

DUBOWSKI Adam P., ZEMBROWSKI Krzysztof, MYŚLIWY Piotr,
VICENTE Nuno, WEYMANN Sylwester, KARBOWSKI Radosław,
SŁOWIK Janusz, RAKOWICZ Aleksander, WOJNIEWICZ Łukasz

ZESTAW POJAZDÓW GĄSIENICOWYCH - WSTĘPNE TRAKCYJNE BADANIA TERENOWE

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki wstępnych badań prototypu Zespołu Pojazdów Gąsienicowych (ZPG), który opracowano w PIMR-Przemysłowym Instytucie maszyn Rolniczych w Poznaniu, a który zbudowano w firmie Hydromega partnera w projekcie badawczym nr WND_POIG.01.03.01-00-164/09. Przedstawiono urządzenia do zbierania danych podczas przejazdów ZPG w trakcie badań terenowych oraz sprzęt wideo do rejestrowania obrazu z kamer umieszczonych w kabinie, na maszcie teleskopowym oraz na dronie lotniczym KoBE, przebudowanym w PIMR i przystosowanym do lądowania w terenie. Uzyskane wyniki wskazują na dobre właściwości trakcyjne nowych zespołów gąsienicowych i praktycznie brak negatywnego oddziaływania na podłoże jak to ma miejsce w przypadku maszyn zbudowanych na podwoziu ratrika.

WSTĘP

W ramach projektu badawczego nr WND_POIG.01.03.01-00-164/09 [1], który jest prowadzony przez Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych (PIMR) we współpracy z firmą Hydromega [2], w sierpniu 2013, zbudowano prototyp zestawu pojazdów gąsienicowych (ZPG), który składa się z pojazdu bazowego oraz modułu transportowego. Na pojeździe bazowym montowane są wymienne moduły narzędziowe, które służą m.in. do koszenia traw i trzcin oraz niepożądanych zakrzaczeń. ZPG przeznaczony jest do koszenia i wywożenia biomasy, zwłaszcza z chronionych terenów wodno-błotnych, znajdujących się w granicach Parków Narodowych, parków krajobrazowych, obszarów Natura 2000.

Masa ZPG z zamontowanym modułem narzędziowym (cięcia traw i trzcin) wynosi ok. 7,3t, całkowita długość zestawu gotowego do pracy wynosi około 11m, orientacyjny nacisk gąsienic na podłoże 0,006MPa.

ZPG wyposażony jest w nowe zespoły gąsienicowe [2]. Wstępne badania terenowe mają na celu sprawdzenie możliwości poruszania się ZPG w różnym terenie, przy czym jedną z istotnych zalet napędu nowych zespołów gąsienicowych jest możliwość różnicowania prędkości poruszania się gąsienic podczas wykonywania zakrętów.

Docelowo, nowe ZPG powinny zastąpić adaptowane przez rolników ratriki, bowiem ekolodzy coraz częściej negatywnie oceniają napęd gąsienic stosowany w ratrikach. Gąsienice ratrików podczas zakręcania, dewastują wierzchnią warstwę gruntu i rosnące na niej rośliny, a stosowane mineralne oleje (hydrauliczne i silnikowe), w przypadku wycieku ich do gruntu grożą skażeniem wód powierzchniowych oraz terenu na wiele lat. Podobne zniszczenia powoduje transportowanie bel biomasy przy użyciu klasycznych kołowych ciągników rolniczych [3].

1. WSTĘPNE PRZEJAZDY ZPG

Pierwsze próby poruszania się, zarówno samego pojazdu bazowego jak i w zestawie z modułem transportowym, odbyły się na drogach nieutwardzonych w pobliżu firmy Hydromega. W próbach tych oceniano pracę zestawów gaśnicowych ZPG, możliwości manewrowania pojazdem bazowym jak i całym zestawem, oraz łatwość poruszania się po drogach nieutwardzonych, drogach polnych (Rys. 1), terenie trawiastym (Rys. 2), czy też po zaoranym polu.



Rys. 1. Pojazd bazowy na polnej drodze

Źródło: PIMR-BE



Rys. 2. Ślady przejazdu po nieużytku

Źródło: PIMR-BE

Próby przejazdów ZPG po różnym podłożu potwierdziły dobre właściwości trakcyjne nowych zestawów gaśnicowych, które na nasiąkniętym terenie pokrytym trawą, po kilkudniowych intensywnych opadach deszczu - praktycznie nie pozostawiały większych śladów, poza niewielkimi zagłębieniami od ostróg gaśnic.

