

OPERATIONS REVIEW OF APC "ROSOMAK" CHASSIS

Tadeusz Wysocki, Paweł Micewicz, Tadeusz Dziubak

Military University of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warsaw, Poland
tel. +48 22-6839571, fax +48 22-6837602
tadeusz.wysocki@wat.edu.pl; pchorucznik@tlen.pl; tadeusz.dziubak@wat.edu.pl

Abstract

A success in present combat field operation is determined by many factors. One of them is assuring of rapid, term and unexpected for the enemy troops transport. Armoured vehicles, transporting troops in combat field, should have an ability to reach gun sites, which may be placed in terrain, where are no hardened ways and terrain is undulating, mountainous or boggy. Armoured vehicles adaptation to terrain obstacles covering should result from their construction system, dimensions and mass' proportions and construction solutions of driving system and running gear. One of the criterion of operational appreciation of armoured personnel carrier (APC) is its mobility property, especially in terrain. Various and specialized in many details usable assessment criteria of one or a few (in comparison) KTO might be simultaneously formulated. In case of quantitative criteria it is possible to receive a global usable quantitative assessment for each KTO individually, what makes objective conditions to comparative assessment of their construction.

In the paper there is presented a proposal of method of operational appreciation of modern armoured personnel carrier (APC) chassis based on numeral indexes. Using the defined indexes there was made the operational appreciation of APC Rosomak, which was compared to other modern APC's.

Keywords: armoured personnel carrier, operational appreciation, mobility property

OCENA UŻYTKOWA PODWOZIA KTO ROSOMAK

Streszczenie

Powodzenie w działaniach na współczesnym polu walki zdeterminowane jest wieloma czynnikami. Jednym z nich jest zapewnienie szybkiego, terminowego i nieoczekiwanego dla przeciwnika transportu żołnierzy. Pojazdy opancerzone, przewożące pododdziały w warunkach pola walki, powinny posiadać zdolność dojechania na stanowiska ogniowe, które mogą być położone w terenie, gdzie nie ma dróg utwardzonych a teren jest pofalowany, górzysty lub podmokły. Zatem przystosowanie do pokonywania przeszkód terenowych przez pojazdy opancerzone powinno wynikać z ich ogólnego układu konstrukcyjnego, proporcji wymiarowych i masowych oraz z zastosowania specyficznych rozwiązań konstrukcyjnych w układach jezdnych i napędowych. Jednym z kryteriów oceny użytkowej kołowego transportera opancerzonego (KTO) są jego właściwości ruchowe, zwłaszcza w terenie. Można jednocześnie formułować różne, często odmienne, szczegółowo ukierunkowane kryteria oceny użytkowej jednego lub w celach porównawczych kilku KTO. W przypadku kryteriów o charakterze ilościowym możliwe jest otrzymanie globalnej ilościowej oceny użytkowej oddzielnie dla każdego KTO, co stwarza obiektywne warunki do porównawczej oceny ich konstrukcji.

W referacie przedstawiono propozycję metodyki oceny użytkowej podwozia współczesnego kołowego transportera opancerzonego (KTO), którą oparto na rachunku wskaźników liczbowych. Wykorzystując sformułowane wskaźniki dokonano porównawczej ukierunkowanej i globalnej oceny użytkowej KTO Rosomak, którą odniesiono do innych współczesnych KTO.

Słowa kluczowe: kołowy transporter opancerzony, ocena użytkowa, właściwości ruchowe

1. Wprowadzenie

Zalety kołowych transporterów opancerzonych (KTO) zadecydowały o ich rosnącej „popularności” wśród użytkowników na całym świecie, czego świadectwem jest powszechne ich stosowanie w czasie typowych operacji wojskowych. Polepszenie niektórych właściwości tego typu pojazdów, szczególnie zdolności do pokonywania terenu, znacząco wpłynęło na rozszerzenie palety możliwości ich wykorzystania na współczesnym polu walki. Początkowo przeznaczone tylko do transportu żołnierzy w rejon spieszenia pododdziałów, obecnie stały się pełnowartościowym środkiem bojowym, który umiejętnie wykorzystany, zgodnie z możliwościami i przeznaczeniem, może oddać nieocenione usługi w czasie walki np.: wsparcie piechoty ogniem bezpośrednim, zapewnienie ochrony przeciwlotniczej czy zniszczenie umocnień przeciwnika.

Jak zawsze, subiektywne opinie użytkowników o jakości KTO niejednokrotnie są odmienne, często wręcz sprzeczne, dlatego nie powinny być brane pod uwagę przy ocenie konstrukcji danego transportera. Istnieje zatem potrzeba sformułowania metodyki ilościowej oceny konstrukcji, pozwalającej w sposób bezpośredni i obiektywny ustalić, który ze zbioru ocenianych transporterów charakteryzuje się lepszą, szeroko rozumianą, jakością konstrukcji. Dostępna literatura, przedstawiająca ogólną informację w rozpatrywanym przedmiocie niniejszego opracowania, wymieniona jest w pozycjach [1÷13, 15, 16÷22]. Pozycje [11÷14] dotyczą strictly przedmiotu tego opracowania.

2. Wskaźniki oceny użytkowej konstrukcji KTO

Opracowanie wskaźnikowej oceny użytkowej konstrukcji współczesnego kołowego transportera opancerzonego warto poprzedzić analizą jego charakterystyki taktyczno – technicznej [12, 13]. Na podstawie tej charakterystyki można łatwo sformułować liczbowe wskaźniki oceny, które, jako wielkości bezwymiarowe, można swobodnie łączyć ze sobą, tworząc ogólny wskaźnik oceny np. mobilności taktycznej [14]. W zależności od ilości posiadanych danych można przeprowadzić globalną ocenę konstrukcji lub częściową, ukierunkowaną. Przykładem oceny ukierunkowanej może być ocena zdolności KTO np. do pokonywania typowych przeszkód terenowych lub ocena ruchliwości i zwrotności pojazdu.

