

Badania Numeryczne Wytrzymałości Złącza Mostu Kasetowego z Odwzorowaniem Stanowiska do Prób Eksperymentalnych

Wiesław Krasoń^{1,a)} and Arkadiusz Popławski^{1,b)}

¹*Military University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering,
Department of Mechanics and Applied Computer Sciences*

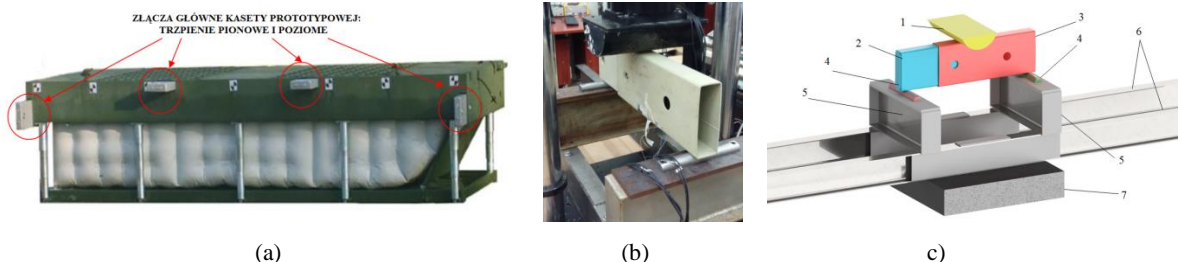
^{a)}*Corresponding author: wieslaw.krason@wat.edu.pl*

^{b)}*arkadiusz.poplawski@wat.edu.pl*

WSTĘP

Mosty pływające stanowią grupę konstrukcji specjalnych o dużej mobilności, wykorzystywanych najczęściej przez wojsko do budowania przepraw doraźnych w warunkach bojowych. Mosty takie zestawiane są z identycznych modułów łączonych w obiekty pływające o dowolnej konfiguracji. Ważną rolę w działaniu mostów pływających odgrywa zatem system złączy. Złącza główne, zabudowane najczęściej na burtach pojedynczych segmentów umożliwiają ich szybkie łączenie we wstęgi mostów. Złącza takie powinny zapewniać dużą wytrzymałość a także odpowiednie parametry eksploatacyjne tak zestawionej konstrukcji mostu. Ze względu na oryginalność zamków zastosowanych do łączenia kaset systemu o zmiennej wyporności oraz ich ważną rolę w budowie obiektów pływających konieczne jest wykonanie gruntownych badań tego typu rozwiązań konstrukcyjnych, nie stosowanych dotychczas w obiektach przeprawowych.

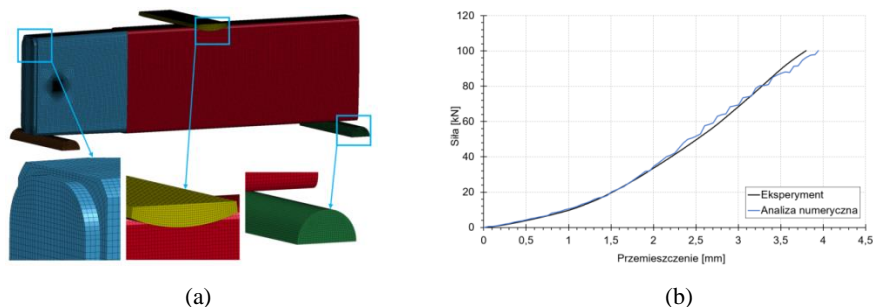
Przedmiotem badań prezentowanych w pracy jest złącze główne prototypowej kasety pływającej. Badanie wytrzymałości złączy w warunkach obciążeń eksploatacyjnych kompletnego mostu jest mocno utrudnione (złącza te najczęściej są zanurzone w wodzie), kosztowne i praktycznie niemożliwe do wykonania ze względu na bezpieczeństwo załogi i sprzętu. Dlatego w pracy omawiana jest metodyka badawcza i wybrane wyniki badań prototypowego złącza głównego wydzielonego z kasety mostu rys. 1b. Złącza takie składają się z ruchomego trzpienia i tulei o przekroju zamkniętym. Trzpień złącza blokowany w obudowie jednej kasety wsuwany jest w tuleję kolejnej kasety dołączanej do wstęgi. Tego typu połączenia mogą pracować jako złącza główne (zamontowane pionowo w burtach kasety) i złącza dodatkowe (działające poziomo w jezdni kasety) -rys. 1a. W obu ww. przypadkach złącza te transformują obciążenia pomiędzy sąsiednimi kasetami głównie w procesie zginania. W związku z tym, na bazie maszyny wytrzymałościowej zbudowano stanowisko do zginania trójpunktowego wydzielonego złącza. Wykonano badania laboratoryjne, w których wyznaczono krzywe 'siła-przemieszczenie' dla złącza w różnych ustawieniach, zamocowaniach i konfiguracjach konstrukcyjnych. W celu wyznaczenia odkształceń w wybranych punktach ściany zewnętrznej tulei złącza we wszystkich wykonanych próbach obciążeniowych zastosowano metodę tensometrii elektrozrezystancyjnej. Badania laboratoryjne wykonywano z zastosowaniem obciążeń w zakresie określonym na bazie wstępnych analiz numerycznych wytrzymałości złącza z zastosowaniem uproszczonych liniowych modeli MES, wykonanych przy założeniu, że podzespoły złącza pracują wyłącznie w zakresie odkształceń sprężystych. W ten sposób zapewniono powtarzalność kształtu i warunków brzegowych podzespołów badanego złącza i możliwość wykonania różnych wariantów badań testowych z zastosowaniem jednego egzemplarza testowego wydzielonego złącza (Rys. 1b). W niniejszej pracy omówiono modele geometryczne i numeryczne MES stanowiska do badań trójpunktowego zginania wydzielonego złącza w ustawieniu pionowym wraz z wybranymi aspektami badań numerycznych wytrzymałości wydzielonego złącza.



