

Przemysław Simiński<sup>1)</sup>

## PROBLEMATYKA RUCHU NOWOCZESNYCH TRANSPORTERÓW WOJSKOWYCH

**Streszczenie.** Budowanie różnych wersji pojazdów, nie tylko wojskowych, na podwoziu bazowym jest powszechnie stosowaną praktyką. Opracowywanie przez producentów nowych konstrukcji pojazdów kołowych wiąże się z koniecznością badań nad bezpieczeństwem ruchu. W celu ich uniknięcia zwykle wykonuje się, zarówno bardzo kosztowne jak i niebezpieczne dla ludzi, badania na pojazdach prototypowych. Tworzenie nowych konstrukcji pojazdów nie powinno wiązać się z pogorszeniem ich bezpieczeństwa. Jednym z elementów wpływających na bezpieczeństwo pojazdów wojskowych są własności trakcyjne oraz zdolność do pokonywania terenu. W artykule zostaną zasugerowane kwestie związane z opracowywaniem nowej konstrukcji pływającego transportera, nośnika systemów wykrywania i identyfikacji. W tym wyniki badań symulacyjnych i eksperymentalnych oraz analiz.

**Słowa kluczowe:** prototyp, mobilność, przeszkody terenowe.

### WSTĘP

Problematyka ruchu nowoczesnych transporterów opancerzonych pomimo ciągłego rozwoju techniki jest ciągle zagadnieniem aktualnym. Poprawa parametrów trakcyjnych i zdolności pokonywania terenu pojazdów wojskowych jest oczekiwana przez użytkowników tego typ sprzętu. Wynika ona z rozwoju działań taktycznych, który wmusza między innymi działania nacechowane dużą dynamiką. Przyczyna to także charakter współczesnych konfliktów zbrojnych. Szczególnie wysokimi parametrami, we wspomnianym zakresie, powinny odznaczać się transportery wojskowe, gdyż aktualnie to na nich spoczywa główny ciężar przenoszenia uzbrojenia oraz zapewnienia transportu. Trudności z określeniem podstawowych wymagań dla kołowych transporterów opancerzonych rozpoczynają się już w kwestiach fundamentalnych, a mianowicie definiowania pojęć.

### PROBLEMATYKA DEFINIOWANIA

W przypadku pojazdów gąsienicowych funkcjonuje pojęcie ruchliwość. Odzwierciedla ona możliwości manewrowe i dynamiczne czołgu. Na pojęcie ruchli-

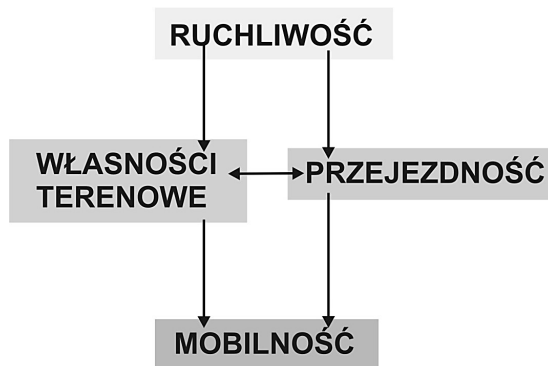
---

<sup>1)</sup> Wojskowy Instytut Techniki Pancernej i Samochodowej, e-mail: psiminski@tlen.pl

wości składają się: intensywność rozpędzania, zwrotność, zdolność pokonywania terenu, zasięg oraz przystosowanie do transportu na duże odległości. Wskazuje się największy wpływ na parametr ruchliwości mocy i mocy jednostkowej silnika oraz jakości zawieszenia [1]. Pojęcie ruchliwości funkcjonuje również w odniesieniu do wojskowych pojazdów terenowych. Na ruchliwość wojskowych pojazdów terenowych wpływają następujące czynniki: prędkość, zwrotność, zasięg i przekraczalność terenu [2]. Przy czym pod pojęciem przekraczalności terenu rozumie się zdolność do pokonywania przeszkód sztucznych i naturalnych, różnorodnych rodzajów nawierzchni oraz przeszkód wodnych. Z poprawą przejezdności związanych jest szereg parametrów konstrukcyjnych. Aktualnie częściej od ruchliwości funkcjonuje inny tożsamy termin. Zdolność pojazdów do pokonywania terenu to zespół cech i właściwości, które charakteryzują przystosowanie pojazdu do jazdy po drogach polnych, gruntowych oraz w terenie bez wytyczonych dróg [5]. Podobnie jak w przypadku ruchliwości na zdolność pokonywania terenu wpływa szereg parametrów konstrukcyjnych związanych z poszczególnymi układami oraz ich zespołami

Ponadto wiele zależy, jak w przypadku przejezdności różnych rodzajów nawierzchni, od współpracy koła ogumionego z gruntem. Z samą tylko współpracą koła ogumionego z podatnym podłożem wiążą się 2 terminy obcojęzyczne: rosyjski *prochodimost* oraz angielski *mobility*. Stąd też pojęcie mobilności. Wykorzystywanie zatem pojęcia mobilność w szerszym aspekcie niż w współpraca z podłożem jest nieprecyzyjne.

