

Marian J. ŁOPATKA  
Jarosław ZELKOWSKI

## WYMAGANIA STAWIANE WSPÓŁCZESNYM MOSTOM WOJSKOWYM

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono podział funkcjonalny mostów wojskowych oraz sformułowano dla nich wymagania w zakresie nośności i rozpiętości przęsła mostowego. Dokonana analiza istniejących w Siłach Zbrojnych RP rozwiązań konstrukcyjnych mostów pozwoliła zdefiniować wytyczne dotyczące konieczności podjęcia prac badawczo-rozwojowych w zakresie sprzętu przeprawowo-mostowego, który zapewni efektywne pokonywanie przeszkód wodnych i terenowych.

**Słowa kluczowe:** wymagania, mosty wojskowe, wojskowa klasa nośności

### 1. PRZEZNACZENIE MOSTÓW WOJSKOWYCH

Dla zapewnienia odpowiedniej ruchliwości i mobilności wojsk niezbędne jest ich wyposażenie w mosty wojskowe. W zależności od przeznaczenia oraz miejsca w ugrupowaniu bojowym, można dokonać ich podziału na mosty szturmowe, mosty wsparcia i mosty komunikacyjne:

Mosty szturmowe (tzw. mosty pola walki) – służą do bezpośredniego wsparcia walczących pododdziałów pierwszorzutowych w strefie bezpośredniej styczności ogniowej z przeciwnikiem. Czas ich utrzymywania na jednej przeszkodzie wodnej lub terenowej jest krótki, tj. służą jedynie do zabezpieczenia przepływania się organicznych pododdziałów. Ze względu na możliwość oddziaływania przeciwnika (bezpośredni i pośredni ostrzał) czas ustawiania tych mostów na przeszkodzie nie powinien przekraczać 5 – 15 min. Umożliwia to jedynie ułożenie integralnych przęseł zwykle o konstrukcji blachownicowej o maksymalnej rozpiętości 20 – 25 m.

Mosty wsparcia – przeznaczone są do wykorzystania w pozostałej strefie taktycznej w celu zabezpieczenia wejścia do walki lub przemieszczania odwołów bądź też do zapewnienia prawidłowego funkcjonowania systemu zabezpieczenia logistycznego. Ze względu na możliwość pośredniego ostrzału przeciwnika oraz działania systemów rozpoznania wskazane jest, aby czas układania tych mostów nie przekraczał jednego dnia, a powinno dążyć się do jego minimalizacji. Są to mosty tymczasowe, których czas użytkowania zależy od powodzenia prowadzonych działań bojowych. W zależności od szerokości pokonywanej przeszkody posiadają one konstrukcje: mosty na podwoziu kołowym z integralnymi przęsłami blachownicowymi – szerokość do 20 - 25 m; mosty składane z przęsłami blachownicowymi lub kratownicowymi – szerokość 20 – 60 m; mosty składane z integralnymi podporami – szerokość 30 - 200 m; mosty pontonowe lub kombinowane – szerokość 40 – 300 m. W tej grupie przewidywane jest również wykorzystanie mostów niskowodnych.

Mosty komunikacyjne – pozostałe konstrukcje mostowe, przeznaczone do wykorzystania poza strefą działań taktycznych dla zapewnienia przejezdności szlaków komunikacyjnych służących do zabezpieczenia potrzeb wojsk oraz funkcjonowania struktur

gospodarczych kraju. Czas układania mostów komunikacyjnych może wynosić nawet kilka dni i obejmować budowę podpór. Charakter ich użytkowania jest z reguły półstały ze względu na przewidywane wysokie natężenie ruchu pojazdów. W zależności od szerokości pokonywanej przeszkody powinno wykorzystywać się następujące konstrukcje: mosty składane kratownicowe jednoprzęsłowe – szerokość do 40 m; mosty składane kratownicowe z podporami – szerokość do 300 m; mosty wysokowodne z elementów prefabrykowanych lub drewniane.

Poniżej (tab. 1) przedstawiono podział funkcjonalny mostów wraz z określeniem ogólnych wymagań operacyjnych.

Tabela 1. Podział funkcjonalny mostów wraz z podstawowymi wymaganiami

<b>PODZIAŁ FUNKCJONALNY MOSTÓW</b>			
<b>OGÓLNE WYMAGANIA</b>	<b>SZTURMOWE</b>	<b>WSPARCIA</b>	<b>KOMUNIKACYJNE</b>
Obszar wykorzystania	w ugrupowaniu pododdziałów pierwszorzutowych	w pozostałej strefie działań taktycznych	poza strefą działań taktycznych
Czas ustawienia	minuty	minuty / godziny	godziny / dni
Czas użytkowania	krótki	krótki / średni	długi
Styczność z przeciwnikiem	wysoce prawdopodobna	istnieje możliwość styczności	nie przewiduje się
Oddziaływanie przeciwnika	bezpośredni ostrzał z broni strzeleckiej i maszynowej oraz pośredni ostrzał z broni artyleryjskiej i moździerzowej	pośredni ostrzał z broni artyleryjskiej i moździerzowej	mało prawdopodobne

Reasumując, należy stwierdzić, że podstawowymi parametrami konstrukcyjnymi decydującym o przydatności mostów do pokonywania przeszkód wodnych i terenowych jest długość przęsła mostowego zdeterminowana szerokością występujących przeszkód oraz jego nośność ograniczająca dopuszczalną masę przejeżdżających po nim pojazdów.

