

Analiza techniczno-ekonomiczna rozwiązań rewitalizacyjnych zabytkowego mostu w Tczewie

Dr inż. Adam Kristowski, mgr inż. Agata Siemaszko
Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

Most drogowy w Tczewie to zabytkowa budowla powstała w latach 1851-1857. Stanowi część przeprawy drogowej przez rzekę Wisłę, położonej w ciągu drogi wojewódzkiej Nowy Dwór Gdański – Lisewo – Tczew. W 2004 r. obiekt wpisano w rejestr programu „Międzynarodowy Zabytek Inżynierii Budowlanej” Amerykańskiego Towarzystwa Inżynierów Budownictwa (*American Society of Civil Engineers: ASCE*). Most w Tczewie w chwili oddania do użytku stanowił obiekt o największej roz-

piętości przęseł w Europie. Autorem koncepcji był Carl Lentze, autorem obliczeń statycznych i rozwiązań konstrukcyjnych był Rudolf Eduard Schinz, a projektantem portali i wież – Friedrich August Stüler [1, 5] (rys. 1) [6].

Pierwotny ustrój nośny mostu w Tczewie stanowiły trzy dwuprzęsłowe kratownice o pasach głównych równoległych i gęstym wykratowaniu. Rozpiętość przęseł wynosiła około 130 m, a całkowita długość mostu 785,28 m. W skład obiektu wchodziła para przyczółków mostowych, na których zbudowano bramy wjazdowe zdobione płaskorzeźbami oraz pięć masywnych filarów, każdy wzbogacony o wspianiałe wieże.

Ze względu na burzliwą historię mostu ustrój nośny w obecnej formie stanowi dwanaście przęseł o zróżnicowanej konstrukcji. I tak przęsło nr 1 to swobodnie podparta konstrukcja belkowa wybudowana w 1961 r. (4 dźwigary stalowe ze współpracującą żelbetową płytą pomostu). Przęsła nr 2 i 3 stanowią konstrukcję angielskiego mostu typu ESTB z jazdą dołem (kratownice o pasach równoległych typu X). Przęsła nr 4, 5 i 6 – zachowana z 1857 r. nitowa konstrukcja z kraty wielokrotnej Lentzego (dźwigar kratowy ukształtowany na podobieństwo blachownicy).

Przęsła nr 7 ÷ 9 – swobodnie podparte kratownice z jazdą górą wybudowane w latach 1946-1947 (dźwigary główne to nitowane kratownice typu W). Przęsła nr 10 ÷ 12 pochodzą z 1912 r., są to swobodnie podparte kratownice nitowane, o pasach równoległych z jazdą dołem [5]. Niestety z pierwotnych rozwiązań architektonicznych nie zachowała się brama posadowiona na przyczółku zachodnim, przetrwały natomiast cztery filary mostowe z dwiema parami neogotyckich wież (rys. 2). Są one kompozycyjnie związane z żelazną konstrukcją kratową, zachowaną przy przęsłach.

PROPOZYCJE TECHNOLOGII WYKONANIA REKONSTRUKCJI BRAM WJAZDOWYCH NA MOST

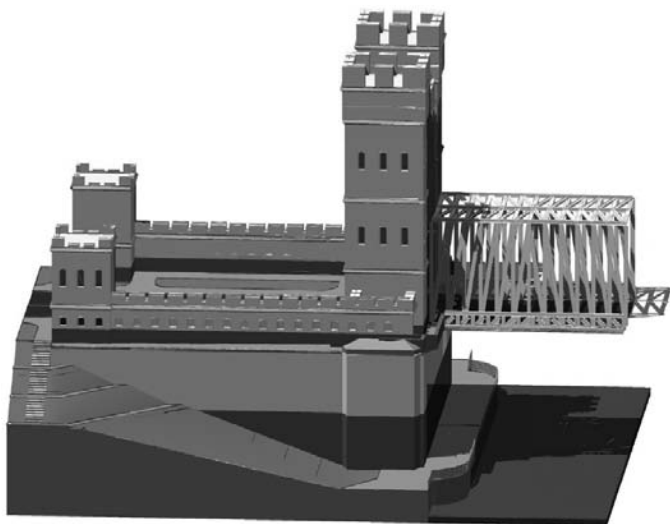
W celu wyboru możliwości rewitalizacyjnych zabytkowego mostu w Tczewie autorzy do potrzeb publikacji wybrali propozycję rekonstrukcji bram portalowych wjazdowych na most. W konstrukcjach tych można wydzielić następujące elementy:



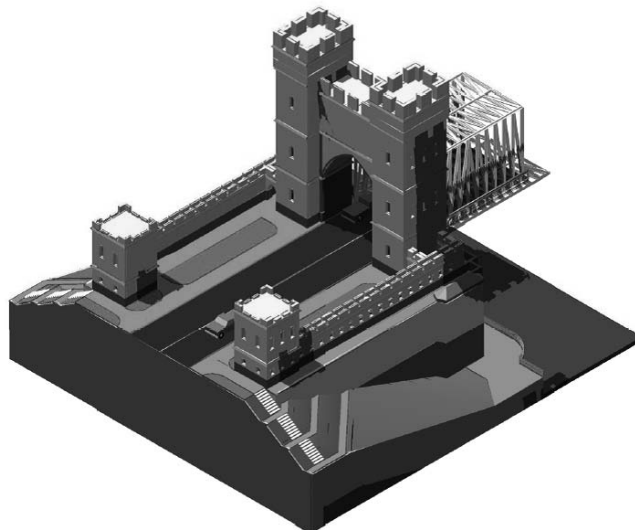
Rys. 1. Projekt mostu na rysunku Carla Lentze [6]



Rys. 2. Widok na zachowane wieżyczki (fotografia własna)



Rys. 3. Wizualizacja bramy portalowej na most w Tczewie (wykonana w programie Revit)



Propozycja druga

Wykonanie elementów nośnych z betonu zbrojonego. Aby uzyskać efekt wizualny bramy podobny do oryginału, elewacje wież i przyczółka pokryto by płytkami klinkierowymi.

Propozycja trzecia

Rozwiązanie trzecie znacznie odbiega od rozwiązań zbliżonych do oryginału, ponieważ ze względu na możliwość minimalizacji kosztów nie występuje w nim konstrukcja podziemna, czyli kazamaty. Proponuje się wykorzystać filar pierwszego przęsła mostu, który za pomocą kotew proponuje się połączyć z nowo budowanym fundamentem, dodatkowo zastosować grunt zbrojony geosyntetykami. Konstrukcja nośna wież analogicznie jak w rozwiązaniu drugim.

CHARAKTERYSTYKA PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ REWITALIZACYJNYCH MOSTU

Zestawienie proponowanych trzech rozwiązań układu konstrukcji bram portalowych przedstawiono w tabl. 1. Rozwiązanie pierwsze jest zgodne z pierwotnymi założeniami przyjętymi do realizacji tej części mostu podczas jego budowy w XIX wieku, pozostałe dwa rozwiązania zawierają proponowane przez autorów zmiany konstrukcyjne, ale takie, które nie zmieniają walorów architektonicznych. W celu dokonania analizy kosztów proponowanych rozwiązań autorzy wykonali kalkulacje kosztorysowe proponowanych rozwiązań w programie Norma PRO. W rozwiązaniu pierwszym, największe koszty generują materiały budowlane (porównaj rys. 5).

Prawie 20% całkowitej ceny stanowi robocizna, natomiast najmniej, bo zaledwie niecały 1%, to praca sprzętu. Wynika to z konieczności realizowania robót w pierwotnej technologii. Całość inwestycji w tym rozwiązaniu szacuje się na ponad 4,6 miliona złotych. W rozwiązaniu drugim największe koszty to koszt materiałów budowlanych – cegła budowlana, beton z kruszywa



Rys. 4. Fotografia przedstawia stan obecny wjazdu na most, gdzie pierwotnie znajdowały się bramy portalowe (fotografia własna)

w części podziemnej – fundamenty oraz kazamaty pełniące funkcje obronne, a w części nadziemnej dwa budynki wartownicze, mury zewnętrzne, ozdobna masywna brama i niewielki odcinek drogi prowadzącej na most (porównaj rys. 3, 4). W celu poszukiwania rozwiązań możliwych do praktycznej realizacji proponuje się przeanalizować trzy propozycje technologiczne przeprowadzenia rewitalizacji. Rozwiązania te różnią się między sobą zarówno wiernością odtworzenia elementów bramy, materiałami, jak i technologiami ich wykonania, zachowując pierwotne walory architektoniczne.

