

Sandra **WILCZEK**
Leszek **NOWAK**
Dariusz **RZEPKA**
Marcin **DUSZAK**

KIERUNKI MODERNIZACJI BRONI PANCERNEJ. CZOŁG PT-91M2

Streszczenie. W artykule opisano projekt modernizacji czołgów rodziny T-72, zaprezentowany po raz pierwszy na Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego - Kielce 2017 (MSPO 2017). Odniesiono się do parametrów proponowanych wersji modernizacji czołgu T-72, porównując je z parametrami innych typów czołgów (T-72B3, M1A2 ABRAMS). W artykule przedstawiono głównie podejście techniczne – przedstawiono szerokie analizy techniczne parametrów oferowanego pakietu do parametrów kluczowych czołgów MBT. We wnioskach odniesiono się do istotnych uwarunkowań przemawiających za wdrożeniem do produkcji przemysłowej przedstawionej wersji zmodernizowanego czołgu PT-91M2.

Słowa kluczowe: modernizacja, pakiet modernizacyjny, czołg T-72, czołg PT-91M2.

1. WSTĘP

Przedmiotem niniejszego artykułu jest opis koncepcji proponowanej modernizacji i analiza technicznych możliwości realizacji oraz prezentacja pakietu modernizacyjnego. Pakiet swoją nazwę „M2” otrzymał w ślad za zaprezentowanym podczas Międzynarodowego Salonu Przemysłu Obronnego MSPO w roku 2017 prototypem czołgu PT-91M2 [1]. Impulsem do powstania tego prototypu był toczący się dialog techniczny na temat modernizacji sprzętu pancernego Wojsk Lądowych Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej. Pomimo zaprezentowanych dwóch koncepcji modernizacji w postaci demonstratorów technologii PT-16 i PT-17 [2] stało się jasne, że żadne z tych rozwiązań nie jest możliwe do wdrożenia w terminie krótszym niż 24 miesiące. Mając na względzie zaproponowany skok technologiczny pomiędzy czołgiem T-72, a koncepcjami PT-16 i PT-17, Zakłady Mechaniczne „BUMAR-ŁABĘDY” S.A. rozpoczęły prace nad rozwiązaniem kompromisowym. Celem prac była maksymalizacja parametrów taktycznych wozu przy minimalnym czasie wdrożenia. Czołg PT-91M2 i jego kolejne wersje wyposażenia są realizacją w praktyce idei *cost-effective* (opłacalności) [3].



Rys. 1. Polski czołg T-72M1
(fot. ZM „BUMAR-ŁABĘDY” S.A.)

Warto wspomnieć, iż czołg T-72, który był punktem wyjścia dla rozwoju polskich projektów pakietów modernizacyjnych, jest jednym z najbardziej rozpoznawalnych wozów bojowych na świecie [4]. Czołg ten jest pojazdem II+ generacji, ale jego wyposażenie już w momencie wprowadzenia do eksploatacji wyprzedzało rozwiązaniami technicznymi swoją epokę. Niska sylwetka, dobrze rozplanowane opancerzenie i potężna armata kalibru 125 mm dawały przewagę na polu bitwy. Jest to czołg stworzony do działań agresywnych (natarcie i/lub kontrnatarcie) w wojnie manewrowej. Czołg T-72 nadal stanowi doskonałą bazę wyjściową dla rozwiązań modernizacyjnych. Niezbędnym jest jednak zachowanie podstawowego przeznaczenia czołgu – wojna manewrowa. Nieopłacalnym jest natomiast zbudowanie na bazie czołgu T-72 czołgu tożsamego z pojazdami manewrowej wojny obronnej typu LEOPARD 2, MERKAVA czy AMX-56 Leclerc.

W dalszej części artykułu nakreślone zostaną obszary optymalnej modernizacji na bazie czołgu PT-91M2.

2. CZOŁG PT-91M2. SZCZEGÓŁY TECHNICZNE I OPISY SYSTEMÓW

Czołg PT-91M2, jako wariant modernizacyjny dla pojazdów serii T-72, stanowi bardzo istotny element w podejściu polskiego przemysłu do zagadnienia modernizacji Sił Zbrojnych RP. Wieloletnie doświadczenie w dziedzinie konstrukcji bojowych pojazdów gaśnicowych, a także wiedza i zdolności w rozwijaniu nowych koncepcji czołgu typu T-72 przez ZM „BUMAR-ŁABĘDY” S.A., ukierunkowały podejście do prezentowanego zagadnienia. Modernizacje czołgu (wraz z możliwością budowy pojazdu od podstaw) opracowano biorąc pod uwagę nie tylko cykl życia wyrobu w całości, ale także cykle życia jego podzespołów, co nigdy wcześniej nie miało miejsca.

Na etapie fazy projektowania i konfigurowania wyposażenia czołgu wykonano analizę obszarów, które wymagają modernizacji. Obszary podzielono na grupy, elementy przestarzałe i/lub nie produkowane, elementy pakietu modernizacji i elementy wariantowe/opcjonalne. Wyniki analiz przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Analiza wyposażenia czołgu T-72 z podziałem na grupy modernizacyjne [5, 6]

Lp.	Wyposażenie czołgu zgodnie ze standardem wozów bojowych III generacji (i nowszych)	Istniejące wyposażenie czołgu T-72 (grupa)
1	Pancerz kompozytowy i/lub wielowarstwowy [7]	Zależny od wersji czołgu (opcja modernizacji)
2	Pancerz reaktywny lub pancerz NERA (Non Explosive Reactive Armour – niewybuchowy pancerz reaktywny)	Brak (zawiera pakiet modernizacyjny)
3	Opancerzenie dodatkowe chroniące burty kadłuba i wieży, wraz z przedziałem napędowym[8]	Brak (zawiera pakiet modernizacyjny)
4	Brak amunicji w przedziale załogowym	Brak (zawiera pakiet modernizacyjny / częściowo)
5	Armata czołgowa przystosowana do strzelania amunicją kinetyczną dużej mocy (>10MJ energii wylotowej) i programowalnej	Brak (przestarzałe – zawiera pakiet modernizacyjny)
6	Napęd w postaci układu zgrupowanego	Brak (opcja pakietu modernizacji)
7	Stabilizacja 2-osiowa armaty, z układem nadążnym za linią celowania	Brak (zawiera pakiet modernizacji)