## **2. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ROZPIĘTOŚCI PRZESŁA MOSTOWEGO**

Z analizy przeszkód wodnych występujących na środkowoeuropejskim pasie równin wynika, że występują one średnio co około 10 km i przy tempie marszu 40 - 50 km na dobę, wojska będą musiały pokonać od 4 do 5 przeszkód wodnych. Należy zaznaczyć, że rzeki o szerokościach do 50 m stanowią około 80% przeszkód wodnych występujących na tym obszarze działań bojowych [7]. Mosty wojskowe służą również do zapewnienia zdolności pokonywania innych przeszkód naturalnych. Z analizy liczby przeszkód naturalnych, spotykanych na środkowoeuropejskim terenie działań bojowych wynika, że około 90 % z nich są to przeszkody o szerokości do 20 m [9].

Z powyższych analiz wynika, że dysponowanie mostami szturmowymi i wsparcia o długości około 25 m umożliwi realizację szeregu przedsięwzięć, do których zaliczyć można m.in.:

- odbudowę zniszczonych i uszkodzonych obiektów mostowych;
- doraźną odbudowę zniszczonych dróg o nawierzchni utwardzonej (np. pokonywanie głębokich lejów zalanych wodą);
- pokonywanie wąskich przeszkód naturalnych (wąwozy, jary), wodnych (rzeki, kanały) oraz rowów przeciwczołgowych;
- pokonywanie wybudowanych przeszkód terenowych (np. rurociągi) oraz dużych różnic wysokości terenu (np. nasypy, skarpy);
- zapewnienie przejezdności przez wąskie obszary o wyraźnie zmniejszonej nośności gruntu (np. torfowiska, podmokłe doliny);
- zapewnienie przejezdności w przypadku zniszczenia wybudowanych urządzeń hydrotechnicznych (np. śluzy, zapory).

Oprócz wykorzystania militarnego mostów wsparcia lub szturmowych ważnym zagadnieniem jest użycie ich do utrzymania ciągłości szlaków komunikacyjnych w przypadku wystąpienia stanów klęski żywiołowej, a dotyczy ono przedsięwzięć technicznych realizowanych w Krajowym Systemie Ratownictwa Technicznego w zakresie doraźnego odtwarzania zniszczonej infrastruktury drogowo-mostowej. Użycie mobilnych mostów, a w szczególności mostów wsparcia i komunikacyjnych, jest zdeterminowane charakterem i zakresem zniszczeń infrastruktury komunikacyjnej wywołanych tym kataklizmem. Przykładowo na obszarze dawnego województwa wałbrzyskiego (obecnie południowej części województwa dolnośląskiego) – typowego dla terenów górskich, gęstość obiektów mostowych jest większa od średniej krajowej. W większości są to mosty jednoprzęsłowe o długości do 10 m, które stanowią około 73 % wszystkich obiektów, natomiast do 20 m aż 91 % [1].

Pokonywanie przeszkód wodnych i terenowych o szerokościach od 25 m do 50 m wymaga dysponowania mostami wsparcia lub komunikacyjnymi. W tym obszarze obserwowany jest dynamiczny rozwój zmechanizowanych mostów składanych. Zestawy te dzięki specjalnym układaczom umożliwiają ułożenie przęsła o rozpiętości 40 – 60 m w czasie od 1 do 2 godzin siłami zaledwie drużyny (6 – 8 żołnierzy). Natomiast przeszkody powyżej 50 m wymagają użycia mostów składanych z wykorzystaniem podpór pośrednich lub mostów pontonowych. Do budowy mostów wieloprzęsłowych mogą być wykorzystane podpory prefabrykowane (np. rurowe, skrzynkowe, wkręcane, pływające itp.) lub integralne (np. teleskopowe).

