

# **Ekologiczne, estetyczne i ekonomiczne aspekty konstrukcji gruntowo-powłokowych na przykładzie przebudowy mostu drogowego w Żórawinie**

**Grzegorz Antoniszyn**

*Institut Budownictwa, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji,  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, e-mail: grzegorz.antoniszyn@up.wroc.pl*

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono zagadnienia związane z przebudową mostu drogowego w miejscowości Żórawina. Istniejący obiekt został wymieniony na nowy, o konstrukcji gruntowo-powłokowej. Przyjęte rozwiązania, spełniając wytyczne ochrony konserwatorskiej, pozwoliły na wykonanie estetycznej i zarazem efektywnej ekonomicznie konstrukcji mostowej. Bardzo ważnym czynnikiem, decydującym o końcowych rozwiązaniach konstrukcyjnych, był także czas niezbędny do realizacji inwestycji.

**Słowa kluczowe:** konstrukcje gruntowo-powłokowe, przebudowa mostu, estetyka, ekologia, Konserwator Zabytków.

## **1. Wprowadzenie**

W obecnych czasach budowa typowego obiektu inżynierskiego, bądź też przebudowa (całkowita rozbiórka istniejącego i budowa nowego), nie nastęrcza większych trudności i to nawet w przypadku konstrukcji o znacznych rozpiętościach – kilkanaście bądź kilkadziesiąt metrów długości. Także niesprzyjające warunki gruntowo-wodne nie stanowią większego problemu. Pewne komplikacje pojawiają się w momencie konieczności prowadzenia robót budowlanych przy obiektach wpisanych do rejestru zabytków lub znajdujących się na terenach objętych ochroną konserwatorską, zgodnie z postanowieniami określonych przepisów, np. [1]. W takich przypadkach ważną, jeśli nie decydującą rolę, odgrywają wytyczne lub wymagania stawiane przez Konserwatora Zabytków czy też zapisy ujęte w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego terenu (MPZP), na którym będzie prowadzona dana inwestycja. Przykładem takim jest przebudowa mostu drogowego nad rzeką Żurawką w miejscowości Żórawina, na łączniku pomiędzy ulicą Małowiejską i Aleją Niepodległości. Przedmiotowy obiekt, choć sam nie był zabytkiem i nie posiadał żadnych walorów architektonicznych, został objęty ochroną konserwatorską poprzez ustanowienie na przyległym terenie ścisłej strefy archeologiczno-konserwatorskiej [2]. W związku z tym przyjęte rozwiązania konstrukcyjne (rodzaj i kształt ustroju nośnego) a także ostateczny wygląd mostu musiał być uzgodniony z Dolnośląskim Wojewódzkim Konserwatorem Zabytków (DWKZ). Pozostałe uzgodnienia z właścicielami sieci (teletechniczna i elektryczna) czy też zarządcami ulicy i cieklu wodnego podlegały standardowym procedurom.

## 2. Obiekt istniejący

### 2.1. Informacje ogólne o obiekcie

Ustrój nośny istniejącego mostu wykonany był w postaci jednoprzęsłowej, swobodnie podpartej płyty żelbetowej, wspartej na stalowych belkach. Rozpiętość w świetle podpór wynosiła ~5,0 m. Grubość płyty oszacowano na 35 cm (razem z nawierzchnią wysokość konstrukcyjna ustroju to 55 cm). W przekroju poprzecznym przęsła rozmieszczono 7 elementów stalowych w średnim rozstawie osiowym ~88 cm. Szerokość stopki równa 120 mm wskazywała na IPN 280. Przęsło oparto na masywnych, kamiennych podporach. Długość przyczółków odpowiadała szerokości przęsła (5,85 m). Od strony górnej wody (GW) wykonano betonowe mury łączące różne poziomy kamiennych murów oporowych rzeki i przyczółków. Od strony dolnej wody (DW) występowały skośne skrzydełka (~45°) o długości 3,80 i 4,20 m. W ramach wcześniejszej przebudowy kamienne skrzydełka zostały uzupełnione i przedłużone z wykorzystaniem betonu. Grubości skrzydeł zmieniły się w zakresie 50-55 cm. Obiekt posadowiony był bezpośrednio na gruncie, bez dodatkowych umocnień fundamentów.