Przeprowadzenie porównawczej oceny konstrukcji wybranych KTO może się składać z następujących etapów:

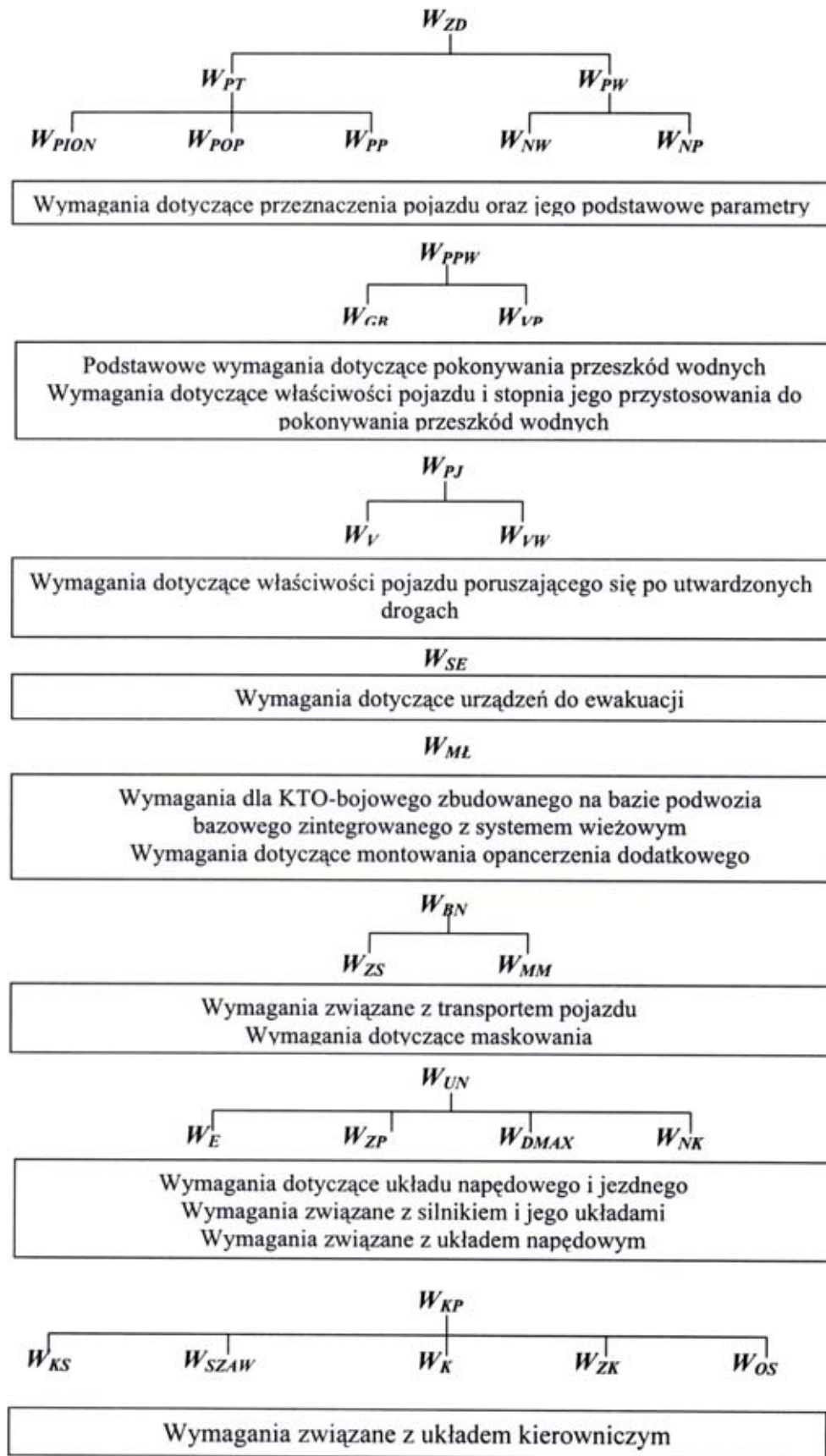
1. Ustalenie zbioru ocenianych transporterów,
2. Zestawienie parametrów konstrukcyjnych,
3. Sformułowanie ukierunkowanych wskaźników oceny konstrukcji,
4. Wyznaczenie globalnego wskaźnika oceny konstrukcji.

Aby ocena konstrukcji mogła być bardziej użyteczna i bezpośrednia, należy zadbać o to, aby ukierunkowane wskaźniki oceny konstrukcji były wielkościami bezwymiarowymi, zawierającymi swoje wartości w przedziale $(0; 1)$. Ze zbioru ocenianych transporterów lepszą konstrukcją odznacza się ten, którego wskaźniki oceny konstrukcji przyjmują wartości bliższe liczbie 1.

Wskaźniki oceny warto podzielić na grupy i przyporządkować do odpowiednich grup wymagań taktyczno – technicznych [11].

Przykładowe uszeregowanie poszczególnych wskaźników częściowych, mających wpływ na wynikową ocenę ukierunkowaną i globalną konstrukcji KTO oraz ich przyporządkowanie do poszczególnych grup wymagań taktyczno-technicznych, zaprezentowano na rysunku 1.

W niniejszym opracowaniu podczas formułowania ilościowych wskaźników oceny konstrukcji KTO wykorzystano parametry ich charakterystyki taktyczno – technicznej, które producent zwykle udostępnia. Ukierunkowane i globalne wskaźniki oceny konstrukcji zapisano za pomocą prostych zależności matematycznych, poddanych standaryzacji, aby przyjmowały wartości w przedziale $(0; 1)$.