### 3. WYMAGANIA W ZAKRESIE NOŚNOŚCI MOSTÓW – SYSTEM MLC

Wojskową klasyfikację nośności mostów MLC (Military Load Classification) reguluje STANAG 2021. Oparta jest ona o wzorcowe obciążenia przęsła momentem gnącym oraz siłami poprzecznymi wywołanymi przez wzorcowe pojazdy kołowe i gąsienicowe. Zdefiniowano 16 wzorców pojazdów kołowych (W) oraz 16 gąsienicowych (T), klas MLC 4, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 i 150. Podstawą oznaczenia klasy, jest masa wzorcowego (hipotetycznego) pojazdu gąsienicowego wyrażona w tonach imperialnych (amerykańskich -  $1 t_{(USA)} = 2000 \text{ lbs} = 907,2 \text{ kg} = 0,907 \text{ t}$ ). W celu jednoznacznego określenia obciążenia przęsła, we wzorcu pojazdu gąsienicowego przyjęto: równomierny rozkład nacisków na podłoże (przęsło), na podstawie badań analitycznych zdefiniowano czynną

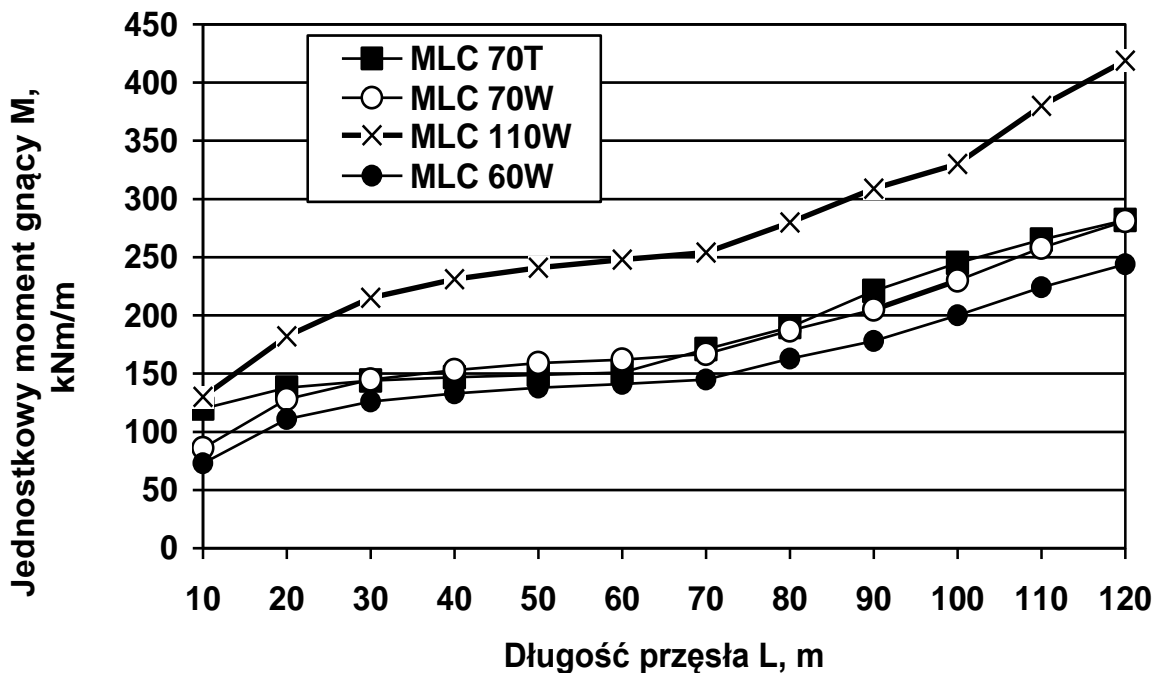
długość i szerokość gąsienicy oraz szerokość układu jezdnego, a ponadto założono, że pojazdy tego samego typu tworzą kolumnę, w której punkty styku z podłożem sąsiednich pojazdów są od siebie oddalone o 30,5 m (100 stóp) [4].

Przyjęte hipotetyczne parametry pojazdów gąsienicowych wykazują stosunkowo wysoką zgodność z rzeczywistymi pojazdami gąsienicowymi (tabela 2), które posiadają zwykle nieco dłuższe gąsienice i tym samym wywołują nieco mniejsze obciążenia. W efekcie, w przypadku pojazdów gąsienicowych określenie klasy MLC pojazdu poprzez tylko przeliczenie jednostek masy na tony imperialne jest obarczone stosunkowo małym błędem i może być wykorzystywane do szybkiej oceny niezbędnej nośności mostu (klasa nośności mostu powinna być wyższa lub równa klasie MLC pojazdu).