Propozycja pierwsza

Podstawowym materiałem użytym do budowy obiektów zespołu bramnego w tym rozwiązaniu jest cegła ceramiczna. Zastosowana była do wymurowania ścian i słupów podziemnych, ścian nadziemnych wewnętrznych i zewnętrznych oraz sklepień, łuków i murów fortyfikacyjnych.

Tabl. 1. Porównanie poszczególnych rozwiązań konstrukcyjnych

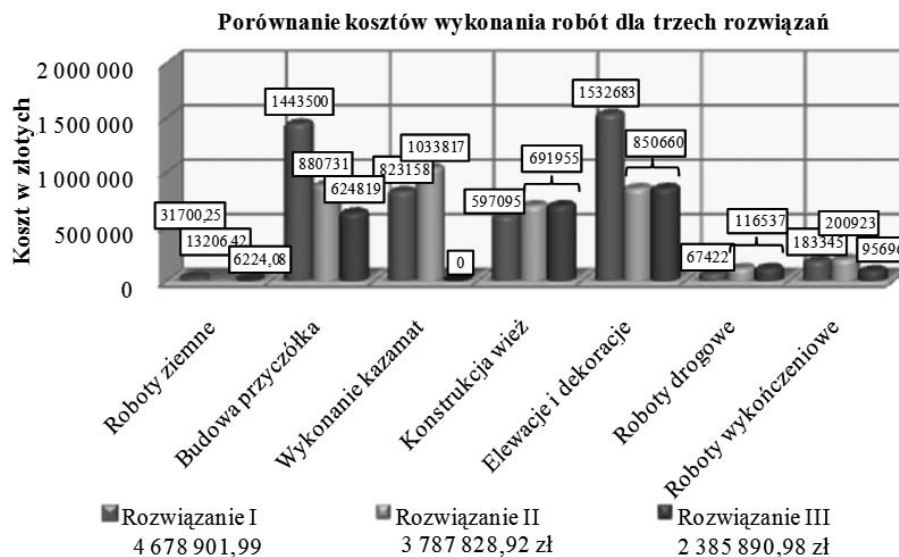
Lp.	Element konstrukcji	Rozwiązanie I	Rozwiązanie II	Rozwiązanie III	Jednostka miary
1.0 Fundamenty					
1.1	ławy fundamentowe	ceglane	żelbetowe	żelbetowe	[m³]
1.2	stopy fundamentowe	ceglane	żelbetowe	żelbetowe	[m³]
1.3	słupy	ceglane	pale żelbetowe	–	[m³]
1.4	grunt zasypowy	bazalt i granit	piasek i żwir	grunt zbrojony	[m³]
1.5	ściany przyczółków	ceglane	żelbetowe	żelbetowe	[m³]
1.6	izolacja pozioma i pionowa	papa asfaltowa	przeciwwodne i przeciwwilgo- ciowe, bitumiczne	przeciwwodne i przeciwwilgo- ciowe, bitumiczne	[m²]
1.7	elewacja przyczółków	bloki z piaskowca i cegła licówka (klinkierowa)	bloki z piaskowca i cegła licówka (klinkierowa)	bloki z piaskowca i cegła licówka (klinkierowa)	[m²]
2.0 Wieże i mur					
2.1	posadzki na gruncie	posadzki kamienne grubości 15 cm	plyty podposadzkowe żelbetowe	plyty podposadzkowe żelbetowe	[m³]
2.2	ściany konstrukcyjne	cegła ceramiczna	monolityczne żelbetowe	monolityczne żelbetowe	[m³], [m²]
2.3	schody	drewniane zabiegowe	żelbetowe zabiegowe	żelbetowe zabiegowe	[szt.], [m²]
2.4	stropy	drewniane	monolityczne	monolityczne	[m³]
2.5	wykończenie podłóg	podłoga z desek	posadzki z płytek klinkierowych	posadzki z płytek klinkierowych	[m²]
2.6	okładziny schodów	plyty z piaskowca	plytki gresowe	plytki gresowe	[m²]
2.7	sufity	–	tynki sufitowe	tynki sufitowe	[m²]
2.8	konstrukcja dachu	krokwiowo-stożkowa	dach z płyt żelbetowych korytkowych	dach z płyt żelbetowych korytkowych	[m²]
2.9	pokrycie dachu	papa asfaltowa na deskowaniu	lepik asfaltowy na gorąco + 2 × papa z folią aluminiową	lepik asfaltowy na gorąco + 2 × papa z folią aluminiową	[m²]
2.10	elewacja wewnętrzna wież	–	licowanie plytkami klinkierowymi	licowanie plytkami klinkierowymi	[m²]
2.11	elewacja zewnętrzna wież	licowanie plytkami klinkierowymi			[m²]
2.12	elementy dekoracyjne	cokoły granitowe, gzymsowania oraz zwieńczenia wykonane z piaskowca oraz cegły ceramicznej profilowanej			[m]
3.0 Droga wjazdowa					
3.1	podbudowa na jezdniach	żużel wielkopiecowy i grunt stabilizowany cementem	kruszywo łamane i grunt stabilizowany cementem	kruszywo łamane i grunt stabilizowany cementem	[m²]
3.2	podbudowa na chodnikach				[m²]
3.3	nawierzchnia drogowa	brukowa	asfaltowa	asfaltowa	[m²]
3.4	chodniki	z płyt kamiennych	z płyt betonowych	z płyt betonowych	[m²]

