

ZBROWSKI Andrzej JÓŹWIK Wojciech

BADANIA DYNAMICZNE BEZZAŁOGOWEGO POJAZDU RATOWNICZEGO

Streszczenie

W artykule opisano badania właściwości dynamicznych bezzałogowego pojazdu ratowniczego przeznaczonego do zwalczania par substancji niebezpiecznych. Próby polegały na trójosiowym pomiarze przyspieszenia, przy jednoczesnej rejestracji prędkości kątowej obrotu, przechyłu i myśkowania. Badania przeprowadzono z wykorzystaniem żyroskopu MEMSIC VG440 stanowiącego część systemu służącego do badania właściwości jezdnych samochodów ciężarowych. Zarejestrowano charakterystyki dla warunków drogowych i terenowych. Próby przeprowadzone na nawierzchni utwardzonej polegały na rejestracji przebiegów dla: postoju, jazdy oraz pokonywania ubytku w nawierzchni. Zarejestrowano charakterystyki dla poruszania się pojazdu w warunkach terenowych oraz pokonywania wzniesienia.

1. PRZEDSTAWIENIE PROBLEMU

Wycieki par substancji niebezpiecznych powstające w wyniku katastrof przemysłowych lub komunikacyjnych stanowią realne zagrożenie dla zdrowia, życia i środowiska naturalnego. Badany pojazd „STRAŻAK” (Rys. 1) jest przeznaczony do prowadzenia akcji ratownictwa chemicznego w trudnym terenie [3]. Wykorzystanie bezzałogowej platformy pozwala na zwiększenie bezpieczeństwa ratowników biorących udział w likwidacji skażenia [1].



Rys. 1 Bezzałogowy pojazd ratowniczy.

Źródło: Kolekcja autora

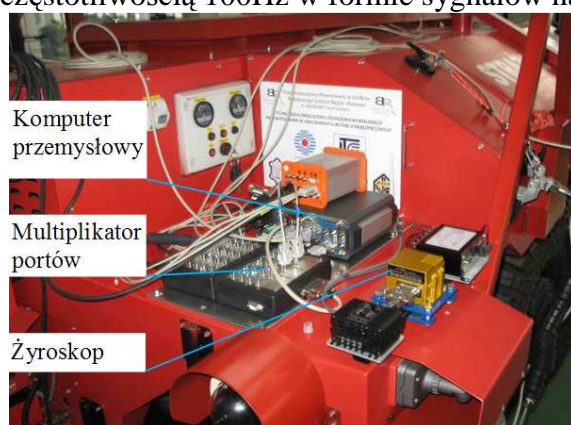
Celem badań było określenie charakterystyki pojazdu podczas poruszania się w warunkach drogowych i terenowych. Problemem do rozwiązania była identyfikacja przyspieszeń oraz prędkości kątowej pojazdu. Właściwe rozpoznanie przyspieszeń i prędkości przechyłu jest konieczne ze względu na brak bodźcowego sprzężenia zwrotnego pomiędzy operatorem i pojazdem [7]. Zastosowanie instrumentów pomiarowych pozwala na dokładne określenie chwilowego stanu pojazdu.

Wykonane badania stanowią niezbędny element określenia obciążeń dynamicznych elementów konstrukcyjnych podczas poruszania się w trudnym terenie oraz pokonywania przeszkód terenowych. Znajomość tych czynników pozwoli na opracowanie instrukcji wykorzystania pojazdu [8].

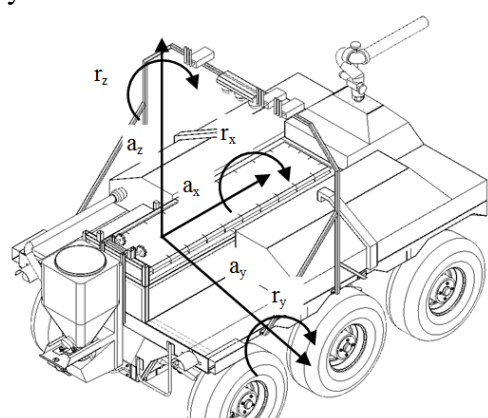
Artykuł opisuje badania demonstratora technologii zbudowanego w wyniku projektu rozwojowego Narodowego Centrum Badań i Rozwoju realizowanego przez konsorcjum: firmy Hydromega, Instytutu Technologii Eksploatacji, Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej, Wojskowej Akademii Technicznej oraz Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii.

