Miroslaw ZAGÓRDA, Tadeusz JULISZEWSKI, Paweł KIELBASA, Tomasz DRÓŻDŻ

PLANOWANIE TRANSPORTU DROGOWEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE ROLNYM

W artykule przedstawiono planowanie transportu drogowego w przedsiębiorstwie rolnym z wykorzystaniem systemu GPS do rejestracji pracy środków transportowych i oceny efektywności transportu wewnętrznego i zewnętrznego. Badania przeprowadzono w przedsiębiorstwie rolnym podczas zbioru pszenicy ozimej, rzepaku ozimego i kukurydzy na ziarno z całkowitej powierzchni 460 ha. Pola rozmieszczone były od centrali w promieniu 10,75 km. Do przetransportowania było łącznie 4479,8 t. Na podstawie otrzymanych wyników zostały obliczone czasy trwania kursu z ładunkiem i bez ładunku, czas obrotu, wielkość potoku towarowego i prędkość eksploatacyjna oraz techniczna.

WSTĘP

Wielkoobszarowa produkcja żywności jest specyficznym działem gospodarki, w którym procesy logistyczne są bardzo trudne do planowania. Wynika to z faktu dużej liczby czynników mających wpływ na procesy logistyczne związane z transportem (wewnętrznym i zewnętrznym) [1], magazynowaniem, przeładunkiem oraz pakowaniem [2]. Transport, w przypadku przedsiębiorstw rolnych, stanowi prawie połowę wykonywanych czynności [3]. Oprócz typowych opóźnień wynikających z warunków pogodowych i możliwości wykonania danej czynności pojawiają się opóźnienia wynikające z pracy operatorów maszyn. Wiele czynności sterowniczych wykonywanych dotychczas w sekwencji kilku ruchów obecnie wykonuje się przy wykorzystaniu jednego przycisku uruchamiającego zapisaną wcześniej sekwencję [4]. Odmienna struktura obciążeń, którym jest poddawany operator powoduje, że jedna jego pomyłka ma konsekwencje w kilku czynnościach [5].

Dużym wsparciem dla planowania logistyki w przedsiębiorstwie rolnym jest wykorzystanie systemów telematycznych do określenia pozycji maszyn rolniczych i ich wydajności podczas pracy. Na podstawie informacji o pozycji wyznaczonej dzięki satelitarnym systemom nawigacyjnym GNSS (składających się z systemów GPS, GLONAS, GALILEO i BEIDOU) [6, 7] oraz zbieranych informacjach o pracy maszyny [8] dane te są przesyłane przez sieć GPRS na serwer (rys. 1), z którego dane mogą być pobrane i umożliwić zarządzanie środkami transportowymi - określanie ich ilości i rodzaju jak również miejsca docelowego.

Rys. 1. Zasada działania systemu TELEMATICS [8]

Precyzyjna rejestracja czasu pracy maszyny i operatora pozwala również na określenie czasu ekspozycji na hałas [3,9] lub

wibracje [10], co jest ściśle powiązane z parametrami pracy maszyny.

Transport w przedsiębiorstwach rolnych może się odbywać na kilka sposobów w zależności od tego czy materiał ma być transportowany do gospodarstwa czy od razu do miejsca skupu. W pierwszym przypadku do transportu wystarczą zestawy składające się z ciągnika i przyczepy (rys.2). W drugim przypadku konieczne jest ładowanie zestawów składających się z ciągnika siodłowego i naczepy lub samochodu ciężarowego z przyczepą. Można to wykonać w przedsiębiorstwie rolnym (rys. 5) lub jeżeli pozwala na to infrastruktura drogowa, to na polu lub w jego pobliżu (rys. 2, 3, 4). Czasami konieczne jest zastosowanie specjalistycznych przyczep przeładunkowych (rys. 3, 4, 5) do szybkiego przeładunku zebranego ziarna na inny środek transportowy. Przyczepy przeładunkowe stosuje się w celu zmniejszenia ugniatania gleby i zwiększenia wydajności załadunku, która wynosi 18 t na minutę przy objętości 34 m³ [11].

