

MOST CŁOWY W SZCZECINIE – AWARIA, KTÓRA PRZESĄDZIŁA O PRZYSZŁOŚCI KONSTRUKCJI SPRĘŻONEJ

KRZYSZTOF ŻÓŁTOWSKI, e-mail: zoltowk@pg.gda.pl

MIKOŁAJ BINCZYK

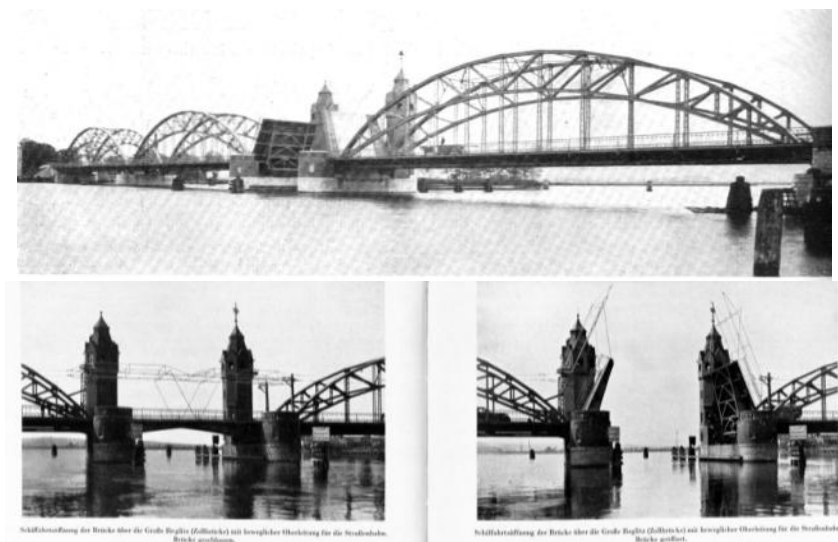
Politechnika Gdańska

Streszczenie: W referacie przedstawiono historię budowy i eksploatacji Mostu Cłowego w Szczecinie. W okresie 56 lat eksploatacji obiektu wykonano szereg ekspertyz, napraw i remontów. Ostatecznie most został zamknięty z powodu poważnej awarii stalowych kabli sprężenia zewnętrznego. Przedstawione zostały główne przyczyny degradacji obiektu i awarii. Opisano również obliczenia statyczne i wytrzymałościowe wykonane do koncepcji rozbiórki prześseł mostu.

Słowa kluczowe: betonowe przęsło sprężone, awaria, korozja cięgien sprężających, ocena nośności.

1. Most Cłowy – rys historyczny

Historia Mostu Cłowego (niem. Zollbrücke, Grosse Reglitz Brücke) w Szczecinie sięga średniowiecza [1, 2]. Wybudowano go na początku XIV wieku, aby wraz z mostami na Odrze, Parnicy i Małej Regalicy stanowił połączenie Szczecina z Dąbiem i resztą Pomorza, w tzw. ciągu komunikacyjnym „Kamiennej Grobli”. W tym miejscu pobierano cło od przepływających statków (istniała komora celna).



Rys. 1. Most Cłowy (encyklopedia.szczecin.pl, berlin.bahninfo.de/stettin_hist.htm)

W latach 1909–1911 roku miasto wybudowało nowy most niskowodny, zwodzony o długości 195 metrów (rys. 1). Most Cłowy zaprojektował radca budowlany Benduh, który też sprawował nadzór nad budową. Wykonanie robót budowlanych powierzono inż. Balgowi,

a opracowanie architektoniczne Wihelmowi Mayerowi. Przy budowie mostu pracowały takie firmy jak: Beuchelt&Co z Zielonej Góry, Kühne ze Szczecina i Gollnow&Sohn też ze Szczecina. W 1927 roku oddano do użytku lotnisko, a 17 czerwca tego roku uruchomiono linię tramwajową. Trasa linii tramwaju wiodła przez 4 mosty tj.: Długi (Hansabrücke) na Odrze, Portowy (Parnitzbrücke) na Parnicy, most na Regaliczce (Kleine Reglitzbrücke – obecnie ten most nie istnieje) i most Cłowy (Zollbrücke) na Regalicy, gdzie kończyła swój bieg.

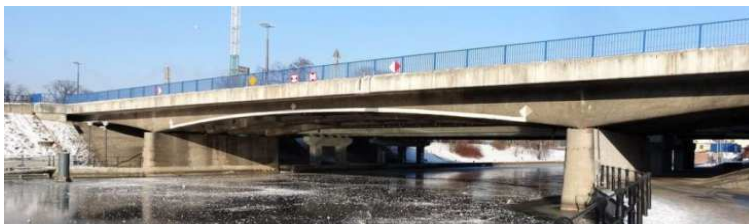
Przęsła mostu Cłowego zostały zniszczone w czasie działań wojennych. Pozostały przyczółki i filary, które później wykorzystano przy budowie nowej przeprawy.

W roku 1947 w sąsiedztwie zniszczonego mostu została zbudowana tymczasowa przeprawa z przęslami systemu Bailey’a na podporach drewnianych (rys. 2).