Rys. 1. Przyporządkowanie wskaźników do poszczególnych grup wymagań oraz ich układ hierarchiczny
 Fig. 1. Assignment of individual groups of index and their hierarchic arrangement

Zastosowana metodyka użytkowej, ilościowej oceny konstrukcji współczesnych kołowych transporterów daje możliwość uzyskania odpowiedzi na pytanie, który z rozpatrywanych KTO jest pojazdem lepszym/najlepszym w ocenianym zakresie. Wartość wskaźnika globalnego oceny konstrukcji W_{GK} , będącego wartością średnią arytmetyczną wszystkich wskaźników cząstkowych, może być obiektywną oceną mobilności taktycznej KTO, na całokształt której wpływają m.in. zdolności manewrowe transportera, jego ruchliwość czy zdolność do pokonywania trudnego terenu.

Opracowanie niniejsze nie dotyczy kompleksowej oceny transporterów KTO, stanowi określoną, ukierunkowaną głównie na szeroko rozumiane ich podwozie, próbę oceny ich konstrukcji. Jak wiadomo, w celu przeprowadzenia kompleksowej oceny KTO należy opracować dodatkowe zestawy wskaźników oceny, w tym m.in.:

- niezawodności i trwałości konstrukcji;
- uzbrojenia i odporności na działanie przeciwnika.

Przedmiotowa ocena konstrukcji KTO została przeprowadzona w ograniczonym zakresie z powodu utrudnionego dostępu do charakterystyk taktyczno-technicznych niektórych transporterów. Zdaniem autorów niniejszego opracowania, proponowany sposób przeprowadzenia oceny konstrukcji zasługuje na zaufanie i wart jest rozwijania w miarę pozyskiwania kolejnych informacji z zakresu charakterystyki taktyczno - technicznej tych pojazdów.

3. Ukierunkowana i globalna ocena użytkowa podwozia KTO

Jak wiadomo, Rosomak jest polską nazwą/wersją kołowego transportera opancerzonego Patria AMV 8x8. Jest to obecnie jedna z najwcześniejszych na świecie konstrukcji pojazdu wielozadaniowego. Pojazd ten posiada budowę modułową i, przez wielu obserwatorów podkreślane, doskonałe właściwości jezdne. Budowa modułowa umożliwia jego wszechstronne wykorzystanie na współczesnym polu walki.

Poniżej zaprezentowano wartości wybranych cząstkowych wskaźników W_{PPW} , W_{ML} , W_{BN} , i W_{KP} oraz globalnego wskaźnika W_{GK} dla tak ukierunkowanej oceny konstrukcji, obliczone i zestawione porównawczo dla następujących kołowych transporterów opancerzonych: VBCI 8x8 (Francja), PIRANHA IV 8x8 (Szwajcaria), AMV 8x8 (Finlandia), RYŚ 8x8 (Polska), PIRANHA III 8x8 (Szwajcaria) oraz PANDUR II 8x8 (Austria).

Modele matematyczne i sens fizyczny poszczególnych wskaźników oceny ukierunkowanej i globalnej przedstawiono poniżej.

Wskaźnik ogólny oceny pokonywania przeszkód wodnych W_{PPW}

Wskaźnik W_{PPW} określa zdolność KTO do pokonywania przeszkód wodnych wpływ oraz poprzez brodenie.

$$W_{PPW} = (W_{GB} + W_{VP})/2, \quad (1)$$

gdzie:

W_{GB} – wskaźnik głębokości brodenia,

W_{VP} - wskaźnik rozpiętości prędkości pływania pojazdu.

Wskaźnik W_{GB} charakteryzuje głębokość pokonywanego brodu.

$$W_{GB} = \frac{h_{BRD}}{h_{KTO}}, \quad (2)$$

gdzie:

h_{BRD} – maksymalna głębokość brodenia KTO [m],

h_{KTO} – wysokość KTO [m].

Wskaźnik W_{VP} określa rozpiętość maksymalnych prędkości pływania w ruchu do przodu i do tyłu.

$$W_{VP} = \frac{V_{WP_{MAX}}}{V_{P_{MAX}}}, \quad (3)$$

gdzie:

$V_{WP_{MAX}}$ – maksymalna prędkość pływania KTO do tyłu [km/h],

$V_{P_{MAX}}$ – maksymalna prędkość pływania KTO do przodu [km/h].

Wskaźnik oceny rozpiętości masowej KTO W_{ML}

Wskaźnik W_{ML} określa możliwość obciążenia KTO np.: dodatkowym pancernem lub systemem uzbrojenia o większym kalibrze.

$$W_{ML} = \frac{m_L}{m_{MAX}}, \quad (4)$$

gdzie:

m_L – różnica mas KTO w wersji bojowej i bazowej [t],

m_{MAX} – masa KTO w wersji bojowej [t].

Wskaźnik ogólny oceny bryły nadwozia W_{BN}

Wskaźnik W_{BN} określa zdolność KTO do wykorzystywania naturalnych i sztucznych zasłon w celu zminimalizowania możliwości wykrycia na polu walki.

$$W_{BN} = (W_{ZS} + W_{MM}) / 2, \quad (5)$$

gdzie:

W_{ZS} - wskaźnik zwartości sylwetki,

W_{MM} - wskaźnik możliwości maskowania.

