

## MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWAŃ KONSTRUKCJI SKŁADANYCH W MOSTOWNICTWIE<sup>1</sup>

Janusz SZELKA  
Uniwersytet Zielonogórski

Wojskowe konstrukcje składane, poza typowo militarnym zastosowaniem, mogą być wykorzystywane w czasie pokoju do budowy mostów doraźnych w sytuacjach kryzysowych (np. po przejściu fali powodziowej lub awarie i katastrofy mostów) oraz innych stanach wyższej konieczności (remonty i przebudowa mostów stałych). Konstrukcje składane charakteryzuje wprawdzie ograniczony czas eksploatacji w porównaniu z konstrukcjami stałymi, ale stwarzają one możliwość szybkiego usprawnienia ruchu w warunkach rozbudowy infrastruktury drogowej mostów stałych. W tych sytuacjach zbudowanie tymczasowego (doraźnego) objazdu lub bezkolizyjnego skrzyżowania z konstrukcji składanych poprawia płynność ruchu i pozwala zyskać czas na zgromadzenie środków na budowę obiektu stałego. Ponadto dostosowane są one do obowiązujących obciążeń normatywnych przyjętych w gospodarce narodowej, przez co nie wymagają dodatkowego wzmocnienia jako mosty tymczasowe.

W artykule przedstawiono przykłady zastosowań konstrukcji składanych do budowy mostów objazdowych we Wrocławiu. Zaprezentowane konstrukcje mostów składanych (DMS-65, MS-54, MS 22-80, KD-66C) pozwalają na łatwy i szybki montaż przęseł i podpór w różnych układach konstrukcyjnych. W końcowej części opracowania podano perspektywy rozwoju tychże konstrukcji.

Słowa kluczowe: most składany, odbudowa tymczasowa, objazd, most technologiczny.

### 1. WPROWADZENIE – OPIS PROBLEMU

Obecnie odnotowuje się szerokie zainteresowanie wykorzystaniem konstrukcji mostów składanych do utrzymania ciągów komunikacyjnych w przypadku remontu lub odbudowy obiektów typu stałego. Tendencja ta staje się stałą metodą postępowania przy organizowaniu przepraw w warunkach zakłóceń związanych z działaniem naprawczo-remontowym stałych obiektów mostowych. Walory związane z szybkim montażem i demontażem mostów składanych powodują duże zainteresowanie tymi konstrukcjami. Obowiązująca doktryna obronna spowodowała zwolnienie z rezerw znacznej liczby tego typu konstrukcji, które mogą być wykorzystane w gospodarce narodowej.

---

<sup>1</sup> DOI 10.21008/j.1897-4007.2018.26.16

Praktyka wskazuje, że konstrukcje te mogą być wykorzystywane w następujących sytuacjach:

- jako mosty lub wiadukty objazdowe na czas remontu lub odbudowy obiektów stałych;
- do odtwarzania przejezdności w ciągach komunikacyjnych w wypadku ich zniszczeń lub uszkodzeń spowodowanych działaniami celowymi (konflikty zbrojne, akty terroryzmu) lub klęskami żywiołowymi;
- podczas remontu obiektów stałych jako rusztowania lub inne konstrukcje pomocnicze;
- do budowy kładek dla pieszych i mostów technologicznych.