2. INSTRUMENTARIUM BADAWCZE

W badaniach wykorzystano żyroskop MEMSIC VG440 umieszczony w tylnej części pojazdu (Rys. 2). Instrument stanowi część systemu przeznaczanego do badań samochodów ciężarowych [2,4,5,6]. Dane z żyroskopu były zbierane do komputera przemysłowego za pośrednictwem multiplikatora portów. Zastosowane urządzenie pozwala na trójosiowy pomiar przyspieszenia oraz prędkości kątowej (Rys. 3). Mierzonymi parametrami były przyspieszenia: wzdłużne (a_x), poprzeczne (a_y) i pionowe (a_z). Badanymi prędkościami kątowymi są prędkości: obrotu (r_x), pochylenia (r_y), i myszkowania (r_z). Parametry były rejestrowane z częstotliwością 100Hz w formie sygnałów napięciowych.



Rys. 2 Montaż urządzeń pomiarowych w tylnej części pojazdu.



Rys. 3 Parametry mierzone przez żyroskop

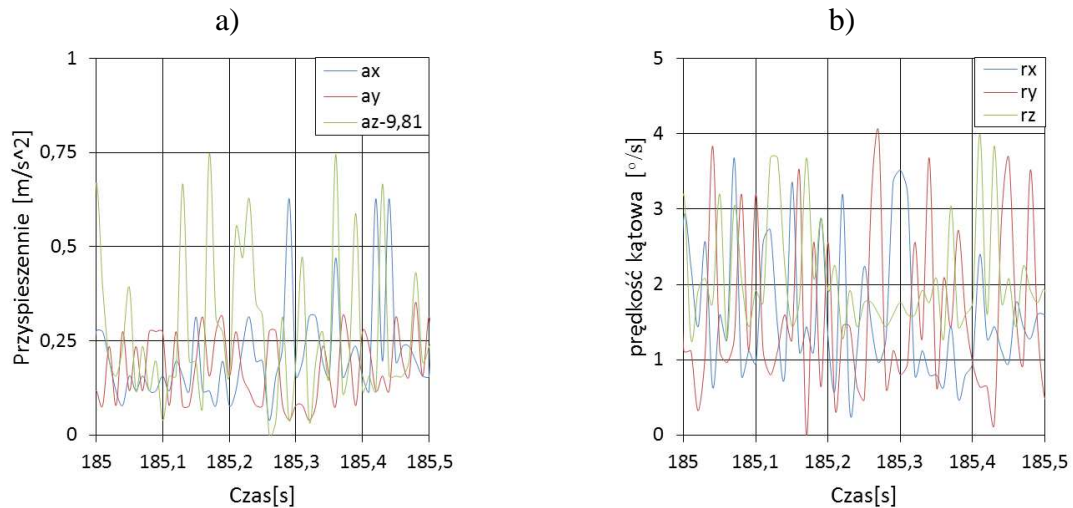
Źródło: Kolekcja autora

Źródło: Opracowanie autora

Programowanie systemu było przeprowadzane za pomocą komputera przenośnego skomunikowanego z komputerem przemysłowym przez łącze bezprzewodowe. Ponieważ aparatura jest zasilana napięciem 12V możliwe jest wykorzystanie akumulatora znajdującego się w pojeździe.