Lp.	Wyposażenie czołgu zgodnie ze standardem wozów bojowych III generacji (i nowszych)	Istniejące wyposażenie czołgu T-72 (grupa)
8	Niezależnie stabilizowane 2-osiowo przyrządy celownicze działonowego	Brak (zawiera pakiet modernizacyjny)
9	Niezależnie stabilizowane 2-osiowo przyrządy celownicze dowódcy	Brak (zawiera opcja modernizacji)
10	Możliwość pracy w trybie Hunter-Killer	Ograniczone (zawiera opcja modernizacji)
11	System automatycznego ładowania armaty	Tak (przestarzały – zawiera pakiet modernizacyjny)
12	System przeciwpożarowy podwozia / wieży	Tak (przestarzały - zawiera pakiet modernizacyjny)
13	System przeciwybuchowy podwozia / wieży	Brak (zawiera pakiet modernizacyjny)
14	Dodatkowy agregat zasilający /klimatyzacja	Brak / Brak (pakiet modernizacyjny / opcja)
15	Systemy: samoosłony, Soft-Kill i/lub Hard-Kill [9,10, 11]	Brak / Brak / Brak (zawiera pakiet modernizacyjny / pakiet / opcja)
16	Pasywne systemy noktowizyjne, systemy termowizyjne III generacji, kamery zobrazowania terenu dla kierowcy	Brak (zawiera pakiet modernizacyjny)
17	Cyfrowe układy elektryczne i układy dystrybucji mocy	Brak (przestarzała – zawiera pakiet modernizacyjny)

Przedłożone przez ZM „BUMAR – ŁABĘDY” S.A. rozwiązania ujęte w bazowej kompletacji czołgu PT-91M2 obejmują wszystkie obszary wymienione w tablicy 1. Daje to obraz zaawansowania technologicznego i zakresu oferowanej modernizacji.

Zgodnie z dostępnymi materiałami [1,3] opracowując pakiet/-y modernizacyjne skupiono się na poniższych celach:

- zwiększenie celności, siły ognia i zasięgu rażenia celu;
- zwiększenie ochrony załogi na polu walki;
- zwiększenie mobilności;
- poprawa komfortu pracy załogi i wydłużenie czasu trwania misji;
- poprawa ergonomii obsługi wyposażenia.

Pakiet modernizacyjny w swojej wersji bazowej zawiera (tablica 2) podzespoły i systemy dostępne na rynku krajowym produkowane głównie przez polskich producentów.

Tablica 2. Wykaz podzespołów i systemów produkowanych głównie przez polskich producentów

Lp.	Podzespół/system	Producent
1.	Zmodernizowany silnik o mocy 850 [KM] wraz z dostosowanym układem przeniesienia mocy	ZM„BUMAR-ŁABĘDY” S.A.
2.	Wzmocnione zawieszenie wyposażone w zderzaki elastomerowe	ZM„BUMAR-ŁABĘDY” S.A.
3.	Wzmocnione dno kadłuba w przedziale kierowcy	ZM„BUMAR-ŁABĘDY” S.A.
4.	Dodatkowy agregat zasilający o mocy elektrycznej 5[kW]	OBRUM sp. z o.o.
5.	Pancerz reaktywny ERAWA II i wersja lekka ERAWA	ZM„BUMAR-ŁABĘDY” S.A.
6.	Pancerz prętowy chroniący przedział silnikowy	ZM„BUMAR-ŁABĘDY” S.A.
7.	Cyfrowe systemy zasilania, sterowania i dystrybucji mocy	ZM„BUMAR-ŁABĘDY” S.A.
8.	Zestaw modernizacyjny układu przeniesienia mocy	OBRUM sp. z o.o.
9.	Nowa armata typu 2A46MS 125mm/L48	ZTS Special, Słowacja
10.	Nowoczesny system przeciwpożarowy i przeciwybuchowy	KIDDE Deugra, Niemcy
11.	System samoosłony pojazdu OBRA-3 [9]	Przemysłowe Centrum Optyki S.A.
12.	Kamery dzieńno-nocne kierowcy do jazdy i cofania KDN-1T [12]	Przemysłowe Centrum Optyki S.A.
13.	Niezależnie stabilizowany dwupłaszczyznowo zintegrowany dzieńno-nocny celownik działonowego	ELBIT, Izrael lub SAFRAN, Francja
14.	Elektryczny system stabilizacji uzbrojenia	ELBIT, Izrael lub SAFRAN, Francja
15.	Cyfrowy system kierowania ogniem [13, 14]	ELBIT, Izrael lub SAFRAN, Francja
16.	Pasywacja nocnych przyrządów obserwacyjnych	Przemysłowe Centrum Optyki S.A.
17.	Zmodernizowany układ ładowania armaty	ZM „BUMAR-ŁABĘDY” S.A.
18.	Cyfrowe systemy łączności wewnętrznej i zewnętrznej	Zależnie od zamawiającego

Pojazdy PT-91M2 (A1) i PT-91M2 (A2), które zaprezentowano podczas MSPO 2018 były propozycjami dwóch możliwych do zaoferowania konfiguracji, dostosowanymi do różnych odmiennych wymagań potencjalnego zamawiającego.

Poniżej (w tabelicy 3) prezentowane są parametry porównawcze – taktyczno-techniczne dla czołgu T-72M1 przed modernizacją, dla dwóch przedstawionych wariantów wyrobu finalnego PT-91M2 z wyposażeniem A1 i A2.

Tablica 3. Porównanie parametrów technicznych czołgu T-72 i PT-91M2(A1) i PT-91M2(A2)

Nazwa parametru	Czołg T-72M1 (T-72M1D)		
	Przed modernizacją	Po modernizacji A1	Po modernizacji A2
Masa [T]	43,4	≤47	≤49
Moc jednostkowa [kW/t]	13,2	≥13,3	≥15
Jednostka ognia [szk.]	44 / 37 (M1D)	40	40
Średnia odporność pancerza w kącie +/-35° na przebicie pociskiem przeciwpancernym / kumulacyjnym o przebijalności do: [mm]	410 / 520	≥600 / 900	≥600 / 900
Przyrząd obserwacyjny dowódcy: - rodzaj - powiększenie [x] - zasięg [m]	Pasywno-aktywny 5 400	Pasywny 3,5 900	Termowizyjny 3,5 900 Dodatkowo: PASEO – (przyrząd dowódcy Hunter-Killer) Pow. 12[x] Zasięg: (W / R / I)[m] 18k / 9k / 4,5k
Przyrząd obserwacyjny kierowcy: a) Do jazdy w przód: - rodzaj - zasięg [m] b) Do jazdy w tył: - rodzaj - zasięg [m]	TWNE-4B Pasywny 100 Brak - -	TWNE-4B / KDN-1T Pasyw-aktyw / pasywny 60 – 100 / 200 KDN-1T Pasywny 200	TWNE-4B / KDN-1T Pasyw-aktyw / pasywny 60 – 100 / 200 KDN-1T Pasywny 200
System Kierowania Ogniem: – przelicznik balistyczny – dalmierz laserowy (zasięg) [m] – celownik: • dzienny • nocny • typ – odległość strzelania w nocy [m] – skuteczność ognia [m] dla pocisku: • podkalibrowego • kumulacyjnego • odłamkowo-burzącego	Elektromechaniczny do 3000 TPD-K1 TPN-1-49-23 (aktywny) 500 1500 1400 1300	Cyfrowy do 6000 TIFCS TIFCS (termowizyjny) 2500 2500 2000 2000	Cyfrowy do 9995 SAVAN-15 SAVAN-15 (termowizyjny) 4000 4000 2500 2500
Środki ochrony załogi: – system samoosłony	- -	+ +	+ +