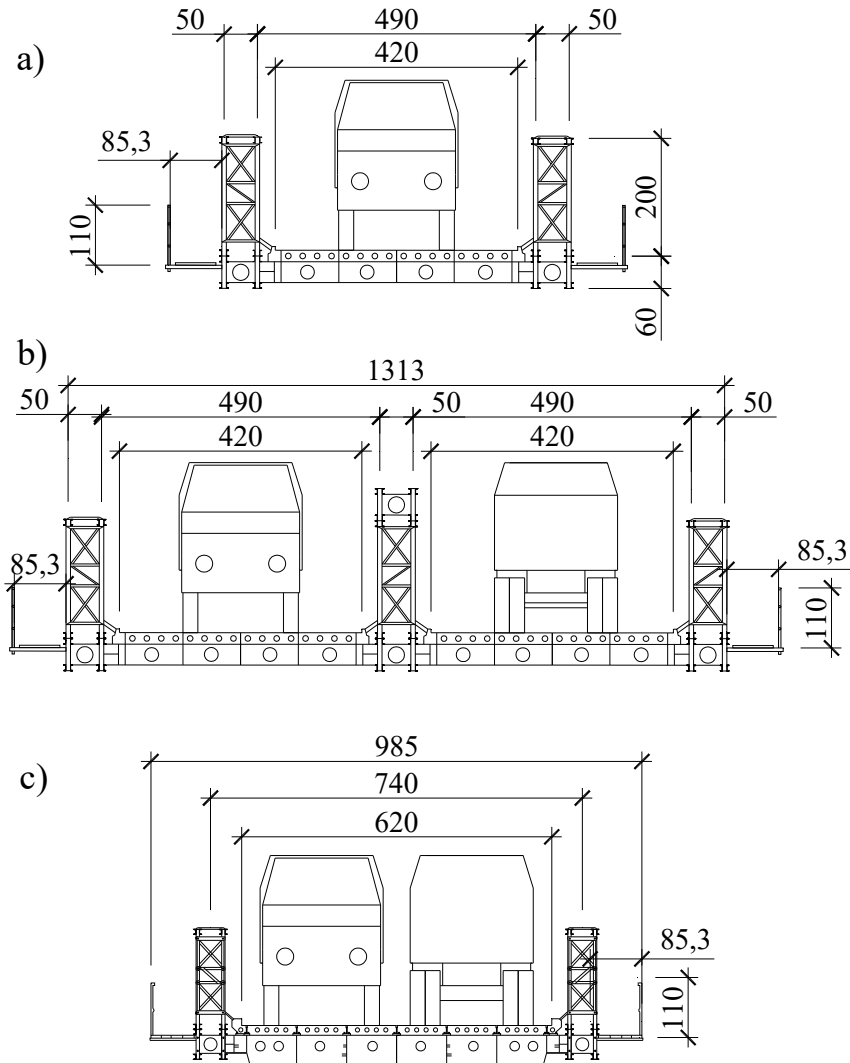
Konstrukcje mostów składanych będące na wyposażeniu wojsk oraz w rezerwach mobilizacyjnych państwa znajdują coraz szersze zastosowanie przy remontach, odbudowie i wzmacnianiu mostów stałych. Elementy konstrukcyjne przęsła i podpór mostów składanych pozwalają na wielokrotne ich użycie w różnych układach montażowych. Mogą być również użyte jako konstrukcje odciążające pod remontowane przęsła mostowe w celu zapewnienia ich nośności, umożliwiają wymianę i remont konstrukcji podpór stałych bez wstrzymywania ruchu. Znane są również przypadki coraz częstszego stosowania konstrukcji składanych do długotrwałej eksploatacji. Tego typu konstrukcją okazał się tymczasowy most „Syreny” w Warszawie, 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.

Najbardziej znanymi konstrukcjami składanymi, stosowanymi w naszym kraju są wojskowe mosty MS-22-80, MS-54, DMS-65. Tylko konstrukcja MS-54 posiada możliwość bezpośredniej budowy mostu dwukierunkowego o szerokości jezdni 6 m (bez konieczności stosowania układów specjalnych bądź wzmacniania dźwigarów). W warunkach wojskowych jest to 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. Ze względu na znaczne wyeksploatowanie przy nieznaney historii obciążeń takich konstrukcji często istnieje konieczność ograniczenia ich nośności i szerokości użytkowej (rys. 1).



Rys. 1. Konstrukcja MS-54 wykorzystana do budowy mostu na Odrze (dł. 140 m) w ciągu drogi krajowej nr 936 w Krzyżanowicach, po powodzi w 1997 r. (widoczne ograniczenie szerokości jezdni) [4]

Możliwe układy przęseł z konstrukcji drogowego mostu składanego (DMS-65) zaprezentowano na (rys. 2).