W technice wojskowej pomocne staje się ujednoczenie nomenklatury wg unormowań NATO. W badaniach pojazdów główne dokumenty standaryzacyjne to Stanag 4357 oraz 4358. W rozdziale 03-100 dotyczącym badań współpracy koła z podłożem (*soft soil mobility*) zostały przedstawione odpowiednie metodyki badań. Niestety w polskiej wersji rozdział został zatytułowany mylnie „Ruchliwość na podłożu odkształcalnym”. Jak widać kwestia terminologii może wprowadzać pewne trudności, choćby komunikacji w zespołach badawczych. Zależności pomiędzy terminami w zakresie ruchliwości ilustruje schemat przedstawiony na rysunku nr 1.

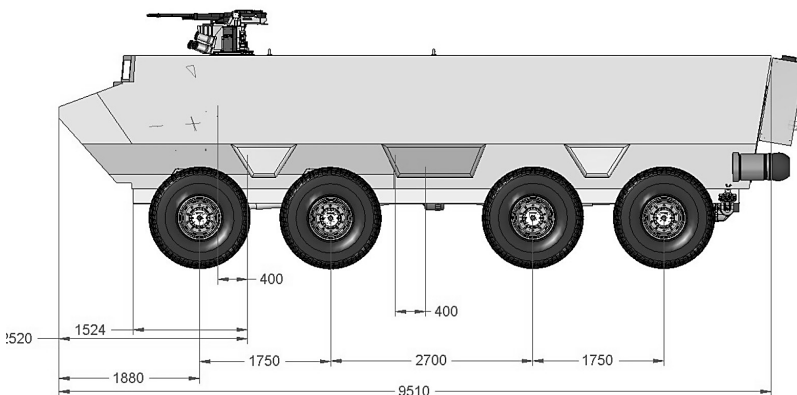


Rys. 1. Wzajemne zależności w zakresie terminologii wykorzystywanej do opisu ruchu pojazdu

## PROBLEMATYKA WŁASNOŚCI TRAKCYJNYCH W ŚWIETLE ZADAŃ NOWEGO TRANSPORTERA NOŚNIKA

Podwozie bazowe opracowywanego kołowego transportera przeznaczone jest do zabudowy wyposażenia specjalistycznego Kołowego Transportera Rozpoznania Inżynieryjnego (rys. 2). W związku z tym musi posiadać ładowność przynajmniej 4000 kg oraz objętość niezbędną do zabudowy wyposażenia specjalistycznego i przewozu 5 osobowej załogi. Pojazd powinien pokonywać przeszkody wodne w związku z tym musi posiadać odpowiednią wyporność. Rzutuje to na jego wymiary zewnętrzne, co przy zapewnieniu odpowiedniego poziomu ochrony załodze skutkuje rzeczywistą masą całkowitą 27000 kg, a przy uwzględnieniu wymaganej ładowności masą całkowitą 32000 kg. Poziom wymagań określających własności trakcyjne został określony na wysokim poziomie dla tego typu pojazdów np: prędkość maksymalna, co najmniej 95 km/h; czas rozpędzania od 0 km/h do 60 km/h poniżej 25 s. Określono, że zapewnienie odpowiednich własności ruchowych w zakresie dynamiki jazdy zapewni moc jednostkowa nie mniejsza niż 14 kW/t. Narzuca to potrzebę zastosowania odpowiednich zespołów silnika, układu przeniesienia napędu, układu jezdnego, opon. Przy czym z analizy rynku i dostępnych podzespołów, widoczne są występujące dla nich ograniczenia w zakresie zapewnienia wystarczających parametrów: mocy, wartości przenoszonych momentów, nośności, rozpiętości przełożeń. Pojazd konfigurowano z wykorzystaniem parametrów o najwyższych katalogowych parametrach.

