

Marek Ł. GRABANIA  
Michał GRABIŃSKI

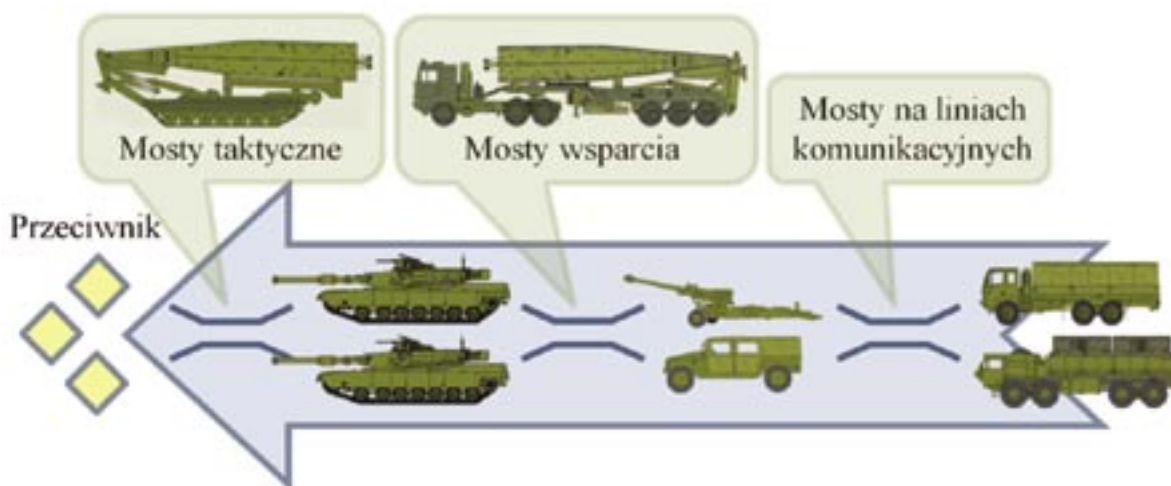
## MOST SZTURMOWY PMC – LEGUAN

**Streszczenie.** W artykule opisano konstrukcję opracowanego przez OBRUM sp. z o.o. oraz Zakłady Mechaniczne „Bumar-Łabędy” S.A., w ramach kontraktu eksportowego dla Malezji, mostu szturmowego – mostu taktycznego na podwoziu gąsienicowym PMC-LEGUAN. W zamieszczonej tablicy pokazano podstawowe parametry techniczno – użytkowe przęsła mostu LEGUAN. Omówiono kluczowe rozwiązania węzłów konstrukcyjnych decydujące o optymalnej integracji podwozia PT- 91M z przęsłami mostu LEGUAN. W podsumowaniu odniesiono się do końcowych wyników zrealizowanej pracy badawczo-wdrożeniowej.

**Słowa kluczowe:** mobilność wojsk, przeprawa, kontrakt malezyjski, most szturmowy, czołg PT-91M, most LEGUAN, most PMC-LEGUAN.

### 1. WPROWADZENIE

Jednym z najważniejszych zadań wojsk inżynieryjnych jest zapewnienie odpowiedniej ruchliwości i mobilności wojsk. Posiadanie na wyposażeniu specjalistycznego sprzętu – mostów różnych typów: przewoźnych, składanych, pontonowych - pozwala na pokonywanie przez oddziały wojsk przeszkód terenowych zarówno wodnych (strumienie, potoki, rzeki), jak i lądowych (suchodoły, jary, wąwozy itp.). Wybór oraz dobór odpowiedniego sprzętu o określonych parametrach techniczno-użytkowych zależy od przewidzianych obszarów prowadzenia działań i zdefiniowanych przeszkód mogących tam występować. Ze sprzętem użytkowanym przez armie świata i różnymi typami mostów można się zapoznać w opracowaniu [1]. Obecnie jednymi z najnowocześniejszych rozwiązań technicznych są mosty przewoźne o zróżnicowanej długości przęsła, zabudowane na podwoziu samochodowym lub gąsienicowym, układane i podejmowane z przeszkody, zazwyczaj w trybie automatycznym, z minimalnym udziałem siły ludzkiej. Często zachodzi jednak konieczność wyprzedzającego przygotowania przeprawy: dojazd do przeszkody, niwelacja terenu czy zabezpieczenie ogniowe samej przeprawy przez oddziały bojowe [2], [3]. Podział samych przepraw mostowych wynika ze sposobu ich wykorzystania. I tak mosty szturmowe, bojowe lub towarzyszące stanowią integralny element wysuniętych ugrupowań bojowych. Inne mosty wykorzystywane w głębi ugrupowania lub na tyłach zaliczamy do mostów taktycznych i logistycznych. Służą one m.in. do budowania stałych lub tymczasowych przepraw na szerszych przeszkodach wodnych w celu zapewnienia przegrupowań wojsk, dowozu zaopatrzenia, ewakuacji ludzi i sprzętu. Na rys.1 przedstawiono schemat obrazujący umowny podział mostów.