Nazwa parametru	Czołg T-72M1 (T-72M1D)		
	Przed modernizacją	Po modernizacji A1	Po modernizacji A2
– układ przeciwybuchowy	+	+	+
– układ przeciwpożarowy			
– siedzisko kierowcy mocowane do stropu	-	+	+
– zwiększone zabezpieczenie przed napalaniem	-	+	+
– powiększony luk ewakuacyjny	-	+	+
– wzmocnione dno			
Radiostacja:			
– rodzaj	Analogowa	Cyfrowa	Cyfrowa
– moc [W]	20	50	50
– środki łączności wewnętrznej:			
– rodzaj	analogowa	Cyfrowe	Cyfrowe
Dodatkowe wyposażenie:			
– APU	-	+	+
– klimatyzacja	-	-	+
– dodatkowe zasobniki	-	+	+
– system zarządzania polem walki BMS	-	-	+

2.1. Rozwiązania zaproponowane przez ZM „BUMAR-ŁABĘDY” S.A.

W ramach pakietu modernizacji czołgu T-72M1, ZM „BUMAR-ŁABĘDY” S.A. przygotowały rozwiązania bazujące na długoletnim doświadczeniu w projektowaniu, serwisowaniu i modernizowaniu czołgów różnych wersji, ze szczególnym uwzględnieniem pojazdów serii T-72. Rozwiązania już wdrożone, np. w czołgach PT-91 „Twardy”, PT-91M [15], takie jak podwieszane siedzisko czy wzmocnienie dna, w artykule nie będą omawiane.

2.1.1. Systemy elektryczne

Nowoczesne systemy zarządzające pracą układu elektrycznego czołgu, wykonane w technologii półprzewodnikowej zapewniają stabilną i bezawaryjną pracę, a co najważniejsze łatwość i komfort obsługi sprzętu.

W skład modernizacji wchodzi między innymi mikroprocesorowy układ rozruchowy (zastępujący dotychczas stosowane PUS, PAS, BSP), nowy cyfrowy regulator napięcia, układ zabezpieczenia akumulatorów, tablice bezpieczników w wieży, a także nowy kosz akumulatorowy, wykorzystujące kompaktowe moduły pracujące na napięciu standardowym 12VDC lub zwiększonym 26,4VDC.

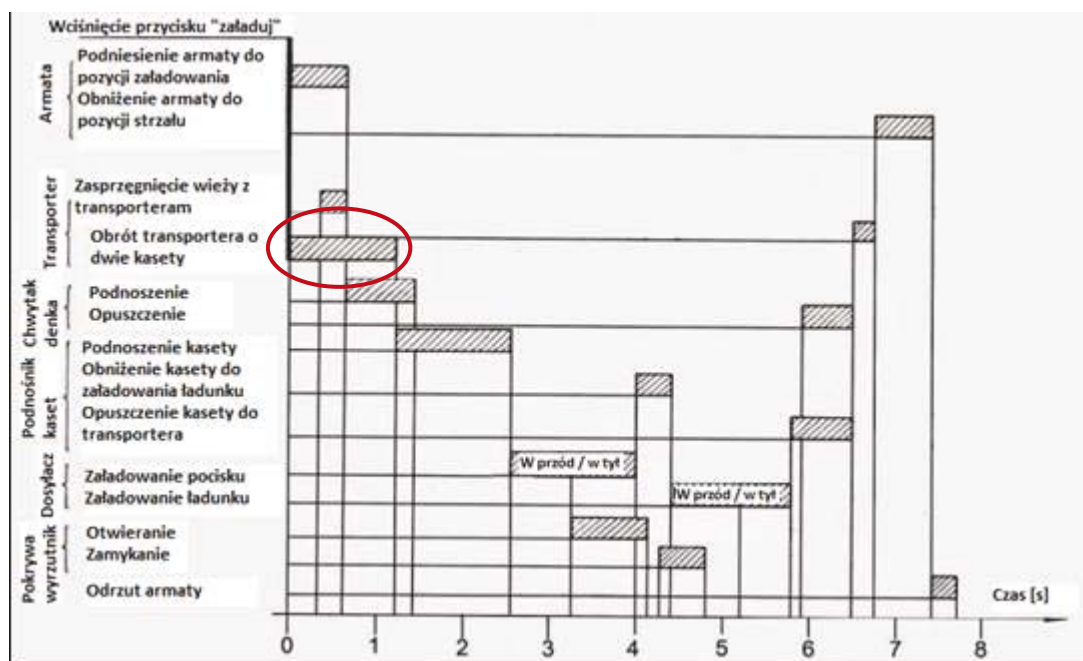
Tablica kierowcy (rys. 2) służy do wyświetlania niezbędnych parametrów pojazdu w ruchu i na postoju, takich jak temperatura, ciśnienie, ilość paliwa, prędkości jazdy, obroty silnika, żądanych roboczogodzin, napięcia oraz prądu akumulatorów itd. Wskaźniki wyświetlają parametry z podziałem na kolory – zielony dla wartości prawidłowych, żółty dla wartości ostrzegawczych, czerwony dla wartości krytycznych. Urządzenie umożliwia również rejestrację wybranych danych w przypadku wystąpienia niesprawności. Tablica skupia zarządzanie układem elektrycznym podwozia w jednym urządzeniu. Posiada również pulpit wynośny umożliwiający kierowcy odczyt kluczowych danych podczas jazdy przy otwartym włazie.



Rys. 2. Tablica kierowcy z pulpitem wynośnym – widok poglądowy

W skład podstawowego pakietu modernizacyjnego wchodzi układ sterujący pracą automatu załadunku. Zmodernizowany system sterowania wprowadza funkcjonalności programowania amunicji i schemat jej rozłożenia w transporterze. Dodatkowo system współpracując z SKO automatycznie wywołuje dedykowaną tabelę balistyczną po załadunku pocisku do armaty.

Modernizacja systemu sterowania wpływa także na szybkostrzelność armaty. Nowy układ sterujący wykonuje obrót transportera w kierunku żądanego typu pocisku już w momencie wybrania go przez operatora na pulpicie. Zaprezentowany na rysunku 3 oryginalny cyklogram dla dotychczasowego rozwiązania został skrócony (zaznaczone kolorem czerwonym) o około 1,2 s (obrót karuzeli następuje automatycznie i niezależnie od procedury załadunku, jedyną zależnością jest dolne położenie wszystkich kaset nabojoych).



Rys. 3. Cyklogram pracy automatu załadunku czołgu PT-91M z zaznaczonym obszarem podlegającym modernizacji

2.1.2. Opancerzenie – pancierz reaktywny ERAWA-ALU i pancierz prętowy [7, 8]

Dla zwiększenia odporności balistycznej czołgu zastosowano pancierz reaktywny ERAWA-2 chroniący powierzchnię pancierza w zakresie +/- 30 stopni od osi czołgu. W porównaniu z czołgiem PT-91 zwiększenie odporności bocznych płyt kadłuba uzyskano

stosując aluminiową wersję pancerza ERAWA-2 w miejsce dotychczas stosowanego stalowego pancerza jednowarstwowego ERAWA-1. Montaż aluminiowych modułów nie wymaga zmiany konstrukcji półek nad gąsienicami, a także nie powoduje wzrostu masy opancerzenia w stosunku do czołgu PT-91.

