

PRZEMYSŁAW SIMIŃSKI*

**BADANIA EKSPERYMENTALNE POJAZDU 8×8
W RUCHU PO OKRĘGU ORAZ DLA MANEWRU
PODWÓJNEJ ZMIANY PASA RUCHU**

**EXPERIMENTAL TESTS OF AN 8×8 CAR
IN A CIRCULAR MOTION AND FOR THE TRAFFIC LANE
DOUBLE CHANGE MANOEUVRE**

Streszczenie

Opancerzone pojazdy kołowe na podwoziach w konfiguracji 8×8 są wykorzystywane coraz powszechniej. W niniejszym artykule określono zakres możliwych do wykonania badań eksperymentalnych kierowności i stateczności ruchu pojazdu KTO w wersji medycznej oraz przedstawiono niektóre rezultaty badań.

Słowa kluczowe: badania eksperymentalne, kierowność, KTO

Abstract

Wheeled armoured vehicles on chassis 8×8 configuration are use currently. In this paper there is qualified scope of possibility experimental tests of steerability and stability motion of KTO vehicle in medical version and there also are tests results.

Keywords: experimental tests, steerability, AFV

*Dr inż. Przemysław Simiński, Wojskowy Instytut Techniki Pancерnej i Samochodowej, Warszawa.

1. Wstęp

Udział żołnierzy w konfliktach zbrojnych związany jest z ryzykiem poniesienia strat. Większa część konfliktów rozgrywa się w terenie niezurbanizowanym, w skrajnych warunkach klimatycznych. W takiej sytuacji szczególnego znaczenia nabiera czas udzielenia fachowej pomocy medycznej poszkodowanym żołnierzom. Pomoc medyczna w miejscach, gdzie trudno dotrzeć i gdzie odbywają się walki jest ściśle związana z jakością posiadanego sprzętu ewakuacji medycznej. Obecnie najbardziej rozpowszechnionymi środkami ewakuacji medycznej są kołowe pojazdy sanitarne.

W działaniach bojowych w warunkach styczości z przeciwnikiem ewakuacja rannych samochodami sanitarnymi nie zapewnia właściwej ochrony załodze oraz rannym. Należy zwrócić uwagę także na aspekt możliwości zlekceważenia znaku czerwonego krzyża, zwłaszcza przez terrorystów. W takich sytuacjach za właściwe należy uznać sięganie przez gestorów po pojazdy z grupy kołowych transporterów opancerzonych. Chociaż pojazdy tego typu stanowią w naszej armii pewnego rodzaju novum, są niezbędne dla bezpieczeństwa.

Istotnym elementem jest zapewnienie odpowiedniego bezpieczeństwa ruchu dla tego typu pojazdu, które mogło zostać obniżone w wyniku dokonywania modyfikacji w pojeździe bazowym w trakcie budowy pojazdu sanitarnego.

2. Obiekt badań

Producentem pojazdu są Wojskowe Zakłady Mechaniczne w Siemianowicach Śląskich (podwozie) oraz AMZ Kutno (specjalistyczna zabudowa medyczna). Rosomak-MED został oficjalnie zaprezentowany 31.08.2006 r. Wóz umożliwia przewożenie 3 chorych (rannych) na noszach oraz 4 w pozycji siedzącej (bokiem do kierunku jazdy). Załoga składać się ma z 3 osób (kierowca, lekarz-dowódca i sanitariusz), a główne zadania to udzielenie pierwszej pomocy medycznej i ewakuacja rannych do punktów pomocy medycznej. W stosunku do



Rys. 1. Pojazd KTO MED
Fig. 1. Vehicle KTO MED

podwozia transportera zwiększono objętość użyteczną wnętrza pojazdu poprzez podniesienie wysokości przedziału załogowego o 185 mm w obrębie luków ewakuacyjnych. Osiągnięto to dzięki wykonaniu nadbudowy opancerzonej. Wnętrze nadbudówki wykorzystano jako miejsce dla toreb medycznych, deski ortopedycznej i noszy zabierakowych oraz rzeczy osobistych ewakuowanych żołnierzy.