Rys. 2. Załadunek zestawu ciągnik rolniczy z przyczepą

Rys. 3. Załadunek zestawu ciągnik rolniczy z przyczepą przeładunkową [11]

a)

b)

Rys. 4. Rozładunek przyczepy przeładunkowej na przyczepę (a) lub naczepę (b) [11]

Rys. 5. Rozładunek przyczepy przeładunkowej w gospodarstwie na naczepę

1. CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań była analiza pracy wszystkich środków transportowych stosowanych w przedsiębiorstwie rolnym, ocena efektywności transportu wewnętrznego i przygotowanie propozycji zmian w organizacji transportu.

Zakres badań obejmował wykonanie pomiarów przejazdu każdego kursu środka transportowego z przedsiębiorstwa rolnego do pola i powrotu z ładunkiem przeprowadzone dla wszystkich plonów zbieranych w gospodarstwie.

2. METODYKA

Ocena pracy środków transportowych była możliwa na podstawie zapisanych informacji przez rejestrator ruchu Holux M-1000C

(rys.6). Urządzenie zapisuje pokonaną trasę pojazdu i prędkość w funkcji czasu [12]. Dokładną charakterystykę urządzenia, kalibrację i opis oprogramowania do analizy zarejestrowanych danych (rys. 7, zostały opisane przez Zagórdę i in. [12].

Rys. 6. Rejestrator ruchu Holux M-1000C [12]

Rys. 7. Widok programu HOLUX ez Tour for Logger z przykładowymi wynikami przejazdu [12]

a)

b)

Rys. 8. Prezentacja wyników w funkcji czasu (a) lub pokonanego dystansu (b) [12]

Wszystkie pomiary wykonywane rejestratorami Holux M-1000C charakteryzowały się jednakowymi ustawieniami. Zapis położenia i czasu był co 1 sekundę.

Otrzymane wyniki zostały eksportowane z programu HOLUX ez Tour for Logger do pliku CSV w celu dokładnego ich przeanalizowania. Następnie poddano je obróbce w programie Microsoft Excel, gdzie wyznaczono wartości średnich prędkości i czasu przejazdu pustego i pełnego środka transportowego. Na podstawie otrzymanych wyników zostały obliczone czasy trwania kursu, czasy obrotu, wielkość potoku towarowego i prędkości eksploatacyjną oraz techniczną.

Pola należące do przedsiębiorstwa rolnego rozrzucone są w promieniu 10,75 km od centrali (rys. 9). Badania dotyczyły transportu płodów rolnych zbieranych w roku 2017 z powierzchni 460 ha.

Rys. 9. Rozmieszczenie pól uprawnych przedsiębiorstwa rolnego

Pomiary zostały przeprowadzone dla agregatu transportowego składającego się z ciągnika rolniczego Claas Arion 520 lub John Deere 6210R i przyczepy o ładowności 14 ton (18,2 m³), ciągnika rolniczego Fendt Vario 936 i 2 przyczep o ładowności 14 ton (18,2 m³). Każdy środek transportu był ważony na wadze najazdowej.

3. WYNIKI

Rejestracja pracy środków transportowych przeprowadzana była podczas zbioru ziarna pszenicy ozimej, rzepaku ozimego i kukurydzy na ziarno (tab. 1). Łączna powierzchnia wszystkich pól wynosiła 460 ha, a do przetransportowania było 4479,8 ton ziarna (tab. 1) rozmieszczonego na 33 polach uprawnych (rys. 9).

Tab. 1. Ilość plonu do przetransportowania

Roślina	Powierzchnia uprawy [ha]	Plonowanie [t/ha]	Plon [t]
Rzepak ozimy	62	4,17	258,54
Pszenica ozima	108	7,32	790,56
Kukurydza na ziarno	290	11,83	3430,70
Ogółem	460	-	4479,80

Środki transportowe podczas wykonywania przewozu ziarna poruszały się po drogach polnych, lokalnych i w kilku przypadkach po drodze krajowej. Podczas analizy zebranych danych wyznaczono średnie czasy trwania kursów i obrotu środka transportowego dla każdego z 33 pól.