Pancerz prętowy chroniący tylną półsferę czołgu jest popularnym, szeroko stosowanym zabezpieczeniem przeciwko głowicom kumulacyjnym, np. PG-7, ale także nowocześniejszym RPG-27. Wysoki współczynnik efekt/koszt sprawia, że ten typ pancerza jest obecnie nieodłącznym elementem dodatkowego opancerzenia czołgów. Przykład zastosowania pancerzy prętowych pokazano na rys. 4.



Rys. 4. Pancerz prętowy zamontowany na czołgu PT-91M2
(fot. ZM „BUMAR-ŁABĘDY” S.A.)

Pancerz prętowy podwozia zaprojektowany jest dla przeciwdziałania głowicom kumulacyjnym, na wieży zamontowano natomiast nowy kosz na przewożone wyposażenie pojazdu.

2.1.3. Pojemniki na wyposażenie – kosz wieżowy i zasobniki

Zwiększenie przestrzeni bagażowej dostępnej dla załogi czołgu jest jednym z efektów modernizacji (wydłużenie czasu trwania misji). Obecne rozwiązania nie umożliwiają w sposób uporządkowany przewożenia wyposażenia indywidualnego załogi. Wprowadzenie dodatkowego hermetycznego zasobnika wieżowego pozwala na transport wrażliwych przedmiotów, a dodatkowy kosz wieżowy umożliwia przewóz nawet wielkogabarytowych przedmiotów. Kosz wieżowy jest dostosowywany do wymagań Zamawiającego i oprócz funkcji czysto transportowych może spełniać także rolę dodatkowego pancerza prętowego wieży.

2.2. Rozwiązania oferowane przez OBRUM sp. z o.o.

2.2.1. Modernizacja układu przeniesienia mocy wraz z kompleksowym agregatem zasilania postojowego

Modernizacja układu przeniesienia mocy ma na celu zwiększenie komfortu pracy kierowcy. Wymiana dotychczas stosowanych rozdzielaczy hydraulicznych sterujących pracami skrzyń biegów na elektrozawory, pozwala na integrację wolantu kierowniczego. Sterowanie ww. rozdzielaczami poprzez układ cyfrowy pozwala na wprowadzenie do systemu nowych funkcjonalności takich jak:

- automatyczny hamulec na biegu „0” ułatwiający kierowcy ruszanie pod górę;
- możliwość kierowania czołgiem przy wykorzystaniu jednej ręki;

- automatyczne wybieranie przełożenia lub zastosowanie przycisków zmiany biegów na wolancie kierowcy;
- możliwość wykonywania skrętu z wieloma promieniami.

Powyższy zakres zmian jest dostosowany do wdrożenia maksimum funkcjonalności, przy jak najmniejszych kosztach. Możliwości zmodernizowanego układu są częściowo zbieżne z funkcjonalnościami systemu „Power-Pack” przy dużo mniejszych kosztach wdrożenia.

Agregat zasilania postojowego oferuje kompleksowy moduł zasilający czołg w trakcie postoju z prądnicy o mocy 5 kW, napędzanie sprężarki układu klimatyzacji i współdziałanie z nowoczesnym układem podgrzewania wstępnego. Ogrzewanie obejmuje dwa nowe niezależne układy – przedział załogowy i przedział silnikowy. Duża moc grzewcza pozwala na szybkie osiągnięcie roboczej temperatury pracy przy niskiej temperaturze otoczenia. Układ klimatyzacji zapewnia optymalne warunki pracy dla załogi w podwyższonej temperaturze otoczenia. Zabudowanie wszystkich tych systemów w łatwo dostępnym przedziale pozwala na ich bezproblemową cykliczną obsługę przez załogę czołgu zapewniając niską awaryjność.

2.3. Pozostałe podsystemy wytwarzane przez spółki wchodzące w skład grupy PGZ S.A.

Idea polonizacji podzespołów, jak również wybór rozwiązań konkurencyjnych technicznie z rynku krajowego, już na etapie projektowania zapewniła integrację szerokiego wachlarza rozwiązań wdrożonych i produkowanych przez firmy wchodzące w skład grupy kapitałowej PGZ S.A. Poniżej omówiono główne systemy zintegrowane w ramach pakietu M2. System łączności oferowany w ramach pakietu M2 dostępny jest zgodnie z wymaganiami zamawiającego, natomiast preferowane są rozwiązania krajowe JAŚMIN – TELDAT i FONET – WB Electronics.

2.3.1. System obserwacji dookólnej (rys. 5) – SOD „ATENA” - PCO S.A.

System obserwacji dookólnej produkcji PCO S.A. składa się z 4 modułów optycznych, koncentratora i wyświetlacza. Pozwala na obserwację bliskiego otoczenia pojazdu. System jest obsługiwany przez dowódcę z możliwością przekazywania obrazu na wyświetlacz działonowego. Możliwość wybierania trybu i sposobu wyświetlania obrazu posiada tylko panel dowódcy. Obraz może być wyświetlany jako:

- panorama obrazu z czterech modułów;
- widok modułowy – wybrany widok jednego z czterech modułów;
- widok kierunkowy – wybrane widoki z dwóch modułów (przód, tył, prawo, lewo).



Rys. 5. System obserwacji dookólnej – SOD „ATENA”
(fot. PCO S.A.)

2.3.2. System samoosłony pojazdu – SSP-1 „OBRA-3” - PCO S.A [9].

Rozwiązanie krajowe, integrowane w czołgach PT-91, a także na eksport (np. czołgi T-72M4Cz i T-72M2 Moderna) przygotowało PCO S.A. Wprowadzenie świadomości kontaktu z nieprzyjacielem daje załodze więcej czasu na podjęcie skutecznych środków/działań obronnych. Wdrożenie czterech lub sześciu głowic detektorów zapewnia równomierne pokrycie sektorów obserwacji w zakresie 360°. Dodatkowo integracja systemu z wyrzutnikami umożliwia automatyczną osłonę (wizualną i termalną) pojazdu dla kierunku zagrożenia. Wyposażenie czołgu PT-91M2 w cyfrowy komputer balistyczny daje również możliwość wprowadzenia dodatkowej funkcjonalności w postaci automatycznego obrotu wieży w kierunku zagrożenia. Obrót taki mógłby być realizowany automatycznie po włączeniu trybu pracy bojowej – „obrona”.