Nawierzchnię na obiekcie wykonano z granitowej kostki o wymiarach 9-11 cm. Izolacja z papy uległa degradacji, o czym świadczyły liczne zawilgocenia i wapienne wykwyty na spodzie płyty pomostu. Woda opadowa poprzez spadki poprzeczne i podłużne nawierzchni była odprowadzana bezpośrednio na przyległy teren. Brak normatywnych krawężników skutkowało zawilgacaniem bocznych powierzchni przęsła, co dodatkowo wzmacniało procesy korozyjne. Balustrady o wysokości tylko 80 cm i słupkach rozmieszczonych co ~3,0 m nie zapewniały należytego bezpieczeństwa pieszym (zdeformowane i skorodowane elementy oraz brak stosownego wypełnienia).

Od strony GW zamontowano rurę stalową o średnicy 90 mm, w której znajduje się kabel energetyczny (eNA) zasilający latarnie uliczne, natomiast od strony DW wbudowano sześć rur średnicy 130 mm, w których prowadzone są kable teletechniczne (światłowody).



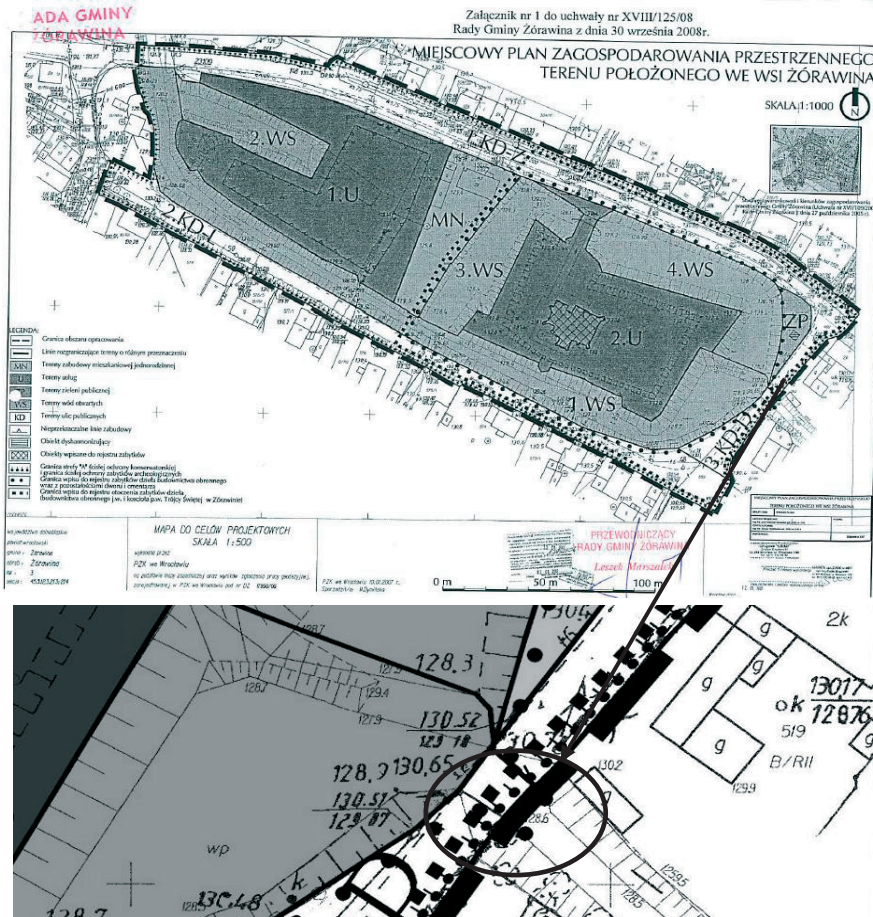
Rys. 1. Stan obiektu przed przebudową

Stan techniczny mostu był przedawaryjny. Częściowe podmycia podpór, znaczne ubytki elementów kamiennych, rozluźnienia i spękania a także destrukcja i abrazja betonowych fragmentów podpór stwarzały zagrożenie i nie pozwalały na bezpieczną eksploatację mostu. Liczne spękania i wykwyty wapienne na betonowej płycie oraz zaawansowana korozja stalowych kształtowników świadczyły o złym stanie technicznym przęsła oraz uszkodzeniu lub braku izolacji. Uwzględniając stan techniczny obiektu oraz jego wyeksploatowanie Inwestor podjął decyzję o całkowitej przebudowie obiektu. Nowy most miał zapewnić dalszą, wieloletnią i bezproblemową eksploatację, przy stosunkowo niskich kosztach utrzymania.