Rysunek 1. System złączy w kasce prototypowej i złącze do badań: a). Widok złączy głównych burtowych w ustawieniu pionowym i w ustawieniu poziomym - w jezdni kasety, b). Wydzielone złącze w ustawieniu pionowym, przygotowane do badań zginania trójpunktowego na maszynie wytrzymałościowej, c) model geometryczny 3D złącza z elementami stanowiska

MODEL MES I WYBRANE ASPEKTY BADAŃ NUMERYCZNYCH ZŁĄCZA

Model geometryczny 3D wydzielonego złącza opracowano na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej kasety. Uwzględniono w nim ukompletowanie stanowiska do badania zginania trójpunktowego złącza na maszynie wytrzymałościowej. Model geometryczny stanowiska badawczego z ustawionym złączem pokazano na Rys. 1c. Przedstawiono w nim podstawowe podzespoły stanowiska do badań na zginanie: 1-stempel maszynowy wytrzymałościowej, 2 - trzpień badanego złącza, 3 - tuleja-gniazdo złącza, 4 - półwałek, 5 - ruchoma podstawa, 6 - dwuteownik, 7 - podstawa maszyny wytrzymałościowej. W omawianym modelu geometrycznym pominięto drobne detale np. łączniki śrubowe. W modelu rozważanej wersji złącza pominięto także śrubę ustalającą położenie trzpienia względem tulei gniazda. Na bazie modelu geometrycznego opracowano model numeryczny MES wydzielonego złącza i wybranych elementów stanowiska. Odzworowano w nim trzpień i tuleję gniazda, fragment stempla obciążającego oraz półwałki podpierające podzespoły złącza (Rys. 2a). Gniazdo złącza (3 na rys. 1c) modelowano za pomocą czterowęzłowych elementów powłokowych. W modelowaniu grubościennego trzpienia (2 na rys. 1c) złącza, fragmentu stempla (1 na rys. 1c) oraz półwałków (4 na rys. 1c) użyto ośmiowęzłowych elementów bryłowych. Więzy zewnętrzne zamodelowano na dolnych ścianach półwałków odwzorowując ich podparcie na szynach i podporach stanowiska zabudowanego na maszynie wytrzymałościowej (rys. 1b i 1c). W modelu MES odwzorowano również zjawiska kontaktowe pomiędzy współdziałającymi częściami stanowiska do badania zginania trójpunktowego. W badaniach uwzględniono także zjawisko tarcia. Przyjęto sprężysto-plastyczny model materiału, w którym zależność naprężenia od odkształcenia zdefiniowano w postaci krzywej określonej eksperymentalnie dla stali konstrukcyjnej 18G2A. Zastosowano wymuszenie kinematyczne. Jego wartość maksymalna odpowiada wielkości przemieszczenia stempla maszyny wytrzymałościowej określonego w próbie stanowiskowej. Analizy numeryczne MES złącza na stanowisku wykonano przy wykorzystaniu kodu obliczeniowego Ls-Dyna. Wykonano analizę porównawczą wytrzymałości złącza testowanego na stanowisku laboratoryjnym i badanego z zastosowaniem symulacji MES. Porównano strzałki ugięcia złącza zginanego. Na Rys. 2b przedstawiono zestawienie krzywych 'Siła-Przemieszczenie' złącza wyznaczonych eksperymentalnie na stanowisku do zginania trójpunktowego (rys. 1b) i obliczonych w modelu MES (rys. 2a). Największe różnice względne występują w końcowej fazie procesu obciążania złącza. Różnice względne w zakresie siły rejestrowanej na stemple maszyny wytrzymałościowej i wyznaczonej numerycznie nie przekraczają 5%.



Rysunek 2. Model 3D i wyniki: a). Model MES złącza i wybranych podzespołów stanowiska z zaznaczonymi strefami kontaktu, b). Wykresy 'Siła-Przemieszczenie' wyznaczone eksperymentalnie na stanowisku do zginania trójpunktowego i w modelu MES