

Krzysztof **BASIURA**  
Tomasz **PLATEK**

## UNIWERSALNOŚĆ ROZWIĄZAŃ MOSTÓW RODZINY DAGLEZJA

**Streszczenie.** Jednym z ważniejszych obszarów prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w OBRUM sp. z o.o. w bieżącym dziesięcioleciu jest tematyka mostów przewoźnych przeznaczonych dla wojsk inżynieryjnych SZ RP. Ośrodek podjął się realizacji prac projektowo-wykonawczych obejmujących rodzinę mostów Daglezja. Obszar realizowanych prac objął trzy typy mostów: most wsparcia (most samochodowy) MS-20 Daglezja, most szturmowy na podwoziu gąsienicowym MG-20 Daglezja G i most wsparcia MS-40 Daglezja S. W artykule omówione zostały najważniejsze elementy decydujące o wysokim stopniu uniwersalności konstrukcji i wyróżniające się na tle rozwiązań zachodnich producentów. Przedstawione zostały istotne rozwiązania powstałe w Ośrodku we wszystkich trzech typach mostów. Pokazano rozwój pulpitu mieszczącego się w klasie urządzeń HMI (Human Machine Interface) - interfejs człowiek – maszyna. Opisany został dedykowany symulator pracujący w przestrzeni wirtualnej do nauki obsługi i użytkowania mostu. W podsumowaniu oceniono uzyskane efekty zrealizowanych prac projektowych w Ośrodku i perspektywy dalszego ich wykorzystania w produkcji przemysłowej na rynek krajowy oraz eksport.

**Słowa kluczowe:** mosty mobilne, mosty rodziny Daglezja, MS-20 Daglezja, MG-20 Daglezja G, MS-40 Daglezja S, innowacyjność mostów mobilnych.

### 1. WSTĘP

W trakcie działań wojennych jednym z ważniejszych zadań stawianych wojskom inżynieryjnym jest zapewnienie w maksymalnym stopniu mobilności różnym rodzajom wojsk. Dotyczy to zarówno przemieszczania się na polu walki, pokonywania przeszkód terenowych i wodnych, jak i zabezpieczenia transportu po działaniach wojsk [1]. Dla realizacji zadań niezbędne jest posiadanie specjalistycznego sprzętu, w tym mostów o różnym przeznaczeniu i różnych parametrach eksploatacyjno-użytkowych. Polskie wojska inżynieryjne zawsze przywiązywały dużą wagę do posiadanego wyposażenia, jak i modernizacji eksploatowanego sprzętu przeprawowego. W przeszłości były to drogowe mosty składane DMS-65 [2], mosty na podwoziu gąsienicowym BLG-67 [3], most towarzyszący BLP-72 LAUR [4] czy też nie wdrożony do produkcji most szturmowy na podwoziu gąsienicowym PMC-90 [5], [6].

Dążąc do podniesienia unowocześnienia środków przeprawowych Departament Polityki Zbrojeniowej (obecnie Inspektorat Uzbrojenia) Ministerstwa Obrony Narodowej, uruchomił w latach 2002 i 2003 prace badawczo-rozwojowe obejmujące rodzinę mostów mobilnych/przewoźnych o kryptonimie Daglezja. Dokumentami bazowymi, określającymi oczekiwane parametry techniczno-użytkowe były opracowane i zatwierdzone Założenia Taktyczno-Techniczne dla poszczególnych typów mostu. Dokumenty te pozwoliły na realizację prac badawczo-rozwojowych. Pracami zostały objęte sukcesywnie realizowane projekty:

- MS-20 Daglezja [7];
- MG-20 Daglezja - G [8];
- MS-40 Daglezja - S [9].

Uzupełnieniem rodziny wymienionych mostów jest most pontonowy Daglezja P, który nie wszedł jak na razie w fazę realizacji prac projektowych, pozostając na etapie koncepcji.

Całość prac związanych z projektami mostów mobilnych – w tym realizacja prac badawczo-rozwojowych - prowadzona jest w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. Po zaprojektowaniu kinematyki układania pręseł prowadzona jest ich optymalizacja wytrzymałościowa z zastosowaniem metody elementów skończonych. Obliczenia wykonywane są przez współpracujący z Ośrodkiem wyspecjalizowany zespół pracowników naukowych Politechniki Wrocławskiej. Wymienione powyżej mosty: MS-20, MG-20 i MS-40 znajdują się na różnych etapach rozwoju konstrukcji. Most MS-20 jest na etapie produkcji małoseryjnej, most MG-20 na etapie partii próbnej, natomiast most MS-40 – w fazie badań kwalifikacyjnych prototypu.

Bardzo wysokie wymagania zapisane w Założeniach Taktyczno-Technicznych [7], [8], [9] dla poszczególnych typów mostów opracowane przez Departament Polityki Zbrojeniowej (obecnie Inspektorat Uzbrojenia MON) oraz brak na rynku krajowym wzorców odniesienia wymagały od kadry naukowo-badawczej i personelu technicznego Ośrodka dużego wysiłku intelektualnego i realizacji wielowariantowych rozwiązań na poszczególnych etapach rozwoju konstrukcji mostów.

