

Adam BARTNICKI<sup>1</sup>  
Karolina DROZDOWSKA<sup>2</sup>

### **UTRZYMANIE ZNISZCZONYCH PRZEPRAW STAŁYCH Z WYKORZYSTANIEM WOJSKOWYCH MOSTÓW SKŁADANYCH**

*W referacie przedstawiono problematykę związaną z możliwością wykorzystania wojskowych mostów składanych w charakterze przepraw tymczasowych w przypadku, gdy obiekty stałe ulegną zniszczeniu w wyniku powodzi lub innej klęski żywiołowej.*

### **MAINTAINING DESTROYED PERMANENT BRIDGES WITH USING FOLDING MILITARY BRIDGES**

*The paper concerns on the issue of usage of folding military bridges to provide temporary communication when the solid bridge is destroyed by flood or other cataclysm.*

#### **1. WPROWADZENIE**

Destrukcyjny charakter klęsk żywiołowych, spustoszenia i zniszczenia jakie niosą ze sobą, proces usuwania i likwidacji ich skutków, w dobie ostatnich wydarzeń w naszym kraju, nabiera szczególnego znaczenia. W wyniku kolejnej powodzi, która przeszła przez tereny Polski, zniszczeniu uległy między innymi drogowe ciągi komunikacyjne, w tym przeprawy mostowe. Przywrócenie do stanu pierwotnego infrastruktury drogowej, odbudowa zniszczonych przepraw mostowych, to proces długotrwały i kosztowny, na który niejednokrotnie nie mogą pozwolić sobie władze samorządowe. W związku z tym poszukuje się alternatywnych rozwiązań, które z jednej strony do minimum skrócą czas odbudowy zniszczonych odcinków dróg i mostów, a z drugiej strony będą rozwiązaniem ekonomicznym. Dobrym pomysłem na spełnienie obydwu tych kryteriów wydaje się wykorzystanie do odbudowy stałych przepraw mostowych, elementów wojskowych mostów składanych, które wycofano z wyposażenia pododdziałów inżynierskich sił zbrojnych RP, a których stan techniczny kwalifikuje je do dalszej eksploatacji.

---

<sup>1</sup> Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny; 00-908 Warszawa; ul. Kaliskiego 2.  
tel.+48 22 683-93-88, Fax +48 22 683-72-11, e-mail: abartnicki@wat.edu.pl

<sup>2</sup> Politechnika Opolska

## 2. WOJSKOWE MOSTY SKŁADANE

Wojskowe mosty składane stanowią dobre rozwiązanie w przypadku konieczności zapewnienia ciągłości transportu drogowego, przy jednoczesnym braku możliwości szybkiego wybudowania mostu stałego. Mosty składane pozwalają na przywrócenie zdolności eksploatacyjnej ciągów drogowych i kolejowych w sytuacji, gdy stały obiekt mostowy zostaje zniszczony przez klęski żywiołowe lub, gdy ulega zniszczeniu z powodu długiego okresu użytkowania, bądź zbyt intensywnej eksploatacji. Znane są również przypadki coraz częstszego stosowania konstrukcji składanych do długotrwałej eksploatacji. Tego typu konstrukcją okazał się tymczasowy most „Syreny” w Warszawie (rys.1), zbudowany z elementów wojskowego mostu składanego MS-54, na czas remontu mostu Poniatowskiego i eksploatowany przez 15 lat, pomimo ukończenia prac remontowych przeprawy stałej. Mosty składane można również z powodzeniem zaadoptować na obiekty stałe, tak aby mogły spełniać ich funkcję nie tylko w ograniczonym okresie czasu.



Rys. 1. Most Syreny w Warszawie, wykonany jako konstrukcja MS-54

Mosty tymczasowe są wykorzystywane nie tylko w przypadku likwidacji skutków klęsk żywiołowych i kataklizmów. Swoje zastosowanie znajdują również jako przejazdy technologiczne (w czasie budowy mostu stałego), a przede wszystkim jako konstrukcje przeprawowe, stosowane w miejscach, gdzie dotychczas nie można było pokonać naturalnej przeszkody. Elementy konstrukcyjne niektórych mostów tymczasowych można również z powodzeniem wykorzystywać do budowy podpór.

Obecną złożoność systemów mostów składanych można określić posługując się definicją zaczerpniętą z książki „*Mosty składane. Projektowanie, budowa i eksploatacja*”, zespołu autorskiego prof. Jana Marszałka: „Most składany jest to konstrukcja inżynierska,

złożona z uprzednio przygotowanych elementów składowych o ujednoliconych dla danego typu kształtach i wymiarach, o specyficznych właściwościach statycznych, wytrzymałościowych i montażowych, spełniających określone wymagania, np. wojskowego budownictwa mostowego”.