Rys. 2 Most z przęslami systemu Bailey’a. Obok początek budowy nowego mostu

Ze względu na ograniczenia w użytkowaniu mostu tymczasowego i trudności związane z zimowym utrzymaniem (coroczne zalodzenie rzeki) władze miasta postanowiły zbudować most stały z wykorzystaniem podpór mostu zniszczonego w czasie wojny. Projekt opracowało Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego w Gdańsku [3]. Zespołem projektantów kierował inż. Maksymilian Wolff. Wstępnie rozważano konstrukcję stalową. Jednak w związku z uchwałą Prezydium Rządu zalecającą stosowanie w budownictwie betonów sprężonych opracowano kolejną koncepcję o konstrukcji kłobetonowej. W 1955 r. biuro projektowe przystąpiło do opracowania projektu techniczno-roboczego mostu. Było to zadanie pionierskie. Betonowe konstrukcje sprężone były znane wcześniej, ale pierwsze udane realizacje pojawiły się w Europie po II wojnie światowej. W tym czasie postęp w technice sprężania spowodowany był zastosowaniem cięgien (lin) sprężających o wytrzymałości ~ 1650 MPa. Projektanci z BPBK Gdańsk (Maksymilian Wolff i Henryk Żółtowski) mieli już za sobą udane realizacje mostów sprężonych. W roku 1954 oddano do użytku dwa mosty przez rzekę Brdę w Bydgoszczy (rys. 3). W obu obiektach zastosowano system sprężenia Baur-Leonharda. Mosty zostały poddane w latach 90 tych doprężeniu i nadal służą miastu.

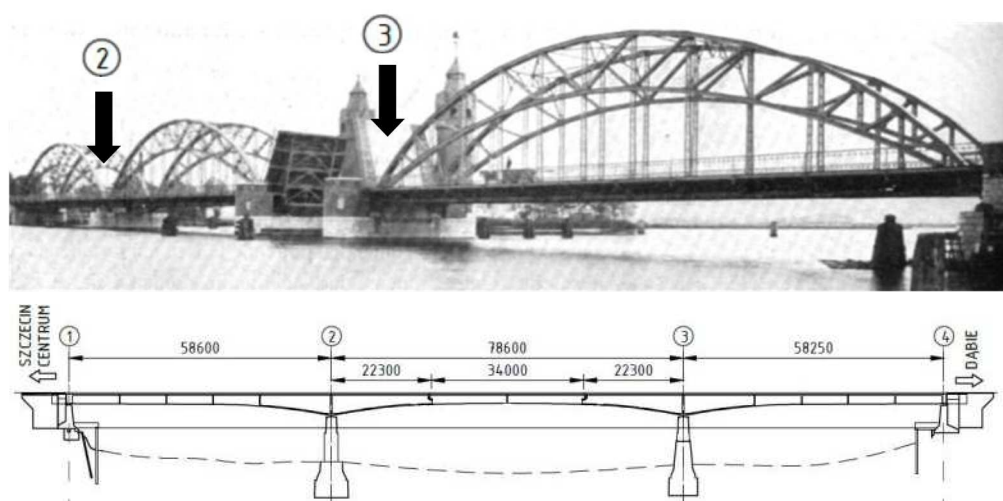


Rys. 3. Most Portowy przez rzekę Brdę w Bydgoszczy

W obu obiektach zastosowano system sprężenia Baur-Leonharda. Mosty zostały poddane w latach 90 tych doprężeniu i nadal służą miastu.

2. Konstrukcja przeprawy

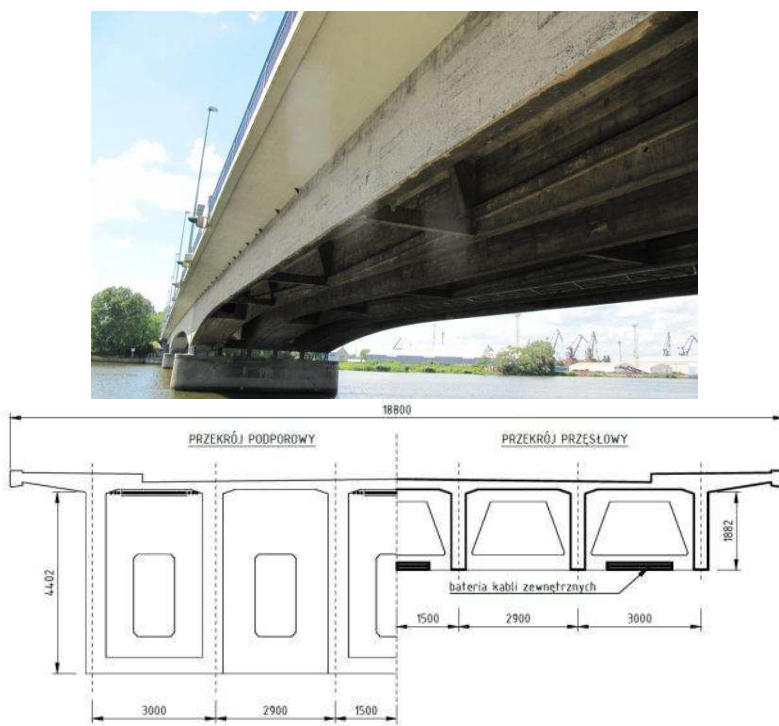
Przyczółki i filary Mostu Cłowego wykonano jako żelbetowe. Korpusy przyczółków oparto częściowo na starych podporach i nowych fundamentach posadowionych na palach prefabrykowanych. Filary wykonano techniką kesonową na fundamentach starych filarów. Układem statycznym mostu jest trójprzęsłowa belka gerberowska (rys. 4). W przekroju poprzecznym konstrukcję nośną stanowi kablobetonowy ustrój płytowo-żebrowy. Przęsła skrajne (wschodnie i zachodnie) wykonano jako swobodnie podparte ze wspornikami do zawieszenia przęsła środkowego. Rozpiętość przęsła wschodniego wynosi 58,25 m, a zachodniego 58,60 m, natomiast wysięgi wsporników 22,30 m.