Mosty są klasyfikowane w zależności od przeznaczenia i posiadanych cech funkcjonalnych. Usystematyzowany podział jest przedstawiony w normie obronnej [10].

## **2. CHARAKTERYSTYCZNE CECHY FUNKCJONALNE MOSTÓW DAGLEZJA**

Wynikiem końcowym zrealizowanych prac są konstrukcje, zweryfikowane podczas badań zakładowych i badań kwalifikacyjnych, wyróżniające gliwickie mosty na tle innych producentów europejskich czy światowych. Poszczególne typy mostów mają charakterystyczne cechy skorelowane z przeznaczeniem i wymaganiami miejsca użytkowania.

Klasyfikacja mostu zależna jest od jego przeznaczenia na polu walki. W zależności od zakwalifikowania mostu oraz obszaru jego wykorzystania, przed konstrukcją wyrobów stawiane są zróżnicowane wymagania. Grupa mostów rodziny Daglezja charakteryzuje się zespołem wspólnych cech, jednak zróżnicowane wymagania determinują zastosowane w nich szczegółowe rozwiązania konstrukcyjno-wytrzymałościowe i kinematyczne. Dlatego pewne funkcjonalności dostępne są tylko w konkretnym wyrobie – typie mostu.

Najbardziej narażonymi na oddziaływania pola walki są mosty szturmowe i to wobec nich postawione są najbardziej rygorystyczne wymagania. Wymagane cechy mostów szturmowych nie zawsze muszą obowiązywać w wypadku mostów wsparcia, ale na pewno wiele z tych cech jest pożądanych również w wypadku mostów wsparcia.

## 2.1. Most wsparcia MS-20 DAGLEZJA [7], [13], [14], [15], [24]

Wyróżniającymi cechy mostu MS-20 (rys. 1) są:

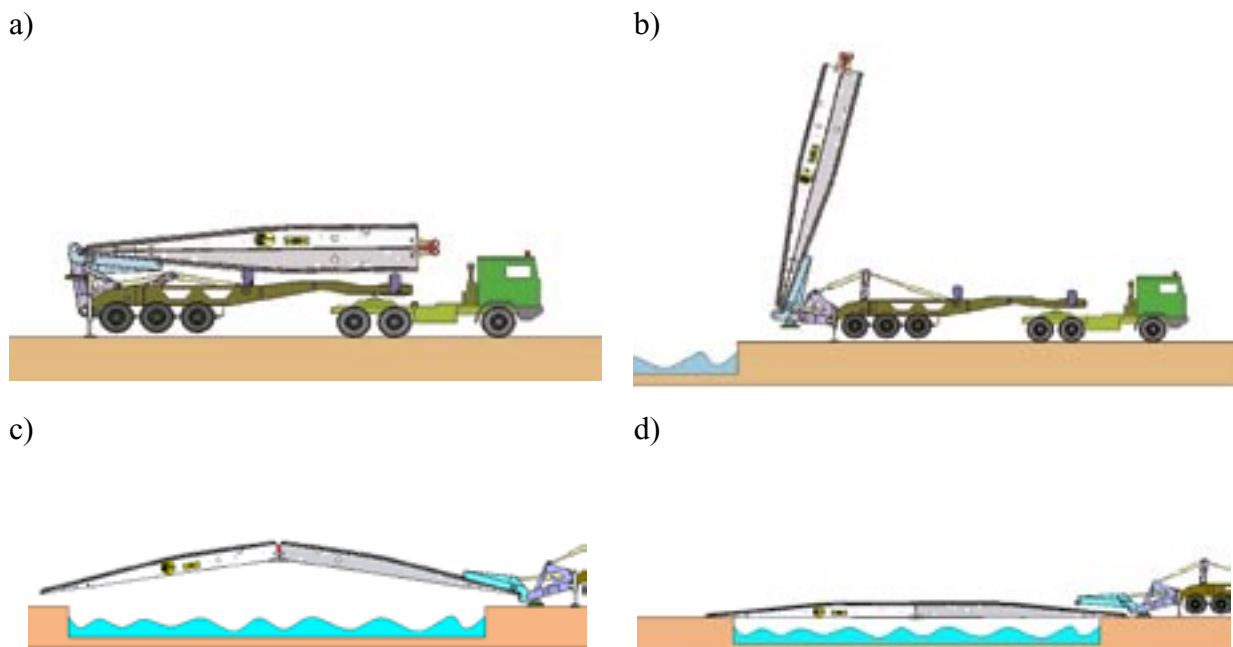
- **Możliwość poruszania się po drogach publicznych.**  
Uzyskane wymiary geometryczne zestawu mostowego, w tym zmiana szerokości przęsła do pozycji transportowej oraz naciski wywierane na podłoże przez poszczególne osie, spełniają wymogi określone w przepisach ruchu drogowego [11], dzięki czemu zestaw mostowy MS-20 może się poruszać po drogach publicznych bez konieczności uzyskiwania dodatkowych dopuszczeń.
- **Poruszanie się zestawu mostowego w trudnym terenie otwartym.**  
Naczepa pojazdu układającego została wyposażona w dodatkowy napęd hydrauliczny zabudowany na trzech osiach, który wspomaga jazdę – poruszanie się w terenie nieutwardzonym podczas dojazdu do przeszkody terenowej.
- **Przęsło mostowe z wypełnieniami międzykoleinowymi.**  
Konstrukcja jezdni przęsła mostowego (PM) posiada wypełnienia pomiędzy koleinami umożliwiając ruch pieszy oraz samochodowy. Wypełnienia układają się automatycznie w trakcie procesu rozsuwania przęsła z pozycji transportowej do pozycji pracy.
- **Zmiana szerokości przęsła z trybu transportowego do trybu pracy odbywa się automatycznie.**  
Przęsło mostowe (zabudowane na ciągniku) po dojechaniu do miejsca pracy, zostaje w pierwszym cyklu rozsunięte z położenia transportowego (szerokość 3 m) do położenia pracy (szerokość 4 m). W trakcie przyjęcia położenia zestawu mostowego do rozkładania przęsła, cykl zmiany szerokości przęsła odbywa się automatycznie.
- **Jednolita powierzchnia jezdni przęsła.**  
W przęsle zostały zastosowane wypełnienia, co dało w efekcie ciągłą powierzchnię jezdni, ułatwiającą przejazd pojazdów o zróżnicowanej budowie oraz przemarsz piechoty.
- **Zamienność przęsła mostowego.**  
Końcowa konstrukcja przęsła mostowego pozwala na wykorzystanie go zarówno w moście MS-20, jak i MG-20. W zależności od realizowanych zadań przęsło ułożone na przeszkodzie przez most MG-20 (podczas działań bojowych) może być podjęte przez most MS-20 (po zaprzestaniu działań).
- **Zamienność środków transportu (ciągników).**  
Ciągnik siodłowy mostu MS-20 jest tożsamy z ciągnikiem siodłowym mostu MS-40. Zapewnia się dzięki temu jednolite czynności podczas napraw, jak też możliwość podmiany ciągnika podczas działań bojowych (przy uszkodzeniu pojazdu transportowego).
- **Możliwość przejazdu naczepy niskopodwoziowej.**  
Zaprojektowane i wykonane jako osprzęt (wyposażenie dodatkowe) najazdy pozwalają na przejazd przez most MS-20 pojazdów z naczepą niskopodwoziową.
- **Wysokie parametry eksploatacyjno-użytkowe.**  
Most MS-20 posiada nośność dla pojazdów gąsienicowych określoną klasą MLC 70, a dla pojazdów kołowych klasą MLC 110 [12].