Pojazd wyposażono w środki łączności, które obejmują radiostację UKF oraz systemu łączności wewnętrznej Fonet, a także terminal komputerowy 009620T firmy WB Electronics – ma on służyć do prowadzenia dokumentacji medycznej rannych i transmisji wszelkich niezbędnych danych o stanie pacjentów i wykonanych zabiegach do szpitala czy punktu opatrunkowego.

Wyposażenie medyczne i specjalistyczne pojazdu to:

- instalacja tlenowa z gniazdami tlenowymi typu panelowego z punktami poboru typu AGA z szybkozłączami, przewodami i maskami tlenowymi,
- butle tlenowe 10-litrowe z reduktorami, uchwytami mocującymi i osłonami,
- uchwyty na kroplówki umieszczone nad rannymi,
- umywalka ze zbiornikiem na wodę,
- miejsce na torbę reanimacyjną,
- miejsce na ogrzewacz płynów infuzyjnych,
- łączność foniczna z kabiną kierowcy,
- nosze wg standardu NATO,
- nosze podbierakowe z deską ortopedyczną,
- kołnierze ortopedyczne wielorazowego użytku,
- szyny unieruchamiające,
- szyna z uchwytem umożliwiającym szybkie zamontowanie defibrylatora, wraz z gniazdem podłączeniowym 12 V.

Pojazdy medyczne na podwoziu Rosomaka do tej pory nie były wykorzystywane przez nasze wojsko, niemniej jednak należy oczekiwać, że podobnie jak w wersji bojowej zapewnione będą wysokie parametry trakcyjne.

3. Badania w trakcie ruchu po okręgu

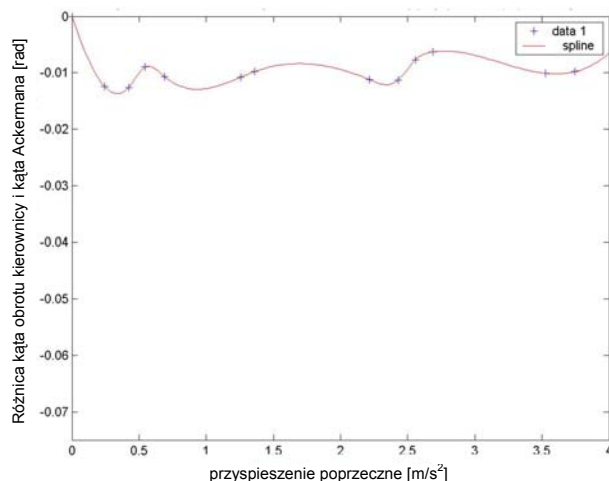
W badaniach wykorzystano: rejestrator wielokanałowy SPGK-1, kierownicę pomiarową DATRON-MSW1, 2 lampy Corrsys Datron typu V_L-V_Q , 2 lampy Corrsys Datron typu V_H oraz komputer rejestrujący. System pomiarowy SPGK-1 przeznaczony jest do wykonywania pomiarów wielkości fizycznych i elektrycznych przekazywanych przez odpowiednie czujniki zamontowane na badanym pojeździe w warunkach poligonowych. Dodatkowo system SPGK-1 rejestrował dane z czujnika przyspieszenia (Induktiver Beschleunigungsaufnehmer IB 301) i czujnika żyroskopowego (ENV-05DB 52 Murata). Mierzono i rejestrowano następujące wielkości: składowe wektora prędkości pojazdu, przyspieszenie poprzeczne działające na pojazd oraz prędkość kątową odchylenia bryły pojazdu wokół osi pionowej, kąt obrotu kierownicy, moment na kierownicy, przechył boczny kadłuba. Wszystkie wyniki rejestrowano metodą cyfrową z częstotliwością próbkowania wynoszącą 100 Hz. W tabeli 1 zamieszczono podstawowe dane dotyczące dokładności aparatury pomiarowej użytej podczas badań.