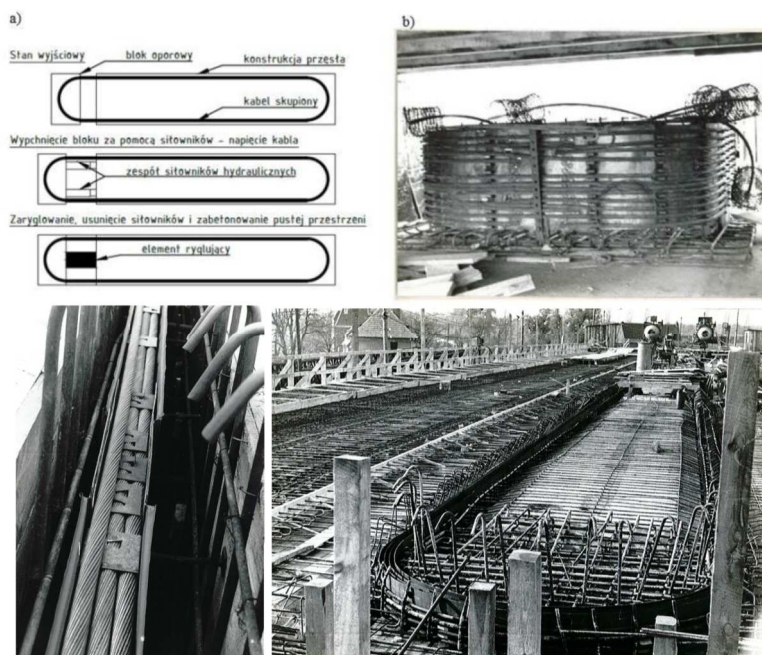
Rys. 4. Widok starego Mostu Cłowego z oznaczeniem filarów wykorzystanych w nowym projekcie. Poniżej schemat układu przęseł i podpór nowego mostu

Przęsła skrajne składają się z trzech zasadniczych pasm po dwa dźwigary w każdym pasmie (łącznie 6 dźwigarów w przekroju poprzecznym – rys. 5). Każde pasmo zostało sprężone 24 kablami 37 ϕ 5 mm metodą Baur–Leonhardta (rys. 6). System ten polega na ułożeniu wszystkich kabli obwodowo w postaci skompaktowanego pakietu. Zakotwienia realizowano jako rozproszone w betonowych blokach kotwiących na obu końcach przęsła. Sprężenie wprowadzono przez rozparcie ruchomego bloku kotwiącego i przęsła. Wszystkie kable były napinane jednocześnie. Fakt ten stał się prawdopodobnie jedną z przyczyn pierwszej awarii.

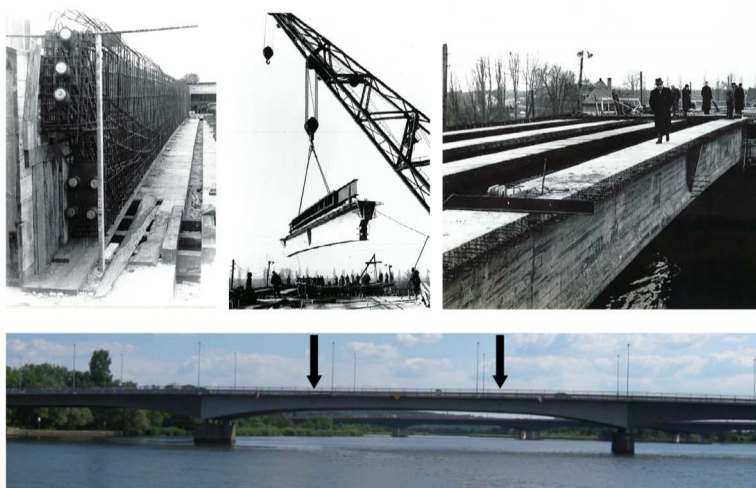
W części nadpodporowej i wspornikowej płyta pomostu została sprężona dodatkowymi kablami pojedynczymi, a dźwigary w każdym pasmie połączono płytą dolną o grubości 16 cm. Tworzą w ten sposób zamknięty, monolityczny przekrój skrzynkowy (łącznie trzy skrzynki w przekroju poprzecznym). Belki główne przęseł są zmiennej wysokości od 2,295 m w przegubach, przez 4,72 m nad filarami do 2,07 m na przyczółkach. Poprzecznice przęsłowe ukształtowano jako ramowe w rozstawie 10,46 m. Poprzecznice skrajne (na przyczółkach) są masywne i stanowią jednocześnie bloki oporowe dla naciągu kabli wykonanego metodą Baur-Leonhardta.



Rys. 5. Widok na konstrukcję od spodu. Przekrój poprzeczny przęsła zachodniego



Rys. 6. Sprężanie metodą Baur-Leonhardta [4], a) poszczególne etapy sprężania – schematy ideowe metody, b) fotografie bloku naciągowego, zakotwień i trasy kabla skupionego



Rys. 7. Przęsło zawieszone. Sprężenie, montaż i widok z boku

Część środkowa o długości 34,0 m wraz ze wspornikami przęseł skrajnych stanowi przęsło nawigacyjne o rozpiętości 78,6 m. Część zawieszona to konstrukcja zespolona składająca się z sześciu prefabrykowanych belek kablobetonowych o przekroju teowym, oraz żelbetowej płyty wykonanej na mokro o grubości 18–25 cm. Belki sprefabrykowano na brzegu, sprężono kablami splotowymi 37 ϕ 5 mm, a następnie przetransportowano na miejsce docelowe dźwigiem pływającym (rys. 7).