Próby manewrowania ZPG wykazały konieczność poprawienia systemu synchronicznego sterowania zespołami gaśnic przednich i tylnych. Wyniki tych prób pozwoliły podjąć decyzję przystąpienia do fazy badań terenowych ZPG z różnymi modułami narzędziowymi.

2. WSTĘPNE BADANIA TERENOWE ZPG

Wstępne badania terenowe postanowiono przeprowadzić w miejscowości Warpiarnia Trzecia, położonej przy drodze krajowej nr 180 w pobliżu jeziora Bąblino (Rys. 3).



Rys. 3. Teren badań terenowych prototypu Zespołu Pojazdów Gaśnicowych

Źródło: <https://maps.google.pl/maps?hl=pl&tab=wl> , 09-10-2013

2.1. Aparatura badawcza i sprzęt - kamery wideo zamontowane w ZPG

W kabinie pojazdu bazowego zamontowano dwa urządzenia firmy Racelogic [4]. Jedno z urządzeń model Video Vbox z dwoma kamerami wideo [5]. Jedną z kamer zamocowano do przedniej szyby pojazdu bazowego, natomiast drugą kamerę zamocowano na teleskopowym

maszcie i skierowano jej obiektyw w kierunku - ukośnie do tyłu, by móc obserwować pracę zarówno przenośnika taśmowego, zachowanie modułu transportowego w trakcie przejazdów jak i obserwować ślady przejazdu ZPG w terenie pokrytym trawą, w terenie zarośniętym trawami, krzakami i nalotami drzewek, po zaoranym polu oraz po terenie podmokłym w pobliżu jeziora Bąblino. Sygnały satelitarne odbierano z niewielkiej anteny umieszczonej na dachu pojazdu bazowego.

Drugie z urządzeń Racelogic - model Vbox3i [6] zamontowano w lewym tylnym narożniku kabiny, tak by mieć łatwiejszy dostęp do urządzenia, stojąc na zewnątrz ZPG. Urządzenie to pracuje na sygnałach klasycznego systemu nawigacji satelitarnej GPS oraz na systemie nawigacji sputnikowej - GLONASS. Częstotliwość próbkowania wynosi do 100Hz.

2.2. Sprzęt wideo zamontowany na hexakopterze KoBE

W celu pełniejszej dokumentacji prowadzonych badań terenowych postanowiono wykorzystać możliwości dronu lotniczego tj. sześciosilnikowego helikoptera (PT6XL) [7], który zakupiono z projektu badawczego nr N R03-0077-06/2009 [8]. W 2013 roku dron ten przebudowano i nadano roboczą nazwę KoBE (**K**opter opracowany w zespole PIMR-**BE**), a jego ramę powiększono i przystosowano do lądowania w terenie rolniczym (Rys. 4).



Rys. 4. KoBE - do kontroli z powietrza pracy zestawów pojazdów badawczych

Źródło: PIMR-BE

Stolik KoBE przystosowany jest do mocowania sprzętu fotograficznego, w trakcie lotu KoBE - jego pozycja jest stabilizowana żyroskopowo, obrazy rejestrowane w kamerze są bezprzewodowo przekazywane na monitor, także przy pewnej wprawie pilota w sterowaniu lotem i kontrolą pozycji KoBE w powietrzu można zmieniając położenie nachylenia stolika naprowadzić obiektyw kamery na pracujący w terenie pojazd. Jedynymi ograniczeniami takiego lotu jest pojemność akumulatora elektrycznego zasilającego obwody elektroniczne i silniki elektryczne KoBE oraz siła wiatru, która mocno ogranicza bezpieczeństwo kontroli lotu gdy zwłaszcza zmienny co do kierunku wiatr, w podmuchach, przekracza 3-4^oB.

W zależności od ważności filmowanego zadania w KoBE montowana jest lekka kamera wideo Sony Webbie lub też profesjonalna kamera Sony HDR-CX700VE.