naturalnego i stal zbrojeniowa. Wzrosła ilość pracy sprzętu. Jest to spowodowane przede wszystkim wykorzystaniem pali wielkośrednicowych do rekonstrukcji przyczółka. Koszty robocizny spadły o blisko 200 tys. zł. Całość inwestycji oszacowano na 3,8 mln. zł. W porównaniu do wariantu pierwszego jest to różnica o prawie 900 tys. zł. W rozwiązaniu trzecim ceny materiałów użytych do odbudowy obiektu stanowią 56,6% ogółu kosztów tego rozwiązania.

Ze względu na to, że robocizna stanowi znaczny procent kosztów planowanych robót, autorzy wykonali harmonogramy rzeczowo-finansowe dla wybranych metod rekonstrukcji bramy wjazdowej. Dzięki graficznemu przedstawieniu wzajemnych

powiązań i czasu trwania poszczególnych prac, możliwe jest dokonanie analizy poszczególnych grup robót w wybranym wariantcie, ustalenie i porównanie realnych terminów ich zakończenia oraz ocena przepływów finansowych na poszczególnych etapach.

W przygotowaniu harmonogramów posłużono się metodą kolejnego wykonania. Odpowiadający tej metodzie cykl realizacji budowy jest najdłuższy w porównaniu do cyklu uzyskanego przy zastosowaniu innych metod organizacji budowy, jednak technologicznie uzasadniony [2]. Do wykonania harmonogramów autorzy wykorzystali program komputerowy Microsoft Project.