Rys. 1. Schematyczny podział mostów

## 2. KONTRAKT MALEZYJSKI

W 2003 roku holding BUMAR sp. z o.o. grupujący najważniejsze zakłady polskiego przemysłu zbrojeniowego podpisał kontrakt na dostawy sprzętu pancernego do Malezji [4], [5]. Głównymi wykonawcami – realizatorami kontraktu były Zakłady Mechaniczne „Bumar - Łabędy” S.A. oraz Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. W ramach dostaw sprzętu dla Sił Zbrojnych Królestwa Malezji kontrakt przewidywał opracowanie i wykonanie czterdziestu ośmiu czołgów podstawowych PT-91 M, sześciu wozów zabezpieczenia technicznego WZT-4 i trzech czołgów inżynierskich MID - M. Zamawiający uznał za niezbędne doposażenie zakupywanego sprzętu również w mosty samojezdne, których zamówił pięć. Po analizach stanu techniki kontrahent wybrał most przewoźny (oznaczony w kontrakcie jako PMC - LEGUAN) oparty o przęsła rozsuwane [1], [6] niemieckiej firmy MAN, zabudowane i zintegrowane z czołgowym podwoziem gaśnicowym. Podwoziem tym było podwozie czołgu PT-91 M (główny przedmiot kontraktu) stanowiące bazę wykonawczą pojazdów specjalistycznych. Założeniem podstawowym dla wszystkich pojazdów objętych kontraktem – pochodnych czołgu, był wymóg unifikacji podzespołów, w tym maksymalna unifikacja podwozi gaśnicowych.

## 3. MOST SZTURMOWY LEGUAN

Realizowane przez polskich inżynierów prace projektowo-wykonawcze były nadzorowane przez oddelegowany do Polski zespół malezyjskich specjalistów wojskowych. We wstępnej fazie rozmów (faza projektów koncepcyjnych) strona polska zaproponowała w ramach kontraktu dostawę istniejącego rozwiązania mostu PMC-90 z przęsłami typu „nożycowego” zabudowanymi na podwoziu PT-91 M. Rozwiązanie to nie zostało przyjęte; partner malezyjski wybrał bowiem rozwiązanie, którym nie dysponowała strona polska, a mianowicie niemieckie przęsło mostowe LEGUAN, użytkowane między innymi przez armie amerykańską, niemiecką i hiszpańską. Most przewoźny z przęsłem rozsuwanym LEGUAN zabudowany i użytkowany był i jest między innymi na podwoziach czołgowych M1A1/A2 (USA), Leoparda 1 (Niemcy) oraz M60/M47 (Hiszpania) [6]. Producentem wybranego przęsła mostowego była niemiecka firma MAN Technologie AG [6] (obecnie Krauss - Maffei Wegman KMW), która została również w ramach kontraktu dostawcą

przęseł. Wybrane przęsło wykonane było ze stopów aluminium, dzięki czemu wyróżniało się wśród innych przęseł mostów przewoźnych relatywnie niską masą. Podstawowe dane techniczne pokazane są w tablicy 1.

**Tablica 1. Dane techniczne przęsła mostowego LEGUAN [6]**

<b>Parametr</b>	<b>Wartość</b>
Materiał przęsła	Stop aluminium
Długość mostu	26 m
Masa przęsła	10,5 t
Klasa mostu ( MLC)	70
Efektywna długość przęsła	25 m
Szerokość mostu	4,01 m

Całość dostaw kooperanta niemieckiego poza pojedynczymi przęsłami (4 szt. dla jednego wozu) obejmowała także elementy mechaniczne układacza (w tym ramiona przednie i tylne układacza) z zabudowanymi elementami automatyki i sterowania, główny siłownik hydrauliczny, instalację hydrauliczną i elektryczną oraz układ sterowania z pulpitem operatora.

Przęsła LEGUAN zabudowane na niemieckim podwoziu czołgowym pokazano na rys. 2. W przedniej części kadłuba zwraca uwagę wysuwana podpora służąca do utrzymania stabilności zestawu w trakcie układania i podejmowania przęsła z przeszkody.



**Rys. 2. Most KMW LEGUAN (podwozie LEOPARD 1 o siedmiu parach kół nośnych)**

#### 4. PMC - LEGUAN

Ustalenia i prace projektowe wymagały współpracy trzech zespołów: polskiego (ZM „Bumar-Łabędy” S.A. i OBRUM sp. z o.o.), malezyjskiego (końcowego użytkownika) oraz niemieckiego (MAN Technologie AG - producenta i dostawcę przęsła mostu i układacza wraz z hydrauliką siłową oraz systemem sterowania). Przyjęty wariant rozwiązania mostu szturmowego z przęsłami rozsuwanymi wymagał wykonania przez stronę polską prac projektowych obejmujących między innymi:

- opracowanie i uzgodnienie koncepcji zabudowy przęsła mostu LEGUAN na podwoziu PT-91 M;
- wykonanie obliczeń masowych projektowanego zestawu;
- wykonanie obliczeń stateczności zestawu przęsła-podwozie we wszystkich fazach rozkładania, z uwzględnieniem wpływu/oddziaływania (parcia) wiatru oraz pochylenia terenu;
- zaprojektowanie podpory czołowej/brzegowej uwzględniającej zapewnienie widoczności mechanikowi – kierowcy;
- zaprojektowanie i wykonanie układu mechaniczno-hydraulicznego rozkładania podpory brzegowej;
- zaprojektowanie układu hydraulicznego i jego integrację z elementami dostarczonymi przez stronę niemiecką;
- zaprojektowanie i wykonanie układu napędowego pompy głównej układu hydraulicznego z wyjścia PTO silnika głównego (power-packa);
- integrację układów elektrycznych i sterowania podwozia czołowego z przęsłami mostu;
- rozlokowanie wozonego osprzętu i części zapasowych niezmiennających współczynników stateczności;
- optymalizację masy zestawu przęsła-podwozie (masy bojowej z wyposażeniem docelowym) nieprzekraczającej 50 t;
- opracowanie dokumentacji technicznej docelowego rozwiązania – dostarczanej wersji wykonania mostu szturmowego PMC – LEGUAN.