Dokładność pomiarowa rejestratora wielokanałowego SPGK-1 użytego podczas badań

Lp.	Wielkości mierzone	Maksymalny błąd
1	kąt obrotu kierownicy	$\pm 0,1\%$
2	moment na kole kierownicy	$\pm 0,15\%$
3	przyspieszenie poprzeczne	
4	prędkość poprzeczna	$\pm 0,1\%$
5	prędkość wzdłużna	$\pm 0,1\%$

Wszystkie próby eksperymentalne przeprowadzono dla wozu ewakuacji medycznej (Rosomak-WEM) z pełnym obciążeniem (dmc.). Ładunek zastępczy został rozłożony w sposób odpowiadający rzeczywistym potrzebom transportowym (załoga oraz osoby przewożone w pozycji leżącej). Wykonano test ruchu ustalonego po okręgu oraz test podwójnej zmiany pasa ruchu. Próby odbywały się na suchym podłożu asfaltowym o pochyleniu $\leq 2\%$.

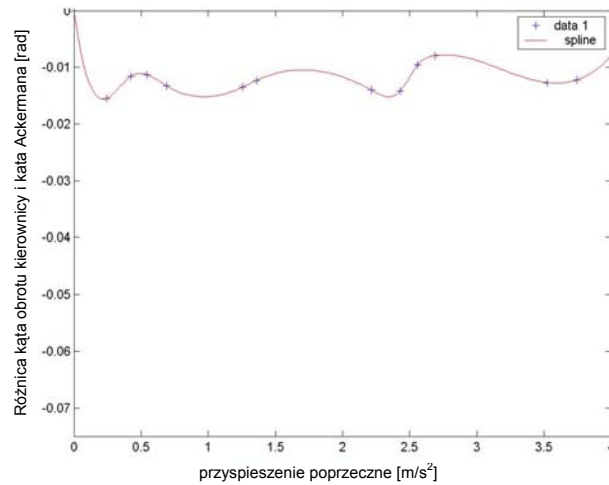
W przypadku ruchu ustalonego po okręgu promień okręgu był stały i wynosił ok. 24 m, prędkość pojazdu zwiększano od 10 km/h do 34 km/h. W analizie rezultatów badań do obliczeń kąta obrotu kierownicy pojazdu Ackermana (pojazd 2-osiowy) przyjęto 2 warianty, determinowane przez 4 osie jezdne badanego pojazdu: wariant 1 – osie skrajne 1 i 4; wariant 2 – osie zastępcze, pomiędzy osiami: 1 i 2 oraz 3 i 4. Poniżej na rysunkach 2 i 4 przedstawiono wyniki badań dla wariantu 1 oraz na rys. 3 i 5 dla wariantu 2. Dla obu wa-



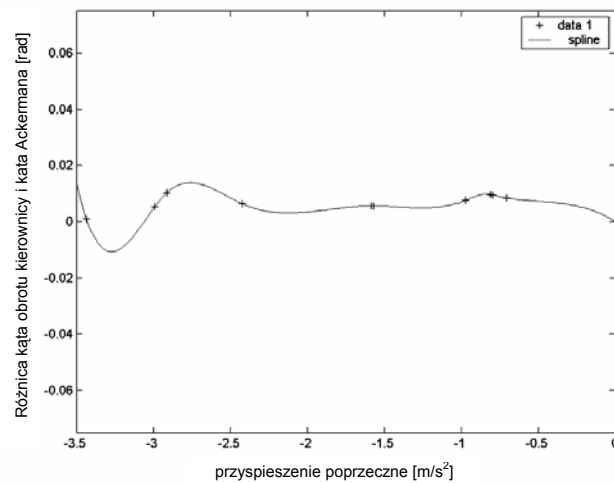
Rys. 2. Różnica kąta obrotu kierownicy i kąta Ackermana w funkcji przyspieszenia poprzecznego. Kierunek ruchu pojazdu w prawo, osie 1 i 4

Fig. 2. Difference of angular displacement of steering gear and Ackerman angular in transverse acceleration function. Direction of motion, axles 1 and 4