Rys. 5. Porównanie kosztów wykonania robót dla proponowanych trzech rozwiązań

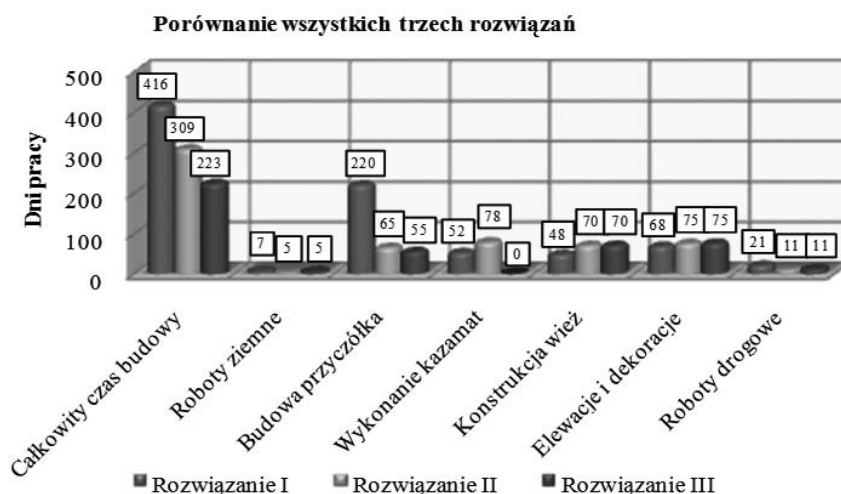
Z wykonanych harmonogramów wynika, że rozwiązanie pierwsze zajmuje najwięcej czasu, bo aż 416 dni, z czego 51,2% to czas budowy fundamentów przyczółka. Najmniej czasu pochłaniają roboty w rozwiązaniu trzecim (223 dni), wariant ten ma najmniejszą wartość odtworzeniową co do wewnętrznej konstrukcji bram, gdyż nie występuje w nim budowa części podziemnej – kazamat, które w rozwiązaniu pierwszym zajmują 52 dni, co stanowi 12,1% wszystkich prac, a w rozwiązaniu drugim zajmują 78 dni, co stanowi 24,5% ogółu robót.

WNIOSKI

Analiza prac remontowych i budowlanych prowadzonych po 1945 r. na moście w Tczewie pozwala stwierdzić, że prace te były ukierunkowane głównie na przywrócenie przejeźdnosci przez most i miały one charakter doraźny. Za każdym razem brakowało środków finansowych na przywrócenie stanu pierwotnego. Układ „notorycznej prowizorki” spowodował, że most całkowicie zamknięto, zarówno dla ruchu samochodowego, jak i pieszego. Korzystających z niego ludzi skazuje na wyłączenie

korzystanie z transportu kolejowego. W ostatnim okresie pojawiły się zapowiedzi i próby odtworzenia tego obiektu, także z pomocą właściwego ministerstwa do spraw budownictwa. Udało się przywrócić do stanu pierwotnego wieżę na jednym z przęseł. Obecnie trwają prace w organach samorządowych zarządcy obiektu przygotowujące dokumentację do tego przedsięwzięcia. Dopiero po tym i po uzgodnieniach resortowych będzie określona wartość pomocy finansowej z budżetu. Pytanie, na ile to wystarczy, czy nie będą to kolejne działania doraźne. Zdaniem autorów niezbędne są rozwiązania kompleksowe, a pozyskanie środków finansowych odgrywa tu kluczową rolę [4]. Propozycje autorów wychodzą temu naprzeciw, rozpatrując możliwość pozyskania środków finansowych z programów funduszy europejskich, np. „Ochrona i zachowanie dziedzictwa kulturowego o znaczeniu ponadregionalnym w Programie Infrastruktura i Środowisko” [7].

Nowoczesne technologie proponowane do przeprowadzenia rekonstrukcji bramy portalowej mostu w Tczewie występujące w drugim i trzecim rozwiązaniu stwarzają możliwość obniżenia kosztów budowy, polepszenia jakości robót i zastąpienia ciężkiej pracy ludzi pracą maszyn, co mogłoby ułatwić kompleksowe



Rys. 6. Porównanie czasów budowy trzech rozwiązań rekonstrukcyjnych

wą odbudowę mostu. Różnice w kosztach płynące z zaprezentowanych trzech odmiennych wariantów rekonstrukcyjnych są dobrze dostrzegane, rozwiązanie trzecie jest najtańsze (rys. 6).