2.3. Dane uzyskane z urządzeń Video Vbox oraz Vbox 3i

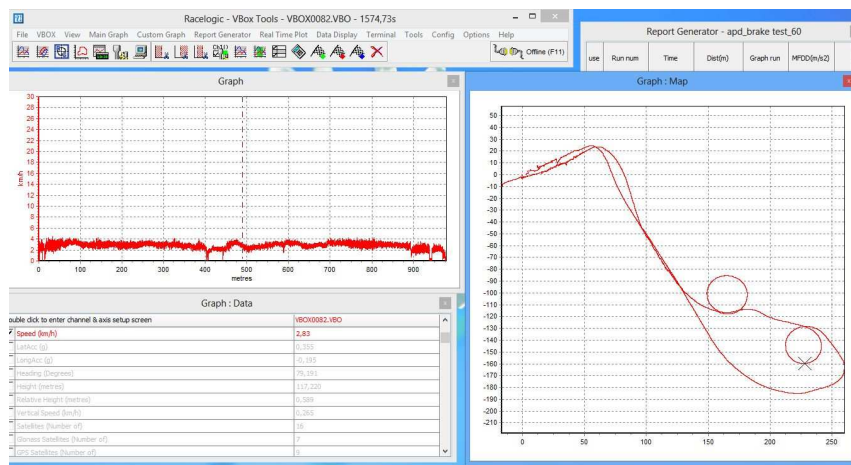
Przykładowe dane zarejestrowane urządzeniem Video Vbox (Rys. 5) , w cyklu pracy automatycznej stanowią kopię wycinka ekranu notebooka z oprogramowaniem VBOX Tools firmy Racelogic. Lewa, górna część rysunku przedstawia obraz z kabiny kierowcy zarejestrowany kamerą wideo zamocowaną ssawkami na przedniej szybie, natomiast dolna część - widok z kamery zamontowanej na teleskopowym maszcie, która rejestruje pracę zespołów gąsienicowych ZPG.

Widoczne na dolnym ekranie - ślady i równe odciski ostróg na piaszczystym terenie wskazują na prawidłową pracę zespołów gąsienicowych. Z mapki przebiegu trasy przejazdu wynika, że promień skrętu ZPG, przy sterowaniu przednimi gąsienicami wynosi około 15-17m. W trakcie przejazdu urządzenie korzystało z sygnałów 8. satelitów GPS.



Rys. 5. Przykładowe dane zarejestrowane w urządzeniu Video Vbox

Źródło: PIMR-BE



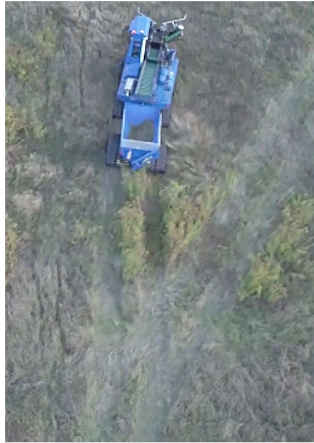
Rys. 6. Przykładowe dane zarejestrowane w urządzeniu Vbox3i

Źródło: PIMR-BE

Przykładowe wyniki przy użyciu urządzenia Vbox3i (Rys. 6), uzyskane w cyklu pracy automatycznej, bezobsługowej, przedstawiają znacznie dłuższy odcinek przejazdu ZPG i pozwalają prześledzić tor jazdy przy wykonywaniu dwóch kompletnych pętli. Urządzenie w tym czasie korzystało z sygnałów odbieranych w sumie z 16. satelitów, tj. z 9. satelitów systemu GPS oraz 7. satelitów systemu GLONASS. Prędkość poruszania się ZPG po piaszczystym podłożu utrzymywano w granicach 3km/godz.

2.4. Dane uzyskane z kamer wideo zamocowanych na KoBE

Przykładowe możliwości rejestrowania obrazu przy użyciu kamery wideo Sony Webbie (Rys. 7.) oraz kamery Sony HDR-CX700VE (Rys. 8) pozwalają na ocenę, z lotu ptaka, efektów pracy Zespołu Pojazdów Gąsienicowych.



Rys. 7. Widok śladów przejazdu po nieużytku

Źródło: PIMR-BE



Rys. 8. Ślady przejazdu ZPG na zaoranym polu zarejestrowane przez KoBE

Źródło: PIMR-BE

PODSUMOWANIE

Wstępne próby terenowe Zespołu Pojazdów gąsienicowych potwierdziły dobre właściwości trakcyjne nowych zespołów gąsienicowych, ich niewielkie oddziaływanie na podłoże oraz na rośliny rosnące na nim.

Badania przy użyciu obu urządzeń firmy Racelogic potwierdziły dużą przydatność dla akwizycji danych pomiarowych związaną z torem przemieszczania się po terenie, precyzją dokonywania manewrów. Nieco mniej precyzyjny w odbiorze sygnałów satelitarnych GPS okazał się Video Vbox, niemniej możliwość rejestracji obrazów wideo z poszczególnych przejazdów pozwala śledzić przejazd w każdych warunkach pogodowych.