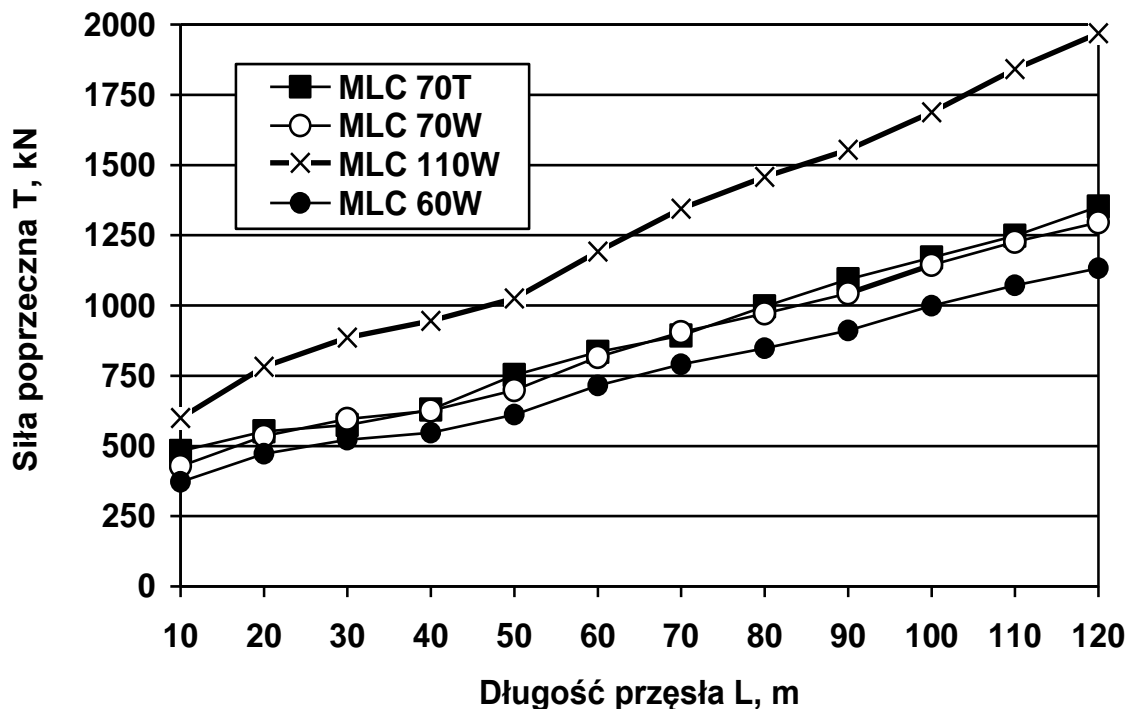
Tabela 2. Porównanie podstawowych parametrów wybranych pojazdów gąsienicowych

Pojazd	Masa pojazdu	Długość gąsienicy	Szerokość gąsienicy	Szerokość układu jezdnego
Wzorzec MLC 70(T)	70 t <sub>(USA)</sub> = 63,5 t	4,57 m	0,79 m	3,51 m
Abrams M1 A2	62,5 t	4,65 m	0,63 m	3,48 m
Wzorzec MLC 50(T)	50 t <sub>(USA)</sub> = 45,4 t	3,96 m	0,66 m	3,25 m
PT-91	45,3 t	4,27 m	0,60 m	3,37 m
Wzorzec MLC 30(T)	30 t <sub>(USA)</sub> = 27,2 t	3,35 m	0,46 m	2,54 m
Bradley M2A3	28 t	3,91 m	0,53 m	2,93 m

We wzorcu obciążenia pojazdami kołowymi, również założono odstęp między obciążeniami pochodzącymi od poszczególnych pojazdów wynoszący 30,5 m, jednak samo obciążenie zamodelowano siłami skupionymi, odzwierciedlającymi oddziaływanie poszczególnych osi pojazdu. Dla każdej z 16 klas nośności opracowano oddzielny wzorzec pojazdu, w którym zdefiniowano szerokość układu jezdnego oraz obciążenia poszczególnych osi i odległości między osiami dobrane w taki sposób, aby wywoływały porównywalne do pojazdów gąsienicowych momenty gnące i siły poprzeczne (rys.1 i rys.2). Z uwagi na większą długość układów jezdnych pojazdów kołowych od układów jezdnych pojazdów gąsienicowych i rozproszenie obciążenia na dłuższym odcinku przęsła, dla uzyskania porównywalnych momentów gnących i sił poprzecznych, niezbędne było przyjęcie większych od klasy MLC W wartości masy pojazdów kołowych. Przykładowo, we wspomnianej klasie MLC 70 wzorcowy pojazd gąsienicowy charakteryzuje się masą 70 t<sub>(USA)</sub>= 63,5 t, natomiast kołowy masą  $m = 80,5$  t<sub>(USA)</sub>= 73,0 t oraz obciążeniem rozłożonym na długości  $l = 10,97$  m (36 stóp) [4], przy czym maksymalne obciążenie osi przekracza 19 t. Dobrane w ten sposób parametry techniczne wzorcowych pojazdów kołowych zdecydowanie odbiegają od parametrów rzeczywistych pojazdów kołowych dopuszczonych do ruchu po drogach publicznych. Regulacje prawne ograniczają, bowiem obciążenie pojedynczej osi do 11,5 t, obciążenie osi systemu tandem do 8 t, masę całkowitą do 44 t (transport kontenerów) oraz umożliwiają budowę standardowych zestawów o rozstawie osi sięgających 13 - 15 m. W efekcie rzeczywiste pojazdy kołowe charakteryzują się bardziej równomiernym rozłożeniem obciążenia i wywołują mniejsze obciążenia momentem gnącym i siłami poprzecznymi. Ich masa nie stanowi, zatem jednoznacznego wskaźnika pozwalającego oszacować klasę MLC pojazdu.