Kształtowanie się różnic w kosztach między rozwiązaniami dla poszczególnych etapów budowy przedstawia się następująco:

- w robotach ziemnych i budowie konstrukcji nośnej przyczółka najwyższe są koszty w wariantie pierwszym, gdyż istnieje tam konieczność wykonania największych wykopów pod budowę obiektu, najniższe koszty są w wariantie trzecim, ponieważ wykorzystano w nim fundamenty istniejącego przyczółka,
- odtworzenie kazamat kosztuje najmniej w wariantie pierwszym, ze względu na to, że wykończenie ścian i sklepień pozostawiono w surowej cegle, a posadzki w kamieniu,
- konstrukcja wież jest droższa w rozwiązaniu drugim i trzecim, założono w tych dwóch rozwiązaniach wykonanie schodów, stropów i dachów żelbetowych, a nie drewnianych, jak to ma miejsce w rozwiązaniu pierwszym,
- elewacje oraz detale architektoniczne pochłaniają więcej środków finansowych w rozwiązaniu pierwszym, gdyż użyto w nim cegłę klinkierową pełną, zaś w pozostałych rozwiązaniach cegłę licówkę.

Mechanizacja procesów budowlanych w rozwiązaniu drugim i trzecim daje możliwość skrócenia cyklu realizacji odbudowy obiektu, polepszenia jakości robót, obniżenia kosztów wykonania oraz zastąpienia ciężkiej pracy fizycznej człowieka pracą maszyn [3]. Wielkość tych efektów zależy w znacznej mierze nie tylko od stopnia zmechanizowania wykonywanych prac budowlanych, lecz również od przyjętej formy mechanizacji.

Wydaje się, że w obecnym okresie mamy możliwość przywrócenia do dawnej świetności wiele obiektów o znaczeniu historycznym dzięki korzystaniu z funduszy UE. W tym kierunku kierują się też zabiegi autorów, aby poprzez działania rewitalizacyjne jeden z takich obiektów, jakim jest most w Tczewie,

odzyskał pierwotną świetność. Sądzymy, że jest szansa, jakiej we wcześniejszym okresie nie było. Czy ją wykorzystamy, okaże się niebawem.

Starania o dofinansowanie muszą być oparte na koncepcji wykorzystania mostu po jego rewitalizacji. Przedmiotem zainteresowania autorów jest rekonstrukcja w tym przypadku zespołu bramnego od strony Tczewa, autorzy optują za wykorzystaniem go, jako muzeum historii mostu oraz regionu, co spowoduje zachowanie wspólnego dziedzictwa kultury europejskiej dla przyszłych pokoleń w duchu zasad rozwoju zrównoważonego. Jest to z pewnością obiekt zabytkowy mogący przyciągnąć turystów. Poniesione nakłady na prace konserwatorskie będą inwestycją, która odpowiednio prowadzona zwróci się. Po rewitalizacji most mógłby spełniać rolę „ogniwa” na drodze turystycznej łączącej Gdańsk z Malborkiem, miastami, których walorów turystycznych chyba nie trzeba podkreślać.

LITERATURA

1. Cywiński Z. Międzynarodowe wyróżnienie amerykańskiego towarzystwa inżynierów budownictwa dla historycznego mostu w Tczewie. *Drogi i mosty* nr 1/2005, 5-14.
2. Jaworski K. M.: *Podstawy organizacji budowy*. PWN, Warszawa 2004.
3. Kristowski A.: Ekonomiczne aspekty zastosowania wybranych technologii montażu w budownictwie transportowym. *Logistyka* nr 2/ 2010.
4. Kristowski A.: Koncepcja modelu procesu eksploatacji obiektów budowlanych, *Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej, Budownictwo Lądowe*, 2007, nr 61, 193-201.
5. Malinowski M., Żółtowski K.: Drogowy most „Lisewski” przez rzekę Wisłę w Tczewie. 150 lat eksploatacji. *Inżynieria i Budownictwo* nr 6/2001, 329-334.
6. *Zabytkowy Most Tczewski. Konteksty* pod red. W. J. Affelta. Wyd. Bernardinum, 2009.
7. <http://www.funduszeuropejskie.gov.pl>.