2.3.3. Kamery dla kierowcy (przód i tył) – KDN-1T „NYKS” - PCO S.A [12].

W czołgach typu T-72 kierowca ma ograniczone pole obserwacji przez jeden główny peryskop dzienny, który może być zamieniony na nocny peryskop noktowizyjny. Wprowadzenie dziennie-nocnych kamer kierowcy znacząco zwiększy świadomość sytuacyjną kierowcy, umożliwiając płynną jazdę niezależnie od warunków atmosferycznych. Niski kadłub czołgu wymagał od kierowcy przyjmowania nienaturalnej skulonej pozycji w trakcie jazdy, zwiększającej jego zmęczenie. Prowadzenie czołgu w oparciu o obraz wyświetlany na monitorze umożliwi kierowcy przyjęcie optymalnej dla niego pozycji, redukując zmęczenie oraz poprawiając komfort.

2.3.4. System łączności wewnętrznej i zewnętrznej

Nowoczesny system łączności wewnętrznej i zewnętrznej wykorzystuje technologię cyfrową do szyfrowania i przesyłu danych pomiędzy jednostkami, jak i centrami zarządzającymi.

System łączności występuje jako jeden moduł z systemem zarządzania polem walki. Wszystkie dane przesyłane przez ww. systemy są wykorzystywane przez SKO przy namierzaniu kolejnych celów.

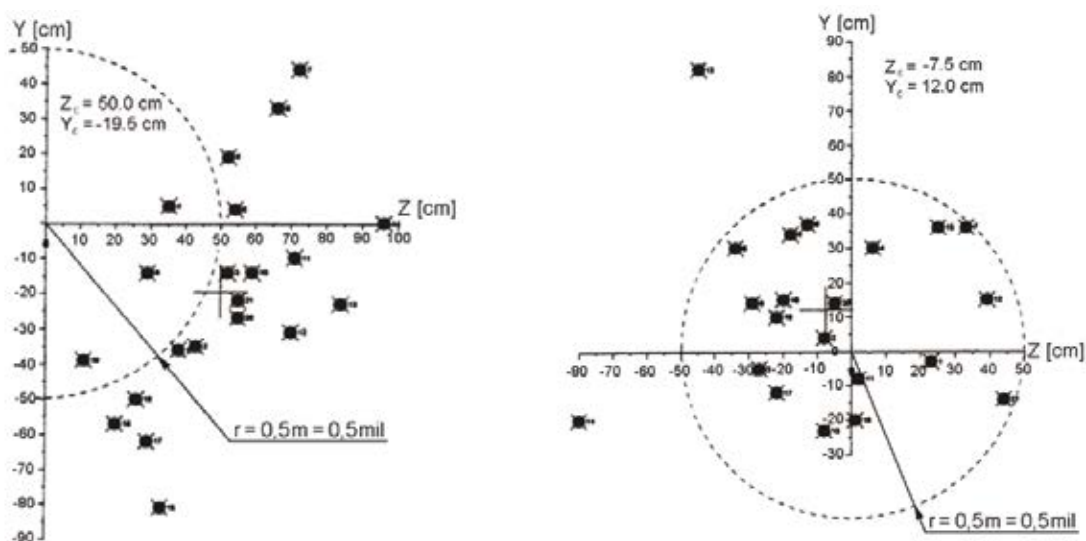
2.4. Podsystemy dostarczane przez kooperantów zagranicznych

2.4.1. Uzbrojenie główne: armata 2A46MS125 mm/L48; KBA-3 – 125 mm/L48

Armata **2A46MS** posiada ulepszone właściwości balistyczne, dzięki zmianie rozmieszczenia opornika, niwelujące schodzenie armaty z celu w trakcie oddawania strzału. Dodatkowo w trakcie produkcji na surowym elemencie lufy przeprowadzany jest autofretaż zwiększający żywotność tego elementu. Opcjonalnym rozwiązaniem jest chromowanie przewodu lufy, dodatkowo poprawiające jej żywotność.

Armata KBA-3, jest odpowiednikiem rosyjskiej armaty 2A46M-5. Posiada symetrycznie rozmieszczone oporniki (po przekątnej osi lufy) gwarantujące utrzymanie armaty w linii strzału podczas prowadzenia ognia. Przeprowadzany w trakcie procesu produkcji autofretaż, a także opcjonalnie chromowanie przewodu lufy, wraz z dodatkowym opornikiem umożliwia zastosowanie amunicji posiadającej większą energię wylotową, co w przypadku pocisków kinetycznych (podkalibrowych) wprost przekłada się na uzyskiwaną przebijalność na dystansie. System mocowania nie wymusza głębokiej ingerencji w strukturę wieży czołgów T-72 wszystkich typów. Dodatkowym rozwiązaniem, ułatwiającym prace konserwacyjne i warsztatowe w jednostkach bojowych, jest złącze bagnetowe lufy, umożliwiające wymianę tego elementu bez demontażu armaty z całego systemu wieżowego.

Poniżej porównanie rozrzutu (rys. 6) pocisków typu BM-15 wystrzeliwanych przez armatę 2A46 oraz zmodernizowaną armatę typu 2A46MS/KBA-3.



Rys. 6. Porównanie rozrzutu

a) armata 2A46

b) armata 2A46MS/KBA-3

W tabelicy 4 zestawiono podstawowe dane techniczne armat 2A46, 2A46MS oraz KBA-3.

Tablica 4. Podstawowe parametry techniczne armat

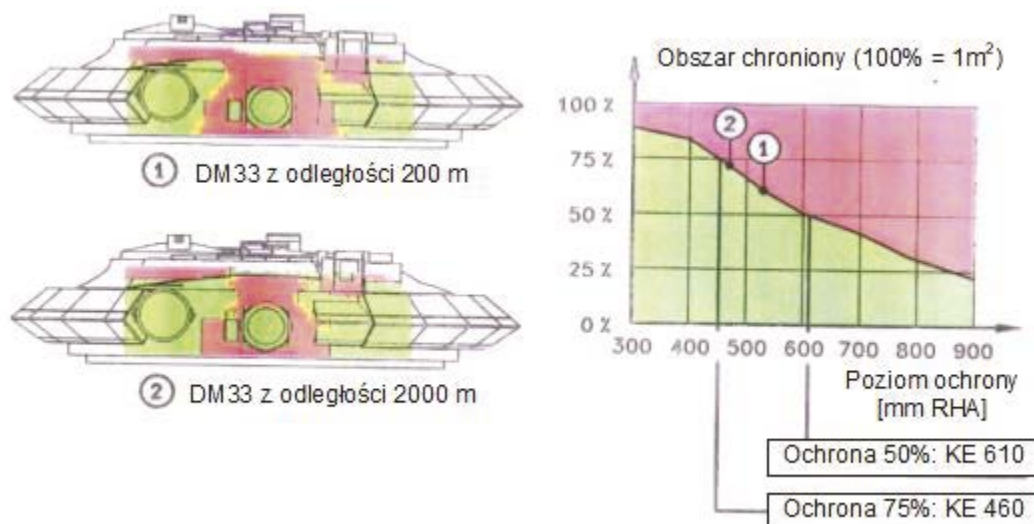
Parametr	Typ armaty		
	2A46	125MS (2A46MS)	KBA-3
Kaliber	125[mm]	125[mm]	125[mm]
Długość lufy	6000[mm]	6000[mm]	6000[mm]
Waga	2675[kg]	2500[kg]	2500[kg]
Odrzut	270-320/340[mm]	260-300/310[mm]	260-300/310[mm]
Rozrzut pocisków	0,78 mrad	~0,39 mrad	~0,19 mils
Maksymalne ciśnienie	450 MPa	560 MPa	650 MPa
Ciśnienie w powrotniku	6,18-6,38 MPa	6,18-6,38 MPa	5,79-6,08 MPa
Średnia żywotność lufy	900 strzałów EFC*	1200 strzałów EFC*	1200 strzałów EFC*