Rys.1. Charakterystyki wybranych wzorcowych jednostkowych momentów gnących (maksymalnych momentów gnących wywołanych pojazdami wzorcowymi, odniesionych do długości przęsła) [6]



Rys.2. Wybrane charakterystyki wzorcowych sił poprzecznych wywołanych zdefiniowanymi pojazdami wzorcowymi [6]

Zgodnie ze STANAG 2021, jednoznaczne określenie klasy MLC pojazdu wymaga wyznaczenia charakterystyk momentów gnących i sił poprzecznych pochodzących od kolumny badanych pojazdów (z zachowaniem odstępów 30,5 m) znajdujących się na przęśle o długości 91,5 m (300 stóp) i porównania ich wykresami wzorcowymi. Klasę MLC określa się dla najbardziej niekorzystnego punktu charakterystyki metodą interpolacji, a następnie koryguje jej wartość w przypadku niezgodności z wzorcem rozkładu obciążeń w poprzek przęsła.

Posługując się tą metodą określono, że zestaw niskopodwoziowy składający się z ciągnika Tatra 816 i 4-osiowej naczepy Goldhofer, przewożący czołg klasy MLC 70 – o masie całkowitej 101 t (przenoszonej przez 8 osi na długości 17,6 m) wywołuje na krótkich przęsłach (20 m) obciążenia odpowiadające klasie MLC 88 W, natomiast na długich – MLC 95 W [8]. Podobną klasę (MLC 96 W) posiada amerykański zestaw do transportu czołgów HETS (masa z ładunkiem  $115 t_{(USA)} = 104,4 t$ , 9 osi, obciążenie rozłożone na długości 19,2 m). Standardowe ciężkie pojazdy szosowe, takie jak ciągniki z naczepami typu TIR, zestawy samozaładowcze PLS/DROPS, pojazdy do przewozu kontenerów ISO itp., nie przekraczają klasy MLC 35 W [8].

Wykorzystując przedstawioną metodę do analizy obciążeń w przypadku holowania pojazdów (odstęp obciążeń 4 m – hol sztywny) stwierdzono, że na krótkich przęsłach (10 m) obciążenie efektywne stanowi ok. 160% klasy MLC pojedynczego pojazdu, natomiast na długich przęsłach stanowi ok. 190% klasy MLC pojedynczego pojazdu [6].

Z przedstawionej analizy wynika, że zabezpieczenie linii komunikacyjnych (transport zaopatrzenia) wymaga dysponowania mostami o nośności MLC 35 W – i mogą one być konstrukcjami kolejinowymi. Nośność ta (równoważna z MLC 35 T) jest wystarczająca do zabezpieczenia ruchu jednostek zmechanizowanych nieposiadających ciężkiego sprzętu pancernego. Zdecydowanie wyższe wymagania stawiają obecnie jednostki pancerne wymagające dla zapewnienia ruchu czołgów mostów o nośności MLC 70 T. W przypadku ich przewozu transportem samochodowym na naczepach niskopodwoziowych, mosty powinny posiadać klasę min. MLC 96 W i posiadać dla niego wypełnienia międzykoleinowe (dopuszczalna niższa nośność wypełnienia). Najwyższe wymagania w zakresie nośności przęseł mostowych wynikają z zapewnienia możliwości holowania czołgów klasy MLC 70. Krótkie przęsła (do 10 m) powinny wówczas dysponować nośnością rzędu MLC 110 T, natomiast długie charakteryzować się klasą MLC 130 T.

Określenie klasy pojazdów poruszających się po moście nie jest jednak jednoznaczne z wyznaczeniem obliczeniowych obciążeń przęsła. Niezbędne jest uwzględnienie współczynnika bezpieczeństwa oraz współczynnika obciążeń dynamicznych, które multiplikują (zwiększają) obciążenia obliczeniowe. Zgodnie ze STANAG-iem 2021, powinny być one przyjęte na podstawie regulacji krajowych.

Polskie procedury projektowania mostów [5] przewidują, że normatywny współczynnik bezpieczeństwa dla normalnego obciążenia taborem samochodowym wynosi  $X_b = 1,5$ , ale w przypadku określania dopuszczalnych sporadycznych obciążeń przęseł (tzw. przejazdów konwojowanych) dopuszczalne jest jego obniżenie do wartości  $X_b = 1,15$ . Współczynnik obciążenia dynamicznego natomiast określony jest zależnością :

$$X_d = 1,35 - 0,005 L \quad (1)$$

gdzie : L – długość przęsła [m]. Oznacza to, że współczynnik obciążeń dynamicznych dla ruchu pojazdów z normalnymi prędkościami, przy długości przęsła 20 m wynosi  $X_d = 1,25$  natomiast dla przęsła o długości 40 m wynosi  $X_d = 1,15$ . Dla prędkości przejazdowych nie przekraczających 10 km/h dopuszcza się jednak pominięcie obciążeń dynamicznych.