Czynniki, które przemawiają za budową mostów składanych jako alternatywnych przepraw dla obiektów stałych to między innymi:

- niski koszt budowy (w porównaniu z nowym obiektem stałym),
- stosunkowo duża trwałość,
- krótki czas budowy i rozbiórki,
- łatwy montaż i demontaż obiektu,
- możliwość ponownego wykorzystania powtarzalnych elementów konstrukcji,
- łatwa adaptacja do warunków miejscowych,
- możliwość transportu elementów przy pomocy środków przewozu,
- możliwość tworzenia różnych schematów montażowych z jednakowych elementów podstawowych,
- łatwa eksploatacja.

Pojawienie się różnego rodzaju mostów składanych (tymczasowych) stwarza potrzebę dokonania ich klasyfikacji. Uporządkowania można dokonać zarówno pod względem przeznaczenia (ciężkie kolejowe mosty składane, średnie kolejowe mosty składane, małe mosty kolejowe i estakady, ciężkie mosty transportowe, średnie mosty transportowe, wiadukty składane), typu konstrukcji, kształtu elementu podstawowego (mosty składane z elementów liniowych, mosty składane z elementów płaskich oraz mosty składane z elementów przestrzennych), wymaganej przepustowości, jak również czasu jego eksploatacji. Szereg kryteriów klasyfikacji mostów składanych powoduje, iż poszczególne podziały mogą być dokonane zbyt szczegółowo, przez co będą mało użyteczne. W zależności od przeznaczenia rozróżnia się mosty drogowe, kolejowe, kolejowo-drogowe.

Najbardziej znanymi konstrukcjami składanymi, stosowanymi w naszym kraju są wojskowe mosty MS-22-80, MS-54, DMS-65.

Most składany typu MS-22-80 (rys.2) to udoskonalona konstrukcja stalowego mostu Bailey'a. Podstawowym elementem mostu jest składnik kraty, którą stanowi spawana rama w kształcie prostokąta o wymiarach: długość 3,05 m, wysokość 1,50 m, szerokość 0,18 m. Zasadniczymi elementami ustroju nośnego mostu są stalowe kratowe dźwigary główne, stalowe poprzecznice, stalowe podłużnice i drewniana jezdnia. Most ten stanowi konstrukcję otwartą budowaną w wersji jedno- lub dwujezdniowej. Skonstruowany jako otwarty, z jazdą dołem, bez stężeń górnych ponad jezdnią.

Podstawowe dane techniczne mostu MS 22-80 to:

- szerokość jezdnii mostu między krawężnikami - 4,20 m,
- osiowy rozstaw dźwigarów wewnętrznych - 4,88 m,
- największa rozpiętość przęsła sprężonego - 39,62 m,
- długość modułowego elementu przęsła - 3,05 m,
- wysokość konstrukcyjna mostu (różnica między rzędną najniższej części dźwigara mostu, a rzędną jezdnii mostu) - 0,51 m,
- szerokość chodników usytuowanych na zewnątrz dźwigarów - 0,76 m.

Nośność mostu zależna jest od układu dźwigarów i rozpiętości przęseł (rozpiętość przęseł można zmieniać w granicach od 3,05 m do 54,90 m - w przypadku rozpiętości od 33,57 m do 39,67 m stosuje się sprzężenie przęseł za pomocą lin wykonanych ze stali o

wysokiej wytrzymałości na rozciąganie). Pozwala ona na przepuszczenie przez most bojowych wozów gąsienicowych o ciężarze do 60 ton, przy czym koniecznym jest zachowanie pomiędzy nimi odstępu co najmniej 50 metrów. Jeśli chodzi o pojazdy kołowe, zezwala się przeprować pojazdy o masie do 10 ton na oś i ciężarze całkowitym do 30 ton, jadących w kolumnie marszowej.



Rys. 2. Most MS 22-80 (Bailey'a) na rzece Czarnej w Izabelinie, gm. Nieporęt

Konstrukcja mostu składanego typu MS-54 (rys.3) złożona jest z kompletów umożliwiających wybudowanie mostu o długości 108 m, składającego się z 34 przedziałów po 3,16 m każdy. Z poszczególnych zestawów lub z ich części można budować zarówno mosty dłuższe, jak i krótsze. Mosty MS-54 montuje się także w systemie ciągłym.