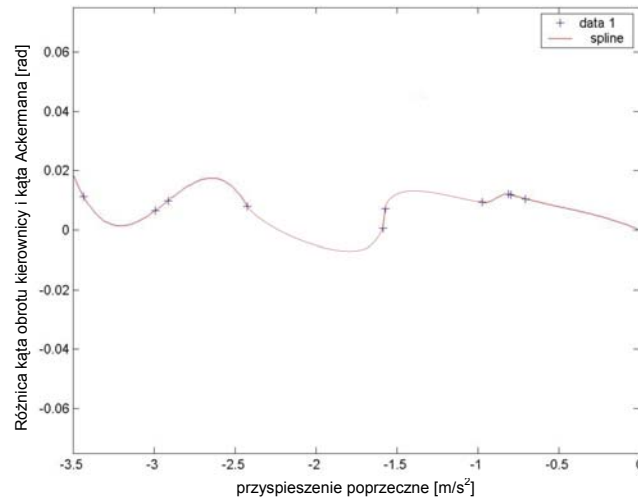
riantów przywołane charakterystyki są zbliżone pod względem uzyskanych wartości. Na rysunkach 2–5 przedstawiono zestawienie wyników badań eksperymentalnych dla ruchu po okręgu, przy skręcie w prawą i lewą stronę. Na rysunkach zaprezentowano porównanie



Rys. 3. Różnica kąta obrotu kierownicy i kąta Ackermiana w funkcji przyspieszenia poprzecznego. Kierunek ruchu pojazdu w prawo, osie zastępcze
 Fig. 3. Difference of angular displacement of steering gear and Ackerman angular in transverse acceleration function. Direction right, virtual axle



Rys. 4. Różnica kąta obrotu kierownicy i kąta Ackermiana w funkcji przyspieszenia poprzecznego. Kierunek ruchu pojazdu w lewo, osie 1 i 4
 Fig. 4. Difference of angular displacement of steering gear and Ackerman angular in transverse acceleration function. Direction left, axle 1 and 4



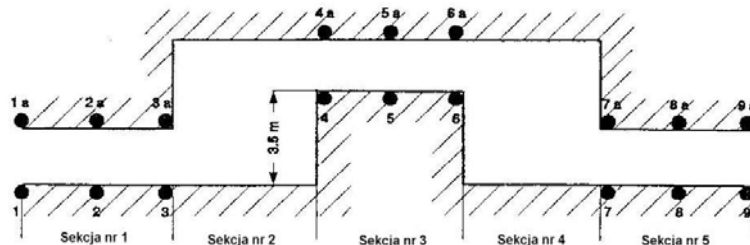
Rys. 5. Różnica kąta obrotu kierownicy i kąta Ackermiana w funkcji przyspieszenia poprzeczne. Kierunek ruchu pojazdu w lewo, osie zastępcze
 Fig. 5. Difference of angular displacement of steering gear and Ackerman angular in transverse acceleration function. Direction left, virtual axle

zalecanych przez normę ISO 4138 charakterystyk: różnicy kąta obrotu kierownicy badanego pojazdu i odpowiadającego mu pojazdu Ackermanna w funkcji przyspieszenia poprzeczne pojazdu w układzie niespoziomowanym. Pojazd wykazuje lekko nadsterowną charakterystykę w badanym zakresie przyspieszenia poprzeczne dla skrętu w prawo oraz neutralną dla skrętu w lewo.

4. Sprawdzenie kierowności i stateczności ruchu pojazdów

Próbie manewru podwójnej zmiany pasa ruchu wykonano na lotnisku. Do próby wybrano główny pas lotniska. Nawierzchnia typu asfaltowego była sucha. Należy tu podkreślić, że próby przeprowadzono na nawierzchni gładkiej, pozbawionej nierówności i ewentualnych kolein.

Ustawienie toru jazdy badanego pojazdu pokazano na rys. 6.