Sformułowane wymagania w zakresie przewidywanej charakterystyki obciążeń eksploatacyjnych mają zatem olbrzymi wpływ na kształtowanie konstrukcji mostu i jej wytrzymałość. W zależności od przyjętych wymagań, obciążenia obliczeniowe mogą być od 15% (sporadyczne obciążenia konwojowane – niska prędkość przejazdu) do nawet 100% (relatywnie krótkie przęsło, duże obciążenie pojazdami o nominalnej klasie MLC, poruszającymi się z dużą prędkością) wyższe od obciążeń wzorcowych. Przykładowo przyjmując, że przęsło ma długość 40 m i często poruszają się po nim kolumny pojazdów klasy MLC 70 T z prędkościami rzędu 30 km/h, jednostkowy obliczeniowy moment zginający powinien wynosić:

$$M_g^*_{(OBL)} = M_g^*_{MLC\ 70(T)} \cdot X_b \cdot X_d = 147 \text{ kNm/m} \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 254 \text{ kNm/m} \quad (2)$$

Odpowiada to statycznemu obciążeniu klasy MLC 125 T, konwojowanemu (z prędkością poniżej 10 km/h), przejazdowi pojazdu klasy MLC 105 W z wymaganym 15-procentowym zapasem bezpieczeństwa oraz incydentalnym przejazdom pojazdu klasy MLC 90 W z normalnymi prędkościami. Przyjmując, że największymi incydentalnie przejeżdżającymi pojazdami będą wolno poruszające się zestawy niskopodwoziowe klasy MLC 96 W, maksymalne obciążenia obliczeniowe będą odpowiadać statycznym obciążeniom klasy MLC 110 W – rys.1 i 2. Wówczas incydentalne szybkie przejazdy pojazdów klasy MLC 70 T będą posiadały 37-procentowy zapas bezpieczeństwa. Alternatywne przyjęcie standardowych wymagań (normalne obciążenie taborem samochodowym) dla przejazdów pojazdami klasy MLC 96 W, wymaga przenoszenia przez przęsło obciążeń statycznych odpowiadających klasie MLC 165 W. Wytrzymałość konstrukcji musi być zatem o 50% większa w stosunku do pierwotnych założeń, co zasadniczo wpływa na dopuszczalne rozwiązania przęsła, wymiary i masę konstrukcji oraz jej podatność transportową.

Ostateczne sformułowanie wymagań w zakresie obciążeń eksploatacyjnych powinno być zatem poprzedzone szczegółową analizą ich wpływu na obliczeniowe momenty gnące, siły poprzeczne, stateczność poprzeczną przęsła oraz masę i podatność transportową mostu.

Przyjęte wymagania mają również ogromny wpływ na możliwości zwiększenia rozpiętości przęsła przy obniżeniu ich nośności. Jest to niezwykle istotny problem z punktu widzenia odtworzenia i utrzymania linii komunikacyjnych, na których dominuje ruch pojazdów nieprzekraczających klasy MLC 35 W. Zakładając wysoką wartość współczynników bezpieczeństwa oraz nadwyżek dynamicznych, obciążenia obliczeniowe dla takich aplikacji powinny kształtować się na poziomie MLC 60 W. Jest to jednak bardzo wysokie wymaganie, ponieważ wydłużenie przęsła zwiększa jego masę własną, smukłość oraz wyężnienie węzłów konstrukcyjnych i powinno być zweryfikowane na drodze badań analitycznych.

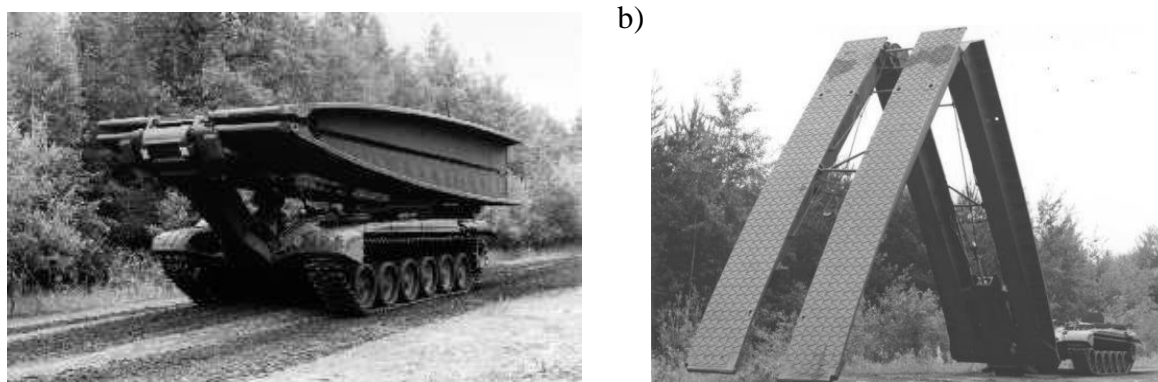
Należy zwrócić uwagę, że we wszystkich obliczeniach realizowanych zgodnie ze STANAG-iem 2021, przyjmowana odległość między obciążeniami wywoływanymi przez kolejne pojazdy przekracza 30 m. Mniejsze odstępstwa między pojazdami mogą znacząco zwiększyć obciążenie mostu.