2.4.2. Kompletny system kierowania ogniem – ELBIT (TIFCS) lub SAFRAN (SAVAN-15)

System kierowania ogniem zbudowany jest na bazie rozwiązania zastosowanego w czołgu MERKAVA(ELBIT) [14] lub PT-91M//AMX-56 Leclerc [13]. Nowoczesny komputer balistyczny jest obsługiwany z dwóch pulpituów (działonowy i dowódca), na którym zobrazowane są wszystkie parametry wypracowane przez komputer. Obraz jest wyświetlany niezależnie na każdym z monitorów w jednym z dostępnych trybów (dzienny – TV i termowizyjny). W obu rozwiązaniach mamy do czynienia z nowoczesną kamerą termowizyjną o rozdzielczości minimum High-Definition. Umożliwia to rażenie zidentyfikowanych celów na dystansie 2500-4000 [m] w warunkach ograniczonej widoczności. Komputer zarządza również cyfrowym systemem stabilizacji wieży czołgowej. Dokładność niezależnej dwuosiowej stabilizacji armaty, a także celownika, realizowanej poprzez koincydencję prędkościową i kątową (układ Linia Celowania nadrzędna – Linia Strzału nadążna), umożliwia prowadzenie celnego ognia podczas ruchu pojazdu w dowolnym kierunku względem celu.

3. PORÓWNANIE CZOŁGU PT-91M2(A2) DO KONSTRUKCJI ZAGRANICZNYCH

Analizując aktualną sytuację militarną, a także geopolityczne położenie Polski, jako czołgi potencjalnych przeciwników rozpatrujemy pojazdy, które znajdują się na wyposażeniu państw sąsiadujących. O ile analizy czołgów typu T-72, jak i jego modernizacji opisane są bogato w literaturze [4, 5, 6, 15, 16, 17, 18, 19], oraz ogólnodostępnych portalach internetowych [20], o tyle parametry techniczne zachodnich czołgów i ich analizy do niedawna nie były upubliczniane. Zmiana klauzuli stopnia dostępności do wyników badań czołgów zachodnich umożliwia przedstawienie nieznanych dotychczas publikacji [16], a także nieznanych dotychczas szerzej danych technicznych (patrz rysunki 7, 8, 9, 10).



Rys. 7. Odporność wieży czołgu T-72B3 na trafienie pociskiem kinetycznym [16]

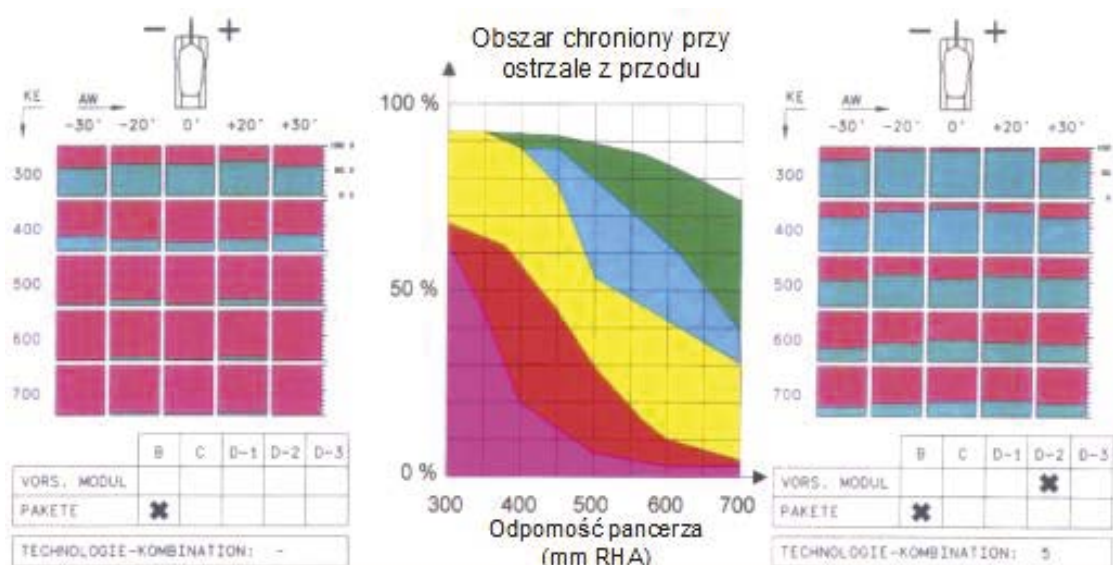
Zestawienie (tablica 5) podstawowych parametrów taktycznych wybranych czołgów podstawowych (MBT) dobrze ilustruje ich różnice.

Tablica 5. Podstawowe parametry techniczne wybranych czołgów

Parametr	Czołgi podstawowe (MBT)				
	PT-91M2 (A2)	T-72B3 [21]	M1A2 Abrams	LEOPARD 2A5+	AMX-56 Leclerc
Masa [T]	49	47	65	62,5	62
Moc jednostkowa [kW/t]	18	17,68	16,92	17,6	17,74
Jednostka ognia [szt.]	40	45	42	42	40
Średnia odporność pancerza w kącie +/-35° na przebicie pociskiem przeciwpancernym / kumulacyjnym o przebijalności do: [mm]	600/900	610/900	600/750	700/1300	500/700
Zasięg skutecznego strzału: [m]	4000	3000/ 5000(ppk)	4000	4000	4000
Środki ochrony załogi:					
– system samoosłony	+	-	-	+	-
– układ przeciwybuchowy	+	+	+	+	+
– układ przeciwpożarowy	+	+	+	+	+
– system typu Hard-Kill	-	-	-	-	-
– wykładziny przeciwodłamkowe	+	+	+	+	+
– amunicja oddzielona od załogi	-	-	-	-	-
– wzmocnione dno	+	+	+	+	+
Dodatkowe wyposażenie:					
– APU	+	-	+	+	-
– klimatyzacja	+	-	+	+	+

Parametr	Czołgi podstawowe (MBT)				
	PT-91M2 (A2)	T-72B3 [21]	M1A2 Abrams	LEOPARD 2A5+	AMX-56 Leclerc
– dodatkowe zasobniki	+	+	+	+	+
– system zarządzania polem walki BMS	+	+	+	+	+
– automatyczny system załadowania armaty	+	-	-	-	+

Porównanie parametrów pokazuje, że wariant konfiguracji A2 czołgu PT-91M2 jest równoważny, a nawet przewyższa w niektórych aspektach parametry techniczne konkurencyjnych konstrukcji [16]. O ile modernizacja PT-91M2 nie pozwala na znaczny przyrost poziomu opancerzenia, to jednak osiągnięty poziom nie odbiega od innych światowych rozwiązań (rysunki 8, 10, 11).