Rys. 6. Widok i oznaczenie poszczególnych pachółków w próbie podwójnej zmiany pasa ruchu
 Fig. 6. View and sign for individual delineator in test of double change of lane

Wymiary poszczególnych sekcji toru pomiarowego wynosiły:

Sekcja nr 1:	Długość = 15 m,	Szerokość = 3,36 m
Sekcja nr 2:	Długość = 31,43 m	
Sekcja nr 3:	Długość = 25 m,	Szerokość = 3,65 m
Sekcja nr 4:	Długość = 31,43 m	
Sekcja nr 5:	Długość = 15 m,	Szerokość = 3,36 m

Podczas jazd pomiarowych rejestrowano prędkości wzdłużną i poprzeczną pojazdu za pomocą dwóch lamp typu Correvit zamocowanych z przodu i tyłu transportera, przyspieszenie boczne działające na pojazd oraz prędkość odchylenia pojazdu wokół osi pionowej. Podczas każdego przejazdu notowano również ilość strąconych pachołków oraz ich oznaczenie (rys. 6).

Do jazd pomiarowych wytypowano dwóch najbardziej doświadczonych kierowców, mających już wcześniej styczność z pojazdem KTO Rosomak. Wcześniej wykonano wiele przejazdów treningowych w celu zapoznania się z charakterystyką zawieszenia KTO WEM oraz gabarytami pojazdu.

Wyniki w postaci ilości strąconych pachołków podczas poszczególnych przejazdów pomiarowych przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Prędkość, liczba strąconych pachołków oraz uwagi podczas przejazdów KTO WEM w czasie próby podwójnej zmiany pasa ruchu

Prędkość przejazdu [km/h]	Kierunek przesunięcia pasa	Numery strąconych pachołków KIEROWCA 1	Numery strąconych pachołków KIEROWCA 2	Uwagi
40	Prawy	–	–	Brak
40	Lewy	–	–	Brak
50	Prawy	–	–	Brak
50	Lewy	–	–	Brak
60	Prawy	7a	–	Brak
60	Lewy	–	–	Brak
70	Prawy	–	–	Brak
70	Lewy	–	–	Brak
75	Prawy	1, 2	8a, 7a	Brak
75	Lewy	–	7	Brak
80	Prawy	7a, 8a	5a	Brak
80	Lewy	7a,	4, 6, 8	Brak
85	Prawy	6, 6a, 7a, 9a	3a, 4a, 5a, 7a, 8a	Brak
85	Lewy	7a	1, 4, 8, 9	Brak
90	Prawy	1, 6, 7a	Brak przejazdu	Brak
90	Lewy	Rezygnacja	Brak przejazdu	Brak

Podczas prób wykonywano przejazdy w obu kierunkach przez wytyczony tor ruchu – rys. 7. W tabeli 2 dla rozróżnienia przyjęto oznaczenia „prawy”, gdy podczas wjazdu na tor badawczy kierowca pierwszy manewr kierownicą wykonywał w prawo i – odpowiednio – „lewy” dla przejazdu w drugą stronę.

Podczas analizy danych z tab. 2 można zauważyć, że pierwsze potrącenia pachołków zaczynały się przy prędkości 75 km/h. Trzeba jednak wyraźnie podkreślić dwa aspekty wykonywania próby podwójnej zmiany pasa ruchu pojazdem typu KTO.



Rys. 7. Widok pojazdu KTO WEM podczas próby przejazdu w stronę zachodnią lotniska

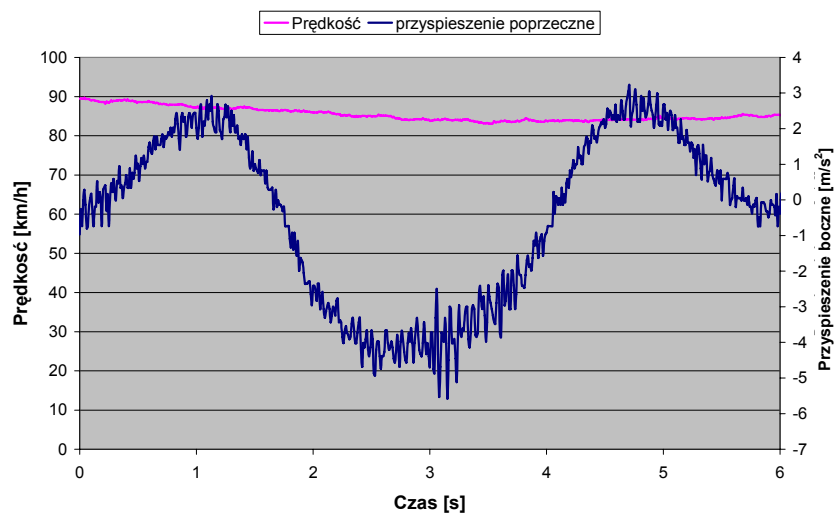
Fig. 7. View of vehicle during the test of drive to west side