Rys. 2. Konstrukcje DMS-65: a) w układzie podstawowym jedno-, b) dwujezdniowym, oraz c) konstrukcja zmodernizowana [3]

Konstrukcję DMS-65 charakteryzuje układ jezdni w postaci stalowej płyty ortotropowej opartej na poprzecznicach, przez co jest „mostem hałaśliwym”, wymagającym w terenie zabudowanym odpowiedniego wytlumienia drgań. Most ten, podobnie jak most MS-54, spełnia warunek nośności odpowiadający klasie obciążenia C. DMS-65 jest obecnie jedyną konstrukcją znajdującą się na wyposażeniu Sił Zbrojnych RP, dlatego też w czasie powodzi ten typ mostu zwykle jest wykorzystywany w celu przywrócenia ciągłości komunikacji lokal-



nej. Elementy mostu stanowiące układ podstawowy są tak skonstruowane, aby można było montować z nich różne układy podpór, prześel i jezdni.

Jako przykład zastosowania konstrukcji DMS-65 w układzie dwujezdniowym (rys.2.b), może być most przez Wisłę w Kiezmarku zbudowany w 2003 roku (rys.3). Obiekt składał się z dwóch odcinków o całkowitej długości 1184 m (w tym most o długości 943 m oraz wiadukt o długości 241m). Po moście mogły przejeżdżać wszystkie pojazdy normatywne o ciężarze całkowitym do 42 ton i nacisku na oś 10 ton. Tymczasowy most objazdowy z konstrukcji DMS-65 pozwalał zabezpieczyć transport i komunikację w ciągu drogi krajowej DK7, a także sprawdzić zachowanie elementów konstrukcyjnych w eksploatacji przez szeroką przeszkodę wodną, w warunkach intensywnego ruchu drogowego bez ograniczeń przejezdności.



Rys. 3. Najdłuższy most objazdowy z konstrukcji DMS-65 przez rz. Wisłę w Kiezmarku, o długości 1184 m [2]

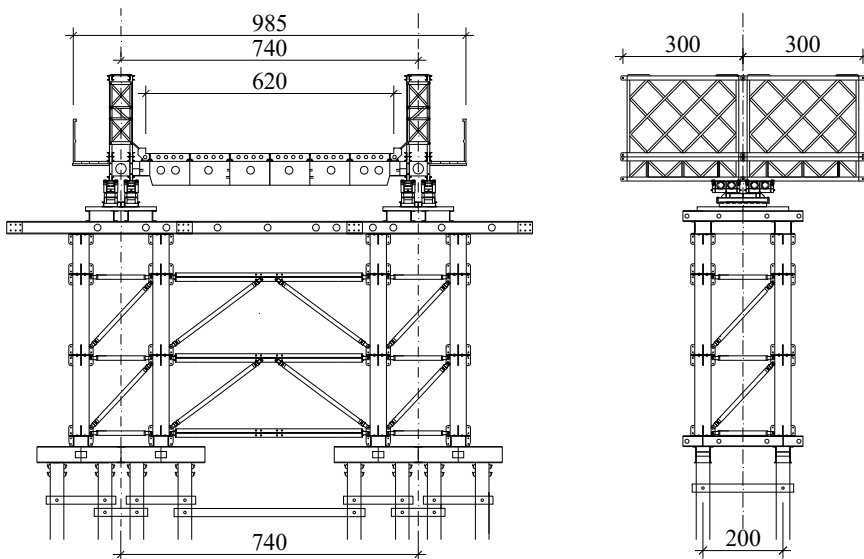
Dzięki zastosowaniu zmodyfikowanej konstrukcji podpór składanych (rys. 4) możliwa jest szybka budowa tymczasowych podpór pośrednich i skrajnych, a tym samym odbudowa podpór stałych. Modernizacja podpór składanych umożliwia szybką budowę mostów objazdowych w celu skierowania ruchu na przeprawę objazdową.