Na rysunku 10 przedstawiono wszystkie wyznaczone czasy dla przejazdów pomiędzy przedsiębiorstwem rolnym (punkt A), a polem uprawnym (punkt B). Czas trwania kursu pomiędzy przedsiębiorstwem rolnym, a polem (kurs AB) odbywał się z pustą przyczepą i trwał od około 5 do 31 minut (rys. 10) co wynikało z różnych odległości pomiędzy nimi.

Przejazd z ładunkiem pomiędzy polem a gospodarstwem oscylował w przedziale od około 8 do 39 minut (rys. 10). Zmienność wyznaczonych czasów kursów bez ładunku i z ładunkiem była prawie identyczna i wynosiła odpowiednio 5,4% i 5,5% (rys. 10).

Rys. 10. Średnie czasy trwania kursu i obrotu środka transportowego dla każdego z analizowanych pól

Średni czas obrotu środka transportowego uwzględnia wszystkie czasy związane z czynnościami pomocniczymi i opóźnieniami pojawiającymi się na trasie [12]. W przypadku konieczności zapewnienia ciągłości odbioru ładunków, a z takim przypadkiem mamy do czynienia podczas kombajnowego zbioru ziemiopłodów, ten parametr jest podstawowym wskaźnikiem do wyznaczenia liczby potrzebnych środków transportowych [12]. Wartość tego wskaźnika oscylowała w przedziale od 15 do prawie 88 minut (rys. 10).

Prawidłowy dobór środków transportowych lub ich ilości można wykonać na podstawie potoku towarowego (rys. 11), który powinien być nieco większy od wydajności masowej kombajnu.

Rys. 11. Średnie wartości potoku towarowego dla każdego z analizowanych pól

Tab. 2. Wydajność zbioru

Roślina	Plonowanie [t/ha]	Średnia wydajność [ha/h]	Średnia wydajność [t/h]
Rzepak ozimy	4,17	2,77	11,55
Pszenica ozima	7,32	3,23	23,64
Kukurydza na ziarno	11,83	2,88	34,07

Dla większości pól wartość potoku towarowego nie przekraczała 12 t/h (rys. 11). Porównując te dane z wydajnością zbioru zaprezentowaną w tabeli 2 można dojść do wniosku, że dla większości pól nie wystarczy zastosowanie tylko jednego środka transportowego.

W badanym przypadku wydajność zbioru wahała się w przedziale od 11,55 t/h podczas zbioru rzepaku ozimego do 34 t/h przy zbiorze kukurydzy na ziarno. Porównując te wyniki do uzyskanych średnich wartości potoku na poszczególnych polach wynika, że powinno się zastosować co najmniej dwa środki transportowe o wartości potoku na poziomie 17 t/h. Innym rozwiązaniem byłoby zastosowanie środka, który miałby większą prędkość, jednak ze względu na warunki terenowe panujące na drodze szutrowej oraz ograniczenia prędkości na drogach lokalnych, zwiększenie prędkości transportu nie będzie dobrym rozwiązaniem.

Średnia prędkość eksploatacyjna uwzględniająca wszystkie czasy przestojów dla badanych zestawów wahała się w przedziale od 15,17 do 27,52 km/h. Zmienność wartości oscylowała na poziomie 6,2%.

Wartość prędkości technicznej przyjętych do analizy zestawów była podobna, a wpływ na jej wartość miała prędkość jazdy na poszczególnych odcinkach drogi. Na około 10% długości drogi, jaką miały do pokonania zestawy transportowe, prędkość jazdy zestawu wynosiła do ok. 15 km/h. Prędkość techniczna oscylowała w zakresie od 23,45 do 29,63 km/h.