##### 4.1. Stateczność zestawu podwozie – przęsła

Opracowane koncepcje zabudowy – posadowienia przęsła LEGUAN na podwoziu PT 91 M obejmowały:

1. Wariant 7-kołowy podwozia o geometrii podobnej do podwozia PT-91 M.  
Wariant ten poprawiał zależność L/B – zwiększał długość styku dolnego pasa gąsienic z podłożem. W efekcie można by uzyskać polepszenie komfortu jazdy – ograniczenie galopowania, lepsze warunki jazdy w tracie przyspieszania i hamowania zestawem.
2. Wariant 6-kołowy przy zwiększeniu rozstawu kół, co również zwiększa długość styku gąsienic z podłożem i uzyskaniem cech jak w pkt. 1
3. Wariant 6-kołowy, identyczny rozstaw jak w podwoziu PT-91 M, lecz z wbudowaną w części przedniej podporą brzegową (oryginalne rozwiązanie OBRUM sp. z o.o. – rys. 4 i 5).

#### 4.2. Analiza masowa

**Jednym z przyjętych w kontrakcie podstawowych parametrów był wymóg nieprzekroczenia 50 t masy całkowitej wszystkich wersji pojazdów, w tym MBT w ukończeniu bojowym.**

Wykonane analizy stateczności zostały przeprowadzone [7] dla wszystkich trzech wariantów z pkt 4.1. Równolegle wykonywane były także analizy masowe [7], które przy pewnych uwarunkowaniach rozłożenia osprzętu, dla zachowania parametrów stateczności mostu wymagały nawet wprowadzenia do zestawu „podwozie – przęsła” dodatkowego obciążenia, co oczywiście było nie do przyjęcia. Po analizie otrzymanych wyników wykonanych obliczeń [7] został przyjęty wariant 4.1.3 jako obowiązujący w dalszych pracach projektowych.

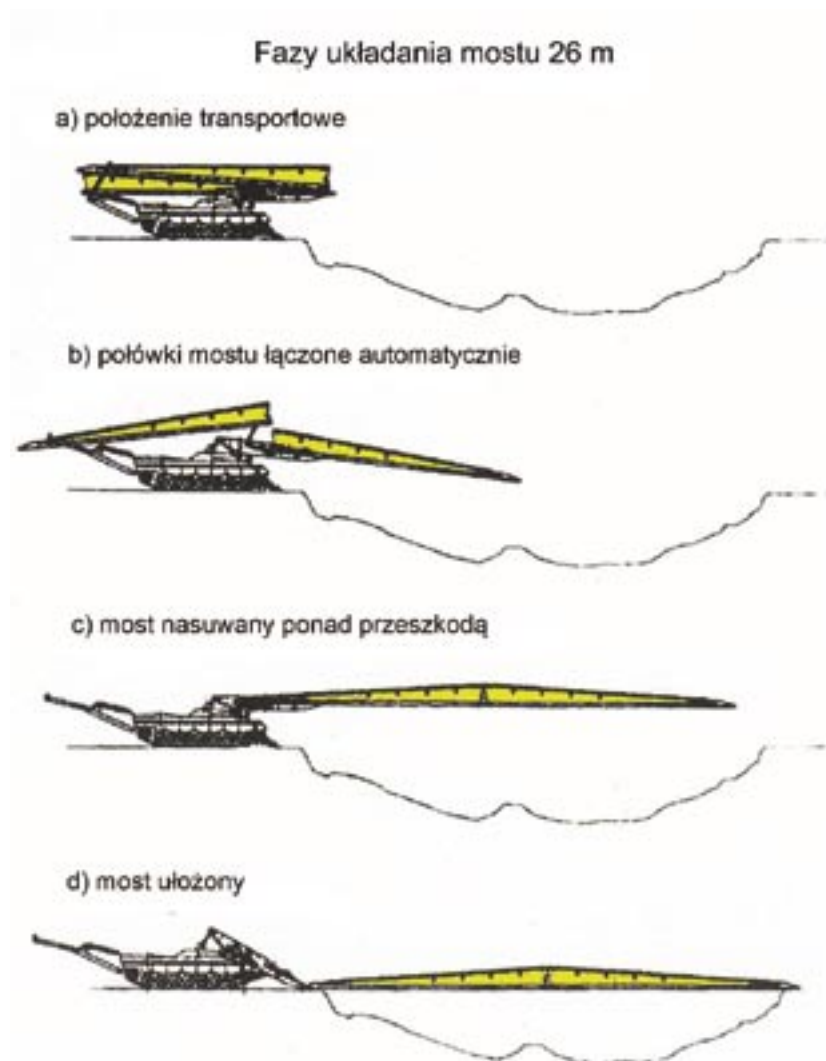
Jak wykazały zrealizowane prace analityczno – projektowe [7] w przypadku mostu z przęsłami LEGUAN zachowanie wymogu masy całkowitej 50 t było dla projektantów bardzo dużym wyzwaniem, w konsekwencji doprowadziło do specjalnego wykonania na potrzeby kontraktu przez dostawcę niemieckiego przęsła mostu o obniżonej masie. Ten wariant wykonania przęsła LEGUAN dla odbiorcy malezyjskiego spowodował konieczność obniżenia klasy nośności mostu do poziomu 60 MLC [8], przy wersji standardowej 70 MLC – tablica 1. Zmiana tego parametru wymagała specjalnych uzgodnień i wprowadzenia zmiany zapisów w dokumentach kontraktowych.