- Bezpieczne użytkowanie mostu.  
Całość sterowania procesami układania i podejmowania przęsła z przeszkody odbywa się na zewnątrz pojazdu mostowego z wykorzystaniem pulpitu wynośnego obsługiwane przez przeszkolonego operatora.
- Podwyższone bezpieczeństwo użytkowania mostu.  
W celu podniesienia bezpieczeństwa użytkowania mostu podczas działań o charakterze militarnym zestaw mostowy jest wyposażony w system zadymiania przęsła utrudniający jego lokalizację mogącą skutkować próbami zniszczenia.



**Rys. 1. Most samochodowy – most wsparcia MS-20**

Charakterystyczne fazy układania przęsła na przeszkodzie pokazuje rys. 2.



**Rys. 2. Fazy układania przęsła mostu MS-20**

- a) pozycja transportowa – przygotowanie zestawu do rozłożenia przęsła mostu; b) rozpoczęcie rozkładania mostu na przeszkodzie; c) rozkładanie przęsła mostu na przeszkodzie; d) zakończenie rozkładania przęsła mostu na przeszkodzie

## 2.2. Most szturmowy MG-20 [8], [16], [17], [18], [25]

Kolejnym mostem z rodziny Daglezja jest most na podwoziu gąsienicowym MG-20 (rys. 3). Przewidywane użytkowanie w warunkach działań bojowych charakteryzuje go dodatkowymi, odmiennymi od mostu MS-20 cechami, którymi są:

- Układanie przęsła na przeszkodzie z wnętrza pojazdu.  
Konstrukcja mostu pozwala na ułożenie przęsła mostu przez operatora z wnętrza pojazdu (bez opuszczenia pojazdu przez załogę).
- Automatyzacja procesu odłączenia przęsła.  
Po ułożeniu przęsła na przeszkodzie – pojazd gąsienicowy może się wycofać po automatycznym odłączeniu się przęsła (w tym układów hydraulicznego i elektrycznego). Cecha bardzo istotna, zwłaszcza w warunkach prowadzonych działań militarnych.
- Możliwość pokonywania przeszkody wodnej.  
Most został przystosowany do pokonywania przeszkody wodnej w pełnym ukończeniu. Podwozie mostu jest podwoziem czołgowym o wszystkich wymaganych parametrach pojazdów gąsienicowych.
- Posiadane wspólne cechy, charakterystyczne jak dla mostu MS-20: przęsło mostowe z wypełnieniami międzykoleinowymi, zamienność przęsła mostowego, możliwość przejazdu naczepy niskopodwoziowej, wysokie parametry eksploatacyjno-użytkowe; podwyższone bezpieczeństwo użytkowania mostu.
- Układanie przęsła w terenie o pochyleniu wzdłużnym do 14% i poprzecznym do 5%.