PODSUMOWANIE

Zaobserwowano, że wybór większego środka transportowego przy większości pól jest uzasadniony. Szczególnie w przypadku zbioru kukurydzy na ziarno i sprzedaży jej w postaci mokrej (przy wilgotności ok. 30%). Duże wartości wydajności zbioru, przy pszenicy skłaniają do zastosowania dwóch środków transportowych lub zestawu z dwoma przyczepami. Zastosowanie rejestratora Holux M-1000C pozwala na wykonanie analizy pracy środków transportowych stosowanych dotychczas w przedsiębiorstwie produkcyjnym i na tej podstawie zaproponowanie innych rozwiązań dotyczących ładowności lub organizacji odbioru ziarna przez firmy zewnętrzne.

BIBLIOGRAFIA

1. Twaróg J., Logistyczne wskaźniki oceny transportu w przedsiębiorstwie produkcyjnym. *Logistyka* 2/2004. s. 27-30.
2. Sałat R. 2013. Układy mikroprocesorowe i sensory w maszynach rolniczych. Współczesna inżynieria rolnicza - osiągnięcia i nowe wyzwania. Monografia. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, 2013, t. I, 263-285. ISBN 978-83-935020-3-5.
3. Adamczyk F., *Hałas ciągników w warunkach polowych*, „Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering” 2005, vol. 50, no. 1, s. 16-20.
4. Kielbasa P., Juliszewski T., Pawłowicz J., Drózd T., Zagórda M., Sęk S., Ergonomiczna analiza wybranych stanowisk pracy kierowców samochodów ciężarowych, „Autobusy” 12/2016, s. 1030-1037, ISSN 1509-5878.
5. Juliszewski T., Cieślowski B., Kielbasa P., Bąba S., Ergonomiczna charakterystyka urządzeń sterowniczych we współczesnych ciągnikach rolniczych o mocy od 130 KW do 165 KW.

Czasopismo Logistyka, nr 6/2014, ISSN 1231-5478, s. 4938-4955.

6. Walczykova M., Kielbasa P., Zagórda M. 2016. Pozyskanie i wykorzystanie informacji w rolnictwie precyzyjnym. Monografia. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. ISBN 978-83-64377-03-7.
7. Komorek A., Kowalik R., Bieńczyk R., Wyznaczenie dokładności pozycji obiektów ruchomych w przestrzeni 3D, „Autobusy” 12/2016, s. 1038-1042, ISSN 1509-5878.
8. <http://www.claas.pl>
9. Caban J., Maksym P., Marcuk A., Drożdż P., Wybrane zagadnienia zanieczyszczenia środowiska hałasem pochodzących z pracy maszyn i urządzeń rolniczych, „Autobusy” 12/2016, s. 55-58, ISSN 1509-5878.
10. Dziurdź J. *Zagrożenia człowieka w środowisku pracy. Drgania i hałas*, „Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej”, Warszawa 2011.
11. <https://www.horsch.com/pl/produkty/woz-przeladunkowy/titan-uw/>
12. Zagórda M., Kielbasa P., Juliszewski T., Drózd T., Szczuka M., Rejestracja pracy środków transportowych z wykorzystaniem systemu GPS, „Autobusy” 6/2017, s. 1298-1301, ISSN 1509-5878.

Road transport planning in agricultural undertaking

The article presents road transport planning in an agricultural enterprise using a GPS system for recording the work of transport means and assessing the efficiency of internal and external transport. The research was carried out in an agricultural enterprise during winter wheat harvest, winter rape and corn for grain from a total area of 460 ha. The fields were located from the headquarters within a radius of 10.75 km. A total of 4479.8 tons were transported. On the basis of the results obtained, the duration of the course with and without cargo was calculated, the turnover time, the size of the freight stream and the operational and technical speed.

Autorzy:

dr inż. **Mirosław Zagórda** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, miroslaw.zagorda@urk.edu.pl

prof. dr hab. inż. **Tadeusz Juliszewski** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych

dr hab. inż. **Paweł Kielbasa** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych

dr inż. **Tomasz Drózd** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych

JEL: O18 DOI: 10.24136/atest.2018.213

Data zgłoszenia: 2018.05.28 Data akceptacji: 2018.06.15