Wskaźnik W_{ZS} określa zwartość sylwetki kołowego transportera opancerzonego i co za tym idzie, np. podatność do transportu w przestrzeni ładunkowej samolotu.

$$W_{ZS} = \left(\left(1 - \frac{h_{KTO}}{b_{KTO}}\right) + \left(1 - \frac{h_{KTO}}{l_{KTO}}\right) \right) / 2. \quad (6)$$

Zatem

$$W_{ZS} = \left(1 - \frac{h_{KTO}(b_{KTO} + l_{KTO})}{2b_{KTO}l_{KTO}} \right), \quad (7)$$

gdzie:

h_{KTO} – wysokość KTO [m],

b_{KTO} – szerokość KTO [m],

l_{KTO} – długość KTO [m].

Wskaźnik W_{MM} określa, poprzez ocenę stopnia zminimalizowania wymiarów sylwetki, potencjalną odporność KTO na wykrycie w terenie.

$$W_{MM} = 1 - \frac{A_C}{A_B} = 1 - \frac{b_{KTO}}{l_{KTO}}, \quad (8)$$

gdzie:

A_C – pole powierzchni czołowej [m²], gdzie $A_C = h_{KTO} \cdot b_{KTO}$,

A_B – pole powierzchni bocznej [m²], gdzie $A_B = h_{KTO} \cdot l_{KTO}$.

Wskaźnik ogólny oceny kierowności KTO W_{KP}

Wskaźnik W_{KP} określa zdolność pojazdu, głównie do zmiany kierunku jazdy w warunkach terenowych.

$$W_{KP} = (W_{KS} + W_{SZAW} + W_K + W_{ZK} + W_{OS}) / 5, \quad (9)$$

gdzie:

W_{KS} – wskaźnik szerokości korytarza skrętu KTO,

W_{SZAW} – wskaźnik średnicy zawracania,

W_K – wskaźnik kierowności,

W_{ZK} – wskaźnik zgodności kolein,

W_{OS} – wskaźnik oporu skrętu.

Wskaźnik W_{KS} charakteryzuje minimalną szerokość korytarza potrzebną na wykonanie manewru skręcania.

$$W_{KS} = \frac{b_{KTO}}{b_{KS}}, \quad (10)$$

gdzie:

b_{KTO} – szerokość KTO [m]

b_{KS} – minimalna szerokość korytarza skrętu [m].

Wskaźnik W_{SZAW} charakteryzuje minimalną wartość średnicy zawracania według śladu przedniego zewnętrznego koła, która ma niebagatelne znaczenie w trakcie poruszania się KTO w obszarze o ograniczonej przestrzennie możliwości wykonania tego manewru ruchowego.

$$W_{SZAW} = \frac{l_{KTO}}{D_{ZAW}}, \quad (11)$$

gdzie:

l_{KTO} – długość KTO [m],

D_{ZAW} – średnica zawracania [m].

Wskaźnik W_K charakteryzuje ogólną konstrukcję układu kierowniczego (jego konfigurację).

$$W_K = \frac{I_{OK}}{I_{OP}}, \quad (12)$$

gdzie:

I_{OK} – liczba osi kół jezdnych kierowanych w KTO,

I_{OP} – liczba wszystkich osi kół KTO.

Wskaźnik W_{ZK} charakteryzuje zgodność torów ruchu kół (kolein) KTO na łuku drogi, co sprzyja znacznemu obniżeniu oporów ruchu na podłożu odkształcalnym.

$$W_{ZK} = \frac{b_1}{b_2}, \quad (13)$$

gdzie:

b_1 – suma szerokości kolein kół jezdnych przednich,

b_2 – suma szerokości kolein, zmierzona po przejechaniu pojazdu.

Wskaźnik W_{OS} charakteryzuje opory toczenia podczas jazdy na łuku drogi.

$$W_{OS} = \frac{1}{\varepsilon}, \quad (14)$$

gdzie:

ε – współczynnik oporów toczenia na łuku drogi definiowany jako stosunek maksymalnej siły oporów ruchu na łuku drogi do minimalnej siły oporów ruchu przy jeździe na wprost (obie siły mierzone dla tej samej nawierzchni).

Wskaźnik globalny konstrukcji W_{GK}

Wskaźnik W_{GK} charakteryzuje konstrukcję KTO w badanym zakresie i jest wartością średnią arytmetyczną tu ujętych składowych wskaźników cząstkowych:

$$W_{GK} = (W_{PPW} + W_{ML} + W_{BN} + W_{KP}) / 4. \quad (15)$$

Ocena ilościowa konstrukcji współczesnych kołowych transporterów daje możliwość uzyskania odpowiedzi na pytanie, który z rozpatrywanych KTO jest pojazdem lepszym/najlepszym w ocenianym zakresie. Wartość wskaźnika globalnego konstrukcji W_{GK} , będącego wartością średnią arytmetyczną wszystkich wskaźników cząstkowych, jest obiektywną oceną ogólną, na całokształt której wpływają oceny cząstkowe.

Poniżej zaprezentowano wskaźniki oceny konstrukcji obliczone dla: VBCI 8x8 (Francja), Boxer 8x8 (Niemcy), PIRANHA IV 8x8 (Szwajcaria), AMV 8x8 (Finlandia), RYŚ 8x8 (Polska), PANDUR II 8x8 (Austria), i PIRANHA III 8x8 (Szwajcaria).