Most MG-20 na podwoziu gąsienicowym jest także wyposażony w systemy niezbędne do przebywania na polu walki, w tym:

- system wykrywania promieniowania;
- system do wykrywania skażenia chemicznego;
- system zadymiania przęsła;
- system samoosłony OBRA;



Rys. 3. Most gąsienicowy – most szturmowy MG-20

### 2.3. Most wsparcia MS-40 DAGLEZJA S [9], [14]

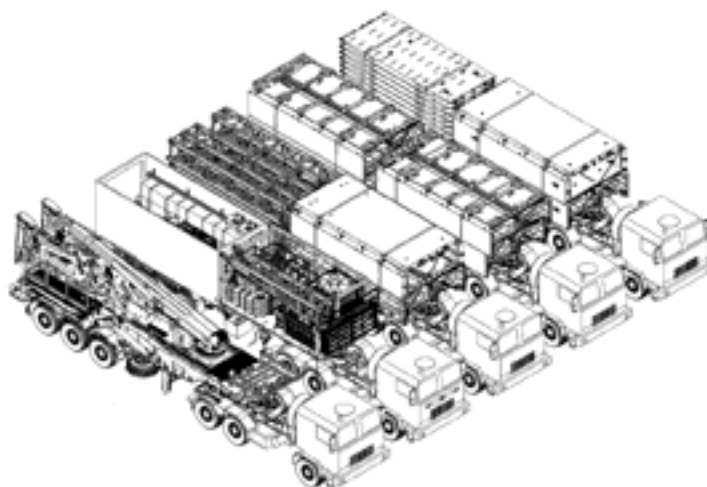
Most MS-40 (rys. 4) przeznaczony do pokonywania przeszkód o szerokości do 40 m jest jednym z nielicznych mostów, które poza Ośrodkiem są oferowane przez trzech producentów na świecie. Odmiennie niż w poprzednio omówionych konstrukcjach zestaw mostowy zestawiony jest z czterech pojazdów transportowych i jednego układającego. Pojazdy transportowe służą do przewożenia segmentów przęsła pomocniczego oraz głównego wraz z potrzebnym wyposażeniem. Rysunek nr 4 przedstawia konfigurację pojazdów kompletnego mostu.

W moście MS-40 można wyróżnić następujące charakterystyczne cechy:

- Pojazdy transportowe MS-40 mogą się poruszać po drogach publicznych. Konstrukcje środków transportowych spełniają wymogi określone w przepisach ruchu drogowego [11] i są dopuszczone do ruchu bez konieczności uzyskiwania dodatkowych zezwoleń i obecności pilota.
- Kompatybilność i zamienność środków transportu MS-40 i MS-20. W pracach projektowo-konstrukcyjnych wykorzystany został mostowy pojazd transportowy (MPT) z mostu MS-20 i przystosowany do nowych funkcji mostu MS-40. Wbudowany dodatkowy napęd hydrauliczny naczepy poprawia własności trakcyjne w terenie nieutwardzonym.
- Dopuszczalna szerokość przeszkody 40 m. Maksymalna długość mostu wynosi 46 m, co pozwala na pokonanie przeszkód o szerokości 40 m. Most jest układany przy pomocy przęsła pomocniczego z wykorzystaniem pojedynczych segmentów przęsła głównego w trybie półautomatycznym.
- Dostosowanie długości mostu do wymiarów przeszkody. Istnieje możliwość ułożenia z posiadanych elementów przęseł dwóch krótszych mostów.
- Możliwość układania mostów kombinowanych. W zależności od uwarunkowań terenowych most może być rozłożony w kombinacji z mostem pontonowym (np. PP 64).
- Układanie przęseł mostu przy zróżnicowanych wysokościach brzegu. Przęsło o pełnej długości można ułożyć na przeszkodzie przy różnicy wysokości krawędzi przeszkody do 2,8 m.
- Bezpieczne użytkowanie mostu. Całość sterowania procesami układania i podejmowania przęsła z przeszkody odbywa się na zewnątrz zestawu mostowego z wykorzystaniem pulpitu wynośnego obsługiwanego przez przeszkolonego operatora oraz przeszkolonej obsługi. Most został wyposażony w specjalne mechanizmy kontrolujące ruchy segmentów przęsła pomocniczego oraz przęsła głównego.
- Specjalistyczne rozwiązania poprawiające bezpieczeństwo obsługi podczas przygotowywania przeprawy. Konstrukcja mostu zawiera szereg rozwiązań mających na celu zwiększenie bezpieczeństwa obsługi w trakcie układania i podejmowania przęsła z przeszkody: zestaw blokad i zabezpieczeń segmentów przęsła głównego, zestaw podestów o regulowanym położeniu, kratowa konstrukcja przęsła (zmniejsza wpływ wiatru w odniesieniu do konstrukcji skrzynkowej w trakcie układania na przeszkodzie) czy też dodatkowe zabezpieczenia w układzie hydraulicznym