3. Pierwsza awaria

Podczas budowy mostu, w roku 1958, wystąpiły pęknięcia lin sprężających (system Baur-Leonhardt) w przęśle zachodnim, które było budowane jako pierwsze (rys. 8). Sytuacja była dramatyczna ponieważ przęsło było zwolnione z podpór montażowych. Przęsła uratowano dzięki szybkiej budowie tymczasowych podpór zabezpieczających. Po ich wykonaniu przystąpiono do naprawy,



Rys. 8. Popękane kable odsłonięte w czasie oględzin przęsła we wrześniu 2016

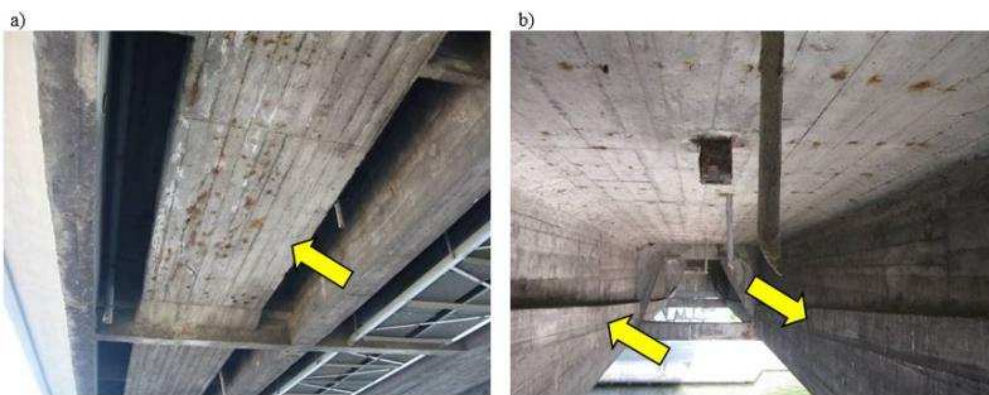
Ostatecznie przyczyn awarii nie zidentyfikowano lub nie ujawniono. Obliczenia sprawdzające wykonane po kolejnej awarii w 2016 roku wykazały poprawność założeń projektowych. Można przypuszczać, że wystąpiły trzy główne przyczyny:

- nierówny naciąg poszczególnych kabli wynikający z braku wstępnego ich napięcia w czasie układania,
- wady materiałowe drutu ze stali węglowej będącego wówczas krajowym wyrobem prototypowym,
- brak precyzyjnego określenia siły sprężającej (posługiwano się manometrami). Naciągano czterema prasami o nośności 600 T każda. Oznacza to, że przy wykorzystaniu nośności pras wprowadzono naprężenia średnie w kablach wynoszące 1376 MPa (83,3% wytrzymałości na zerwanie).

Awaria spowodowała konieczność naprawy polegającej na zdublowaniu systemu sprężenia. Przecięto pierwotne, uszkodzone kable sprężające w miejscu zakotwienia i pozostawiono w kanałach. W zastępstwie wykonano sprężenie zewnętrzne kablami biegnącymi pomiędzy dźwigarami każdego z trzech pasm. Kable te w części otwartej przeszły zabetonowano w postaci desek w celu zapewnienia im ochrony antykorozyjnej (rys. 10a). W skrzynkowej części wspornikowej kable te prowadzono w stalowych duktach wypełnionych iniektem. Trasy kabli zastępczych i pierwotnego kabla skupionego były identyczne. Nowe sprężenie w przęśle wykonano z 30 kabli splotowych 37 $\phi 5$ mm przypadających na każde pasmo. Oznacza to, że zwiększono liczbę kabli w każdym paśmie o 6 sztuk jednocześnie redukując ich wstępnie napięcie. Pierwotne sprężenie płyty w części wspornikowej nie uległo awarii. Jednak dla bezpieczeństwa dodano sześć kabli przypadających na każde pasmo. Po naprawie przeprowadzono badania konstrukcji pod próbnym obciążeniem (rys. 9)



Rys. 9. Badanie naprawionego przęsła zachodniego. Widoczne deskowanie służące do obetonowania sprężenia zewnętrznego



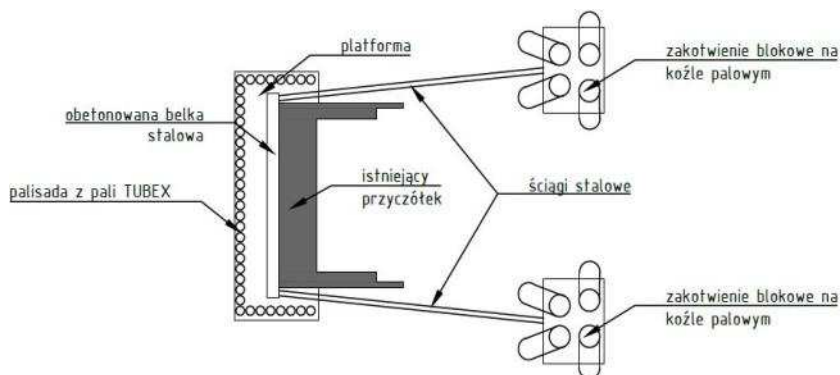
Rys. 10. Przebieg kabli w przęsłach skrajnych. a) przęsło zachodnie – kable zastępcze biegnące w obetonowanej baterii, b) przęsło wschodnie – dodatkowe kable w zewnętrznych osłonkach

Budowę przęsła wschodniego dokończono zgodnie z pierwotnym projektem ograniczając dopuszczalne naprężenia w stali sprężającej. Wiązało się to z koniecznością zastosowania dodatkowych kabli sprężających w systemie Baur-Leonhardta. W tym przęśle jeden kabel skupiony składał się z 24 pierwotnych kabli umiejscowionych wewnątrz środników oraz z dodanych w trakcie budowy 6 kabli umieszczonych w zewnętrznych, obetonowanych osłonach (rys. 10b). Uzyskano tym samym naprężenia średnie w kablach wynoszące 919 MPa (55% wytrzymałości na zerwanie).

Ostatecznie most oddano do użytku 22 grudnia 1960 roku, po przeprowadzeniu próbnych obciążeń.

4. Druga awaria

W trakcie eksploatacji w 1993 roku ujawniły się słabości budowli. Przyczółek zachodni niebezpiecznie przemieścił się w kierunku rzeki. Ekspertyzy wykonane przez zespół profesora Andrzeja Jarominiaka wykazały awaryjną pracę przyczółka [5]. Odnotowano obrócenie i przechylenie korpusu przyczółka w kierunku wody. Mogło to być skutkiem m.in. pęknięcia drewnianej ścianki szczelnej obudowującej fundament przedwojennej części przyczółka i utrzymującej skarpe gruntów organicznych. Wartości występujących przemieszczeń poziomych wzbudziły przypuszczenia, że zastosowane pale prefabrykowane mogły zostać uszkodzone. Zespół opracował metodę wzmocnienia przyczółka (rys. 11) [6].