Zalety konstrukcji składanych rozszerzają możliwość zastosowania ich przy budowie mostów stałych. Duża nośność elementów składowych, szybki montaż oraz łatwość transportu prowadzą do oszczędności czasu i materiałów konstrukcyjnych.

Zmiany w projektowaniu doskonale widoczne są na podstawie ewolucji mostów składanych firmy Mabey & Johnson, która jest obecnie jedną z największych firm zajmujących się projektowaniem, produkcją, dostarczaniem i budową

konstrukcji składanych. Ich pozycja na rynku z pewnością ma przełożenie na asortyment jaki oferują, nie skupiają się tylko i wyłącznie na mostach strictly wojskowych, ale również na dostarczaniu systemów do budowy mostów drogowych, specjalnych konstrukcji przejazdowych dla ruchu ciężkiego, np. na placach budów, kładek dla pieszych czy podpór tymczasowych.

Według autora, powyższa problematyka ma obecnie szczególne znaczenie, kiedy program rozbudowy infrastruktury komunikacyjnej jest programem rządowym. W tej sytuacji, na szeroką skalę może być wykorzystywany sprzęt przeprawowo – mostowy będący w posiadaniu wojska. Należy ponadto dodać, że aktualnie istnieją tylko pojedyncze rozwiązania z tej dziedziny dotyczące konkretnych obiektów drogowych, brak jest natomiast ujęcia zbiorczego w tym obszarze. Uważam, że przedstawione powyżej propozycje modernizacji konstrukcji DMS-65 (rys.2.c i 4), pozwolą na adaptację tych wojskowych konstrukcji składanych do budowy mostów drogowych wygodnych dla potencjalnego użytkownika.



Rys. 4. Most DMS-65 w układzie podstawowym z przedłużoną belką poprzeczną [3]

Wymagania wojskowe stawiane mostom składanym specyfikuje norma obronna NO-54-A203 [1], częściowo uwzględniają one zastosowania cywilne, lecz mają inne priorytety. Reprezentatywne przykłady cywilnych zastosowań mostów składanych przedstawiono w pracach [2] i [3]. Szczególnie często konstrukcje składane wykorzystywano do odbudowy infrastruktury drogowej po ostatnich powodziach. Takie zastosowania były przedmiotem analizy w wielu pracach, w tym autora [4,5,6]. W dalszej części opracowania przedstawione są niektóre rozwiązania zastosowań konstrukcji składanych do budowy mostów

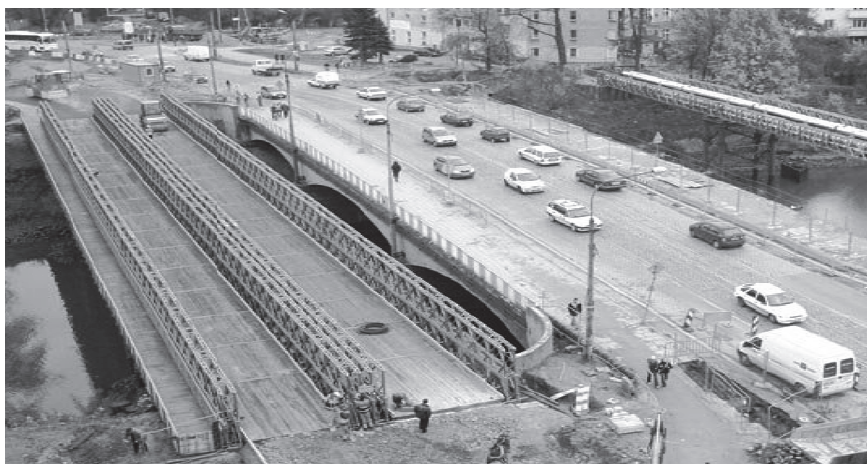
objazdowych we Wrocławiu, w Ślabomierzu i do montażu rusztowań przy budowie łukowego przęsła nurtowego mostu przez Wisłę w Puławach.