#### 4.3. Kinematyka ruchów układacza

Most PMC - LEGUAN o przęsłach rozsuwanych posiada złożony algorytm układania i podejmowania przęsła z przeszkody. Proces ten jest bezpośrednio monitorowany przez operatora na pulpicie z wyświetlaczem. Sposób rozkładania przęsła rozsuwanego - układanie na przeszkodzie (najważniejsze fazy) schematycznie pokazuje rys. 3. Praca układacza – najważniejszego zespołu mostu – może być realizowana [9] w czterech trybach:

- ręcznym (Manual);
- półautomatycznym (Semiautomatic);
- automatycznym (Automatic);
- trybie pakietu (Package).

Przełączanie między trybem automatycznym i półautomatycznym oraz między trybem automatycznym i ręcznym jest możliwe w każdej chwili. Natomiast przełączać między trybem ręcznym i półautomatycznym/automatycznym można tylko w pewnych okolicznościach.

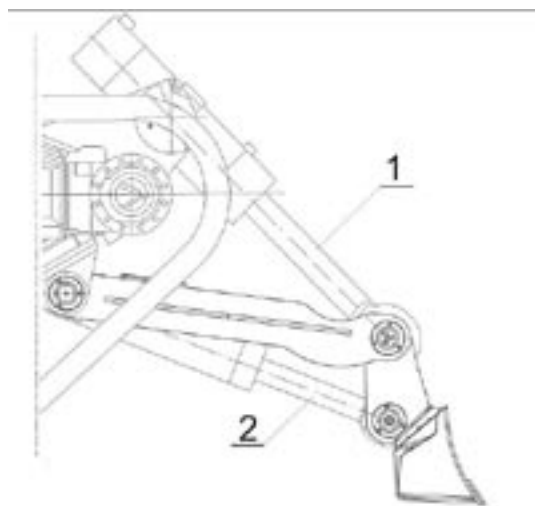


**Rys. 3. Kluczowe fazy układania przęsła na przeszkodzie [ 6]**

Zapewnienie poprawnej pracy układacza wymagało zachowania określonej wartości wskaźników stateczności własnej wyrobu (wzdłużnej i poprzecznej zdefiniowanej w normach PN-87/M-06513/PN ISO 4305) z uwzględnieniem wpływu naporu wiatru. Podstawowym problemem przy analizie stateczności jest analiza własności geometrycznych i fizycznych, mianowicie uwzględnienie prawidłowego rozkładu mas w konstrukcji podczas najbardziej niekorzystnych faz rozkładania. Do analizy przyjęto jako najbardziej niekorzystny wariant obciążenia dla stateczności, tj. położenie, w którym znajduje się most w momencie rozkładania przed jego położeniem na podłożu (rys. 3c). Wymóg stateczności wzdłużnej [7] przy zachowaniu bazowego podwozia 6-osowego wymusił konieczność wprowadzenia dodatkowego elementu stabilizującego – tzw. podpory brzegowej.

#### **4.3.1. Podpora brzegowa**

Podpora brzegowa zabudowana w przedniej części kadłuba podwozia PMC-LEGUAN jest rozkładana i składana przy pomocy dwóch par siłowników hydraulicznych zasilanych z głównego układu hydraulicznego. Widok podpory zabudowanej w przedniej części podwozia pokazano na rys. 4 i 5.



**Rys. 4. Podpora brzegowa – widok z boku pojazdu**

1 – siłownik górny, 2 – siłownik dolny

Konstrukcja podpory brzegowej opracowanej w OBRUM sp. z o.o. znacząco różni się od dotychczasowych rozwiązań. Jej zabudowa w korpusie pojazdu, przy usytuowaniu mechanika – kierowcy na określonej wysokości wynikającej z budowy podwozia nie mogła powodować pogorszenia widoczności pola jazdy kierowcy. Dodatkowym utrudnieniem była przyszła eksploatacja pojazdu w kraju, w którym obowiązuje ruch lewostronny. W celu dostosowania zabudowy podpory do wymagań ruchu przeprowadzone zostały specjalne symulacje mające na celu dobranie jak najkorzystniejszego wariantu konstrukcyjnego. W efekcie końcowym powstała konstrukcja typu „łamanego”, która po wykonaniu szeregu obliczeń wytrzymałościowych oraz ustaleniu wymiarów geometrycznych określających punkt podparcia zestawu przy układaniu i podejmowaniu przęsła przeszła badania zakładowe i poligonowe. Badania wstępne podpory zostały przeprowadzone z wykorzystaniem podwozia czołgu WILK. Na rys. 5 pokazany jest widok zaprojektowanej podpory brzegowej w trakcie poligonowych badań wstępnych.