w postaci zaworów i zamków. Zastosowane rozwiązania sygnalizują także przekroczenie dopuszczalnego pochylenia gruntu, co zabezpiecza przed rozkładaniem mostu w niewłaściwych warunkach.

- Przejazd po moście ciągników z przyczepą niskopodwoziową. Dodatkowe wyposażenie znajdujące się w kompletacji mostu umożliwia przejazd pojazdów z naczepą niskopodwoziową, co rozszerza wykorzystanie mostu podczas jego eksploatacji (transport uszkodzonych różnego rodzaju wozów bojowych).
- Możliwości przeprawowe ludzi i sprzętu cywilnego. Pełna powierzchnia segmentów przęsła głównego umożliwia transport i przemarsz ludzi, jednoślądów oraz pojazdów samochodowych o różnej masie i przeznaczeniu.



**Rys. 4. Most samochodowy – most wsparcia MS-40**

### **3. INTERFEJS CZŁOWIEK – MASZYNA**

Zastosowane w mostach rozwiązania do sterowania procesami układania i podejmowania przęsła z przeszkody to zaawansowany interfejs człowiek – maszyna HMI (Human Machine Interface) zaprojektowany w postaci przenośnego/wynosnego pulpitu zbudowanego z zaawansowanych technicznie układów elektronicznych o dużej skali integracji. Pulpit pozwala operatorowi poprzez dedykowany kabel prowadzić i nadzorować w bezpiecznej odległości od przeszkody procesy sterowania układaniem i podejmowaniem przęsła, monitorować wybrane parametry układu hydraulicznego, kontrolować przebieg wybranego cyklu, z możliwością zatrzymania ruchu przęsła i/lub układacza. Jednym z najważniejszych elementów zabudowanych na płycie czołowej pulpitu jest specjalny wyłącznik BHP, pozwalający na natychmiastowe zatrzymanie ruchu przęsła w sytuacji grożącej awarią procesów realizowanych przez układacz mostu.

Zaprojektowana wersja pulpitu [19] jest rozwinięciem powstałych w Ośrodku urządzeń wykonanych w poprzednich latach dla stacji radiolokacyjnych (sterowanie procesami poziomowania stacji), maszyny inżynieryjno-drogowej (sterowanie wysięgnikiem i osprzętem roboczym) [20] czy też wcześniejszych wersji pulpitu z etapów model-prototyp mostu MS-20. Interfejs HMI mostu MS-20 swoją funkcjonalnością nie odbiega od zachodnich rozwiązań zaimplementowanych w moście PMC-LEGUAN [21], [22], w którym zastosowano układ sterowania dostarczony przez niemiecką firmę MAN Technologie AG.

Pierwsze rozwiązania pulpitów zrealizowane były na elementach analogowych, informacje wyświetlano przy pomocy lampek kontrolnych lub diod półprzewodnikowych. Przykładowy pulpit – interfejs HMI opracowany w Ośrodku pokazano na rys. 5.



**Rys. 5. Pulpit sterowania przeznaczony do systemu poziomowania stacji radiolokacyjnej**

W dalszych wersjach rozwojowych pulpitów sterujących wprowadzono do konstrukcji urządzenia panele graficzne oraz sterowanie wykorzystujące moduły sterowników programowalnych. Dostarczany wraz z mostem MS-20 interfejs HMI [19] to wysoko zawansowany mikroprocesorowy sterownik graficzny z zestawem przycisków na płycie czołowej (rys. 6) umożliwiającą między innymi:

- wyświetlanie faz ruchu przęsła;
- prezentowanie parametrów układu hydraulicznego – panujące ciśnienia w siłownikach roboczych;
- graficzną interpretację stanu obsługiwanej maszyny;
- modyfikacje związane zarówno z funkcjonalnością, jak i ergonomią obsługi w zależności od zastosowania;
- wykorzystanie w innych maszynach (z nowym oprogramowaniem) pracujących w oparciu o przesyłanie danych za pośrednictwem magistrali CAN.