## 2. PRZYKŁADY MOSTÓW OBJAZDOWYCH

W przypadku awarii lub remontu mostu stałego ruch z reguły kieruje się na drogi objazdowe, najczęściej o dużo gorszych nawierzchniach, wydłużając trasę zasadniczą. Ponadto, przy dużym natężeniu ruchu w miastach, wytyczanie dodatkowych dróg objazdowych jest bardzo kłopotliwe. Dlatego też w takich sytuacjach celowa byłaby odbudowa doraźna w starej osi lub budowa równoległych mostów objazdowych z wykorzystaniem konstrukcji składanych, które zapewniają przeniesienie obciążeń klasy MLC 70 (Military Load Class), odpowiadające obciążeniu normowemu klasy C [3].

### 2.1. Objazd mostu Szczytnickiego we Wrocławiu

Przykładem zastosowania konstrukcji składanej w 2007 roku była budowa mostu objazdowego z konstrukcji MS 22-80 na placu Grunwaldzkim we Wrocławiu, na czas remontu Mostu Szczytnickiego (rys. 5).



Rys. 5. Budowa mostu objazdowego z konstrukcji MS 22-80 [7]

Most objazdowy długości 79,71 m i klasie obciążeń B, to trójprzęsłowa belka ciągła posadowiona na 4-ro palowych podporach rurowych (rys. 6).



Rys. 6. Widok mostu objazdowego z boku [7]

Dla zapewnienia jak najlepszych warunków pokonania przeszkody zbudowano konstrukcję w układzie dwujezdniowym, po jednym pasie dla każdego kierunku ruchu oraz dodatkowo zapewniono chodnik dla pieszych po jednej ze stron mostu. Tymczasowy most składany pełnił funkcję mostu objazdowego przez ponad rok czasu, kiedy w jego najbliższym otoczeniu odbudowywano zabytkowy, stary Most Szczytnicki.

## 2.2. Adaptacja kolejowo –drogowego mostu KD-66C

Wiele różnorodnych sytuacji i warunków spotykanych na sieci drogowej i kolejowej (szczególnie na skrzyżowaniach i węzłach) stwarza potrzebę remontu(rekonstrukcji lub modernizacji) istniejących obiektów inżynierskich i/lub szybkiej budowy objazdowych czy też dublujących mostów – wiaduktów, usytuowanych w ich pobliżu o odpowiednich parametrach nośności i szerokości jezdni, umożliwiających przywrócenie bądź zapewnienie ruchu na drodze. Przykładem tak uwarunkowanych potrzeb była realizacja inwestycji na drodze krajowej nr 50 w miejscowości Słabomierz (rys.7) [2].



Rys. 7. Wiadukt objazdowy z konstrukcji KD -66C w m. Słabomierz [2]

Dwa wiadukty objazdowe zaprojektowano i wykonano, a następnie rozebrano, jako jednokierunkowe, ustawione równolegle, każdy o długości 54 m, szerokości jezdni w każdym kierunku 3,5 m, pod obciążenie 500 kN i przy dopuszczalnej prędkości pojazdów ciężarowych na wiaduktach do 50 km/h. Modernizacja bądź adaptacja konstrukcji mostu KD-66C do różnych funkcji transportowo-gospodarczych sprowadza się do zaprojektowania i ukształtowania konstrukcji nawierzchni. Użycie KD-66C skraca czas budowy (montażu – demontażu) obiektu objazdowego co najmniej dwukrotnie obniża koszty budowy (odbudowy) w przypadku awarii, klęsk żywiołowych czy innych zagrożeń [2]. W 2008 roku elementy konstrukcyjne KD -66C wykorzystano do montażu rusztowań przy budowie łukowego przęsła nurtowego mostu w Puławach (rys.8).



