

Gabriel MURA  
Przemysław MEŻYK

## SILNIKI WSPÓŁCZESNYCH GĄSIENICOWYCH BOJOWYCH WOZÓW PIECHOTY

**Streszczenie:** W artykule zostały przedstawione silniki wybranych gąsienicowych bojowych wozów piechoty (BWP). Wybór padł tak na uznane i ciągle używane pojazdy liczących się armii, jak i na pojazdy będące najnowocześniejszymi rozwiązaniami. Przegląd silników opracowano w celu porównania ich podstawowych parametrów, z naciskiem na współczynnik mocy, jak również zobrazowania panującej tendencji, która jest wynikiem ich wyboru. Artykuł kierowany jest dla projektantów układu przeniesienia mocy w bojowych wozach piechoty.

**Słowa kluczowe:** BWP, silniki, jednostki napędowe, pojazdy gąsienicowe.

### 1. WPROWADZENIE

Na nowoczesnym polu walki jedną z najważniejszych cech jest szybkość przemieszczania się jednostek wojskowych. W przypadku wojsk lądowych można tu mówić o wielozadaniowych pojazdach kołowych lub gąsienicowych, do których zaliczamy między innymi bojowe wozy piechoty (BWP). Pojazdy te oparte na platformach gąsienicowych charakteryzują się wysoką mobilnością w terenie oraz możliwością transportu do ośmiu żołnierzy desantu w pełnym ekwipunku. Pojazdy gąsienicowe składają się z wielu podzespołów, które mniej lub bardziej wpływają na ich mobilność. Szukając rozwiązania problemów związanych z mobilnością, rozwijane były różne technologie dla podzespołów pojazdów gąsienicowych. Jednakże silnik, jako źródło energii, został potraktowany przez długi czas jako najistotniejszy podzespół czołgów[17], a nawet był obwiniany za złe wyniki dotyczące mobilności. Powojenny rozwój silników przyczynił się do osiągnięcia znakomitych wyników. Stosunek objętości do mocy i masy do mocy silników szybko zmniejszał się i już dziś dla kilku nowoczesnych silników wynosi poniżej  $1\text{dm}^3/\text{kW}$  i  $1\text{kg}/\text{kW}$  [18].

### 2. PRZEGLĄD SILNIKÓW LĄDOWYCH, BOJOWYCH WOZÓW PIECHOTY

#### 2.1. Bojowy Wóz Piechoty ANDERS

Pojazd wykonany został w Ośrodku Badawczo Rozwojowym Urządzeń Mechanicznych OBRUM Sp. z o.o. w Gliwicach, jako demonstrator technologii. Wyposażony jest w silnik 8V199 TE20 niemieckiej firmy MTU o mocy 530 kW. Ponadto pojazd może korzystać ze starter-generatora o mocy chwilowej aż 120 kW (również produkcji MTU), który został umieszczony pomiędzy silnikiem, a główną przekładnią wozu [11,12]. Jest to urządzenie, które zamienia energię ruchu obrotowego na elektryczną (i odwrotnie), dzięki czemu umożliwia zarówno na odbieranie jak i oddawanie energii do układu napędowego wozu. Rozwiązanie takie sprawia, że maksymalna moc układu napędowego pojazdu może być traktowana, jako suma mocy silnika spalinowego oraz starter-generatora [12].

## Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V8
Moc:	720 KM (530 kW)
Masa pojazdu:	30 t
Stosunek moc/masa:	17,6 kW/t
Prędkość max.:	72 km/h
Pływalność:	brak

## 2.2. ASCOD/IFV

Pojazd wyprodukowany przez General Dynamics Land System, obecnie znajduje się na wyposażeniu armii austriackiej (kryptonim ULAN) oraz armii hiszpańskiej (kryptonim PIZARRO). Wyposażono je w ośmiocylindrowy silnik MTU w układzie V. Jest to model 199TE20 dysponujący mocą 530 kW (720 KM) przy 2300 obrotach na minutę [1]. Przy masie bojowej 30 ton otrzymujemy współczynnik mocy na poziomie 17,7 kW/t.

## Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V8
Moc:	720 KM (530kW)
Masa bojowa pojazdu:	30 t
Stosunek moc/masa:	17,6 kW/t
Prędkość max.:	70 km/h
Pływalność:	brak

## 2.3. CV90

Combat Vehicle 90 reprezentuje rodzinę bojowych wozów opancerzonych, opracowany przez BAE Systems Land Systems Hägglunds (podwozie) i Saab Bofors Dynamics (wieża). Jest również nazywany Stridsfordon 90 (STRF 90). Obecnie produkowany wyłącznie w BAE Systems Hägglund. Pojazd służy jako BWP (i nie tylko) w armiach krajów skandynawskich oraz armii holenderskiej i szwajcarskiej. Pojazd został wyposażony w silnik o zapłonie samoczynnym Scania DS14 o mocy maksymalnej 550 KM. Pozwala on na osiągnięcie prędkości 70 km/h na szosie [2, 13].

## Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V8
Moc:	550 KM (405 kW)
Masa bojowa pojazdu:	22 t
Stosunek moc/masa:	18,4 kW/t
Prędkość max.:	70 km/h
Pływalność:	brak

## 2.4. DARDO

Wprowadzono go do użycia w 1999 roku. Stworzony został przez firmy IVECO, FIAT oraz Oto Melara. Brał udział w operacjach w Iraku, a teraz wykorzystywany jest przez armię włoską w Afganistanie[6]. Wyposażony jest w turbodoładowany silnik IVECO 6V MTCA[7].

### Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V6
Moc:	520 KM (388kW)
Masa bojowa pojazdu:	23 t
Stosunek moc/masa:	16,8 kW/t
Prędkość max.:	70 km/h
Pływalność:	brak

## 2.5. KENTAURUS

BWP stworzony przez firmę EABO (ELVO, ELBO). Po pomyślnych testach w armii greckiej nie został on niestety zakupiony ze względu na ograniczenia budżetowe [10]. Pojazd wyposażono w silnik MTU 6V183TE22 V90 dysponujący mocą 420 KM przy 2300 obrotach na minutę [3]. Większość zastosowanych podzespołów jest produkcji europejskiej [10].

### Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V6
Moc:	420 KM ( 313kW)
Masa pojazdu:	19,3 t
Stosunek moc/masa:	16,2 kW/t
Prędkość max.:	75 km/h
Pływalność:	brak

## 2.6. PUMA

Puma to bojowy wóz piechoty, opracowany przez konsorcjum firm Krauss-Maffei Wegmann i Rheinmetall Landsysteme, mający zastąpić w armii niemieckiej pojazdy Marder. Aby zapewnić możliwość szybkiego przemieszczania, waga Pумы jest ograniczona do 31,45 tony, przy zapewnieniu najniższej klasy ochronności (Level 1 wg NATO AEP-55 STANAG 4569). Pojazd można więc szybko transportować w różne obszary konfliktów zbrojnych za pomocą samolotów A400M. W celu zwiększenia ochronności na pojazd zakłada się dodatkowe opancerzenie [2]. Puma jest napędzana nowo opracowanym, 10-cylindrowym silnikiem MTU (HPD) 890. Silnik wyróżnia się niewielkim rozmiarem i za razem małą masą, a pomimo to osiąga moc 1100 KM. Nowy silnik typu HPD jest kluczowym podzespołem w ogólnej koncepcji Pумы. Obniżone zapotrzebowanie przestrzeni prowadzi do zmniejszenia masy pojazdu, co umożliwia stosowanie lepszego opancerzenia[14].

### Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V10
Moc:	1088 KM (800 kW)

Masa pojazdu:	43 t
Stosunek moc/masa:	18,6 kW/t
Prędkość max.:	70 km/h
Pływalność:	brak

## 2.7. WARRIOR

Warrior (wcześniej znany jako MCV-80) został opracowany w połowie lat siedemdziesiątych przez GKN Defence (obecnie Alvis Vehicles) dla armii brytyjskiej. Po próbach prototyp został przyjęty do służby w listopadzie 1984 roku. Pojazd jest wyposażony w silnik Perkins CVS TCA V8 diesel osiągający 550 KM przy prędkości 2300 obrotów na minutę. Moc silnika jest stosunkowo niska do masy pojazdu, jednakże pozwala rozpędzić pojazd do 75 km/h na szosie [2, 13].

### Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V8
Moc:	550 KM (405 kW)
Masa pojazdu:	28 t
Stosunek moc/masa:	14,5 kW/t
Prędkość max.:	75 km/h
Pływalność:	brak

## 3. PRZEGLĄD SILNIKÓW PŁYWAJĄCYCH, BOJOWYCH WOZÓW PIECHOTY

### 3.1. Abhay

DRDO (Indie) rozwija projekt bojowego wozu piechoty Abhay jako demonstratora technologii. Pojazd w przyszłości ma zamienić pojazdy BMP II, będące obecnie w służbie. Abhay przejmie najlepsze cechy z BMP i skorzysta również z zachodnich rozwiązań. Będzie jednak miał większą siłę ognia. Ponadto będzie możliwość stosowania go jako amfibii, jak PT-76 [15]. Abhay jest napędzany silnikiem Greaves Cotton TD2 V8 rozwijającym moc do 550 KM. Wraz z automatyczną skrzynią biegów umożliwia poruszanie się pojazdem z prędkością 70 km/h [16].

### Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V8
Moc:	550 KM (405 kW)
Masa bojowa pojazdu:	23 t
Stosunek moc/masa:	17,6 kW/t
Prędkość max.:	70 km/h
Pływalność:	ograniczona

### 3.2. BIONIX

BWP pochodzący z Singapuru, jego produkcję rozpoczęto w 1997 roku. Zastosowano w nim wiele komponentów zachodnich oraz silnik firmy Detroit Diesel Corp. 6V 92TA o mocy 475 KM, który zamontowano w pojeździe w formie Power Pack. Prędkość maksymalna na drodze 70 km/h, w terenie 25 km/h. [5]

#### Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V6
Moc:	475 KM (354kW)
Masa bojowa pojazdu:	23 t
Stosunek moc/masa:	15,4 kW/t
Prędkość max.:	70 km/h
Pływalność:	tak, po zastosowaniu dodatkowego osprzętu

### 3.3. BMD-4

Rosyjski, desantowo - bojowy wóz piechoty o wadze 13,6 tony [8]. Zastosowano w nim wielopaliwowy silnik 2W-60-2 o mocy 331 kW zamontowany z tyłu pojazdu. W 2008 r. ujawniono prototyp następcy pod kryptonimem BMD-4M, w którym zastosowano nowy silnik UTD-29 o mocy 500 KM. Co ciekawe w tym nowym pojeździe silnik ma cylindry w układzie V o kącie rozwarcia 144°, dzięki czemu silnik jest bardzo płaski [9].

#### Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	typu „bokser” [9]
Moc:	450 KM ( 331 kW)
Masa pojazdu:	13,6 t
Stosunek moc/masa:	24,3 kW/t
Prędkość max.:	67,5 km/h
Pływalność:	tak

### 3.4. BRADLEY

Pierwsze dwa prototypy XM2 zostały opracowane przez FMC Corporation (obecnie BAE Systems) w 1978 roku. Kadłuby tych pojazdów są spawane z aluminium z dodatkową warstwą pancerza z laminatu dla lepszej ochrony. Bradley napędzany jest silnikiem Cummins VTA-903T, turbodoładowanym 8-cylindrowym dieslem o mocy 470 KM przy 2600 obrotów na minutę. Dzięki swojej niskiej masie posiada zdolność do pokonywania przeszkód wodnych [2, 13].

#### Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V8
Moc:	470 KM (345 kW)
Masa pojazdu:	22 t
Stosunek moc/masa:	15,7 kW/t
Prędkość max.:	66 km/h
Pływalność:	tak (7,2 km/h)

### 3.5. K21

Koreański bojowy wóz piechoty stworzony przez firmę Doosan DST. Wprowadzony do produkcji w 2008 roku. W celu zmniejszenia masy i poprawy warunków pływania do produkcji wykorzystano między innymi kompozyty [3]. Pływalność uzyskano dzięki zastosowaniu gumowych pływaków, znajdujących się pod bocznymi płytami pancerza. W K21 zastosowano turbo doładowany silnik dziesięciocylindrowy w układzie „V” firmy Doosan noszący oznaczenie D2840LXE o mocy 750 KM. [4]

Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V10
Moc:	750 KM (559kW)
Masa bojowa pojazdu:	25 t
Stosunek moc/masa:	22,4 kW/t
Prędkość max.:	70 km/h
Pływalność:	tak, za pomocą gąsienic