Tab. 1. Ocena ukierunkowana i globalna (w analizowanym zakresie) konstrukcji KTO
Tab. 1. Guided and global evaluation of KTO construction

Pojazd Wskaźniki	VBCI (Francja)	Boxer 8x8 (Niemcy)	Piranha IV 8x8 (Szwajcaria)	AMV 8x8 (Finlandia)	Ryś 8x8 (Polska)	Pandur II 8x8 (Austria)	Piranha III 8x8 (Szwajcaria)
W_{PPW}	0,67	0,63	0,68	0,65	0,72	0,67	0,69
W_{ML}	0,38	0,24	0,40	0,42	0,27	0,29	0,27
W_{BN}	0,54	0,53	0,53	0,53	0,54	0,56	0,54
W_{KP}	0,49	0,51	0,47	0,47	0,44	0,48	0,50
W_{GK}	0,52	0,48	0,52	0,52	0,49	0,50	0,50

Podczas sporządzania oceny ukierunkowanej często zachodzi potrzeba oddzielnego porównania zdolności poszczególnych KTO do pokonywania przeszkód terenowych. Jest to jedna z ważniejszych właściwości współczesnego KTO na polu walki.

Wskaźnik oceny pokonywania przeszkód terenowych W_{PT}

$$W_{PT} = (W_{PION} + W_{POP} + W_{PP}) / 3, \quad (16)$$

gdzie:

W_{PION} – wskaźnik pokonywania ścianki pionowej o wysokości h_{PION} ,

W_{POP} - wskaźnik pokonywania rowu poprzecznego,

W_{PP} - wskaźnik prześwitu poprzecznego.

Wskaźnik pokonywania przeszkody/ścianki pionowej W_{PION}

Maksymalna wysokość pokonywanej przeszkody terenowej nie zależy tylko od właściwości kół jezdnych, ale również od prześwitu KTO. Zwiększenie promienia koła r_K korzystnie wpływa na pokonywanie występów, progów czy rowów [72].

Wskaźnik ten określa zdolność pojazdu do pokonywania typowej przeszkody terenowej jaką jest ścianka pionowa.

$$W_{PION} = \left(\frac{h_{PION}}{d_K} + \frac{h_{PION}}{h} \right) / 2, \quad (17)$$

gdzie:

d_K – średnica koła jezdnego KTO [m], gdzie $d_K = 0,97 \cdot r_N + r_N$ (r_N promień nominalny koła jezdnego),

h_{PION} – maksymalna wysokość przeszkody pionowej jaką może pokonać KTO [m],

h – prześwit poprzeczny KTO [m].

Wskaźnik pokonywania rowu poprzecznego W_{POP}

W pojazdach z liczbą osi kół większą niż trzy, szerokość pokonywanego rowu zależy od odległości L_{MIN} pierwszej osi kół jezdnych od następnej osi kół położonej zwykle bezpośrednio przed środkiem masy pojazdu.

Wskaźnik W_{POP} określa zdolność pojazdu do pokonywania typowej przeszkody terenowej jaka jest rów poprzeczny.

$$W_{POP} = 1 - \frac{L_{MIN}}{L_{RÓW}}, \quad (18)$$

gdzie:

L_{MIN} – rozstaw (zwykle) pierwszych osi kół jezdnych KTO [m],

$L_{RÓW}$ – maksymalna szerokość rowu, który pokonuje KTO [m].

Wskaźnik prześwitu poprzecznego W_{PP}

Wskaźnik W_{PP} ocenia konstrukcyjnie wartość prześwitu pojazdu.

$$W_{PP} = \frac{h}{d_K}, \quad (19)$$

gdzie:

h – prześwit poprzeczny KTO [m],

d_K – średnica koła jezdnego KTO [m], gdzie $d_K = 0,97 \cdot r_N + r_N$ (r_N promień nominalny koła jezdnego).

Poniżej zaprezentowano wartości wskaźników oceny konstrukcji KTO w tym zakresie, obliczone dla: VBCI 8x8 (Francja), PIRANHA IV 8x8 (Szwajcaria), AMV 8x8 (Finlandia), RYŚ 8x8 (Polska), PIRANHA III 8x8 (Szwajcaria), PANDUR II 8x8 (Austria).

Tab. 2. Wartości wskaźnika ceny pokonywania przeszkód terenowych W_{PT}
Tab. 2. Defeating field obstacles index value

Pojazd	Parametry					Wskaźnik			
	d_K [m]	h_{PION} [m]	h [m]	L_{MIN} [m]	$L_{RÓW}$ [m]	W_{PION}	W_{POP}	W_{PP}	W_{PT}
VBCI (Francja)	1,26	0,7	b.d.	b.d.	2,0	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Boxer (Niemcy)	1,32	0,8	b.d.	1,55	2,0	b.d.	0,77	b.d.	b.d.
Piranha IV (Szwajcaria)	1,16	0,7	b.d.	b.d.	2,0	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
AMV (Finlandia)	1,24	0,7	0,430	1,45	2,0	0,59	0,27	0,34	0,40
Ryś (Polska)	1,14	0,4	0,400	1,30	2,0	0,67	0,35	0,34	0,45
Pandur II (Austria)	1,08	0,5	0,454	1,40	2,2	0,68	0,36	0,41	0,48
Piranha III (Szwajcaria)	1,12	0,6	0,475	1,22	2,0	0,66	0,39	0,42	0,49

W dostępnych publikacjach trudno jest znaleźć wyniki ilościowej szerokiej globalnej oceny konstrukcji KTO.

Na potrzeby pozyskania takiej oceny przyjęto szeroki zakres globalnej oceny konstrukcji, co poniżej zapisano w postaci tak zdefiniowanego wskaźnika W_{GK} .

