika F3190 razem 8784 PLN, natomiast dla F3220 był mniejszy i wyniósł 3986 PLN. W wyniku przekłamań operatorów dwóch badanych ciągników gospodarstwo poniosło stratę finansową, gdyż zostało obciążone dodatkowymi, niepotrzebnymi kosztami wynoszącymi sumarycznie 12770 PLN. Uwzględniając jednorazowe koszty zakupu systemu monitoringu GPS na poziomie 5000 PLN, oraz koszty eksploatacji systemu na poziomie 600 PLN/rok w przeliczeniu na 1 pojazd można na podstawie powyższej analizy badań uznać, że potwierdzona została przydatność stosowania takich systemów w przedsiębiorstwie rolniczym.

Wnioski

1. Na podstawie wykonanej analizy danych operacyjnych systemu GPS oraz danych księgowych (wyciągów z faktur) wykazano największe nieprawidłowości w zużyciu paliwa dla ciągnika F3190 na poziomie 2109 litrów (co stanowiło średnio różnicę 33% między poszczególnymi miesiącami), zaś dla ciągnika F3220 kształtowało się na poziomie 940,2 litrów, co stanowiło średnio różnicę 20%.
2. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują jednoznacznie, że z tytułu zwiększonego zużycia paliwa Z_{GPS} zarejestrowanego przez system monitoringu w stosunku do wykazów fakturowych zużycia Z_{FA} , zwiększyły się koszty użytkowania ciągników, a zatem przedsiębiorstwo poniosło stratę finansową wynoszącą 12770 PLN.
3. Na podstawie przedstawionych 4 miesięcznych badań systemu monitoringu dla dwóch ciągników wykazano, że jego zastosowanie w gospodarstwie rolnym zapewnia uzyskanie znacznych korzyści - oszczędności zużycia paliwa na poziomie 20-30%.
4. Przeprowadzone badania potwierdzają przydatność zastosowania systemu monitoringu GPS w przedsiębiorstwie rolniczym, gdyż stanowi ono skuteczne narzędzie wspierające kontrolę, efektywne zarządzanie zestawem maszyn, pojazdów oraz pracownikami.

Bibliografia

- Cousins D.** 2008. Telematics options to aid monitoring and security. *Farmers Weekly*. Vol. 149. No. 23. s. 67.
- Dreszer K. A.** 2005. Globalny system pozycjonowania i możliwości wprowadzenia go w polskim rolnictwie. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 10(70). s. 57-63.
- El-Rabbany A.** 2002. *Introduction to GPS: The Global Positioning System*. Norwood (USA). Artech House. Boston. ISBN 1-58053-183-0.
- Héroux P., Gao Y., Kouba J., Lahaye F., Mireault Y., ...Collins P., Macleod K., Tétreault P., K Chen K.** 2004. Products and Applications for Precise Point Positioning—Moving Towards Real-Time. *Proceedings of the ION GNSS 2004*. Long Beach CA. Septembers. s. 21-24.
- Kielbasa P.** 2007. Pomiar wybranych parametrów eksploatacyjnych agregatu uprawowego. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 7(95). s. 79-86.
- Narkiewicz J.** 2007. *GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne*. WKiŁ Warszawa. ISBN 978-83-206-1642-2.
- Turowski J., Kapela K.** 2001. Możliwość wykorzystywania globalnego systemu pozycjonowania w rolnictwie. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 1(21). s. 333-338.
- Šařec P., Šařec O., Klain P.** 2009. Monitorowanie wykorzystania ciągnika – bezprzewodowa transmisja danych. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 9(118). s. 227-234.

APPLICATION OF THE GPS MONITORING SYSTEM IN EFFECTIVE MANAGEMENT OF AGRICULTURAL VEHICLES OPERATION

Abstract. The study presents the conducted analyses of fuel consumption and evaluates the amount of costs, which were incurred by two tractors JCB Fastrac 3190 i 3220 during 4 winter months. The study consisted in verification of data reported by the GPS monitoring system in comparison with accounting data received from administrative employees of a service farm. Validity of using the monitoring system on the farm was confirmed based on financial analysis of profits and losses which was carried out, within which, the costs of using tractors and the total costs of the work charging the farm were calculated.

Key words: GPS monitoring system, satellite navigation, localization, management support

Adres do korespondencji:

Piotr Komarnicki; e-mail: piotr.komarnicki@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51- 630 Wrocław