3. BADANIA W WARUNKACH DROGOWYCH

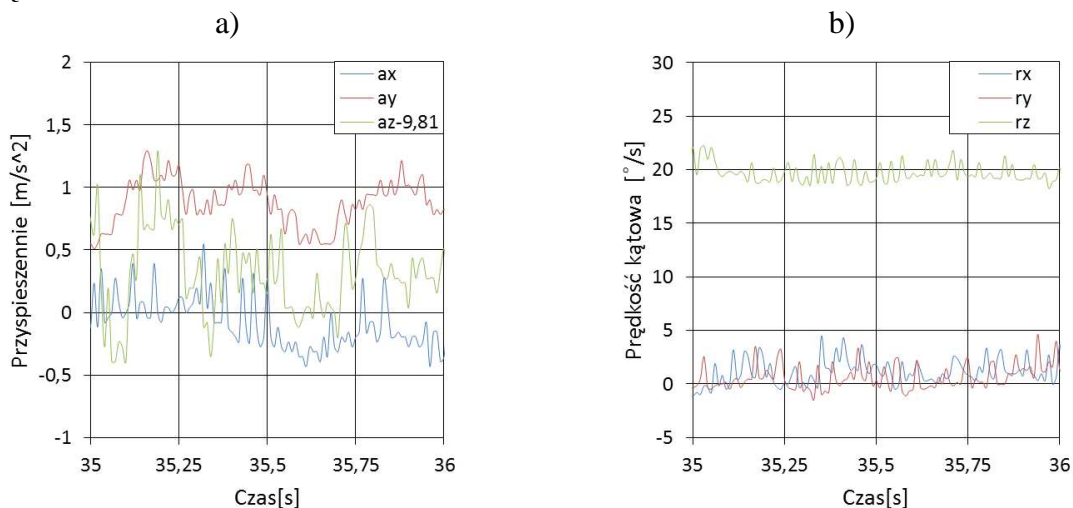
Celem prób przeprowadzonych w warunkach drogowych było określenie dynamicznego zachowania się pojazdu podczas jazdy po powierzchni utwardzonej. W celu identyfikacji drgań powodowanych przez pracę jednostki napędowej zmierzono przyspieszenia podczas postoju (Rys. 4). Dla zwiększenia czytelności wykresu wartość przyspieszenia a_z pomniejszono o wartość przyspieszenia ziemskiego. Zaobserwowano, że przyspieszenie pojazdu w osi z jest około trzykrotnie większe, niż dla pozostałych osi. Nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy wartościami prędkości kątowych. Częstotliwość drgań pojazdu podczas postoju wynosi 25Hz.



Rys. 4 Wskazania żyroskopu podczas postoju: a-przyspieszenie, b-prędkość kątowna

Źródło: Opracowanie autora

Zmierzono wartość przyspieszeń oraz prędkości kątowych podczas jazdy w warunkach drogowych podczas poruszania się po okręgu (Rys. 5). Charakterystyki przedstawione na rysunku 5a są złożeniem przyspieszeń spowodowanych pracą silnika, ruchem pojazdu po okręgu oraz pokonywaniem nierówności powierzchni. Częstotliwość oscylacji przyspieszenia wywołanego poruszaniem się pojazdu wynosi 3Hz, przy braku istotnych różnic w drganiach spowodowanych pracą jednostki napędowej. Zaobserwowano nieznaczny wzrost prędkości kątowej, oraz wyznaczono myszkowanie (Rys. 5b). Wartość prędkości myszkowania wynosząca około 20 $^\circ/s$ odpowiada zarejestrowanemu czasowi pokonania okręgu, co wskazuje na zachowanie sterowności pojazdu podczas skrętu na śliskiej nawierzchni z maksymalną prędkością.