Rys. 11. Schemat wzmocnienia przyczółka zachodniego (rzut z góry) [6]

W zakres naprawy wchodziło wsparcie przyczółka na obetonowanej belce stalowej oraz wybudowanie przed przyczółkiem od strony wody platformy żelbetowej posadowionej na palach TUBEX. Przed wykonaniem platformy belka została zakotwiona do specjalnych fundamentów blokowych (posadowionych na palach w układzie koźlowym) za pomocą wstępnie napiętych, stalowych ściągów rurowych. Występujące zarysowania zainiektowano, a ubytki betonu uzupełniono. W podobny sposób w późniejszym czasie wzmocniono przyczółek wschodni, lecz platformę połączono bezpośrednio z fundamentami blokowymi bez zastosowania belki i ściągów. Po naprawie nie zauważono dalszych ruchów przyczółków.

5. Prace utrzymaniowe i eksperckie

Poza standardowymi działaniami utrzymaniowymi wykonano dwie istotne dla obiektu prace. W roku 1994 Zakład Mostów Politechniki Wrocławskiej [7,8] dokonał oceny stanu

technicznego mostu i określił jego nośność. Zakwalifikowano wówczas most do klasy nośności C wg PN-85/S-10085.

W roku 2008 zdecydowano się na modernizację Mostu Cłowego. Projekt opracował zespół dr inż. Janusza Hołowatego z Pracowni Projektowania Dróg i Mostów w Szczecinie [9]. Remont obejmował: poszerzenie obiektu pod ścieżki rowerowe poprzez wydłużenie wsporników, renowację przegubów przęsła zawieszonego, wymianę urządzeń dylatacyjnych oraz kosmetykę przęsła. Pomimo znacznego zakresu remontu nie zwrócono uwagi na stan techniczny sprężenia mostu. Prace modernizacyjne zakończono w 2010 r.

6. Trzecia awaria

W dniu 30 maja 2016 r. nastąpiło gwałtowne zerwanie części kabli sprężających przęsła zachodniego. Elementy betonowe otulenia kabli oderwały się od konstrukcji i wpadły do wody. Towarzyszący awarii huk przeraził grupę wędkarzy, którzy zaalarmowali służby utrzymaniowe miasta. Po awarii ograniczono ruch na obiekcie i przeprowadzono przegląd szczegółowy obiektu [10]. W czasie oględzin ujawniono szereg poważnych usterek.



Rys. 12. Korozja kabli i pęknięcie baterii zewnętrznej w paśmie południowym przęsła zachodniego



Rys. 13. Rura spustowa odwodnienia nawierzchni w przęśle zachodnim



Rys. 14. Ścięte poprzecznice w przęśle zachodnim

Najpoważniejsze uszkodzenie wykryto w przęśle zachodnim (pod ściekiem przykrawężnikowym). W następstwie korozji postępującej przez wiele lat doszło do przerwania części kabli sprężających znajdujących się w zewnętrznej baterii skrajnego, południowego pasma. Uszkodzenia i korozję kabli przedstawiono na fotografiach (rys. 13).

Bezpośrednią przyczyną korozji i degradacji kabli sprężających były niesprawne urządzenia odwadniające oraz sączki (rys. 13). Woda przez lata oddziaływała na górną powierzchnię baterii kabli sprężających i w konsekwencji doprowadziła do ich zniszczenia. W skutek gwałtownego zerwania części kabli nastąpiło ścięcie poprzecznic w przęśle zachodnim (rys. 14). Kable sprężające w paśmie północnym (pod ściekiem przykrawężnikowym) również zostały poważnie dotknięte korozją. Jedynie środkowe pasmo przęsła zachodniego pozostało w dobrym stanie technicznym głównie ze względu na brak przecieków z jezdni.

7. Ocena nośności obiektu po awarii

Pierwszym elementem prac eksperckich po przeprowadzeniu oględzin konstrukcji było studium dokumentacji technicznej i opracowanie modelu teoretycznego przęsła. Prace wykonano w krótkim czasie dzięki otrzymaniu od służb inżynierskich miasta Szczecina (Zarząd Dróg i Transportu Miejskiego) kompletnej dokumentacji archiwalnej.

Na podstawie dokumentacji archiwalnej [3, 4] wykonano model numeryczny mostu w środowisku MES SOFiSTiK (rys. 15). Model składał się z czterowęzłowych elementów powłokowych o zadanej grubości oraz dwuwęzłowych elementów belkowych o zadanym przekroju poprzecznym. Przęsło zawieszone zostało zamodelowane jako powłokowo-belkowe natomiast przęsło zachodnie i wschodnie w całości jako powłokowe.