**Rys. 5. Podpora brzegowa mostu PMC - LEGUAN podczas wstępnych badań**

#### **4.3.2. Zabudowa układacza przęsła mostu**

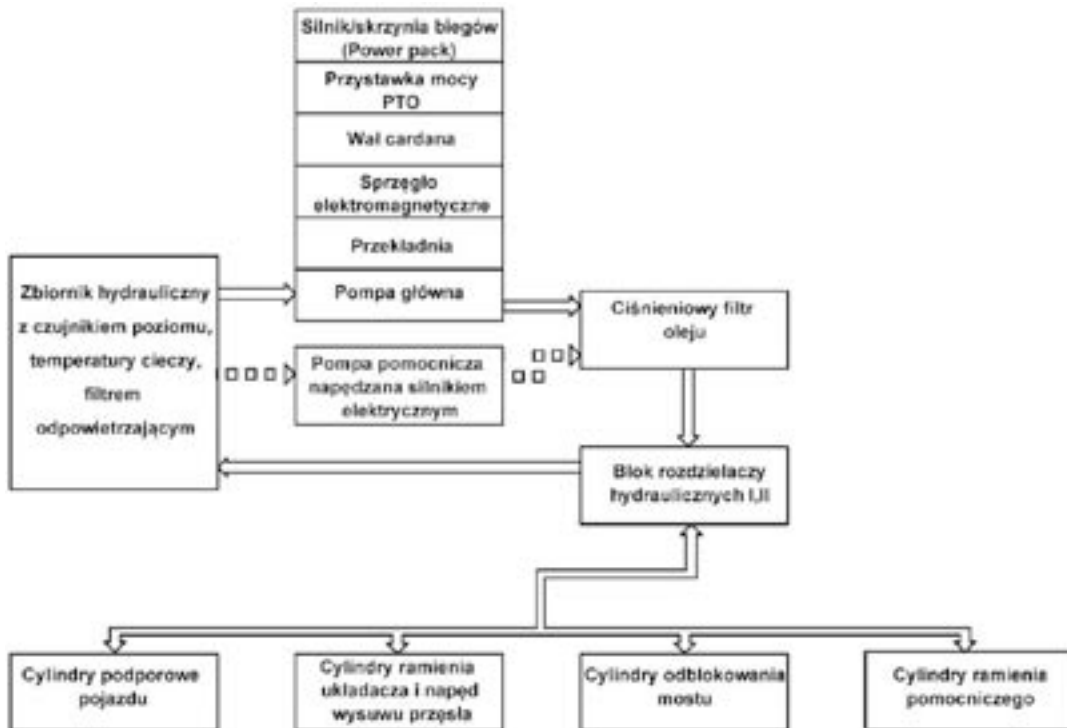
Dla zapewnienia wymaganej kinematyki procesu układania i podejmowania przęsła mostu z przeszkody i odpowiedniego rozkładu mas wszystkich podzespołów stanowiących

kompletację PMC - LEGUAN, kadłub PT-91 M został specjalnie przekonstruowany. W tym celu zostały zaprojektowane specjalne stelaże wbudowane w kadłub, zapewniające żądaną wytrzymałość korpusu i pozwalające na prawidłową kinematykę ruchów układacza, w tym siłownika głównego. Wszystkie prace konstrukcyjne w obrębie kadłuba podwozia poddane były weryfikującym obliczeniom wytrzymałościowym wykorzystującym techniki MES (metodę elementów skończonych).

Widok podwozia PT-91 M z zabudowanymi elementami układacza: siłownikiem ramienia głównego układacza, ramieniem głównym, tylnym ramieniem podporowym jest pokazany na rys. 8.

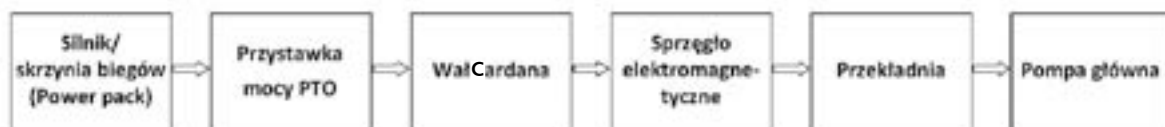
#### 4.4. Układ hydrauliki siłowej

Schemat układu hydraulicznego mostu PMC - LEGUAN przedstawiono na rys. 6.