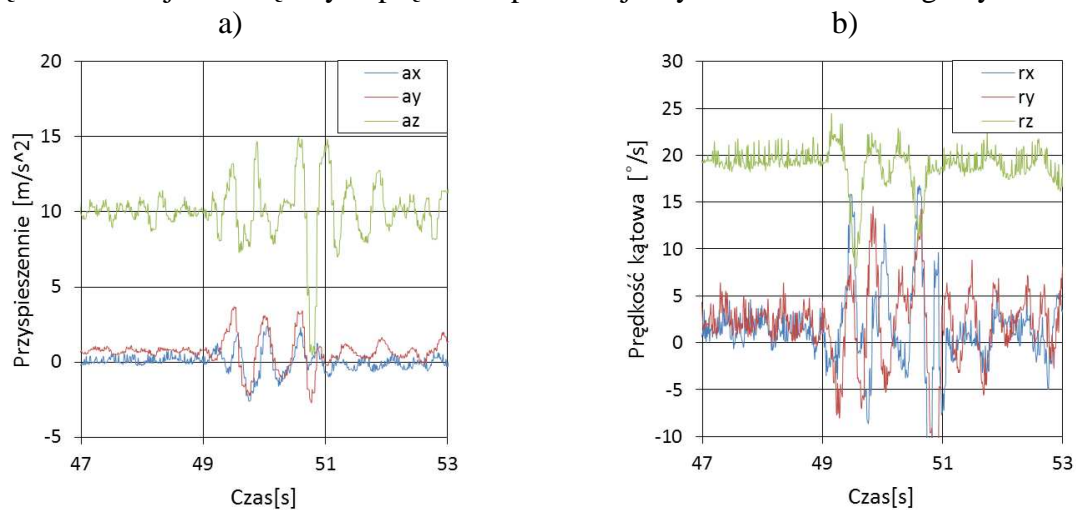


Rys. 5 Wskazania żyroskopu podczas jazdy po powierzchni utwardzonej: a-przyspieszenie, b-prędkość kątowna.

Źródło: Opracowanie autora

Wyznaczono charakterystyki (Rys. 6) podczas pokonywania przeszkody mogącej wystąpić w czasie ruchu po terenie utwardzonym (ubytek nawierzchni). Zaobserwowano około dziesięciokrotny wzrost przyspieszeń w porównaniu z jazdą po drodze nieuszkodzonej. Iden-

tyfikacja zachowania pojazdu podczas pokonywania pojedynczej przeszkody jest istotna ze względu na rozwijanie większych prędkości podczas jazdy w warunkach drogowych.



Rys. 6 Wskazania żyroskopu podczas pokonywania ubytku nawierzchni: a-przyspieszenie, b-prędkość kątowa.

Źródło: Opracowanie autora

4. BADANIA W WARUNKACH TERENOWYCH

Celem badań przeprowadzonych w warunkach terenowych było sprawdzenie możliwości poruszania się pojazdu w trudnym terenie oraz rejestracja charakterystyk przyspieszenia i prędkości kątowej. W ramach prób wykonywano manewry na nierównej powierzchni porośniętej niską roślinnością (Rys. 7). Kolejną próbą było sprawdzenie zachowania się pojazdu podczas pokonywania przeszkody (Rys. 8).