Wskaźnik globalny konstrukcji W_{GK}

$$W_{GK} = (W_{ZD} + W_{PPW} + W_{PJ} + W_{SE} + W_{ML} + W_{BN} + W_{UN} + W_{KP}) / 8, \quad (20)$$

gdzie:

W_{ZD} – wskaźnik ogólny oceny zdolności terenowych,

W_{PPW} – wskaźnik ogólny oceny pokonywania przeszkód wodnych,

W_{PJ} – wskaźnik ogólny oceny prędkości jazdy,

W_{SE} – wskaźnik zdolności KTO do samoewakuacji,

W_{ML} – wskaźnik oceny rozpiętości masowej KTO,

W_{BN} – wskaźnik ogólny oceny bryły nadwozia,

W_{UN} – wskaźnik ogólny oceny układu napędowego,

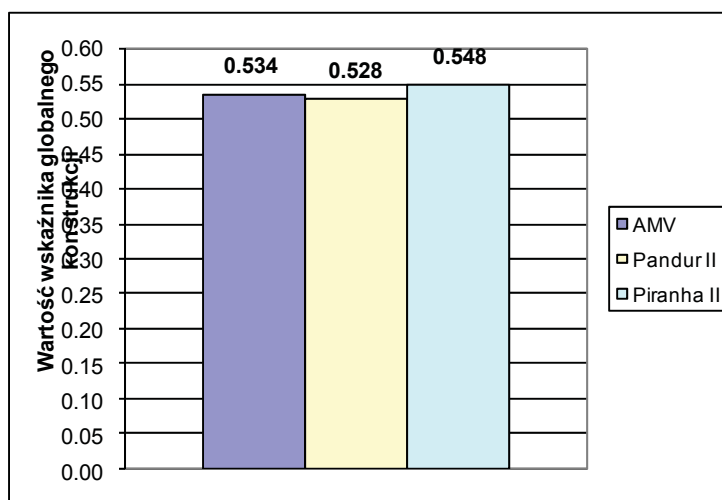
W_{KP} – wskaźnik ogólny oceny kierowności pojazdu.

Tab. 3. Wartości wskaźnika globalnego (w szerokim zakresie) konstrukcji W_{GK}

Tab. 3. Global index value of construction (wide range)

Pojazd Wskaźniki	VBCI (Francja)	Boxer 8x8 (Niemcy)	Piranha IV 8x8 (Szwajcaria)	AMV 8x8 (Finlandia)	Ryś 8x8 (Polska)	Pandur II 8x8 (Austria)	Piranha III 8x8 (Szwajcaria)
W_{ZD}	b.d.	b.d.	b.d.	0,42	0,45	0,52	0,47
W_{PPW}	0,67	0,63	0,68	0,65	0,72	0,67	0,69
W_{PJ}	b.d.	b.d.	b.d.	0,54	b.d.	0,54	0,55
W_{SE}	b.d.	b.d.	b.d.	0,62	0,56	0,55	0,67
W_{ML}	0,38	0,24	0,40	0,42	0,27	0,29	0,27
W_{BN}	0,54	0,53	0,53	0,53	0,54	0,56	0,54
W_{UN}	b.d.	b.d.	b.d.	0,62	b.d.	0,61	0,70
W_{KP}	0,49	0,51	0,47	0,47	0,44	0,48	0,50
W_{GK}	b.d.	b.d.	b.d.	0,534	b.d.	0,528	0,548

Z zamieszczonych powyżej rezultatów obliczeń wynika, że najwyższą ocenę ogólną konstrukcji $W_{GK} = 0,548$ uzyskuje KTO Piranha III 8x8, na drugim miejscu plasuje się KTO AMV Patria 8x8 z wynikiem $W_{GK} = 0,534$, trzecią lokatę z wynikiem $W_{GK} = 0,528$ należy przyznać KTO Pandur II 8x8. O pierwszej lokacie KTO Piranha III 8x8 zdecydowały właściwości jego układu napędowego, przekładające się na wysoką wartość wskaźnika dynamicznego.



Rys. 2. Wartości wskaźnika globalnego konstrukcji W_{GK}

Fig.2. Global index value of construction (wide range)

Jak powszechnie wiadomo, odchylenie standardowe S_{WGK} charakteryzuje średni rozrzut wartości wskaźników cząstkowych od wartości średniej W_{GK} .

$$S_{WGK} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (W_i - W_{GK})^2}, \quad (21)$$

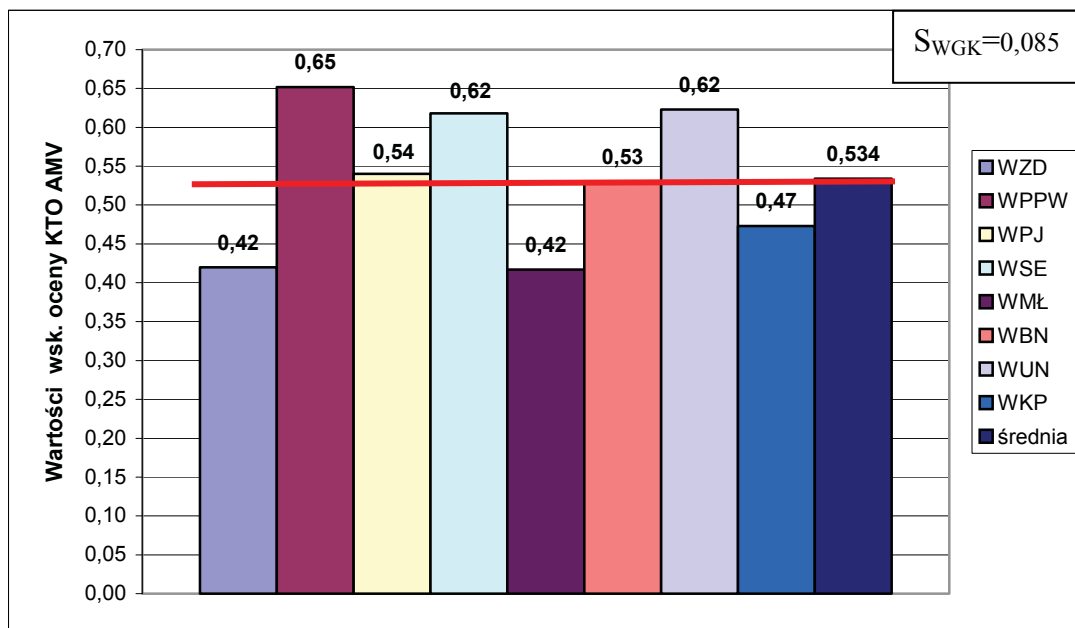
gdzie:

S_{WGK} – odchylenie standardowe wskaźnika W_{GK} ,

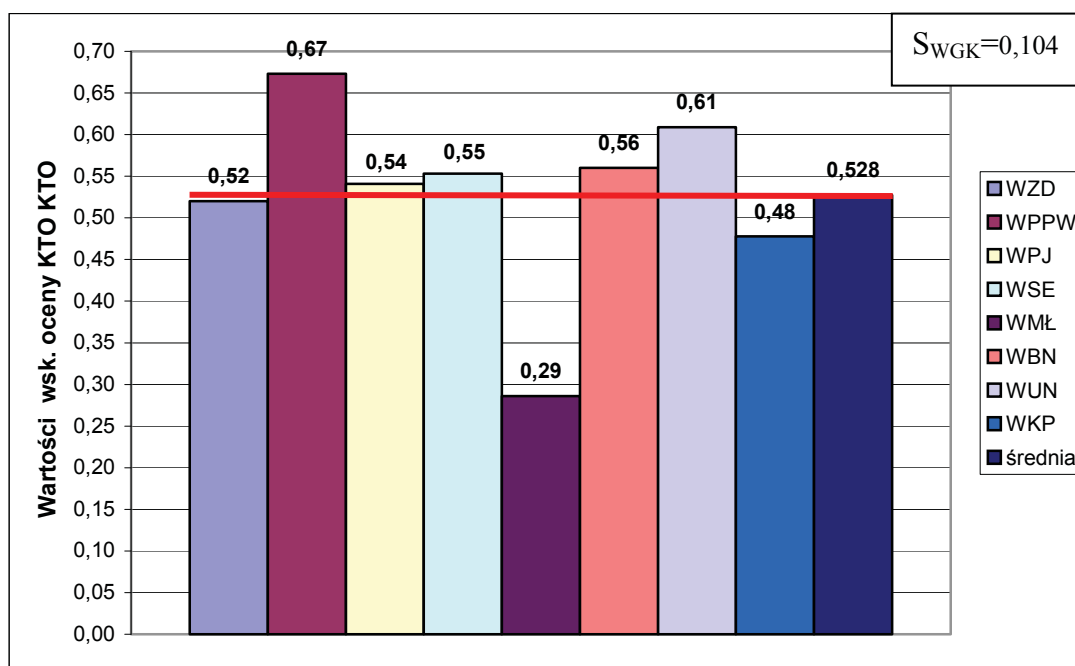
n – liczba wskaźników ($n = 8$),

W_i – wartości poszczególnych wskaźników,

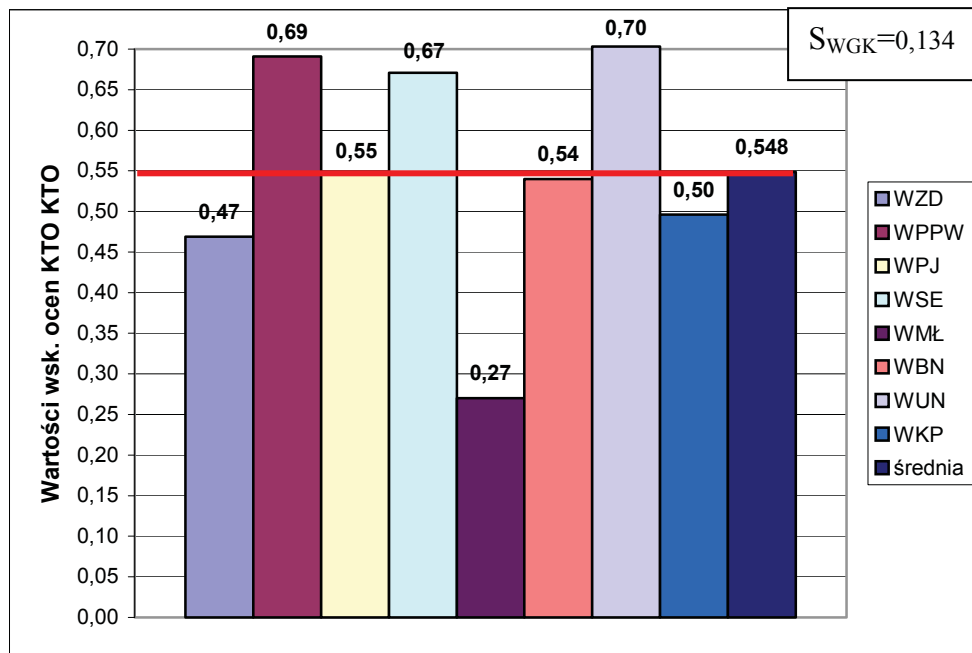
W_{GK} – wskaźnik globalny konstrukcji KTO.



Rys. 3. Wartości poszczególnych wskaźników dla KTO AMV Patria
 Fig. 3. Individual index value for KTO AMV Patria



Rys. 4. Wartości poszczególnych wskaźników dla KTO Pandur II
 Fig. 4. Individual index value for KTO Pandur II



Rys. 5. Wartości poszczególnych wskaźników dla KTO Piranha III
 Fig. 5. Individual index value for KTO Piranha III

Najmniejszą wartość odchylenia standardowego wskaźnika globalnego konstrukcji W_{GK} , która świadczy o zachowaniu ciągłości doskonałości konstrukcji wszystkich układów danego pojazdu, uzyskuje KTO AMV Patria 8x8 - $S_{WGK} = 0,085$, następnie KTO Pandur II 8x8 z wynikiem $S_{WGK} = 0,104$ i na trzeciej pozycji jest KTO Piranha III 8x8 z wartością $S_{WGK} = 0,134$.