Po pierwsze, metodyka oparta na zatwierdzonych normach ustala wymiary poszczególnych sekcji. Przykładowy wzór ma postać: szerokość sekcji = 110% szerokości pojazdu + 0,25 m. Na szerokość korytarza ruchu mają wpływ składowa wynikająca z procentowego udziału szerokości pojazdu i stała wartość dodana, w tym przypadku 0,25 m. Wzór ten ma zastosowanie zarówno dla pojazdów o mniejszych gabarytach, jak i pojazdów bardzo szerokich, jak KTO WEM. W tym przypadku zwiększenie korytarza o 0,25 m będzie dla KTO WEM mniejszym względny ułatwieniem niż np. dla pojazdu o szerokości 1,75 m.

Po drugie, należy pamiętać, że widoczność z miejsca kierowcy w KTO WEM jest na tyle specyficzna, że obserwacja pachołków wytyczających tor jazdy jest utrudniona i nie wszystkie strącenia pachołków wynikały z braku stateczności pojazdu, ale np. z ograniczonej widoczności. Dlatego podczas próby podwójnej zmiany pasa ruchu KTO WEM większe znaczenia ma subiektywna ocena kierowców prowadzących pojazd niż liczba strąconych pachołków.

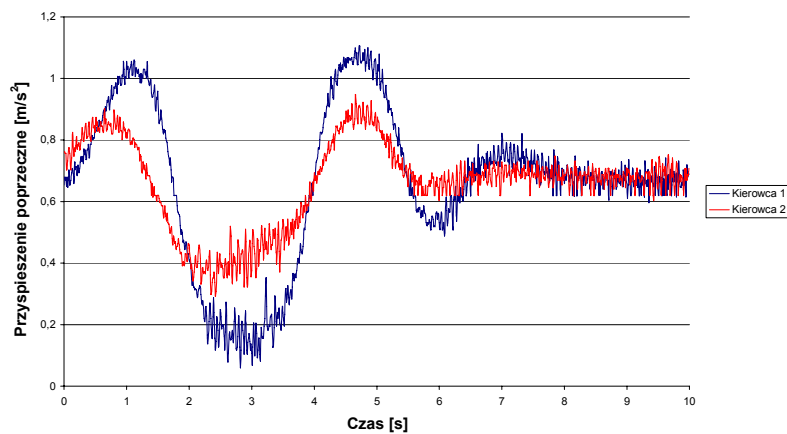
Reasumując, można przyjąć, że do prędkości 80 km/h można było wykonać próbę w sposób w pełni bezpieczny, bez znaczących uślizgów pojazdu. Prędkość 85 km/h była granicą, przy której konieczne okazywały się korekty toru ruchu (transporter zaczynał wykazywać tendencję do nadsterowności), jednak pojazd mieścił się w zarysie toru ruchu. Przy prędkości 90 km/h pojazd stawał się na tyle niestateczny, że wykonanie przejazdu było już obciążone dużym ryzykiem utraty kontroli nad pojazdem. Przykładowy wykres przedstawiający przebieg prędkości i przyspieszenia bocznego działającego na pojazd podczas próby przejazdu z prędkością początkową 90 km/h przedstawiono na rys. 8.

Kierowcy wykonujący próbę nie mieli zastrzeżeń co do zachowania się pojazdu. Należy jednak pamiętać, że ze względu na terenowy bieżnik opon podczas gwałtownych manewrów pojawiają się stosunkowo duże znoszenia na oponach, a pojazd ma tendencję do nadsterowności, która jednak jest możliwa do opanowania przez doświadczonego kierowcę. Poniżej na rysunkach 9 i 10 przedstawiono różnice w technice wykonywania manewru.