#### 4. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

Z grupy mostów szturmowych Siły Zbrojne RP wykorzystywały mosty nożycowe BLG-67 zbudowane na bazie czołgu T-55. Posiadały one koleinowe przęsło o rozpiętości 20 m, szerokości 3,25 m i nośności 50 t (MLC 55 T). Konstrukcja mostu pozwalała na pokonanie przeszkód terenowych o szerokości do 19 m z użyciem jednego przęsła, do 36 m z użyciem dwóch przęsła, a nawet 52 m, gdy wykorzystywane są trzy przęsła. Urządzenie przeprawy złożonej odbywa się kosztem zmniejszenia jej nośności do 40 t (MLC 45 T). Most ten był

kilkakrotnie modernizowany. W Polsce opracowano wariant mostu PMC-90 na podwoziu czołgu T-72, w którym zwiększono szerokość przęsła do 3,59 m [2,3]. Ze względu na zbyt małą nośność (niezbędna MLC 70 T) i szerokość (pożądana minimum 4 m), mosty te nie spełniają współczesnych wymagań.

Po wycofaniu SMT-1, które posiadały przęsło kratownicowe o nośności dla pojazdów gąsienicowych 40 t oraz dla pojazdów kołowych 11 t (obciążenie osi), umożliwiające pokonywanie przeszkód o szerokości 6 – 10 m [2], SZ RP nie posiadają mostu wsparcia do pokonywania wąskich (do 20 m) przeszkód wodnych i terenowych. Istnieje potrzeba opracowania tego typu konstrukcji, spełniającej wymagania współczesnego pola walki.



**Rys.3. Most PMC-90:**

a – w położeniu transportowym; b – podczas rozkładania

Oprócz wspomnianych konstrukcji na wyposażeniu SZ RP znajduje się drogowy most składany DMS-65, za pomocą którego można budować mosty jedno (o rozpiętościach przęseł od 3 m do 45 m) oraz wieloprzęsłowe. Konstrukcja przęsła o szerokości 4,2 m (lub z jezdnią usytuowaną do góry 6 m) umożliwia poruszanie się po nich pojazdów gąsienicowych o masie 60 t, natomiast kołowych o masie 30 t [3]. Mosty te, ze względu na wysoką pracochłonność, powinny być wykorzystywane poza strefą działań taktycznych do zabezpieczenia szlaków komunikacyjnych. Natomiast wojska operacyjne powinny dysponować zmechanizowanym mostem składanym o rozpiętości 40 – 60 m.

Siły Zbrojne RP dysponują ponadto parkiem pontonowym PP-64 umożliwiającym budowę mostów pontonowych typu wstęga pojedyncza, mieszana i podwójna oraz promów przewozowych o nośności do 80 t. Park ten umożliwia organizowanie przepraw na przeszkodach wodnych o prędkości prądu - dla przepraw mostowych - do 2,5 m/s dla obciążeń 40 t (dla prędkości prądu 1,25 m/s dla obciążeń 50 t), natomiast dla przepraw promowych do 3,0 m/s dla obciążeń 40 t (dla prędkości prądu 1,25 m/s dla obciążeń 50 t) [3].

## 5. PODSUMOWANIE

Obecnie użytkowane w SZ RP mosty wojskowe, w zakresie nośności i szerokości przęseł, nie odpowiadają aktualnym potrzebom wynikającym z wprowadzenia nowego sprzętu (np. czołgów Leopard) oraz interoperacyjności. Z tych względów niezbędne jest opracowanie nowego mostu szturmowego posiadającego przęsło o nośności MLC 70 T i szerokości powyżej 4 m.

Istotnym zagadnieniem jest także opracowanie nowego mostu wsparcia na podwoziu kołowym, który będzie posiadał przęsło mostowe o w/w parametrach umożliwiające pokonywanie przeszkód o szerokości 20 - 25 m, służącego do zabezpieczenia działań



w strefie taktycznej bez bezpośredniej styczności z przeciwnikiem. Taka konstrukcja, wprowadzona na wyposażenie batalionów ratownictwa inżynieryjnego, może ponadto znaleźć szerokie zastosowanie w sytuacjach doraźnego odtwarzania zniszczonej infrastruktury drogowo – mostowej.