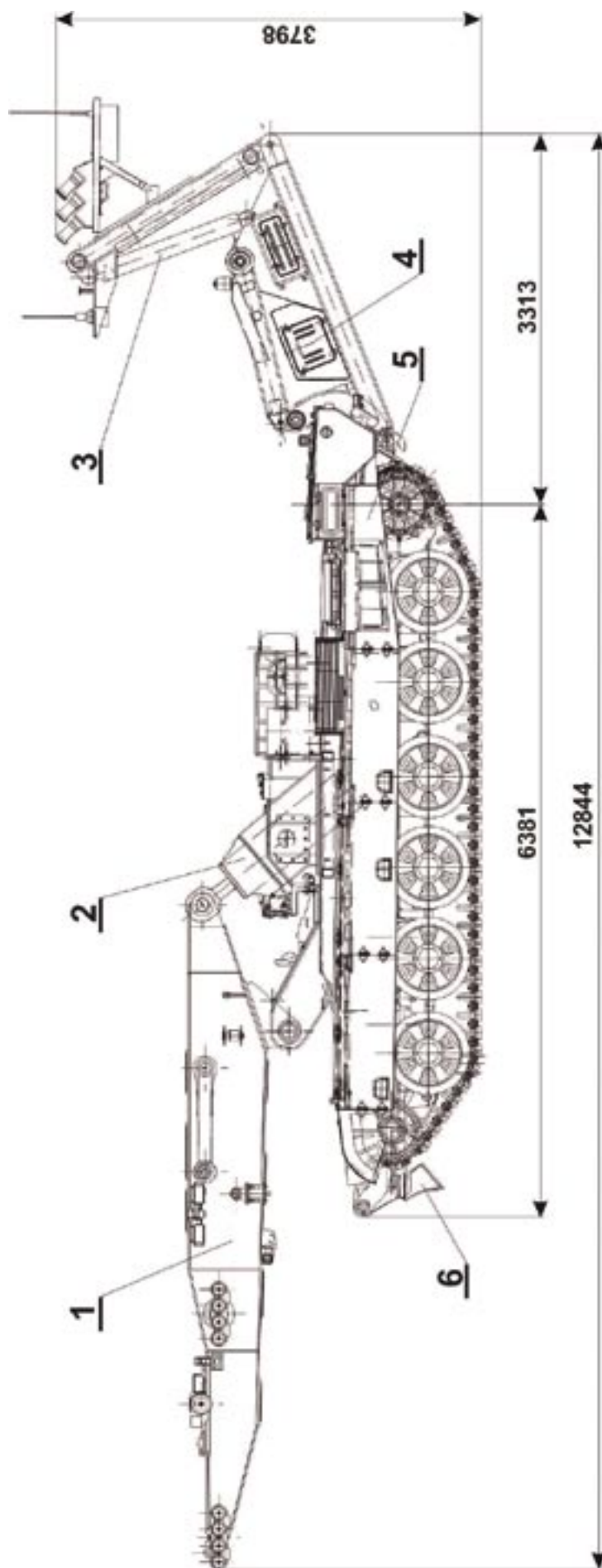
Rys. 6. Schemat blokowy hydrauliki mostu [9]

Z uwagi na bardzo małą przestrzeń w podwoziu zdecydowano się na wykorzystanie napędu pompy układu hydraulicznego z silnika głównego („power-pack”) wykorzystując wyjście PTO (power take off) - tzw. przystawkę mocy. Z uwagi na znaczną różnicę prędkości obrotowej na wale PTO, a wymaganą prędkością obrotową wału napędu pompy, został zaprojektowany specjalny układ redukcji. Ten węzeł konstrukcyjny pokazany schematycznie na rys.7 obejmuje między innymi: wał Cardana, sprzęgło elektromagnetyczne, przekładnię redukcyjną i układ sterowania (włączanie i wyłączanie) napędem pompy).



Rys. 7. Napęd pompy układu hydraulicznego - schemat blokowy



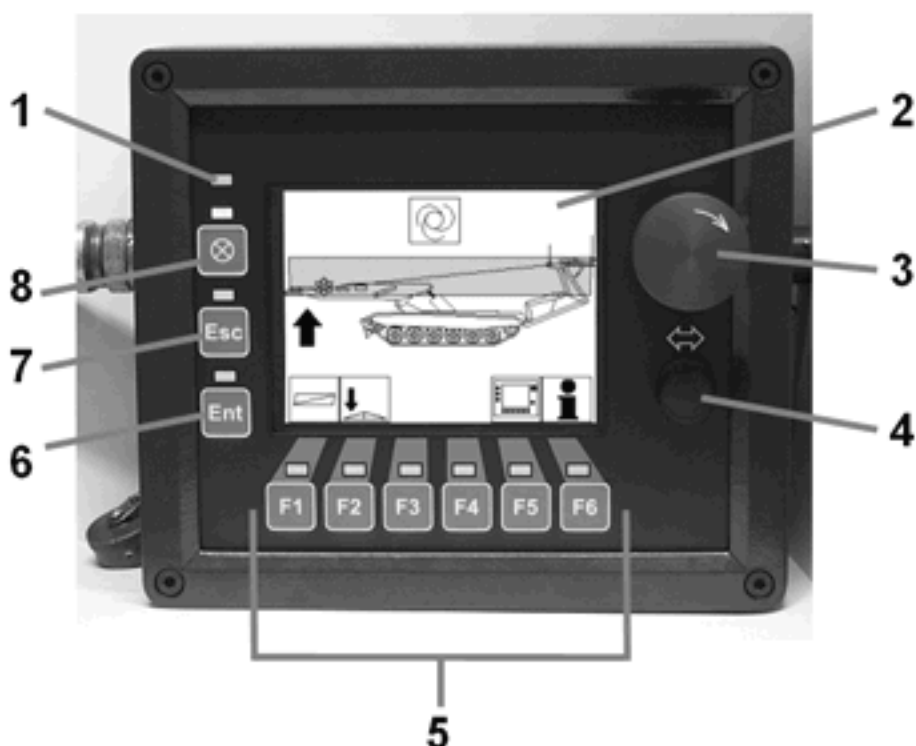


**Rys. 8. Podwozie z elementami układacza**

- 1 – przednie ramię układacza, 2 – silownik główny, 3 – tylne ramię układacza, 4 – wyposażenie,  
5 – korpus podwozia, 6 – podpora brzegowa.

#### 4.5. Układ sterowania procesami układania i podejmowania przęsła [9]

Zakres dostawy firmy MAN obejmował także system sterowania procesami układania i podejmowania przęsła z zabudowanymi czujnikami i elementami wykonawczymi. System ten został zintegrowany z istniejącymi układami sterującym i elektroenergetycznym podwozia czołgowego PT-91M. Podstawowym elementem decydującym o przyjazności obsługi jest wielofunkcyjny monitor – pulpit sterowania z klawiszami funkcyjnymi. Widok pulpitu przedstawia rys. 9.