### 3.6. LVTP7 AAV

W połowie lat 60<sup>tych</sup>, FMC Corporation (obecnie BAE Systems) otrzymał kontrakt na zaprojektowanie i zbudowanie prototypów nowych opancerzonych pojazdów desantu aby zastąpić pojazdy serii LVTP5. Pierwsze prototypy zostały ukończone w wrześniu 1967 r. natomiast pierwszy pojazd seryjny wyprodukowano w 1971 r. Kadłub pojazdu jest wykonany z aluminium dzięki czemu, masa pojazdu jest niska i nie ma trudności w pokonywaniu przeszkód wodnych. W wodzie pojazd może poruszać się za pomocą gąsienic lub pędników umieszczonych nad kołami napinającymi. Pojazd jest napędzany chłodzoną wodą, turbodoładowanym silnikiem Detroit Diesel 8V-53T o mocy 400 KM przy prędkości obrotowej 2800 obrotów na minutę [13].

Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V8
Moc:	400 KM (295 kW)
Masa bojowa pojazdu:	22,8 t
Stosunek moc/masa:	12,9 kW/t
Prędkość max.:	64 km/h
Pływalność:	tak (7,2 km/h – gąsienice; 13,5 km/h – pędniki)

### 3.7. M113 AS4

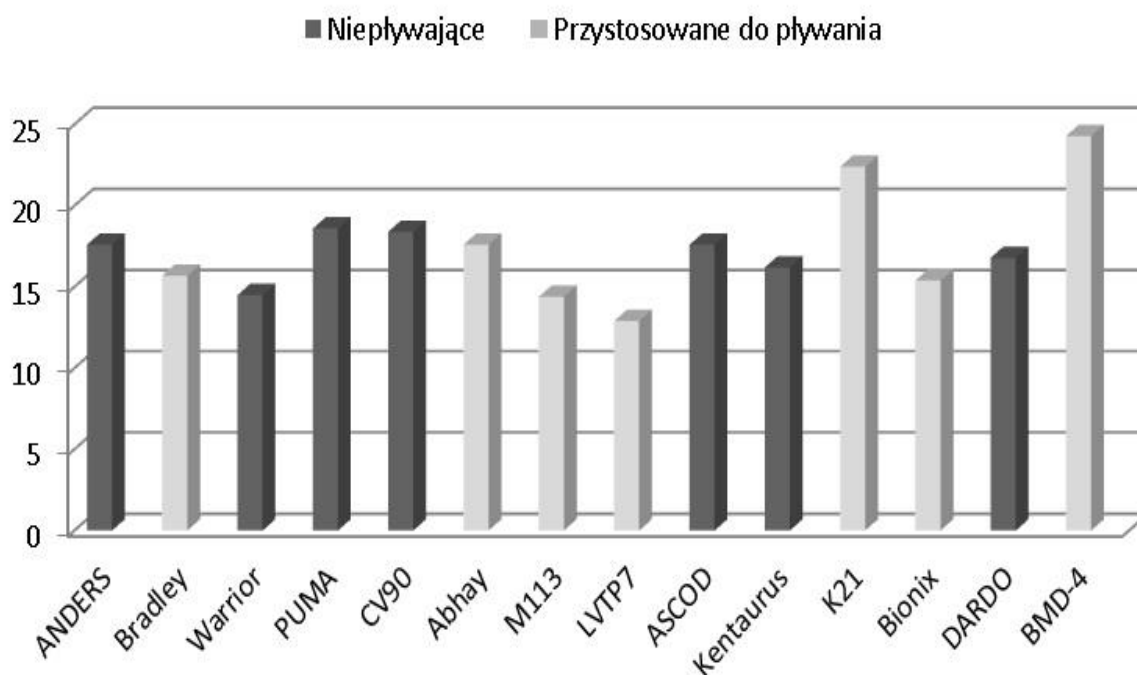
M113 AS4 jest zmodernizowanym, amerykańskim wozem opancerzonym M113 A1, który został wprowadzony w połowie lat 60 ubiegłego wieku. Australijska armia posiada obecnie około 700 pojazdów M113 A1. Są one wykorzystywane jako transporter opancerzony i pojazd rozpoznawczy. Modernizacja obejmuje montaż nowego silnika, skrzyni biegów i układu napędowego. M113 AS4 został również wydłużony aby zainstalować dodatkową parę kół jezdnych i poprawić nośność pojazdu. Ponadto zwiększono siłę ognia. Ten transporter opancerzony jest napędzany przez turbodoładowany silnik diesla MTU 6V199TE, rozwijający moc 350 KM, który umożliwia poruszanie się z prędkością maksymalną 65 km/h [3].