Rys.8. Elementy KD – 66C wykorzystane jako podpory montażowe przy budowie przęsła łukowego mostu w Puławach [9]

### 2.3. Most technologiczny przez Odrę we Wrocławiu

W ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia budowany był most wantowy o łącznej długości 1742 m, którego dwa przęsła główne (po 256 m każde), podwieszane są na jednym pylonie. Biorąc pod uwagę ogrom prac związanych z budową mostu autostradowego, a szczególnie mostu głównego o długości 612 m i pylonu wysokości 122 m, podjęto decyzję o budowie tymczasowego mostu technologicznego o odpowiedniej nośności, który zapewniłby przejazd po nim ciężkiego sprzętu i środków transportowych do miejsca budowy tego ważnego obiektu. Przed projektantami i wykonawcami mostu tymczasowego postawiono trzy zasadnicze kryteria:

- nośność mostu musi zapewnić przejazd pojazdów o masie całkowitej 100 ton i nacisku 140kN/oś;
- krótki czas budowy mostu przez Odrę, który powinien być posadowiony możliwie blisko osi obiektu głównego;
- szybki i całkowity demontaż przeprawy tymczasowej w nakazanym terminie.

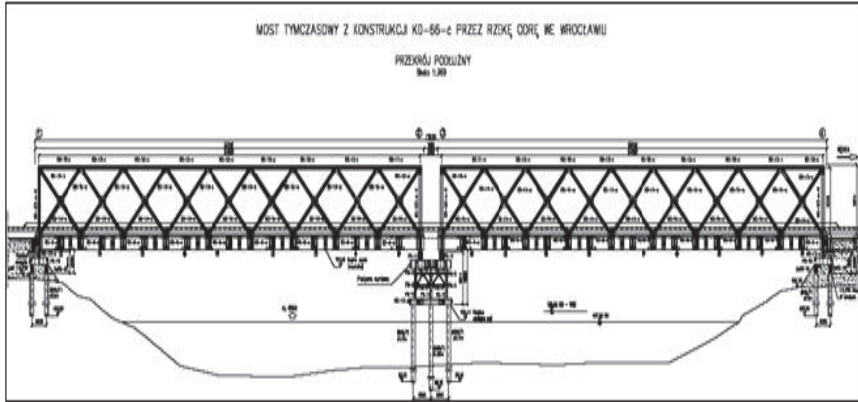
Przyjmując powyższe kryteria, za celowe uznano wykorzystanie konstrukcji składanej KD-66C, którą wcześniej zastosowano przy montażu przęsła łukowego o długości 212 m, mostu przez Wisłę w Puławach. W 2009 roku zbudowano



most technologiczny o długości 112,10 m, który składał się z dwóch wolnopodpartych przęseł po 54 m każde, opartych symetrycznie na trzyczęściowej podporze składanej SPS posadowionej na ruszcie palowym (rys. 9-10). Ze względu na zadanie, jakie miał spełniać ten most, posadowiony został w odległości 25 m od mostu głównego, równoległe do jego osi.



Rys. 9. Widok ogólny na most technologiczny z konstrukcji składanej KD-66C [8]



Rys. 10. Przekrój podłużny mostu technologicznego z konstrukcji składanej KD-66C [8]

### 3. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawione w artykule konstrukcje składane mogą być z dużym powodzeniem wykorzystywane do szybkiego pokonywania przeszkód wodnych, a także do budowy mostów (technologicznych) w ramach przebudowy (odbudowy) mostów stałych [2,3,4,6]. Należy przewidywać, że w najbliższych latach znaczna część wojskowego sprzętu przeprawowo-wojskowego (szczególnie



składane konstrukcje mostowe) zostanie przeznaczona do odtwarzania infrastruktury komunikacyjnej w różnych regionach kraju, siłami cywilnych przedsiębiorstw drogowo- mostowych

Zasoby konstrukcji składanych oraz ich uniwersalność, w połączeniu z nowymi projektami adaptacyjnymi i modernizacyjnymi, mogą w znacznym stopniu ułatwić i przyspieszyć wszelkie prace z zakresu powiększania i modernizacji infrastruktury kraju. Nowe przeznaczenie i stosowanie tego typu systemów pozwoli na:

- przeprowadzanie remontów istniejących obiektów mostowych bez wstrzymywania ruchu;
- szybkie odtworzenie przejezdności dróg w sytuacjach kryzysowych (na obszarach popowodziowych lub w innych przypadkach zniszczeń obiektów mostowych);
- budowę tanich mostów stałych dla gmin borykających się z problemami finansowymi;
- budowę wiaduktów tymczasowych, koniecznych do utrzymania ciągów komunikacyjnych na czas budowy autostrad;
- budowę tańszych mostów stałych, w których wykorzystuje się elementy z mostów składanych, zarówno jako podpory, rusztowania montażowe lub jako elementy konstrukcyjne (np. dźwigary) wbudowane na stałe w konstrukcję.