Możliwości dodatkowego wykorzystania dronu lotniczego KoBE do śledzenia efektów pracy maszyn z lotu ptaka, mimo stosunkowo krótkiego lotu (około 10min) na jednej baterii, stanowi technologię akwizycji danych - wartą systematycznego jej doskonalenia, jak również doskonalenia umiejętności w ręcznym pilotowaniu czy też umiejętności zaprogramowania przelotu po wyznaczonej wcześniej trasie. Jedynym istotnym ograniczeniem dla lotów takiego drona są warunki atmosferyczne panujące w danym dniu, zwłaszcza porywisty wiatr i deszcz.

BIBLIOGRAFIA

1. Projekt badawczy nr WND_POIG.01.03.01-00-164/09 pt.:” Zintegrowana technologia ochrony obszarów wodno-błotnych przed sukcesją roślinności powodującej degradację środowiska przyrodniczego’ - kierownik projektu dr inż. K. Zembrowski.
2. Hydromega - <http://www.hydromega.com.pl/?n=158>
3. Dubowski A.P., Zembrowski K., Karbowski R., Rakowicz A. ,Weymann S., Wojniłowicz Ł.: *Opracowanie modeli, budowa i wstępne badania zespołu gąsienicowego dla zestawu pojazdów gąsienicowych*. Autobusy-Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe; Nr 3, 2013.
4. 9. Dubowski A. P., Zembrowski K., Weymann S., Karbowski R., Rakowicz A., Potrykowska A., Wojniłowicz Ł.: *New method for biomass bales coupling and rolling them on boggy terrain, especially in National Parks and Nature 2000 protected areas*. Agriculture & Engineering for a Healthier Life, International Conference of Agricultural Engineering CIGR Ageng2012, Valencia, Spain, July 8-12, 2012.

5. Racelogic - <http://www.racelogic.co.uk/>, (9-10-2013).
6. Dubowski A. P., Mac J., Wojciechowski J., Ślaski G.: *Wykorzystanie systemu Racelogic Video VBOX w badaniach nowego zestawu pojazdów*. Logistyka 3/2011.
7. Dubowski Adam P., Zembrowski Krzysztof: *Możliwości wykorzystania systemu Racelogic VBOX3iR10G10RTK do badań trakcyjnych i terenowych pojazdów, zwłaszcza specjalizowanych pojazdów PIMR*. KONHAM 2013 - XI Międzynarodowa Konferencja hamulcowa i Bezpieczeństwa, Uniejów 24-25.10.2013.
8. THOR VIDEO - <http://www.thor-video.de/IndexEnglish.html> (9-10-2013).
9. Projekt badawczy nr N R03-0077-06/2009 pt. „Zintegrowana technologia ochrony obszarów wodno-błotnych przed sukcesją roślinności powodującej degradację środowiska przyrodniczego - dedykowana do realizacji przez wysoce mobilną o modułowej zabudowie wielofunkcyjną maszynę” - kierownik projektu dr inż. K. Zembrowski.

TRACKED VEHICLES UNIT - PRELIMINARY TRACTION FIELD TESTS

Abstract

Paper presents the preliminary results of the prototype Tracked Vehicles Unit (TVU), which was developed in PIMR-Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznan, which was built in the company Hydromega, partner in the research project No. WND_POIG.01.03.01-00-164/09. The Racelogic devices were used to collect data during fieldwork and video equipment for recording images from cameras placed: in the cabin, on the top of the telescopic mast and on the Unmanned Aerial Vehicle (UAV), that was rebuilt as KoBE in PIMR and adapted to land on fields. The results indicate a good drive ability of new tracks units, practically, with no negative impact on the ground as in the case of machines built on the rattrack's chassis.

Autorzy:

dr inż. **Adam P. Dubowski** – Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, kierownik Zespołu ds. Energetyki i Dynamiki Maszyn Rolniczych (PIMR-BE), ul Starołęcka 31, 60-963 Poznań, e-mail: dubowski@pimr.eu ;
 mgr inż. **Piotr Myśliwy** - HYDROMEGA Sp. z o.o.;
 mgr inż. **Radosław Karbowski** - PIMR-BE;
 mgr inż. **Aleksander Rakowicz** - PIMR-BE;
 mgr **Janusz Słowik** -HYDROMEGA Sp. z o.o.;
 mgr inż. **Nuno Vicente** - PIMR-BO;
 mgr inż. **Łukasz Wojniłowicz** - PIMR-BE;
 dr inż. **Sylwester Weymann** - PIMR-BE;
 dr inż. **Krzysztof Zembrowski** - PIMR-BE, kierownik projektu badawczego nr WND-POIG.01.03.01-00-164/09, zembrowski@pimr.eu