**Rys. 9. Pulpit operatora**

- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1 – czujnik jasności           | 2 – ekran                |
| 3 – wyłącznik awaryjny         | 4 – regulator            |
| 5 – klawisze funkcyjne (F1-F6) | 6 – klawisz Delete (Ent) |
| 7 – klawisz Esc                | 8 – klawisz jasności.    |

Pulpit sterowniczy zawiera kolorowy ekran, którego graficzny interfejs użytkownika umożliwia operatorowi wybór różnych trybów pracy i podgląd różnych menu informacyjnych. Interfejs zawiera ponadto menu konserwacyjne umożliwiające modyfikację niektórych parametrów.

##### 4.5.1. Klawisze funkcyjne

Operator wprowadza dane i polecenia za pomocą sześciu klawiszy funkcyjnych (F1-F6), klawisza Esc, klawisza Delete oraz Regulatora.

#### 4.5.2. Klawisze funkcyjne F1-F6

Każdy klawisz funkcyjny służy do realizacji określonej funkcji przedstawionej za pomocą symbolu znajdującego się bezpośrednio nad klawiszem. Brak takiego symbolu oznacza albo brak przypisanej funkcji do danego klawisza albo dezaktywację klawisza.

#### 4.5.3. Klawisz Delete (Ent)

Klawisz umożliwia operatorowi zakończyć czynność ręczną, tryb pracy, sekwencję kroków itp. albo przejść do menu wybranego w celu wykonania czynności, takiej jak wybór jednostki napędowej w ręcznym trybie pracy.

#### 4.5.4. Klawisz Esc

Naciśnięcie klawisza Esc powoduje powrót do poprzedniego menu.

#### 4.5.5. Regulator

W celu regulacji jasności ekranu należy trzymać wciśnięty klawisz jasności, jednocześnie przyciskając Regulator.

#### 4.5.6. Klawisz wyłączenia awaryjnego

Naciśnięcie klawisza wyłączenia awaryjnego na pulpicie sterowniczym powoduje zamknięcie modułów wyjściowych do układu regulacji zaworów.

W takim przypadku układ sterowania i pulpit sterowniczy pozostają aktywne i można wtedy za pomocą pulpitu sterowniczego przeprowadzić analizę błędów.

#### 4.5.7. Użytkowanie – obsługa pulpitu operatora

Poniższe funkcje są dostępne poprzez interfejs użytkownika sterowany za pomocą menu i zainstalowany na pulpicie sterowniczym dla mechanizmu układania:

- obsługa mechanizmu układania;
- stan wszystkich elementów;
- monitorowanie systemu dla celów wykrywania błędów;
- wsparcie dla eliminacji błędów oraz dla serwisowania.

Mechanizm układania mostu może być obsługiwany **wyłącznie** przy użyciu zabudowanego pulpitu sterowniczego.

Poszczególne fazy układania i składania mostu ukazywane są za pomocą grafiki w górnym wierszu na ekranie. Pozwala to na monitorowanie procedury za pomocą pulpitu sterowniczego i dokonywanie ewentualnych regulacji. Wyświetlane są również wartości położenia i stany elementów poszczególnych napędów.

Mechanizm układania mostu można przełączyć w tryb pracy ręcznej lub awaryjnej w trudnych warunkach terenowych w przypadku błędu napędu lub gdy napęd jest w niewłaściwym położeniu.

#### 4.5.8. Menu informacyjne

W menu informacyjnym można uzyskać podgląd następujących rodzajów informacji dotyczących poszczególnych elementów:

- stan i położenie bezwzględne napędów hydraulicznych;
- wyłączniki zbliżeniowe napędów i zaworów;
- bezpieczniki, rozdzielacze;
- pompy, układ hydrauliczny;
- stany oprogramowania, takiego jak zegar czasu pracy oraz wersja oprogramowania i sprzętowa komputera sterującego.

#### 4.6. Integracja zespołów i podzespołów mostu

Zrealizowane w Ośrodku prace wymagały ścisłej współpracy z autorami konstrukcji podwozia czołgu MBT PT-91 M. Dokonana przebudowa środkowej części korpusu pozwoliła zachować optymalne położenia siłownika głównego i układacza, mostu zapewniając prawidłową jego pracę. Zachowanie wymogu utrzymania współczynnika stateczności wymusiło na konstruktorach ZM „Bumar-Łabędy” S.A. kilkakrotną przebudowę sposobu i miejsc zamontowania wyposażenia dodatkowego, w tym z wykorzystaniem tylnego ramienia podporowego układacza.

Przeprowadzone analizy i obliczenia oraz wielowariantowe koncepcje (rozwiązania zabudowy przęseł mostu i układacza na podwoziu) zrealizowane przez zespół specjalistów OBRUM sp. z o.o. doprowadziły w konsekwencji do koniecznych zmian w dostawach kooperacyjnych i obniżenia masy dostarczanych przęseł. Ten problem był jednym z najtrudniejszych z uwagi na dostawy z bieżącej produkcji. Niemiecka firma MAN Technologie AG robiła wszystko, by nie zmieniać posiadanej i sprawdzonej konstrukcji. Jednak zmuszona była do zmiany konstrukcji przęseł i obniżenia ich masy, co skutkowało obniżeniem klasyfikacji mostu do poziomu 60 MLC, pierwotnie deklarowanej, jako 70 MLC (Tablica 1).