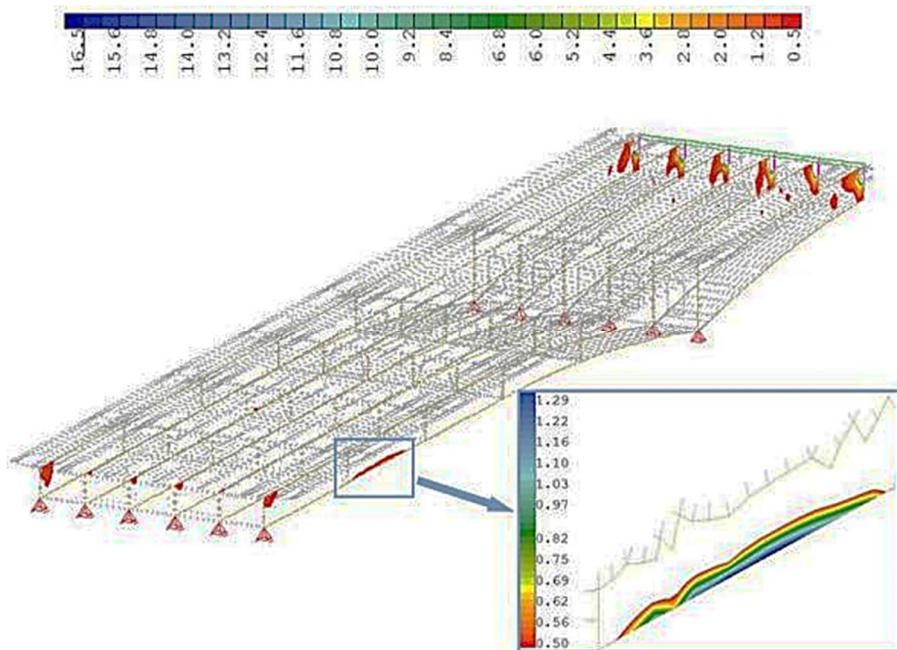
Rys. 15. Model numeryczny MES w środowisku MES SOFiSTiK

W modelu MES wprowadzono sprężenie przęseł skrajnych i przęsła zawieszonego zgodnie z dokumentacją powykonawczą po pierwszej awarii. Przeglądy konstrukcji [10] nie dostarczyły jednoznacznej informacji na temat liczby zerwanych cięgien w baterii sprężenia pasma południowego przęsła zachodniego. Dlatego też, przeanalizowano wpływ stopnia sprężenia w południowym paśmie przęsła zachodniego na stan wyężenia dźwigarów głównych. Na rysunku 16 przedstawiono główne naprężenia rozciągające w dźwigarach głównych przęsła zachodniego w przypadku braku 15 z 30 kabli w baterii sprężenia pasma południowego.

Analiza modelu globalnego pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków:

- po awarii pasmo południowe przęsła zachodniego zachowało około 50% sprężenia zewnętrznego (w baterii). W przypadku, gdyby uszkodzeniu uległ większy procent sprężenia dźwigary tego pasma powinny się zarysować. Zarysowania nie ujawniono podczas przeglądów,

– proces rozbiórki mostu musi się rozpocząć od tymczasowego podparcia przęsła zachodniego (np. przez wykonanie podpory tymczasowej w nurcie rzeki). Rozpoczęcie rozbiórki przęsła zachodniego bez wymaganego podparcia przęsła zachodniego grozi możliwością pojawiania się kolejnych uszkodzeń.



Rys. 16. Przęsło zachodnie, 50% sprężenia – główne naprężenia rozciągające w kierunku podłużnym obiektu w dźwigarach głównych [MPa]

W wyniku przeprowadzonych analiz i z uwagi na stan techniczny przęsła zachodniego most nie mógł być dalej eksploatowany. Ponadto, poza zniszczonymi kablami odkryto szereg innych miejsc występowania korozji w linach sprężenia. Uznano, że taki stan jest całkowicie niedopuszczalny. Biorąc pod uwagę aktualną nośność mostu i brak możliwości jej podwyższenia z uwagi na wytrzymałość betonu, razem ze służbami miejskimi podjęto decyzję o natychmiastowej rozbiórce przęsła. Pogląd ten podzielił Powiatowy Nadzór Budowlany i w następstwie wydał decyzję o naprawie mostu polegającej na natychmiastowym rozebraniu przęsła i wykonaniu nowych. Należy w tym miejscu podkreślić, że zamknięcie mostu dla ruchu nie rozwiązywało sprawy bezpieczeństwa. Pod mostem regularnie odbywała się żegluga. Aby zminimalizować skutki pogłębienia się awarii zarządzono przesunięcie toru wodnego z przęsła środkowego pod przęsło wschodnie oraz prowadzono stały monitoring geodezyjny przęsła.

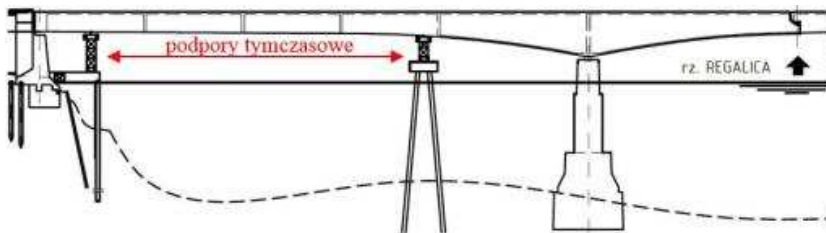
W następstwie decyzji PINB przystąpiono do opracowania koncepcji rozbiórki przęsła [11].

Ze względu na awaryjny stan konstrukcji najwięcej uwagi i pracy poświęcono opracowaniu procedury rozbiórki południowego pasma przęsła zachodniego. Stan techniczny kabli sprężenia zewnętrznego wykluczał możliwość uwzględnienia ich w fazach demontażu. Ponadto przęsło sprężone posiadało tylko minimalne zbrojenie miękkie. Wystąpiła więc trudność w przyjęciu założeń do oceny nośności przekrojów dźwigarów. Ratunkiem okazały się pierwotne, popękane kable sprężenia typu Baur-Leonhardta odcięte od zakotwień, ale pozostawione w konstrukcji i zainiektowane (rys. 8). Przyjęto że 20% tych kabli można przyjąć do obliczenia nośności przekrojowej. Założenie to było konserwatywne ponieważ trudno było

przypuszczać, że wszystkie pierwotne sploty popękały w jednym przekroju. Na tej podstawie określono nośności przekrojowe i przystąpiono do analiz statycznych przedstawiających faz rozbiórki. Zakładała ona demontaż możliwie dużych fragmentów konstrukcji, następnie ich transport wodny i utylizację. Główne etapy rozbiórki to:

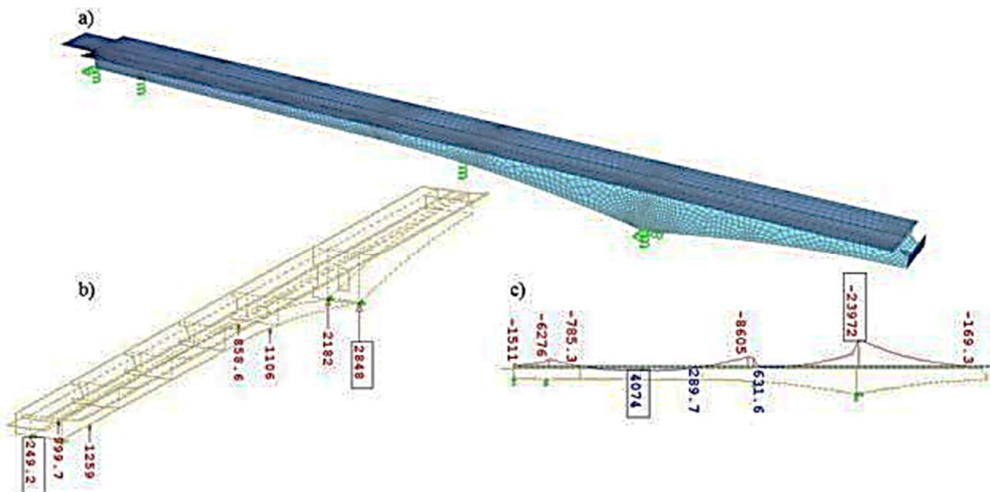
- prace przygotowawcze polegające na demontażu elementów wyposażenia mostu (barierki, nawierzchnia, dylatacje i urządzenia obce),
- wykonanie podpór tymczasowych przęsła zachodniego i wschodniego w zdefiniowanych miejscach (rys. 17),
- rozbiórka przęsła zawieszonego, potem zachodniego, a następnie wschodniego.

Prace rozbiórkowe mogły dotyczyć całych przęseł lub poszczególnych pasm dwudźwigarowych w zależności od dysponowania sprzętem pływającym i udźwigniem.



Rys. 17. Przęsło zachodnie – lokalizacja podpór tymczasowych [11]

Tak jak w przypadku modelu globalnego konstrukcja w etapach rozbiórki była analizowana w środowisku MES (rys. 18). Poniżej przedstawione są kroki rozbiórki pasma przęsła zachodniego. Przeprowadzenie rozbiórki przęsła wschodniego zaplanowano analogicznie.

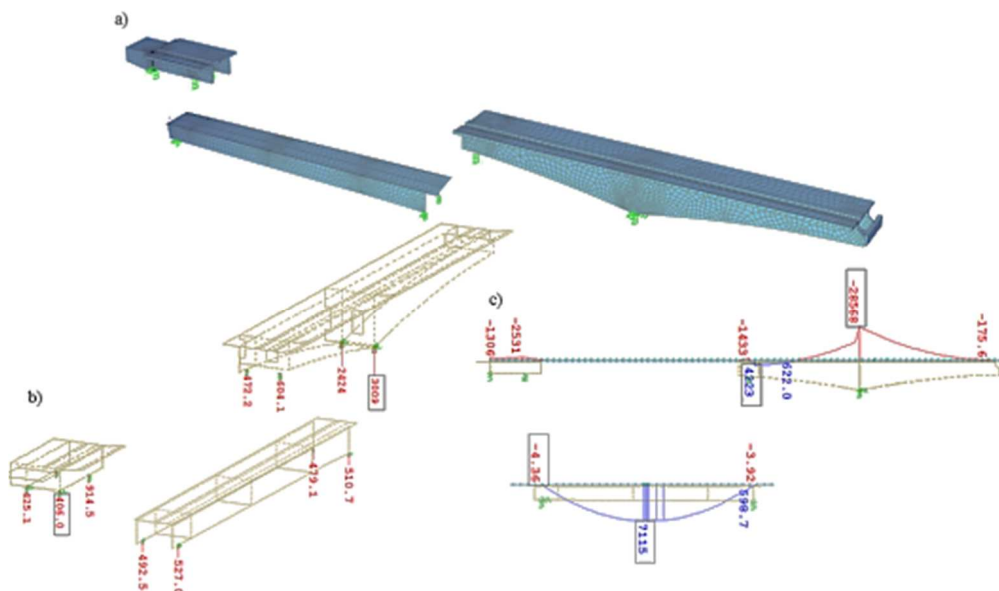


Rys. 18. Model numeryczny oddzielonego pasma południowego przęsła zachodniego po zdjęciu przęsła zawieszonego, a) wizualizacja, b) reakcje podporowe [kN], c) momenty zginające [kNm]

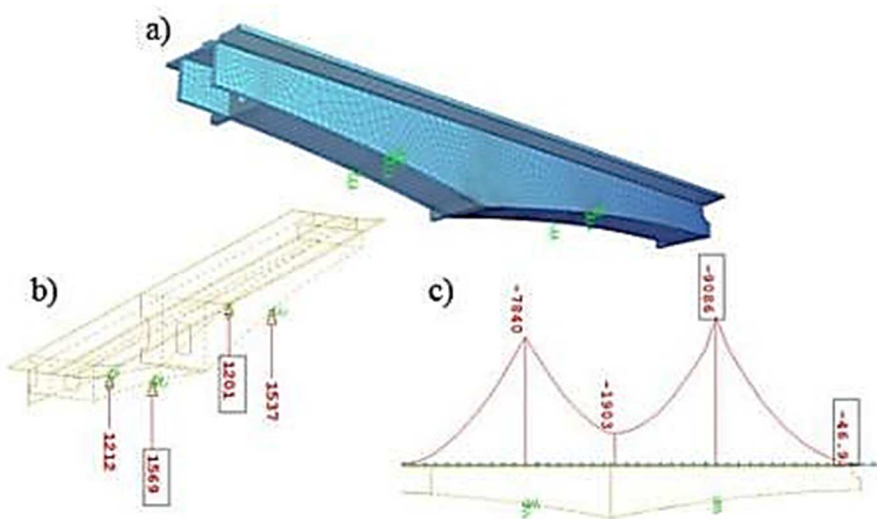
W kolejnym etapie następuje podzielenie przęsła na trzy części. Środkowa część zostaje opuszczona na barkę za pomocą dźwigników przelotowych i odholowana. Wyniki analiz dla tego etapu znajdują się na rys. 19.