Wykorzystanie istniejących mostów DMS-65, wymagających dużego zaangażowania sił i środków do ich przemieszczania a następnie układania, powinno być ograniczone do zastosowań komunikacyjnych. Natomiast wsparcie działań bojowych wymaga wprowadzenia zmechanizowanych mostów składanych z przęsłem o nośności MLC 70 T (MLC 96 W) i długości minimum 40 m. Wskazana jest możliwość zwiększenia ich rozpiętości do około 60 m przy obniżonej nośności do MLC 35 W.

Wprowadzenie efektywnego systemu zapewniania mobilności wojskom w zakresie pokonywania przeszkód wodnych wymagać także będzie w najbliższym okresie podjęcia prac dotyczących modernizacji istniejącego parku pontonowego PP-64 bądź opracowania nowej konstrukcji mostów pontonowych, które umożliwią przejazd z prędkością do 20 – 30 km/h pojazdów wywołujących obciążenie MLC 70 T (MLC 96 W). Wskazane jest, aby możliwe było ich ustawianie przy prędkości nurtu powyżej 3 m/s.

Reasumując, można stwierdzić następujące tendencje rozwojowe w zakresie systemu zapewnienia pokonywania przeszkód wodnych i terenowych:

- minimalizacja czasu budowy mostów i zaangażowania sił i środków;
- dążenie do zapewnienia wysokiego stopnia interoperacyjności systemów;
- możliwość budowy mostów kombinowanych;
- możliwość wydłużania przęseł przy obniżeniu klasy nośności.

Ponadto na podstawie analizy potrzeb w zakresie technicznego przykrycia przeszkód wodnych i terenowych, jakie wystąpiły w ostatnich konfliktach zbrojnych, stwierdzono rosnącą rolę mostów klasy MLC 35 W (MLC 35 T) w zakresie zabezpieczenia wysokiej mobilności sił wydzielonych do wielonarodowych zgrupowań sojuszniczych w ramach operacji reagowania kryzysowego oraz poprawy funkcjonowania infrastruktury komunikacyjnej.

Potencjalne obszary wykorzystania operacyjnego mostów wskazują na rosnące znaczenie ich podatności transportowej. Szczególnie widoczne jest dążenie do wykorzystania uniwersalnych środków transportu do przewozu elementów tych mostów. Należy zaznaczyć, że nowoczesne systemy mostowe powinny być przystosowane do transportu drogowego, kolejowego i lotniczego bez przekraczania standardów ładunkowych. Ponadto wskazane jest przy tym wykorzystanie tylko integralnych systemów załadunkowo-rozładunkowych.

## 6. LITERATURA

- [1] Ciszewski T., Kamyk Z, Mańko Z.: Zniszczenie dróg i obiektów mostowych w Kotlinie Kłodzkiej w wyniku fali powodziowej, Inżynieria i Budownictwo nr 1/1998, s. 17-19.
- [2] Garstka J.: Mosty zmechanizowane dla wojsk lądowych, Nowa Technika Wojskowa nr 10/2003, s. 50-54.
- [3] Kawka W., Ślemp W.: Informator sprzętu inżynieryjnego wojsk własnych. AON, Warszawa 1999.
- [4] NATO STANAG 2021. Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles.
- [5] PN-85/S-10030: Obiekty mostowe. Obciążenia.

- [6] Rymsza J.: Analiza naukowo-techniczna wojskowej klasyfikacji obiektów mostowych promów i tratw oraz pojazdów według umowy standaryzacyjnej NATO STANAG 2021. Studia i materiały. Zeszyt 58. Instytut Badawczy Dróg i Mostów. Warszawa 2007.
- [7] Skrzyp J.: Wojskowo-geograficzna charakterystyka państw Europy Środkowej. AON, Warszawa 1994.
- [8] Sprawozdanie z pracy badawczej: Opracowanie i dobór parametrów systemu mostów towarzyszących na podwoziu kołowym i gąsienicowym. WAT, Warszawa 2006.
- [9] Wiechnio T.: Minerstwo i pokonywanie zapór - cz II Maszyny i urządzenia do budowy oraz pokonywania zapór inżynieryjnych. WAT, Warszawa 1987.

## REQUIREMENTS FOR CONTEMPORARY MILITARY BRIDGES

**Abstract:** In the paper authors presented functional structures of military bridges and formulated requirements for length and capacity of bridge span. There were executed analysis of Polish existing constructional solutions in military bridges was enable to define requirements to start necessities R&D works related with cross-bridging equipments. Those equipments will provide effective crossing water and terrain obstacles.

Recenzent: dr inż. Zbigniew KAMYK