Z zestawu mostu MS-54 buduje się mosty dwukierunkowe pod obciążenie gąsienicowe 400 kN, bądź jako jednokierunkowe pod obciążenie gąsienicowe wynoszące od 400 do 800 kN. Obiekt ten nie spełnia jednak wymaganego na drogach publicznych warunku szerokości skrajni poziomej na jezdni, stąd też może być budowany tylko pod obciążenia klasy C. Z tego powodu znajduje on najczęściej zastosowanie na drogach o drugorzędym znaczeniu oraz w aglomeracjach miejskich, z wyłączeniem ruchu pojazdów ciężarowych. Próby poszerzenia szerokości jezdni do 7,00 m wraz z opaskami 2x0,25 m nie wpłynęły pozytywnie na zwiększenie możliwości jego zastosowania, ponieważ ze względu na konstrukcję dźwigarów głównych jest on nadal obiektem zdolnym do przeniesienia obciążeń, co najwyżej klasy C.

Układ dźwigarów głównych zestawiany jest jako dwuścienny jednopiętrowy (2/1). Rozpiętość przęseł osiąga długość równą 39,67 m. Każdy przęsłowy moduł kratowy ma długość równą 3,25 m, szerokość wynoszącą 0,228 m, wysokość równą 2,46 m oraz masę 0,55 t [9],[10]. Most składany typu MS-54 może mieć następujące maksymalne rozpiętości teoretyczne przęseł:

- w układzie wolnopodpartym - 35,00 m,
- w układzie dwuprzęsłowym bez wsporników – 38 m,
- w układzie trójprzędłowym bez wsporników – 45 m,

- w układzie dwuprzęsłowym ze wspornikami i wieloprzęsłowym ze wspornikami – 45 m.



Rys.3. Most MS 54 w Annopolu o długości ponad 500 m (2000 r.)

Konstrukcja MS-54 jest przeznaczona do wielokrotnej budowy tymczasowych lub objazdowych mostów drogowych, z dwukierunkową jezdnią dołem, o standardowej szerokości jezdni 6,00 m, z krawężnikami  $2 \times 0,25$  m i chodnikami  $2 \times 0,75$  m na zewnątrz dźwigarów głównych.

Drogowy most składany DMS-65 (rys.4) skonstruowany został w latach 1965-68. Przeznaczony jest on do szybkiej i wielokrotnej budowy nowych i odbudowy zniszczonych (uszkodzonych) mostów wysokowodnych. Z powodzeniem może być także stosowany w gospodarce narodowej do szybkiej budowy tymczasowych i półstałych mostów na drogach, jako rusztowania, konstrukcje wsporcze itd. Z elementów DMS-65 można budować mosty jedno- i wieloprzęsłowe, których przęsła mają rozpiętość od 3 m do 45 m, a moduł zmiany ma długość 3 m.

Obiekt ten charakteryzuje układ jezdni w postaci płyty ortotropowej, przez co jest „mostem hałaśliwym”, wymagającym w terenie zabudowanym odpowiedniego wytłumienia drgań. Most ten, podobnie jak most MS-54, spełnia warunek nośności odpowiadający klasie obciążenia C. DMS-65 jest konstrukcją występującą najczęściej spośród innych mostów składanych, znajdujących się na wyposażeniu sił zbrojnych RP, dlatego też w czasie powodzi ten typ mostu zwykle jest wykorzystywany w celu przywrócenia ciągłości komunikacji lokalnej. Elementy mostu stanowiące układ podstawowy są tak skonstruowane, aby można było montować z nich różne układy podpór, przęsła i jezdni.



Rys.4. Most DMS-65 w Gieralticach koło Głuchotaz

Układ podstawowy charakteryzuje się następującymi cechami:

- most jednokierunkowy z jazdą dołem,
- przęsła wolnopodparte lub ciągłe,
- szerokość jezdni - 4,20 m,
- dwustronne chodniki na zewnątrz dźwigarów,
- szerokość chodnika 0,75 m,
- dźwigary dwuścienne,
- rozstaw ścian w jednym dźwigarze - 0,50 m,
- rozstaw ścian wewnętrznych - 4,90 m,
- rozstaw ścian zewnętrznych - 5,40 m,
- całkowita wysokość dźwigarów - 2,60 m,
- niweleta jezdni względem dolnych krawędzi - 0,68 m,
- maksymalna rozpiętość przęseł wolnopodpartych pod obciążenie samochodowe kl.C-39m
- maksymalna rozpiętość przęseł ciągłych:
  - a) środkowych - 45 m,
  - b) skrajnych - 39 m,
- moduł zmiany długości przęseł -  $n=3$  m;
- dopuszczalna prędkość pojazdów kołowych po moście - 40 km/h;
- maksymalna nośność mostu pod obciążenie kołowe i gąsienicowe - 785 kN (przy rozpiętości przęseł)
  - a) wolnopodpartych - 33 m,
  - b.) ciągłych - skrajnych – 33 m,
  - c.) wewnętrznych - 39 m.