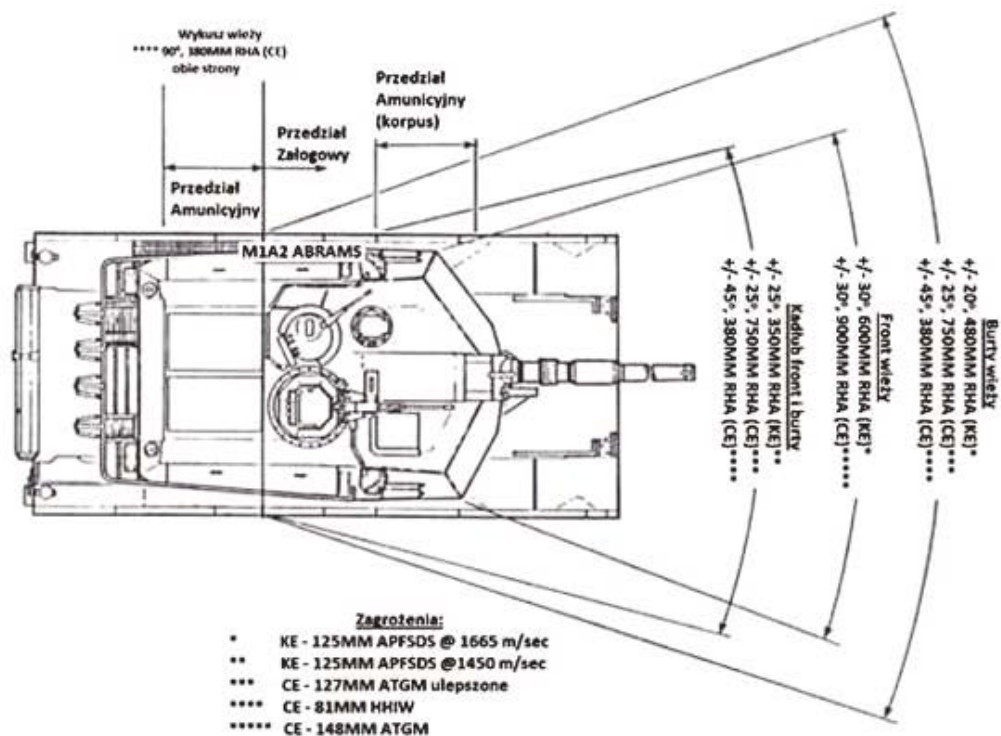


Rys. 8. Odporność frontowej powierzchni czołgu na trafienie pociskiem kinetycznym [16]

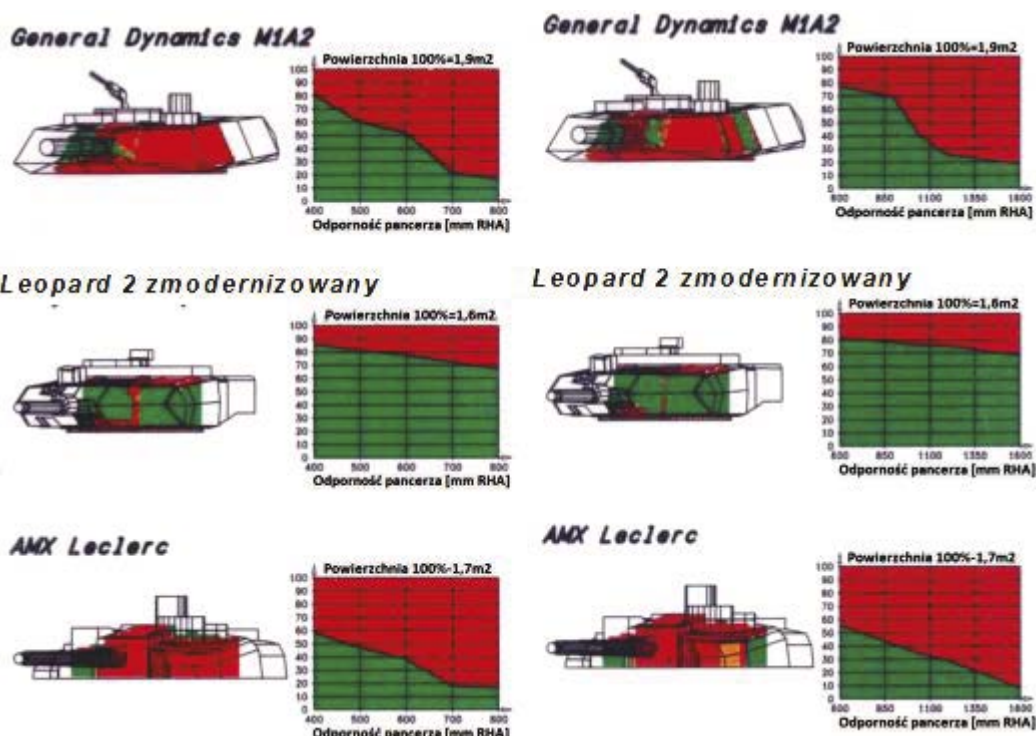
a) czołg LEOPARD 2A4

b) różne konfiguracje czołgu LEOPARD

c) czołg Strv-122



Rys. 9. Odporność frontowej powierzchni czołgu ABRAMS M1A2 na trafienie pociskiem kinetycznym [16]



Rys. 10. Porównanie odporności wież czołgów ABRAMS M1A2, STRV-122, AMX Leclerc na trafienie pociskiem kinetycznym [16]
dla kąta ostrzału +20° od osi pojazdu

a) pocisk o przebijalności 700 mm RHA

b) pocisk o przebijalności 1200 mm RHA

4. WNIOSKI

Przedstawione rozwiązania konstrukcyjne, w tym użyte podzespoły i systemy polskich dostawców, które mogą być zastosowane w czołgu PT-91 M2 - nie odbiegają parametrami od innych rozwiązań zastosowanych w czołgach ABRAMS M1A2 czy LEOPARD 2.

Polski przemysłowy potencjał obronny zgrupowany w Polskiej Grupie Zbrojeniowej S.A. jest w pełni przygotowany, aby zaproponowane rozwiązania wdrożyć do praktyki przemysłowej.

Wykorzystanie istniejącej bazy techniczno-technologicznej w istotny sposób wpłynie na relację „koszt-efekt” i w zdecydowany sposób wpłynie również na zabezpieczenie logistyczne przyszłej produkcji. Jednocześnie dostęp do polskich podzespołów i systemów nie tylko daje gwarancję niezależności w przypadku wystąpienia konfliktu zbrojnego, lecz także pozwala na dalszy rozwój zakładów przemysłu obronnego związanych z pojazdami gąsienicowymi i wykształcenie nowych, niezbędnych specjalistów, przy już obecnie występującej luce pokoleniowej [22].