Projektowany pojazd przy zastosowaniu silnika o mocy 480 kW, w warunkach płaskiej utwardzonej nawierzchni powinien osiągnąć prędkość maksymalną 113 km/h, która to jest niższa od prędkości teoretycznej 116 km/h, na co wpływ mają



**Rys. 2.** Podwozie bazowe opracowywanego kołowego transportera przeznaczone jest do zabudowy wyposażenia specjalistycznego Kołowego Transportera Rozpoznania Inżynieryjnego. Źródło AMZ

opory ruchu. Nachylenie drogi 3% powoduje konieczność zredukowania biegu z siódmego na piąty i ograniczenie prędkości maksymalnej do 65 km/h co świadczy o niekorzystnym doborze wartości przełożeń w układzie napędowym. Przy załączonym przełożeniu terenowym w skrzyni rozdzielczej prędkość maksymalna wyniesie 65 km/h. Pokonywanie wzniesień drogowych o nachyleniu 10% będzie możliwe na trzecim biegu w przypadku przełożenia szosowego skrzyni rozdzielczej oraz piątym przy przełożeniu terenowym. Intensywność rozpędzania od 0 do 60 km/h wynosi 17,5 s, natomiast od 60–100 km/h 56 s.

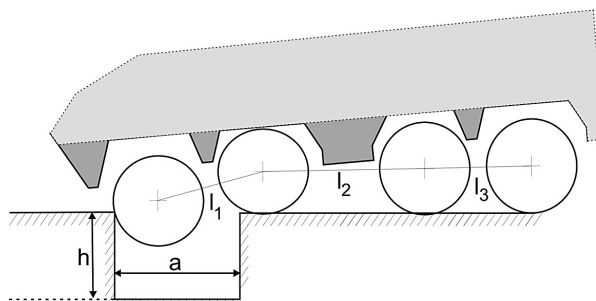
Do rozważań wstępnych w zakresie zachowania transportera opancerzonego przydatne stają się modele symulacyjne, zweryfikowane eksperymentalnie [7]. Przyjęte założenia wstępne, następnie parametry i charakterystyki umożliwiły opracowanie odpowiedniego modelu pojazdu 8x8. Uzyskane wyniki badań symulacyjnych, dla przyjętych wymuszeń, wykazały wpływ zmiany prędkości pokonywania terenu przez pojazd na wybrane wielkości wyjściowe, takie jak wartość przyspieszeń bocznych, wartość obciążeń ogumienia (obserwacja utraty stabilności pojazdu) oraz wartości obciążeń w miejscu mocowania wahacza dolnego do kadłuba. Uzyskane wielkości wskazują, iż przyjęta konstrukcja pojazdu pozwala na bezpieczne przemieszczanie się w pewnych zakresach prędkości oraz przy określonych wymuszeniach kierownicy, chociaż np. jazda z prędkością  $V = 110$  km/h i przy gwałtownym skręcie kierownicy o  $75^\circ$  spowodowało już utratę stabilności. Nie bez znaczenia jest również, że oszacowane w programach CAD położenia środka masy pojazdu wskazuje na jego podniesienie o ok. 300 mm, w stosunku do podobnych pojazdów. Powoduje to m.in. uzyskanie mniejszych wartości przyspieszeń bocznych w chwili utraty stabilności ( $6,7$  m/s<sup>2</sup> – w porównaniu z  $8,7$  m/s<sup>2</sup>) [8].

## PROBLEMATYKA ZDOLNOŚCI DO POKONYWANIA TERENU

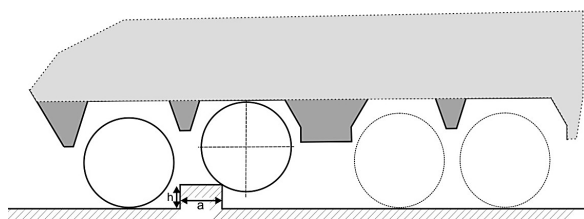
Uzyskanie pożądaných zdolności do pokonywania terenu wymaga odpowiedniej ilości osi napędowych w tym wypadku zdecydowano się na konfigurację układu 8x8. Założono uzyskanie wysokiej zdolności w zakresie pokonywania typowych przeszkód terenowych: kąt wzniesienia wzdłużnego co najmniej  $30^\circ$ ; kąt wzniesienia poprzecznego co najmniej  $20^\circ$ ; szerokość rowu 2 m; mur 0,4 m; ścianka 0,4 m; głębokość brodu bez przygotowania 1,2 m; prędkość maksymalną w terenie nie mniejsza niż 30 km/h.