W skład zestawu mostu DMS-65 wchodzi konstrukcja przęsłowa w układzie podstawowym, o łącznej długości 99,00 m + 6,00 m w układzie przęsła wjazdowego - razem 105 m, trzy podpory SPS-69B o wysokości nadbudowy po 6,15 m każda, elementy i sprzęt montażowy. Obecnie zestaw mostu DMS-65 znajduje się na wyposażeniu Wojska Polskiego. Mosty budowane z tych zestawów mają charakter manewrowy i są projektowane dla jednokierunkowego ruchu pojazdów. Nośność tych konstrukcji wynosi 600 kN pod obciążeniem gąsienicowym i 300 kN pod obciążenie kołowe.

### 3. WYKORZYSTANIE WOJSKOWYCH MOSTÓW SKŁADANYCH W APLIKACJACH CYWILNYCH

Elementy konstrukcyjne wojskowych mostów składanych mogą być wykorzystywane zarówno jako alternatywne przeprawy dla uszkodzonych, zniszczonych bądź remontowanych mostów stałych, jak również do budowy wąskich kładek dla pieszych, przerzucanych przez ciągi komunikacyjne o dużym natężeniu ruchu, zwiększających w ten sposób bezpieczeństwo przekraczania dróg przez pieszych. Przykładem takiego rozwiązania jest kładka dla pieszych nad drogą w miejscowości Walim w województwie dolnośląskim, przed wejściem do muzeum Sztolni Walimskich (rys.5), wykonana z elementów wojskowego mostu składanego MS-22-80. Most ten wyprodukowano w 1943 r. w USA i użyto w Afryce Płn. i Holandii do forsowania kanałów, a potem подарowano go Wojsku Polskiemu.



Rys.5. Kładka dla pieszych nad drogą w miejscowości Walim

Po przejściu fali powodziowej w 2009 roku zniszczony został most stały na rzece Potok Długosza (rys.6) w miejscowości Gierałcice k. Głuchołaz (woj. opolskie). Na czas odbudowy mostu stałego przeprawę zrealizowano z wykorzystaniem mostu tymczasowego o dł. 18 m i nośności 50, którego konstrukcję oparto o elementy mostu wojskowego DMS-65. Prace wykonali żołnierze z 6 Ośrodka Przechowywania Sprzętu w Głogowie na podstawie stosownych ustaleń pomiędzy Wojewodą Opolskim i Ministerstwem Obrony Narodowej. Most ten został zdemontowany po oddaniu do użytku publicznego przeprawy stałej.



*Rys.6. Most tymczasowy na rzece Potok Długosza w miejscowości Gieraltce k. Głucholaz*

W 2006 roku podjęto decyzję o remoncie XIX wiecznego Mostu Szczytnickiego we Wrocławiu (rys.7) u zbiegu ulic Henryka Sienkiewicza, Alei Jana Kochanowskiego i Placu Grunwaldzkiego.



*Rys.7. Most tymczasowy we Wrocławiu zbudowany na czas remontu Mostu Szczytnickiego*

Dla potrzeb utrzymania drożności ciągu komunikacyjnego zbudowano przeprawę tymczasową z elementów mostu MS-22-80, który wcześniej służył wojskom inżynieryjnym. Wybudowany przez firmę Skanska most, stanowił trzyprzęsłową konstrukcję o nośności 30ton i długości prawie 80m z oddzielnymi jezdniami i kładką dla ruchu pieszego, z przeznaczeniem wyłącznie dla ruchu samochodów osobowych i autobusów.

Na wyposażeniu sił zbrojnych RP, oprócz typowych konstrukcji mostów składanych, znajdują się mosty nożycowe towarzyszące i szturmowe, które jak się okazuje też można zaadoptować dla potrzeb przepraw cywilnych, tym bardziej, że wraz z redukcją liczebności Sił Zbrojnych RP w myśl nowej doktryny wojennej, mosty te wycofywane są ze stanu



etatowego jednostek pancernych. Przykładem takiej adaptacji może być przystosowanie przęsła mostu czołgowego BLG-67 jako przeprawy stałej w m. Kletno gm. Stronie Śląskie, potok Kleśnica o długości 20m (rys.8).