## 2.2. Miejskowy plan zagospodarowania przestrzennego (MPZP)

Zapisy zwarte w MPZP [2] stanowiły, że teren, na którym znajdował się przedmiotowy obiekt został zaliczony do obszaru:

- objętego wpisem do rejestru zabytków;
- strefy „A” ścisłej ochrony konserwatorskiej;
- ścisłej strefy ochrony zabytków archeologicznych.



Rys. 2. Załącznik graficzny do [2] – w dolnej części rysunku powiększony fragment planu z zaznaczonym mostem

Powyższe zapisy wynikają z objęcia ochroną konserwatorską Kościoła p.w. Trójcy Świętej, który został wpisany do rejestru zabytków pod numerem 88 z dnia 29.03.1949 r. (Rys. 3).



Rys. 3. Kościół p.w. Trójcy Świętej w Żórawinie

Dodatkowo w MPZP ustalono, że ulica, w ciągu której znajdował się most jest „ulicą klasy dojazdowej” i stanowi teren przeznaczony na realizację celu publicznego. Pozostałe zapisy planu nakazywały zachowanie historycznego układu przestrzennego okolicy, zwłaszcza poszczególnych elementów tego układu (tj. historyczne nawierzchnie ulic – kamienną nawierzchnię ul. Małowiejskiej, placów i chodników).

Tak sformułowane warunki brzegowe mocno ograniczyły swobodę przy wyborze układu konstrukcyjnego mostu oraz jego wyposażenia.

Na etapie sporządzania dokumentacji projektowej uzyskano od DWKZ wytyczne, z których wynikało, że warunkiem niezbędnym przebudowy jest usunięcie bądź ukrycie rur osłonowych urządzeń obcych (teletechnika i energetyka).