4. Podsumowanie

Przedmiotowa ocena konstrukcji KTO została przeprowadzona w ograniczonym zakresie z powodu utrudnionego dostępu do pełnej charakterystyki taktyczno-technicznej ocenianych transporterów. Zdaniem autorów niniejszego opracowania proponowany sposób przeprowadzenia oceny konstrukcji wzbudza zaufanie i wart jest rozwijania o kolejne wskaźniki, w miarę uzyskiwania pełniejszych danych taktyczno - technicznych.

W przeprowadzonej ocenie KTO AMV Patria 8x8, Pandur II 8x8 i Piranha III 8x8 (tabela 3) widoczne są stosunkowo niewielkie różnice wartości wskaźników globalnych oceny konstrukcji. Na tej podstawie można sądzić, iż zaprezentowane transportery są produktami dojrzałymi konstrukcyjnie, zaprojektowanymi specjalnie z myślą o użytkownikach wojskowych i spełniają ich często wysublimowane wymagania, jak na przykład zwarta sylwetka.

Wszystkie oceniane KTO osiągnęły podobną wartość wskaźnika ogólnego bryły nadwozia W_{BN} . Oznacza to, że dzięki staraniom konstruktorów wozy te odznaczają się wysoką podatnością transportową oraz zwartością sylwetki, umożliwiającą łatwe ich maskowanie na współczesnym polu walki.

Widoczne różnice wartości wskaźnika globalnego wynikają często z konstrukcji poszczególnych układów w rozpatrywanych KTO, jak to ma miejsce w przypadku wskaźnika ogólnej rozpiętości masowej W_{ML} . Trzy wyróżniające się w tej ocenie transportery: AMV, VBCI i Piranha IV są wozami z zawieszeniem hydropneumatycznym, zapewniającym nie tylko duże bezpieczeństwo i komfort jazdy oraz możliwość dostosowania wysokości prześwitu, podłużnego i poprzecznego, do aktualnych warunków terenowych, ale również umożliwiającym uzyskanie wysokiej rozpiętości masowej. Można więc przypuszczać, że kolejne generacje kołowych transporterów opancerzonych będą wyposażane w zawieszania hydropneumatyczne osi kół jezdnych.

Literatura

- [1] Abbott, P., *Arming light AVFs*, Military Technology (MT) 8, 2001.
- [2] Barnat, W., Cypko, E., Radzimierski, M., *Transporter opancerzony BTR 70*, NTW 4, 1999.
- [3] Bazela, R., *Współczesne wozy bojowe*, Raport Wojsko Technika Obronność (RWTO) 9, 2004.
- [4] Bodin, A., Falk, A., *Military Vehicles*. Chalmers University of Technology Göteborg, Sweden 2003.
- [5] Fuglewicz, S., *Kołowy transporter opancerzony – meandry wyboru*, NTW 9, 2001.
- [6] Hanel, D., *Operacyjno-techniczne wymagania dla pojazdów opancerzonych*, NTW 8, 2001.
- [7] Hołdanowicz, G., *AMV nabiera rozpędu*, RWTO 5, 2004.
- [8] Hołdanowicz, G., *Początek weryfikacji Rosomaka*, RWTO 7, 2004.
- [9] Kałwa, H., Papliński, K., *Kołowy transporter opancerzony AMV 8x8 Rosomak*. IX Międzynarodowe Sympozjum IPMiT Pojazdy 2005.
- [10] Kiński, A., *Ryś – potomek SKOTa*. NTW 9, 2001.
- [11] Micewicz, P., (pod kier. Wysockiego T.), *Wymagania stawiane współczesnym kołowym transporterom opancerzonym (KTO)*, XXIII Seminarium KNM WAT, Warszawa 2004.
- [12] Micewicz, P., (pod kier. Wysockiego T.), *Ocena taktyczno – techniczna kołowego transportera opancerzonego (KTO)*, XXIV Seminarium KNM WAT, Warszawa 2005.
- [13] Micewicz, P., (pod kier. Wysockiego T.), *Ocena właściwości taktyczno–technicznych kołowych transporterów opancerzonych (KTO) Rosomak i Ryś*, XXV Seminarium KNM WAT, Warszawa 2004.
- [14] Micewicz, P., (pod kier. Wysockiego T.), *Ocena konstrukcji współczesnych kołowych transporterów opancerzonych*, WAT, Warszawa 2006.
- [15] Nita, M., *Transporter opancerzony Fuchs*, NTW 8, 1997.
- [16] Nita, M., *AMX – 10RC*, NTW 06/2001.
- [17] Pietrzak, W., *AMV Patria dla Polski*, WPTiL 3, 2003.
- [18] Potocki, J., *Kołowy transporter opancerzony Ryś*, NTW 4, 2004.
- [19] Ryba, Z., *Francuski wóz bojowy piechoty VBCI*, WPTiL 5, 2001.
- [20] Ryba, Z., *Francuski VAB*, WPTiL 2, 2002.
- [21] Simiński, P., *Współczesne kołowe transportery opancerzone – tendencje rozwojowe*, IX Międzynarodowe Sympozjum IPMiT Pojazdy 2005.
- [22] Użycki, D., *GTK/MRAV/PWV – kołowy wóz bojowy nowej generacji*, NTW 5, 2001.