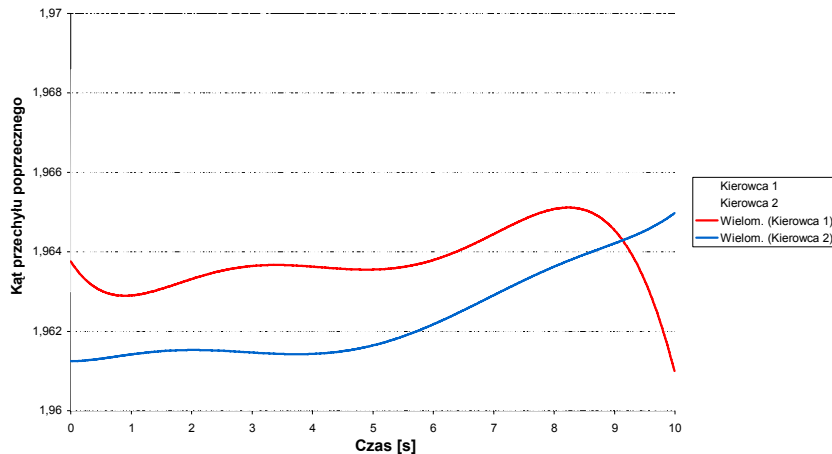
Rys. 8. Przebieg zarejestrowanej prędkości i przyspieszenia bocznego podczas manewru podwójnej zmiany pasa ruchu przez KTO WEM

Fig. 8. Course of register speed and side-acceleration during maneuver of double change of lane



Rys. 9. Charakterystyka przyspieszenia poprzecznego w funkcji czasu

Fig. 9. Profile of transverse acceleration in time function



Rys. 10. Charakterystyka kąta przechyłu poprzecznego w funkcji czasu
 Fig. 10. Profile of transverse angle of inclination in time function

Kierowca 1 wykonuje manewr bardziej dynamicznie, szybciej zwiększając kąt obrotu kierownicy, efektem czego są większa wartość przyspieszenia poprzecznego i większe pochylenie boczne kadłuba pojazdu.

5. Podsumowanie

W rezultacie prowadzonych badań eksperymentalnych uzyskano charakterystyki określające zachowanie pojazdu w testach jazdy po okręgu oraz podwójnej zmianie pasa ruchu. Pozwoliły one wyznaczyć charakterystykę kierowności, stateczność dynamiczną oraz ocenę wpływu umiejętności indywidualnych kierowcy. Część z uzyskanego materiału badawczego może zostać wykorzystana w badaniach symulacyjnych, np. do porównania zgodności modeli matematycznych z obiektem rzeczywistym. Przeprowadzone badania pozwoliły na porównanie wpływu wyboru osi pojazdu do obliczeń charakterystyki kierowności pojazdu Ackermana.

Podejście do zagadnienia badań eksperymentalnych kierowności i stateczności złożonego obiektu, jakim jest wojskowy 4-osiovy transporter opancerzony, wykazało wiele trudności związanych przede wszystkim z dostępnością do obiektu, możliwością ingerencji w jego strukturę (montaż aparatury, wymontowanie podzespołów), dostępnością podzespołów do badań stanowiskowych laboratoryjnych, a także z szerokim dostępem do dokumentacji technicznej. Dlatego też przeprowadzając omówione próby badawcze, uzyskano cenne doświadczenie na płaszczyźnie organizacyjnej oraz inżynierskiej.

Literatura

- [1] Brzeziński M., *Logistyka Wojsk Lądowych. Zabezpieczenie logistyczne oddziałów i pododdziałów w działaniach taktycznych*, wyd. 2, Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Logistyki, Warszawa 1996, 154.
- [2] Barnat W., Simiński P., *Kołowy transporter opancerzony RYŚ*, Przegląd Wojsk Lądowych 10/2006, 51-52.
- [3] Simiński P., *Generacje Kołowych Transporterów Opancerzonych*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Lądowych, Poglądy i Doświadczenia 1/2006, 66.