Parametry techniczne:

Układ cylindrów silnika:	V6
Moc:	350 KM (260 kW)
Masa bojowa pojazdu:	18 t
Stosunek moc/masa:	14,4 kW/t
Prędkość max.:	65 km/h
Pływalność:	tak

#### 4. ANALIZA ZEBRANYCH DANYCH

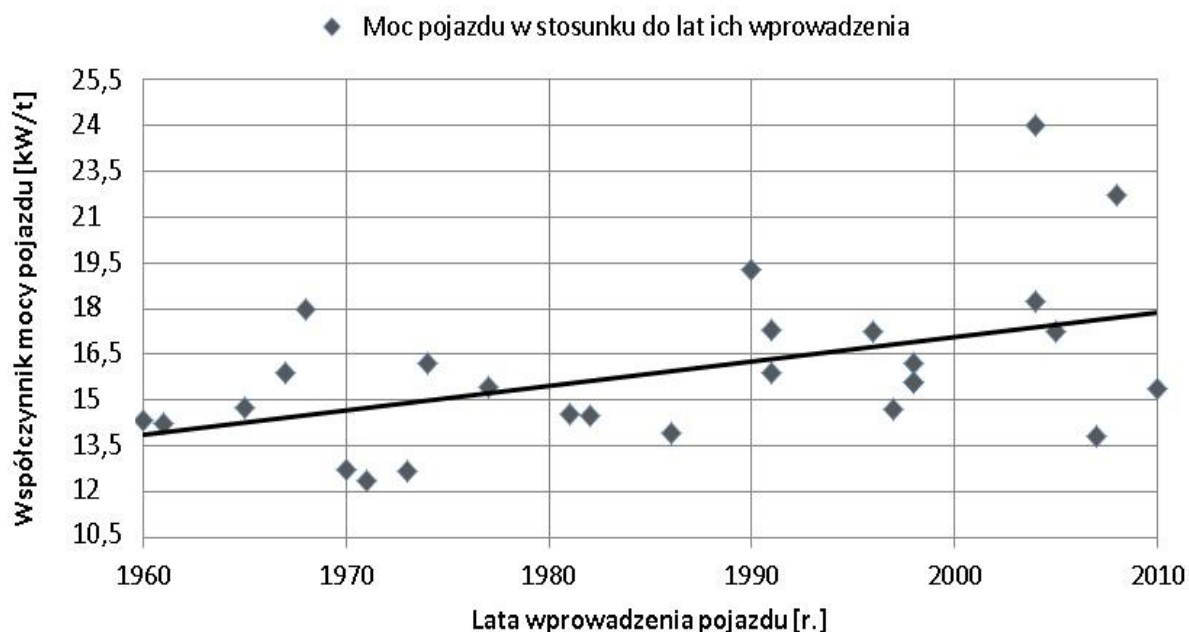
Na podstawie przygotowanych powyżej danych opracowano poniższe rysunki. Rys.1. przedstawia graficznie, w jaki sposób kształtuje się współczynnik mocy dla wybranych pojazdów, z podziałem na pojazdy pływające i te, które nie posiadają takiej możliwości. Można zauważyć, że pojazdy pływające stosowane są w armiach kontynentu azjatyckiego i amerykańskiego. Natomiast w Europie, poza Rosją żaden z przedstawionych bojowych wozów piechoty nie jest przystosowany do pokonywania przeszkód wodnych.



Rys.1. Zobrazowane współczynniki mocy [kW/t] w poszczególnych pojazdach

Ciekawostką jest też to, że nowo opracowane konstrukcje pochodzące z kontynentu azjatyckiego (K21) charakteryzują się zdecydowanie największym współczynnikiem mocy na tle pozostałych pojazdów. Dodatkowo analizując powyższe zestawienie, nie ma widocznej zależności pomiędzy współczynnikiem mocy silnika, a zdolnością pływania pojazdu.

Rys.2 przedstawia zmianę mocy pojazdów w stosunku do ich wagi na przestrzeni lat od wprowadzenia ich do użytku. W celu otrzymania dokładniejszego wyniku, w którym kierunku mierza współczynnik mocy, powiększono grupę analizowanych pojazdów o konstrukcje starsze bądź mniej znane. Nakreślony na wykresie trend liniowy wyraźnie wskazuje tendencję wzrostową współczynnika mocy pojazdu.