Rys. 7 Poruszanie się pojazdu w warunkach terenowych

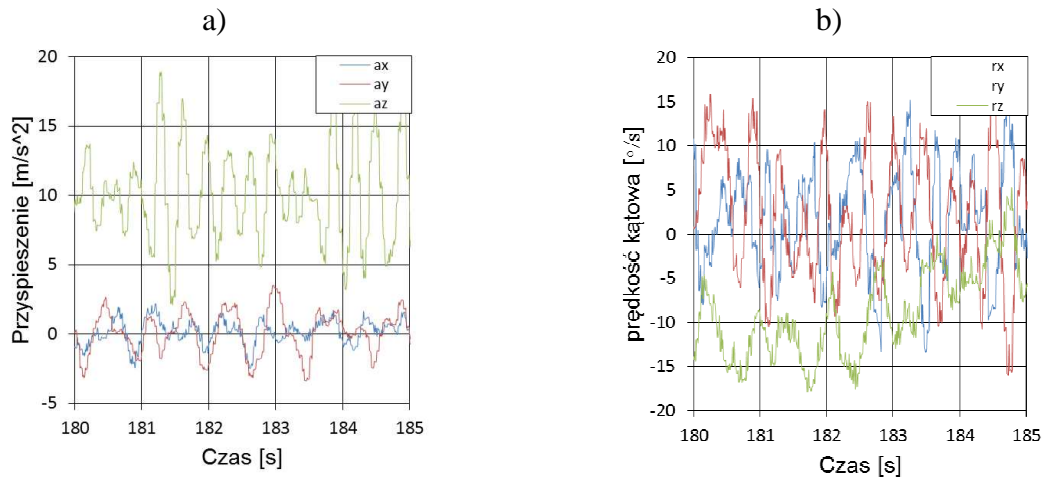


Rys. 8 Pokonywanie przeszkody terenowej

Źródło: Kolekcja autora

Źródło: Kolekcja autora

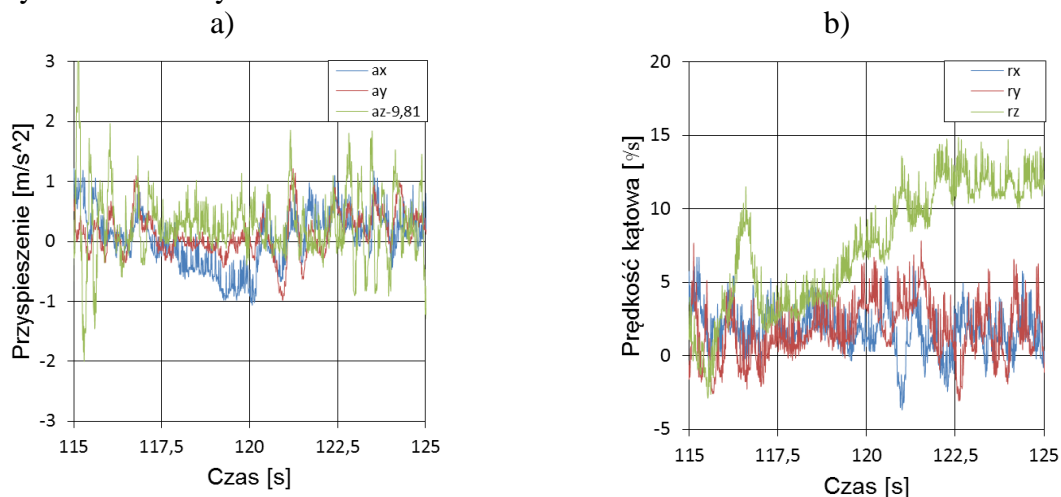
Zarejestrowano charakterystyki przyspieszeń i przechyłów podczas poruszania się pojazdu w warunkach terenowych. Uzyskane wyniki (Rys. 9) wskazują na znaczne obciążenia dynamiczne pojazdu. Przyspieszenia spowodowane nierównościami powierzchni są około dziesięciokrotnie większe niż dla jazdy w warunkach drogowych, przy około trzykrotnym wzroście prędkości kątowej. Charakter zarejestrowanych przebiegów jest zbliżony do wyników uzyskanych przy pokonywaniu pojedynczej przeszkody (Rys. 6).



Rys. 9 Wskazania żyroskopu podczas jazdy terenowej: a-przyspieszenie, b-prędkość kątowna.

Źródło: Opracowanie autora

Charakterystyki zarejestrowane podczas pokonywania wzniesienia (Rys. 10) wskazują na występowanie przeciążeń około dwukrotnie mniejszych niż dla jazdy po nierównościach. Zaobserwowano trzykrotny spadek prędkości kątownej obrotu i przechyłu, przy równoczesnym znacznym wzroście myszkowania.



Rys. 10 Wskazania żyroskopu podczas pokonywania przeszkody: a-przyspieszenie, b-prędkość obrotowa.

Źródło: Opracowanie autora

5. WNIOSKI

Uzyskane charakterystyki umożliwiają oszacowanie przeciążeń pojazdu podczas poruszania się w różnych warunkach drogowych i terenowych. Wyniki mogą być wykorzystane do opracowania instrukcji taktycznego użycia pojazdu. Próby wykazały potrzebę instalowania integralnych żyroskopów w wersjach rozwojowych pojazdu. Ze względu na ryzyko utraty stateczności należy zastosować instrumenty dodatkowo mierzące przechył wzdłużny i poprzeczny.