Prawdopodobieństwo osiągnięcia założonych parametrów będzie większe, jeśli prześwit poprzeczny wyniesie, co najmniej 450 mm a kąt natarcia/kąt zejścia min.  $45^\circ$  oraz zostanie zastosowane ogumienie w rozmiarze 16.00 R20 z terenową rzeźbą bieżnika. Pomimo możliwości prowadzenie ocen analitycznych rzeczywiste zdolności do pokonywania terenu muszą zostać zweryfikowane eksperymentalnie. Określone problemy z uzyskiwaniem wystarczających zdolności do pokonywania

terenu mogą wynikać choćby: z położenia środka masy, bieżnika opon, ciśnienia w ogumieniu, pracy blokad mechanizmów różnicowych, kolizji elementów układu kierowniczego oraz napędowego z przeszkodą. Problematykę związaną z pokonywaniem typowych przeszkód ilustrują rysunki 3 i 4.



Rys. 3. Pokonywanie przeszkody typu rów przez pojazd czteroosiowy



Rys. 4. Pokonywanie przeszkody typu stopień przez pojazd czteroosiowy

Pokonywanie rowu o ściankach pionowych zależy od: położenia środka masy pojazdu, promienia kół jezdnych, rozstawu osi, kąta natarcia i zejścia. Pokonywanie ścianki i stopnia zależy głównie od promienia koła, prześwitu, rozstawu osi oraz wartości siły napędowej na kołach.

## PODSUMOWANIE

Budowanie pojazdów specjalnych spełniających określone wymagania przyszłych użytkowników wymaga rozważenia szeregu czynników, które mogą mieć wpływ na końcowy efekt. W przypadku pojazdów specjalnych, jakimi są kołowe transportery opancerzone, znaczne problemy pojawiają się w: obszarze definiowania wymagań, własności trakcyjnych zarówno w ruchu prostoliniowym, jak i krzywoliniowym, zdolności pokonywania terenu. Pomocne w zakresie wspomagania decyzji konstrukcyjnych są modele symulacyjne, znaczenie przyspieszające proces badań wstępnych i umożliwiające realizację wielu wariantów badań. Poważnym

problemem staje się brak podzespołów o odpowiednich parametrach. Osiągnięciu założonych wymagań musi uwzględniać kompromis wynikający z opisanej wcześniej problematyki ruchu.

## LITERATURA

1. Simiński P., Wpływ zastosowania zderzaków elastomerowych na parametry użytkowe czołgu. Praca niepublikowana. Warszawa 1998.
2. Brudny S., Cebulski J., Współczesne pojazdy terenowe. Wydawnictwo MON, Warszawa 1975.
3. Agiejkin Ja.S., Prochodimost awtomobilnej, Maszinostraienie, Moskwa 1981.
4. Ciszewski T., Drogowski G. Wstępne badania mobilności pojazdów w zależności od przejezdności gruntu. Górnictwo Odkrywkowe, nr 2-3, 2003, 89-92.
5. Prochowski L., Mechanika ruchu. WKiŁ, Warszawa 2008.
6. Łopatka M., Metody określania zdolności pokonywania terenu o niskiej nośności, Biuletyn WAT vol. LIII, 10(626), 2004, 49-66.
7. Simiński P., Metodyka określania wpływu wybranych zmian konstrukcyjnych na bezpieczeństwo ruchu wojskowych pojazdów kołowych, Wydawnictwa Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy Rozprawy, nr 152, 2011.
8. Simiński P. i zespół, Kołowy, pływający transporter opancerzony - mobilny nośnik systemów wykrywania i identyfikacji materiałów. Obliczenia sił działających na kadłub. Zachowanie w ruchu krzywoliniowym, Opracowanie niepublikowane. Sulejówek 2011.

## MOBILITY PROBLEMS OF MODERN MILITARY ARMoured VEHICLES

### Abstract

Construction different versions of the vehicles, not only military base on the chassis is common practice. Development of new designs for manufacturers of wheeled vehicles is likely to require research on traffic safety. In order to avoid them, usually carried out, both very expensive and dangerous to humans, studies of prototype vehicles. Project of new vehicle design should not be associated with deterioration of their safety. One of the elements affecting the security of military vehicles are the traction and the ability to overcome the terrain. The article will be suggested issues related to the development of new offshore structures transporter, carrier detection and identification. The simulation results and experimental and analysis.

**Keywords:** prototype, mobility, obstacles.

*Praca finansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu rozwojowego NR O R00 0077 12.*