Rys.8. Przykład zaadoptowania przęsła mostu towarzyszącego BLG-67 o długości 20m i nosności do ruchu pojazdów cywilnych, w m. Kletno gm. Stronie Śląskie, potok Kleśnica: a) BLG-67 w fazie rozkładania, b) adaptacja przęsła

Znane są również nietypowe zastosowania konstrukcji składanych, takie jak:

- budowa żelbetowego tunelu wentylacyjnego odlewni w Śremie usytuowanego na wysokości 17 metrów nad podłogą hal produkcyjnych; ciężar tunelu wynosił 2000 ton, a łączna długość 160 metrów;
- budowa dachu Dworca Centralnego w Warszawie, gdzie dźwigary o wadze 40 ton przesuвано po konstrukcji składanej usytuowanej 15 metrów ponad Alejami Jerozolimskimi, umożliwiając zachowanie ciągłości ruchu tramwajowego oraz znacznie ułatwiając sam proces montażu;
- budowa wiaduktów technologicznych z konstrukcji MS-22-80 w ciągu trasy Toruńskiej (12 po 24 m na 120 podporach, równoległe i prostopadłe do osi mostu) jako konstrukcja nośna wspierająca szalunek płyty jezdni mostu Grota Roweckiego;
- zastosowanie elementów mostu składanego Bailey'a do budowy wyrzutni raket kosmicznych.

#### 4. PODSUMOWANIE

Przedstawione zalety wojskowych konstrukcji składanych, dostępność w gospodarce cywilnej, istniejące już aplikacje, potwierdzają możliwość wykorzystania tychże mostów w charakterze alternatywnych rozwiązań dla zniszczonych, uszkodzonych czy remontowanych przepraw stałych. Możliwość szybkiego odbudowania szlaków komunikacyjnych i zapewnienie ciągłości ruchu w stosunkowo krótkim czasie i relatywnie niskich nakładach finansowych, w dobie narastającego natężenia ruchu zarówno drogowego jak i kolejowego, nabiera szczególnego znaczenia.

Osobnym problem wydaje się kwestia określenia rzeczywistych właściwości wytrzymałościowych elementów konstrukcyjnych tychże mostów, które z pewnością odbiegają od wartości nominalnych w związku z naturalną ich degradacją użytkową i eksploatacyjną. Niemniej jednak tego typu badania i próby wytrzymałości zmęczeniowej konstrukcji mostowych są realizowane przez ośrodki badawcze w naszym kraju. Wyniki takich badań pozwoliłyby na kwalifikowanie konstrukcji mostowych do odpowiednich klas nośności, a więc jednoznacznie określałyby, które przeprawy stałe mogą być realizowane z wykorzystaniem konkretnego egzemplarza składanego mostu wojskowego.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bartnicki A., Sprawka P., *Mosty towarzyszące i szturmowe w zadaniach zabezpieczenia logistycznego działań bojowych*, LOGISTYKA 2/2009.
- [2] Białobrzeski T., *Krajowe konstrukcje mostów składanych, mosty drogowe*, Warszawa 1980 r.
- [3] *Drogowy most składany DMS-65. Budowa i eksploatacja.*, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1981r.
- [4] Drozdowska K., *Mosty tymczasowe jako rozwiązanie alternatywne dla stałych obiektów mostowych*, XXVIII SEMINARIUM KÓŁ NAUKOWYCH „MECHANIKÓW” Warszawa, 23-24.04.2009r. Wojskowa Akademia Techniczna.
- [5] *Instrukcja mostu składanego 22-80, część I. Opis techniczny mostu.*, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1957r.
- [6] *Instrukcja mostu składanego MS-54*, Ministerstwo Komunikacji, , Warszawa 1965r.
- [7] Marszałek J. i inni: *Mosty składane. Projektowanie, budowa i eksploatacja*. Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, GDDKiA, Warszawa 2005r.
- [8] Szelka J., Hołownia K., *Wykorzystanie konstrukcji składanych w budownictwie mostowym*, 55 Konferencja Naukowa Krynica 2009r.
- [9] <http://www.mostyskladane.ker.pl/konstrukcje.html>, (czerwiec 2010)
- [10] <http://www.sztolnie.pl/index.php?strona=galeria&wybor=foto>, (czerwiec 2010)
- [11] <http://kompas24.pl/turystyka/atrakcje/13>, (czerwiec 2010)
- [12] <http://www.lopacinski.com/fotografia/mosty%20Bailey'a/Bailey%20bridge%20Izabeli%20n/slides/PICT8159.html>, (czerwiec 2010)
- [13] [http://www.motodemont.com.pl/index.php?id=sprzedaz\\_p&kat=19&pojazd=145](http://www.motodemont.com.pl/index.php?id=sprzedaz_p&kat=19&pojazd=145), (wrzesień 2009)