**Rys.2. Zmiana współczynnika mocy BWP w latach 1960 – 2010**

## 5. WNIOSKI

Na podstawie powyższego przeglądu silników współczesnych pojazdów gąsienicowych można wywnioskować, że producenci bojowych wozów piechoty jednomyślnie przyjęli widlastą (V) konfigurację silnika w swoich produktach. Może to być podyktowane ograniczonymi możliwościami producentów silników, bądź wymogami, którym sprostują wyłącznie silniki w konfiguracji V. Niestety w literaturze nie znaleziono bezpośredniej przyczyny stosowania tych silników, ale jedną z nich może być położenie środka masy, który w porównaniu do silników rządowych wypada niżej. Tylko w rosyjskim BMD-4 zastosowano silnik typu bokser [9].

Z przeprowadzonych analiz wynika również, że producenci bojowych wozów piechoty dążą do ciągłego powiększania mocy pojazdu w stosunku do jego masy, a tym samym mobilności na polu walki.

Coraz częściej stosowane są silniki z rozwiązaniami pochodzącymi ze świata motoryzacji, przystosowane w odpowiedni sposób do zastosowań militarnych. Dlaczego nie są to jednostki wielopaliwowe tak jak w przypadku konstrukcji rosyjskich? Czyżby europejskie normy emisji spalin wymusiły stosowanie jednego typu paliwa? Silnik zasilany dowolnym paliwem jest o wiele bardziej funkcjonalny na polu walki, a armia nie jest tak bardzo uzależniona od dostaw jednego typu paliwa.



## 6. LITERATURA

- [1] [http://www.gdels.com/brochures/tracked\\_ascod2ifv.pdf](http://www.gdels.com/brochures/tracked_ascod2ifv.pdf), Grudzień 2011.
- [2] <http://www.army-technology.com>, Grudzień 2011.
- [3] <http://www.military-today.com/apc/>, Grudzień 2011.
- [4] [http://org-www.doosan.com/doosandst/en/cp\\_pdf/K21.pdf](http://org-www.doosan.com/doosandst/en/cp_pdf/K21.pdf), Grudzień 2011.
- [5] <http://www.stengg.com/upload/994DoCn4Q91NXLbX86E.pdf>, Grudzień 2011.
- [6] <http://historywarsweapons.com/dardo-ifv/>, Grudzień 2011.
- [7] <http://www.otomelara.it/EN/Common/files/OtoMelara/pdf/business/land/CIO/DARDO.pdf>, Grudzień 2011.
- [8] [http://www.vm.aganet.pl/articles.php?article\\_id=952](http://www.vm.aganet.pl/articles.php?article_id=952), Grudzień 2011.
- [9] Przeździecki P.: „Duma „desantników”, Nowa Technika Wojskowa, nr8/2008.
- [10] <http://www.globalsecurity.org/military/world/europe/gr-industry.htm>, Grudzień 2011.
- [11] Holota M., Stachura B.: „Wielozadaniowa Platforma Bojowa”, Zeszyty Naukowe WSOWL Nr 1 (159), Wrocław, 2011.
- [12] <http://gdziewojsko.wordpress.com/wozy-bojowe/wpb-anders/>, Grudzień 2011.
- [13] Foss C.F.: „Tanks and combat vehicle. Recognition guide”, Harper Collins Publishers, Italy, 2000.
- [14] <http://www.tanknutdave.com/component/content/article/257>, Grudzień 2011.
- [15] <http://www.globalsecurity.org/military/world/india/abhay.htm>, Grudzień 2011.
- [16] <http://www.tanknutdave.com/component/content/article/822>, Grudzień 2011.
- [17] Lett, W. Ph.: Future Trends in Tank Engine Design”, International Defence Review 5/1989.
- [18] Ilijevski Z., Stojković V., Bobanac N.: „What is a good tank from the mobility point of view?”

## **ENGINES OF MODERN TRACKED INFANTRY FIGHTING VEHICLES**

**Abstract:** Article covers engines of modern infantry fighting vehicles (IFV). Survey includes both well-known and still used vehicles of significant armies, as well as state-of-the-art solutions. Main purpose of this article is to provide comparison sheet of basic parameters, placing emphasis on power factor and to present contemporary tendencies of decision making process. This is directed for designers of power transmission units in infantry fighting vehicles.

**Key words:** IFV, engines, driving units, tracked vehicles.