Kompletny widok polskiego mostu PMC - LEGUAN w trakcie badań – prób trakcyjnych pokazany jest na rys. 10.



**Rys. 10. Most szturmowy PMC - LEGUAN (podwozie PT-91M o sześciu parach kół nośnych)**

## 5. PODSUMOWANIE

Od współczesnych mostów wojskowych wymaga się dużej nośności i mobilności użycia, a przy tym zapewnienia wysokiego stopnia automatyzacji oraz mechanizacji wszelkich prac związanych z ich montażem i demontażem. Dlatego w ich konstrukcji stosowane są nowoczesne rozwiązania z dziedziny elektroniki, hydrauliki czy techniki sterowania, a sama konstrukcja wykorzystuje nowoczesne materiały o odpowiedniej wytrzymałości i jednocześnie niewielkiej masie. Dodatkowo w skład takich zestawów wchodzi narzędzia i urządzenia do montażu, diagnostyki i zabezpieczenia miejsc przeprawy oraz nowoczesne systemy służące do zapewnienia symulacji i treningu obsługi czy wypracowania skutecznej metodyki użycia w przyszłej walce i realizacji innych zadań.

Opracowana wersja mostu szturmowego PMC - LEGUAN, stanowiąca zintegrowane podwozie czołgu MBT PT-91 M z rozsuwanymi przesłami typu LEGUAN, stanowi ciekawe rozwiązanie techniczne wśród gąsienicowych mostów przewoźnych. Zastosowane przez firmę MAN Technologie AG rozwiązania automatyzacji procesów układania i podejmowania przęsła, z możliwością wizualizacji poszczególnych faz na ekranie monitora, monitorowaniem stanów elementów wykonawczych oraz czujników są przyjazne dla operatora i podnoszą bezpieczeństwo obsługi oraz minimalizują przypadkowe uszkodzenia wynikające z błędów obsługi. Pulpit operatora stanowi bardzo nowoczesny interfejs człowiek – maszyna HMI (Human Machine Interface) i wyróżnia się innowacyjnością w odniesieniu do rozwiązań sterowania procesami podejmowania i układania przęsła innych producentów mostów przewoźnych.

Kontrahent malezyjski postawił stronie polskiej wysokie wymagania techniczno - użytkowe oraz wielostopniowy tryb procesów kontrolno-odbiorczych. Wykonane mosty przeszły próby i badania przeprowadzone w obecności i przy udziale oficerów malezyjskich. Badania zrealizowane zostały zarówno w Polsce, jak i w Malezji. Mosty szturmowe PMC - LEGUAN dostarczone w ramach kontraktu przeszły wszystkie próby zdawczo-odbiorcze z wynikiem pozytywnym i są używane przez armię malezyjską – Wojska Lądowe Sił Zbrojnych Królestwa Malezji.

## 6. LITERATURA

- [1] Coker Ch.: New Options on Military Bridging. Military Technology. MILTECH - 3/2009, str. 42-47.
- [2] Cieślak P.: Przygotowanie dróg i przepraw do ruchu wojsk. Akademia Obrony Narodowej. Wydział Wojsk Lądowych. Katedra Wojsk Inżynieryjnych. AON. Warszawa 2000.
- [3] Szelka J., Duchaczek A.: Specyfika budowy przepraw wojskowych. Materiały V Konferencji Naukowo - Technicznej „Inżynieria wojskowa. Problemy i perspektywy”. Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych/Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej. Wrocław 2008.
- [4] Chodkiewicz K., Szukalski B.: Kontrakt malezyjski. Światowe technologie - polska myśl techniczna. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (25) nr 1/2010, str. 15-23. ISSN 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2010.
- [5] Kiński A.: Pierwsza prezentacja „Malaja”. Nowa Technika Wojskowa 10/2005. Warszawa, październik 2005.
- [6] LEGUAN Bridgelayer. Karta katalogowa. MAN Technologie AG. D-55024 Mainz. Germany.

- [7] Zielińska A.: Stateczność wybranych wariantów konstrukcyjnych podwozia mostu czołgowego. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (21) nr 1/2005, str. 117 - 126. ISSN 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2005.
- [8] STANAG 2021 (EDITION 6) - Military Computation of Bridge, Ferry, Raft and Vehicle Classifications, 7 September 2006.
- [9] PMC-LEGUAN. OPERATOR MANUAL BRIDGE AND LAUNCHING SYSTEM. Zakłady Mechaniczne „Bumar – Łabędy” S.A. Gliwice, 2008. (Materiały OBRUM sp. z o.o. - nie publikowane).

## **PMC - LEGUAN ASSAULT BRIDGE**

**Abstract.** The article describes the design of the PMC - LEGUAN assault bridge/tactical bridge on tracked chassis developed by OBRUM and Bumar-Łabędy S.A. for export to Malaysia. Basic technical and performance specifications of the LEGUAN bridge span are listed in a table. The design of the main structural units determining the optimal union of the PT-91M chassis with the LEGUAN bridge spans is discussed. In conclusion, reference is made to the final results of the completed research and production launch tasks.

**Keywords:** mobility of troops, crossing, Malaysian contract, assault bridge, PT-91M tank, LEGUAN bridge, PMC-LEGUAN bridge.