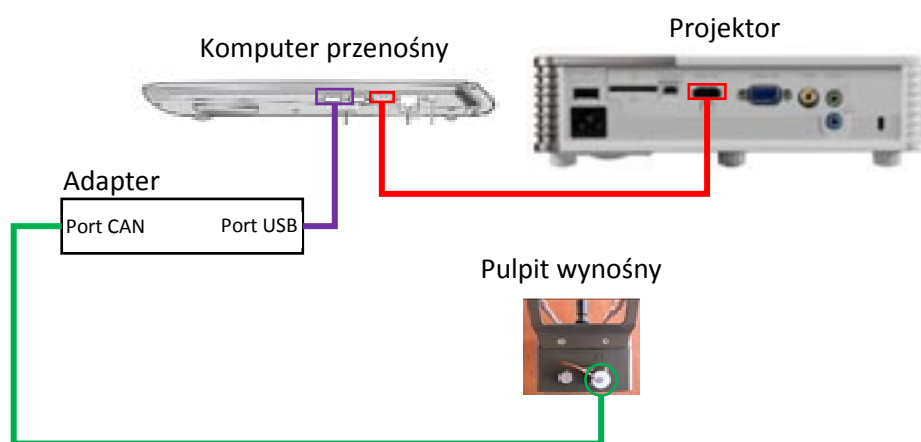
**Rys. 6. Interfejs HMI – płyta czołowa pulpitu wnośnego MS-20**



#### 4. SYMULATOR DO NAUKI OBSŁUGI I UŻYTKOWANIA MOSTU S - MS-20

Realizując pracę rozwojową obejmującą opracowanie mostu MS-20, OBRUM sp. z o.o. (wykorzystując posiadane kompetencje) dla podniesienia stopnia wyszkolenia przyszłych użytkowników i zwiększenia bezpieczeństwa użytkowania opracował dedykowane narzędzie informatyczne w postaci symulatora do nauki obsługi i użytkowania mostu S-MS-20 [23].

W tym celu zostało opracowane specjalistyczne oprogramowanie bazujące na wykorzystaniu przestrzeni wirtualnej z zaimplementowanym modelem mostu MS-20. Wszystkie czynności z obszaru sterowania procesami układania i podejmowania przesła z przeszkody operator może przeprowadzić z wykorzystaniem rzeczywistego interfejsu – pulpitu sterującego, obserwując skutki czynności (fazy pracy mostu) – obrazy wyświetlane na ekranie rzutnika komputerowego. Sposób współdziałania podzespołów symulatora pokazano na rys. 7.



**Rys. 7. Współdziałanie symulatora S-MS-20 z pulpitem wynośnym**

Symulator może też być wykorzystywany do nauki procesów bez pulpitu wynośnego. W tym przypadku współdziałanie symulatora pokazano na rys. 8.



**Rys. 8. Konfiguracja symulatora S-MS-20 bez pulpitu wynośnego**

Wykorzystanie w procesie szkolenia rzeczywistego pulpitu operatorskiego znakomicie przyzwyczajają szkolonego do użytkowania przyszłego sprzętu. Bez stresu, towarzyszącemu początkowej fazie nauczania, realizowane są na symulatorze wszystkie fazy i czynności wymagane podczas rzeczywistych prac obsługowych. Symulator pozwala na wielokrotne powtarzanie błędnie wykonywanych ruchów przesła, aż do uzyskania pełnej umiejętności wykonywania wszystkich czynności wymaganych w warunkach rzeczywistych. Taki tryb szkolenia pozwala na znaczne oszczędności wynikające z eliminacji w tej fazie rzeczywistego wyrobu-mostu MS-20. Przykład ekranu symulatora – widok mostu przed przeszkodą pokazuje rys. 9.



**Rys. 9. Przykład ekranu symulatora – widok mostu przed przeszkodą – układanie przęsła**

Symulator może pracować w kilku trybach. Użytkownik może zobaczyć jak wyglądają procedury układania i podejmowanie przęsła mostu (w trybie prezentacji), może korzystać z symulatora samodzielnie lub uczyć się obsługi mostu MS-20 pod nadzorem osoby szkolącej (w trybie szkolenia). Symulator może również pracować w trybie umożliwiającym przeprowadzenie egzaminu sprawdzającego umiejętności obsługi mostu MS-20 w różnych warunkach działania (tryb egzaminacyjny).

**Symulator S-MS-20 jest dostarczany w ukończeniu wraz z mostem MS-20.**

## **5. WYKORZYSTANIE MOSTÓW MS-20 I MS-40 NA POTRZEBY RATOWNICTWA CYWILNEGO**

Głównym przeznaczeniem opisywanych mostów mobilnych jest zastosowanie ich podczas działań militarnych. Ze względu na zastosowane rozwiązania konstrukcyjne oraz wbudowane systemy poprawiające bezpieczeństwo użytkowania i obsługi istnieją przesłanki do ich zastosowania np. w ratownictwie cywilnym. Przy zachowaniu podstawowych zasad bezpieczeństwa i wymaganych przepisów BHP ułatwione są możliwości wykorzystania i obsługi mostów przez personel cywilny.