Następnym etapem jest usunięcie części wspornikowej pasma (pozostaje na filarze i nurtowej podporze tymczasowej). W tym etapie prac koncepcyjnych zaplanowano wykorzystanie dwóch barek. Miejsca podarcia przyjęto w taki sposób, aby na całej długości konstrukcji panował ujemny moment zginający (rys. 20.)

Ostatnim etapem jest usunięcie pozostałej nad przyczółkiem części. Ze względu na prostotę zadania nie określono dokładnej metody demontażu.



Rys. 19. Model numeryczny podzielonego pasma południowego przęsła zachodniego [11]
a) wizualizacje b) reakcje podporowe [kN] c) momenty zginające [kNm]



Rys. 20. Model numeryczny części wspornikowej podczas holowania [11] a) wizualizacja b) reakcje podporowe [kN] c) momenty zginające [kNm]

Ostatecznie w ramach prac projektowych opracowano również koncepcję odbudowy prześłu o konstrukcji zespolonej. Koszt przeprowadzonej operacji wstępnie oszacowano na 20 mln złotych, a czas remontu określono na 12 miesięcy.

8. Podsumowanie

Popularny niegdyś system sprężenia Baur-Leonhardta polegający na naciągnięciu wszystkich kabli jednocześnie nie zapewniał równego ich napięcia. Mogło to się przyczynić do awarii, która wydarzyła się w trakcie budowy Mostu Cłowego. System ten nie przyjął się w mostownictwie z uwagi na wskazane wcześniej mankamenty. Współczesne techniki sprężania mostów eliminują tę niedoskonałość. W rezultacie awarii zaprojektowano sprężenie zewnętrzne, które niefortunnie umieszczono pod wpustami ulicznymi. Historia ta po raz kolejny przypomina nam, że zbagatelizowanie wody przed czy później prowadzi do często nieodwracalnych uszkodzeń konstrukcji. Dodatkowym elementem sprzyjającym degradacji i w następstwie awarii było zbagatelizowanie lub pominięcie oceny kabli sprężających w przeglądach szczegółowych i w czasie ostatniego remontu [9].

Historia Mostu Cłowego wpisuje się w historię mostów sprężonych w Europie Zachodniej. Znaczna część obiektów wybudowanych w latach 60-tych ubiegłego wieku jest obecnie rozbierana z uwagi na zły stan techniczny lub niewystarczającą nośność. Lekkie, stalowo-betonowe konstrukcje zespolone stwarzają możliwość wykorzystania istniejących podpór w procesie przebudowy zdyskwalifikowanych żelbetonowych obiektów sprężonych.

We wrześniu 2016 r. firma Vistal S.A. przystąpiła do remontu Mostu Cłowego wykorzystując wykonane wcześniej w ramach PFU koncepcje [12]. Rozebrano już wszystkie prześły. Prace mają być zakończone w lipcu 2017 r.

Literatura

1. Most Cłowy – encyklopedia.szczecin.pl,
2. Most Cłowy – berlin.bahninfo.de/stettin_hist.htm
3. Wolff M., i inni, Archiwalna dokumentacja projektowa Mostu Cłowego w Szczecinie. BPBK, Gdańsk, 1956, 1958.
4. Historia budowy Mostu Cłowego w Szczecinie. Szczecin, 1960 r.
5. Jarominiak A., Ekspertyza na temat stanu przyczółków Mostu Cłowego przez Regalicę w Szczecinie. Etap I i II. Fundamenty-Mosty, Warszawa, 1993, 1994.
6. Jarominiak A., Projekt techniczny wzmocnienia przyczółka zachodniego Mostu Cłowego w Szczecinie. Część I i II. Fundamenty-Mosty, Warszawa, 1994.
7. Bieniek K., Maliszewicz P., Kmita J., Projekt kierunkowy remontu ustroju nośnego mostu w Szczecinie. Instytut Inżynierii Lądowej PW, Wrocław, 1994.
8. Bień J. i inni, Projekt próbnego obciążenia Mostu Cłowego w Szczecinie. Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1994.
9. Hołowaty J., Projekt wykonawczy: Przeprowadzenie ścieżki rowerowej przez Most Cłowy w Szczecinie. PPDIM w Szczecinie, Szczecin, 2008.
10. Żółtowski K., Szafranski M., Raport z przeglądu szczegółowego Mostu Cłowego w Szczecinie po zaistniałej awarii. KBP Żółtowski, Gdańsk, 2016.
11. Żółtowski K., i inni, Koncepcja remontu Mostu Cłowego w Szczecinie. KBP Żółtowski, Gdańsk, 2016.
12. Żółtowski K., i inni, Program Funkcjonalno Użytkowy, dla zadania: Remont Mostu Cłowego w Szczecinie, Most drogowy nad Odrą wschodnią w ciągu ul. Gdańskiej. Gdańsk, 2016.

CLOWY BRIDGE IN SZCZECIN – FAILURE, WHICH DETERMINED THE FUTURE OF PRESTRESSED STRUCTURE

Abstract: This paper presents history of constructing and lifecycle of post-tensioned Clowy Bridge in Szczecin. Several expert works and repairs were performed during 56 years of service. Finally bridge was closed after serious structural failure of external prestressing cable. Main reasons of degradation are explained and concept of design of dismantling is presented.

Keywords: prestressed concrete bridge, failure, corrosion of prestressed cables