Wdrożenie do użytkowania i eksploatacji w SZ RP proponowanej modernizacji czołgu – wersja PT-91 M2 może stać się także atrakcyjną ofertą eksportową zarówno na rynku europejskim, jak i na rynkach trzecich.

5. LITERATURA

- [1] „Czołg PT-91M2 / MBT PT-91M2”. Broszura informacyjna - MSPO-2017 w Kielcach, ZM „Bumar-Łabędy” S.A., 2017.
<https://bumar.gliwice.pl/storage/files/April2019/UnjqUht5cSx6Ufaotdpn.pdf>
[dostęp: 20.08.2019].
- [2] „Czołg PT-17 / MBT PT-17”, Broszura informacyjna – MSPO-2017 w Kielcach, ZM „Bumar-Łabędy” S.A., 2017,
<https://bumar.gliwice.pl/storage/files/April2019/af1Vks1VRRoC88QZE4ah.pdf>
[dostęp: 20.08.2019].
- [3] „Czołg PT-91M2(A1) / MBT PT-91M2(A1)” oraz „Czołg PT-91M2 (A2) / MBT PT-91M2(A2)”. Broszury informacyjne – MSPO - 2018 w Kielcach. ZM „BUMAR-ŁABĘDY” S.A., 2018.
<https://bumar.gliwice.pl/storage/files/April2019/S3QusnfqhaQQ11Lah7q4.pdf>
[dostęp: 20.08.2019],
<https://bumar.gliwice.pl/storage/files/April2019/PchfSQED5b6KKzYuALVF.pdf>
[dostęp: 20.08.2019].
- [4] Barnat W., Kończak J., Chodkiewicz K.: „T-72”, Biblioteka Magazynu Nowa Technika Wojskowa. Magnum-X 2006 r. ISBN: 9788388920349.
- [5] PROJEKT KONCEPCYJNY MODERNIZACJI CZOŁGU T-72, ZM „Bumar-Łabędy” S.A., nr. HS/Z-121/2018 z dnia 26.09.2018r, [dostępny w kancelarii tajnej ZM „Bumar-Łabędy” S.A.].
- [6] PROJEKT WSTĘPNYCH ZAŁOŻEŃ TAKTYCZNO-TECHNICZNYCH na modernizację czołgu T-72, ZM „Bumar-Łabędy” S.A., nr. HS/Z-119/2018 z dnia 26.09.2018, [dostępny w kancelarii tajnej ZM „Bumar-Łabędy” S.A.].
- [7] Wiśniewski A.: „Pancerze budowa, projektowanie i badanie”, WZT, Warszawa 2001.

- [8] Panowicz R., Sybilski K., Gieleta R., Kupidura P., Bazela R., Magiera M.: „Badania eksperymentalne wybranego typu panczerza prętowego”, Problemy Techniki Uzbrojenia R.40, Z. 118, str. 51-56, 2011r.
- [9] „SSP-1 OBRA-3. System Samoosłony Pojazdu”. Materiały reklamowe PCO S.A. https://pcosa.com.pl/wp-content/uploads/2018/07/PCO_a4_mala_SSP-1-OBRA-3_pop_03.pdf [dostęp: 20.08.2019].
- [10] Mayer T., „Active Protective Systems: Impregnable Armor or Simply Enhanced Survivability?”, ARMOR publish, str. 7-11, Maj-Czerwiec 1998.
- [11] Dąbrowski M., Komański Z., „AKTYWNE SYSTEMY OBRONY POJAZDÓW (ASOP) cz. I”, Biuletyn Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe, (29) nr 1, 2012, (str. 20-30), ISSN 0860-8369 OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2012.
- [12] „KDN-1T Kamera cofania”, Materiały reklamowe PCO S.A., <https://pcosa.com.pl/wp-content/uploads/2018/09/ulotka-KDN-1T-pl-web.pdf> [dostęp 20.08.2019].
- [13] „SAVAN-15 Fire Control System, Primary sight”. Broszura informacyjna: SAFRAN Sagem 2011. https://www.safran-electronics-defense.com/file/download/d1497e_savan15.pdf [dostęp: 20.08.2019].
- [14] „TIFCS Fire Control System, Gunner Sight”, Broszura informacyjna: ELBIT Systems ELOP Ltd., <https://elbitsystems.com/media/TIFCS.pdf> [dostęp: 20.08.2019].
- [15] Chodkiewicz K., „PT-91M, co ty na to polska armio?”, Biuletyn Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe, (20) Nr 2, 2004, <http://www.obrum.gliwice.pl/upload/downloads/spg/204/14-CHODKIEWICZ.pdf> [dostęp: 11.08.2019].
- [16] Lindstrom Rickard O., „Stridsfordon, idag och imorgon – Ett foredrag om Svenskt Pansar med utgangspunkt i historien“, Arsenalen, 8 November 2012.
- [17] „The Soviet T-72 Tank Performance”, CIA Historical Review Program Release as sanitized 1999, Directorate of Inteligence, CIA SW 82-10067X, Sierpień 1982.
- [18] Holota M., Kiklaisz E.: „Modernizacja czołgu T-72 do standardu NATO”, Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (18) nr 2/2003, (str. 63-72). ISSN 0860-8369 OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2003.
- [19] Dybał B., Kazura A.: „Tendencje modernizacji czołgów T-55 i T-72”, Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (21) nr 1/2005 (str. 53-63). ISSN 0860-8369 OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2005.
- [20] „TANKOGRAD 2014-2019”, Opublikowany przez: Iron Drapes, 01 Maja 2015 r. <https://thesovietarmourblog.blogspot.com/2015/05/t-72-soviet-progeny.html> [dostęp: 20.08.2019].
- [21] „Czołg T-72B – Instrukcja Eksploatacji”, Ministerstwo Obrony FR, Izd nr. 5/217794r-P97 E/N, Moskwa 1997.
- [22] Grochowski M.: Specyfika rekrutacji pracowników firm przemysłu zbrojeniowego. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (50) nr 4/2018 (str. 73-83). ISSN 0860-8369 OBRUM sp. z o.o. Gliwice, grudzień 2018.

TRENDS IN THE MODERNIZATION OF ARMoured WEAPONS. THE PT-91M2 TANK

Abstract. The article describes the project to modernize the tanks of the T-72 series, presented for the first time at the International Defence Industry Exhibition - Kielce 2017 (MSPO 2017). The specifications of the proposed versions of the modernization of the T-72 tank are referred to and compared with those of other types of tanks (T-72B3, M1A2 ABRAMS). The article presents mainly a technical approach: extensive technical analyzes of the parameters of the offered package in comparison to those of key MBTs. In conclusions, reference is made to essential considerations in favour of the implementation of the industrial manufacture of the presented modernized version of the PT-91M2.

Keywords: modernization, modernization package, T-72 tank, PT-91M2 tank.