Wyróżniające cechy konstrukcyjne mostów – rozwiązania, które pozwalają na użytkowanie mostów w zastosowaniach innych niż wojskowe to:

- istniejące wypełnienia międzykoleinowe;
- zastosowane bariery i krawężniki na prześle głównym;
- zastosowane oświetlenie przęsła głównego i jego oznakowanie;
- maty – powierzchnie antypoślizgowe;
- transport – przemieszczanie się zestawów mostowych bez konieczności konwojowania po drogach publicznych.

Wykorzystanie dodatkowego wyposażenia (najazdy o specjalnej konstrukcji) znajdującego się w kompletacji mostu MS-40 pozwala i umożliwia:

- przejazd naczepy niskopodwoziowej;
- możliwość przemarszu ludzi;
- przejazd samochodów cywilnych.

Mosty z rodziny Daglezja mogą znaleźć zastosowanie w ratownictwie cywilnym przy wykonywaniu przepraw tymczasowych, a także na czas budowy nowych lub remontu istniejących obiektów mostowych.

## 6. PODSUMOWANIE

Mosty rodziny Daglezja zostały zaprojektowane i opracowane z najwyższą starannością i dbałością. Szczególnie ważne było spełnienie wymagań zapisanych w ZTT. W zrealizowanych pracach rozwojowych skupiono się także na zapewnieniu jak najszerszej grupy cech funkcjonalnych przez każdy z wyrobów rodziny mostów. Przy tym starano się uzyskać jak największy stopień unifikacji zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych oraz użytych podzespołów. Do głównych obszarów unifikacji można zaliczyć zamienność ciągników, dodatkowych napędów (napędów naczep), zastosowanych układów napędowych i hydraulicznych oraz układów sterowania.

Szeroko pojęta unifikacja na etapie projektowania/rozwoju, produkcji i eksploatacji jest czynnikiem wysoce pożądanym, umożliwia bowiem zamienność systemów, układów i podzespołów w całej rodzinie wyrobów. Pozwala także na uproszczenie konstrukcji i obniżenie kosztów na etapie rozwoju i produkcji oraz w okresie eksploatacji (serwisowanie urządzeń).

Unifikacja w pewnych sytuacjach jest utrudniona lub niemożliwa, ponieważ przeznaczenie, specyficzna konstrukcja oraz gabaryty poszczególnych wyrobów wchodzących w skład rodziny wyrobów często wymagają stosowania odmiennych rozwiązań konstrukcyjnych i użycia komponentów dedykowanych, projektowanych i dobieranych do każdego wyrobu indywidualnie.

Znalezienie kompromisu pomiędzy unifikacją wyrobów, a zapewnieniem jak najszerszej grupy cech funkcjonalnych stanowi jedno z największych wyzwań w procesie projektowania oraz badawczo-rozwojowym w całym cyklu życia produktu. Dlatego opracowane i zastosowane systemy opierają się głównie o dostępne na rynku podzespoły, części, interfejsy i układy wykonawcze. Takie podejście zapewnia wysoką skuteczność i efektywność, przy jednoczesnym zachowaniu unifikacji, co także zapewnia łatwość w dostępie do podzespołów oraz części eksploatacyjnych i zamiennych. Dzięki temu można mówić o dużej uniwersalności rozwiązań mostów rodziny Daglezja.

Zastosowane rozwiązania w omawianych mostach MS-20, MG-20 oraz MS-40 pozwalają stwierdzić, że są to konstrukcje spełniające wymagania stawiane przed nowoczesnym sprzętem wojskowym, a szczególnie przed mostami dzisiejszego pola walki. Konstrukcje przedstawionych w artykule mostów rodziny Daglezja z powodzeniem mogą konkurować ze znanymi w świecie rozwiązaniami.

Wykonana przez konsorcjum firm: Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. oraz ZM „Bumar - Łabędy” S.A. na zamówienie Ministerstwa Obrony Narodowej i przekazana w roku 2017 do użytkowania wojskom inżynieryjnym pierwsza partia produkcyjna dziesięciu egzemplarzy mostów MS-20 stanowi dobrą rekomendację opracowanych w Ośrodku mostów rodziny Daglezja.