W założeniach projektowych należałoby preferować most łączący w sobie cechy:

- klasycznego mostu składanego (modułowe elementy o niewielkiej masie);
- zmechanizowanego mostu towarzyszącego (integralne urządzenia i mechanizmy do sprawnego montażu i układania konstrukcji nad przeszkodą przy małej liczbie zespołu obsługowego).

W zakresie rozwoju mostów składanych należy przewidywać:

- a) zwiększenie długości i nośności konstrukcji przęsłowych poprzez:
  - stosowanie nowych tworzyw o małym ciężarze właściwym i dużej wytrzymałości (stopy aluminium, kompozyty polimerowe);
  - przewóz dodatkowych przęseł na kołowych środkach transportu;
- b) skracanie czasu układania przęseł na przeszkodzie (automatyzacja procesów montażu i demontażu);
- c) łatwość transportu konstrukcji składanych (przęseł, integralnych podpór) w pakietach o wymiarach nieprzekraczających skrajni drogowej;
- d) możliwość kształtowania jezdni dla ruchu jedno i dwukierunkowego oraz zastosowania montażu ręcznego.

## LITERATURA

1. Norma Obronna NO-54-A203, 1998. Mosty składane. Wymagania.
2. Marszałek J., i inni, *Mosty składane. Projektowanie, budowa i eksploatacja*, WAT i GDDKiA, Warszawa 2005.

3. Szelka J., *Konstrukcje składane w mostownictwie*, Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, Warszawa 2010.
4. Szelka J., Kamyk Z., *Odbudowa obiektów drogowych zniszczonych w wyniku fali powodziowej za pomocą mostów wojskowych*, Referaty VIII Seminarium „Współczesne metody wzmacniania i przebudowy mostów”. Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Poznańskiej 9-10.06.98 r., s. 221–229.
5. Szelka J., *Obiektowy zapis wiedzy w systemach eksperckich wspomagających budowę mostów składanych*, Rozprawa habilitacyjna. WAT, Warszawa, 1999.
6. Szelka J., Duchaczek A., Wroński E., *Przydatność konstrukcji składanych do odbudowy/przebudowy mostów dolnośląskich*, Biuletyn Dolnośląski nr.4/2008 s.18–19.
7. Drogomost. Przedsiębiorstwo Budowy Mostów, Wrocław.
8. Budownictwo inżynieryjne APM Projekt, Warszawa.
9. <http://www.skyscrapercity.com>.

## **POSSIBLE APPLICATIONS OF FOLDABLE STRUCTURES IN BRIDGE ENGINEERING**

### **Summary**

Military foldable bridges, apart from usual military application, can be used in the peacetime to erect temporary bridges in crisis situations (e.g. flood or failures and crashes of bridges) and in a case of absolute necessity (repairs and reconstruction of road bridges). The foldable constructions are characterized by the limited service life compared with fixed structures, their advantage lies in the improvement of the traffic during the development of road infrastructure. In this situation the erection of a temporary detour or a separated intersection made of foldable structures improving the flow of the traffic and acting as a temporary measure allowing for the materials to be collected for fixed constructions. They meet normative requirements defined by economical procedures. The constructions do not require additional reinforcement as temporary bridges.

The paper describes some selected applications of collapsible constructions to erect temporary bridges in Wrocław. The presented structures (DMS-65, MS-54, MS 22-80, KD-66C) allow for quick and easy assembly of bridge spans and supports. In the conclusion are given the development perspectives of said constructions.