Brak bodźcowego sprzężenia zwrotnego pomiędzy operatorem a pojazdem uniemożliwia intuicyjną ocenę przeciążeń pojazdu za pomocą zmysłów. Zastosowanie żyroskopu umożliwia dostosowanie prędkości jazdy do panujących warunków dzięki informowaniu operatora o

przekroczeniu dopuszczalnych przyspieszeń i przechyłów. W zależności od złożoności systemu komunikacji pomiędzy pojazdem a stanowiskiem dowodzenia ostrzeżenie obsługi może być zrealizowane na dwa sposoby. Pierwszym jest ostrzegawczy sygnał akustyczny połączony z wyświetleniem ostrzeżenia na panelu operatora. Stosowanie takiego rozwiązania jest uzasadnione przy prowadzeniu prac rozwojowych oraz na etapie prototypu. W zaawansowanych systemach bezzałogowych należy stosować stanowiska dowodzenia wyposażone w siłowniki, które odwzorowują drgania oraz przechył pojazdu na fotel operatora w celu zapewnienia prawidłowej percepcji reakcji za pomocą zmysłów operatora.

Praca naukowa wykonana w ramach realizacji Programu Strategicznego pn. „Innowacyjne systemy wspomagania technicznego zrównoważonego rozwoju gospodarki” w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka.

BIBLIOGRAFIA

1. Bala Z.: *Gdzie strażak nie może...* Przegląd pożarniczy nr 2 2012. Str. 30-32.
2. Gidlewski M., Koziół S., Zbrowski A. *Metody badań własności jezdnych samochodów z wysoko położonym środkiem masy*, Logistyka nr 6 2011. Str. 1103-1114
3. Józwiak W., Zbrowski A., Zienowicz Z. *Model bezzałogowego pojazdu do zwalczania par substancji niebezpiecznych*. Technika transportu szynowego nr nr 9 2012. Str. 275-283.
4. Koziół S., Zbrowski A., Gidlewski M. *Aparatura do badania stateczności i kierowności pojazdów specjalnych przeznaczonych dla służb ratowniczych*. Czasopismo Techniczne nr. 5-M 2012, zeszyt 10. Str. 63-72
5. Koziół S., Zbrowski A., Matras E. *System pomiarowy do rejestracji parametrów ruchu pojazdu bezzałogowego*. Autobusy nr. 3 2013. Str. 533-542.
6. Koziół S., Zbrowski A. *System pomiarowy do badań właściwości jezdnych samochodów ciężarowych*. Technika transportu szynowego nr 9 2012. Str. 305 – 314.
7. Rohini B., Sreekantha Reddy J. *Sensors in Unmanned Robotic Vehicle*. Defence Science Journal. Vol. 58 nr 3 2008. Str. 409-413.
8. Zbrowski A., Józwiak W. *Determination of the speed of an unmanned rescue vehicle*. 9th International Conference Mechatronic Systems and Materials MSM'2013, Vilnius, July 1–3, 2013. Str. 264-265.

DYNAMIC TESTS OF AN UNMANNED RESCUE VEHICLE

Abstarct

This article describes the tests on the dynamic properties of an unmanned rescue vehicle intended for the control and fighting of the vapours of hazardous substances. The tests consisted in a tri-axial measurement of acceleration, at a concurrent recording of the angular velocity of rotation, tilt and yaw. The tests were conducted using a MEMSIC VG440 gyroscope constituting a part of a system for the study of driveability of lorries. The characteristics for road and off-road conditions were recorded. Tests carried out on a hard surface consisted in the recording of courses for the following: halt, drive, and overcoming pits. The characteristics for off road conditions and hill climbing were also recorded.

Autorzy:

dr inż. **Andrzej ZBROWSKI**, mgr inż. **Wojciech JÓZWIK** - Instytut Technologii Eksploatacji - PIB w Radomiu;