## 7. LITERATURA

- [1] Cieślak P.: Przygotowanie dróg i przepraw do ruchu wojsk. Akademia Obrony Narodowej. Wydział Wojsk Lądowych. Katedra Wojsk Inżynieryjnych. AON. Warszawa 2000.
- [2] Pytel P.: Co dalej z mostami składanymi? Przegląd Wojsk lądowych 2010/04, str. 34-37. Warszawa, kwiecień 2010.
- [3] Skołozdra A.: Most szturmowy BLG 67. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (36) nr 1/2015, str. 169-174. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2015.
- [4] Skołozdra A.: Most towarzyszący LAUR BLP-72. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (36) nr 1/2015, str.175-180. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2015.
- [5] Nawrocki J., Lachowicz W.: Przewoźne mosty segmentowe. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (18), nr 2/2003, str. 117-122. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2003.
- [6] Most szturmowy PMC-90. <http://www.obrum.gliwice.pl/most-szturmowy-pmc-90>, [dostęp – 20.03.2018].
- [7] Założenia Taktyczno-Techniczne Most Samochodowy MS-20. Departament Polityki Zbrojeniowej MON. Warszawa, 2003 r.
- [8] Założenia Taktyczno-Techniczne na most towarzyszący na podwoziu gąsienicowym, kryptonim DAGLEZJA – G. Departament Polityki Zbrojeniowej MON. Warszawa, 2008 r.
- [9] Założenia Taktyczno-Techniczne na mobilny most składany MLC70/110 do pokonywania średnich przeszkód wodnych i terenowych kryptonim DAGLEZJA –S. Departament Polityki Zbrojeniowej MON. Warszawa, 2007.
- [10] Norma Obronna NO-54-A200. Mosty wojskowe. Klasyfikacja i terminologia. Ministerstwo Obrony Narodowej. Warszawa, 2011.
- [11] Ustawa z dnia 15 września 2017 r. o zmianie ustawy - Prawo o ruchu drogowym oraz niektórych innych ustaw. Dziennik Ustaw 2017 - poz. 1926. Warszawa, 15.09.2017.
- [12] NATO STANAG 2021. Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles.
- [13] Sitarski M.: Most samochodowy MS-20 Daglezja. Nowa Technika Wojskowa, str. 26-32. Warszawa. Wrzesień Nr 9/2008.
- [14] Sitarski M., Pasięka D.: Mosty przewoźne Daglezja. Nowa Technika Wojskowa str.115-118. Warszawa. Wrzesień Nr 9/2011.
- [15] Pasięka D.: Most towarzyszący na podwoziu samochodowym. Materiały konferencyjne: „Inżynieria wojskowa. Problemy i perspektywy”, str. 89-98. Wrocław 2014.
- [16] Foremny S., Grabania M.Ł., Olek J.: Most towarzyszący na podwoziu gąsienicowym. Materiały konferencyjne: „Inżynieria wojskowa. Problemy i perspektywy”, str. 99 - 108. Wrocław 2014.

- [17] Makulski P.: Kompatybilność układaczy w mostach MS-20 oraz MG-20. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (40), nr 2/2016, str. 5-14. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, czerwiec 2016.
- [18] Łuczak W.: Daglezja – G - nowy produkt polskiej zbrojeniówki. RAPORT. Wojsko, technika, obronność. 02/2018, str. 4-12. Warszawa, luty 2018.
- [19] Opis i użytkowanie mostu MS-20. Edycja 2017. Ministerstwo Obrony Narodowej. Warszawa 2017. (Materiały własne OBRUM sp. z o.o. - nie publikowane)
- [20] Płatek T., Płatek D.: Uniwersalny pulpit sterowania. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (27), nr 1/2011, str. 85-92. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, marzec 2011.
- [21] PMC-LEGUAN. Operator manual bridge and launching system. Zakłady Mechaniczne „Bumar – Łabędy” S.A. Gliwice, 2008. (Materiały OBRUM sp. z o.o. - nie publikowane).
- [22] Grabania M. Ł., Grabiński M.: Most szturmowy PMC- LEGUAN. Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe (48/49) nr 2/3, 2018, str. 97. ISSN: 0860-8369. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2018.
- [23] Symulator mostu S-MS-20. Instrukcja użytkowania. Edycja 2016. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, 2016. (Materiały własne OBRUM sp. z o.o. – nie publikowane).
- [24] Dokumentacja konstrukcyjna. Most towarzyszący na podwoziu kołowym. MS20.00.0000.1. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, październik 2017. (Materiały własne OBRUM sp. z o.o. – nie publikowane).
- [25] Dokumentacja konstrukcyjna. Most gąsienicowy. MG20.000.0000. OBRUM sp. z o.o. Gliwice, wrzesień 2013. (Materiały własne OBRUM sp. z o.o. – nie publikowane).

## VERSATILITY OF THE ENGINEERING SOLUTIONS APPLIED IN THE BRIDGES OF THE DAGLEZJA GROUP

**Abstract.** One of the most important areas of research and development carried out at OBRUM during the current decade is that of transportable bridges designed for the engineering troops of the Polish Armed Forces. OBRUM has undertaken design and fabrication works on the bridges of the Daglezja group. The works included three types of bridges: MS-20 Daglezja support bridge on wheeled chassis, MG-20 Daglezja G assault bridge on tracked chassis and MS-40 Daglezja S support bridge. The article discusses the most important elements that are decisive for the high degree of versatility of design and that stand out against the background of design offered by Western manufacturers. Engineering solutions devised at OBRUM and applied in all three bridge types are described. The development history of the control panel of HMI (Human Machine Interface) class is presented. Description is given of a dedicated simulator working in a virtual space for training in the manipulation and operation of a bridge. In the summary, the effects of the projects completed at OBRUM and prospects for their further use in industrial manufacture of products for the domestic market and exports were assessed.

**Keywords:** mobile bridges, Daglezja group bridges, MS-20 Daglezja, MG-20 Daglezja G, MS-40 Daglezja S, innovative features of mobile bridges.