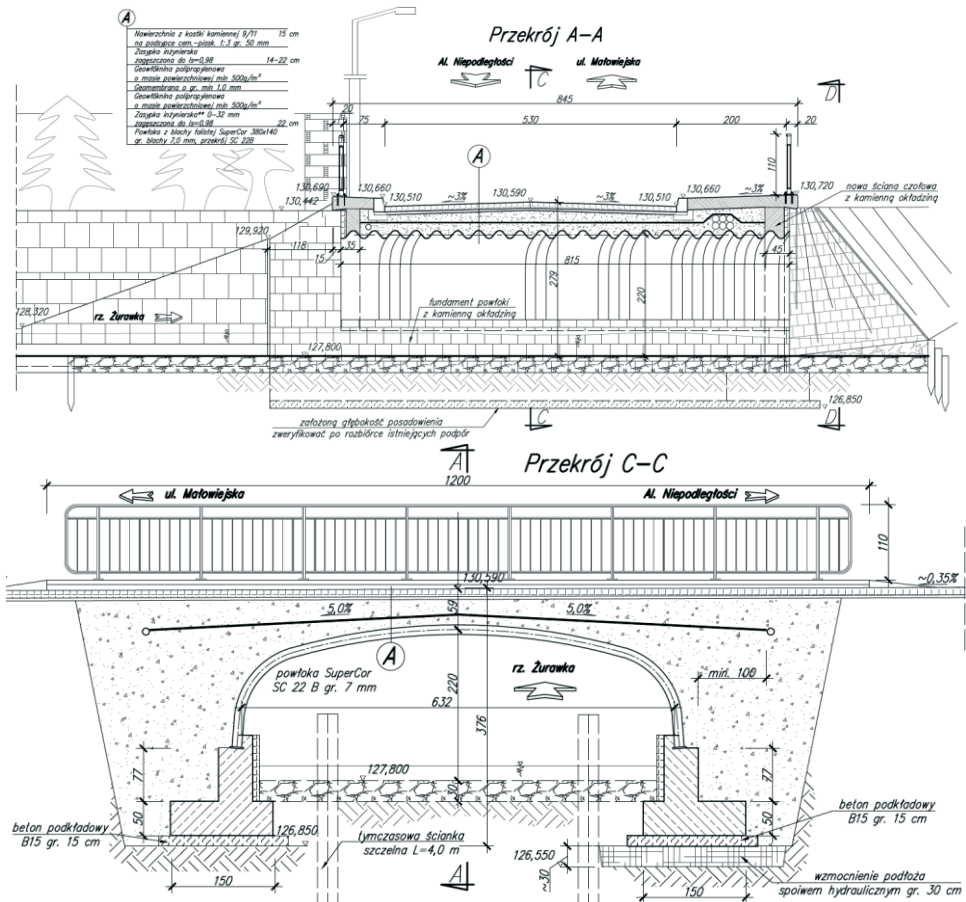
### **3. Most po przebudowie**

#### **3.1. Założenia projektowe**

Przystępując do opracowywania wstępnej koncepcji przebudowy mostu założono, że konstrukcją najlepiej wpisującą się w historyczny układ obszaru będzie ustrój łukowy lub o kształcie do niego zbliżonym (łukowo-kołowy, eliptyczny, itp.). Wymóg zachowania kamiennej nawierzchni jezdni oraz konieczność ukrycia rur osłonowych wskazywał na konieczność zastosowania zasypki gruntowej, w której będzie można umieścić urządzenia obce. Aby dowiązać się do już istniejących kamiennych murów oporowych rzeki oraz sąsiednich ogrodzeń przyjęto, że podpory mostu oraz jego ściany czołowe zostaną obłożone okładziną kamienną. Dodatkowym wymogiem, nałożonym przez Dolnośląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych, było zachowanie niezmnieszonego światła (przekroju poprzecznego) mostu.

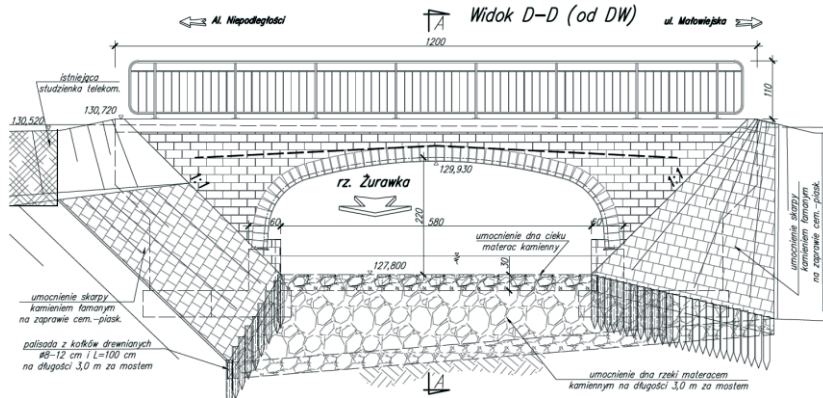
### 3.2. Przyjęte rozwiązania konstrukcyjne

Uwzględniając powyższe założenia i wymagania przyjęto, że ustrój nośny o konstrukcji gruntowo-powłokowej pozwoli na wykonanie estetycznej i efektywnej ekonomicznie budowli. Ramowa konstrukcja nośna w postaci stalowej powłoki z blachy falistej typu SuperCor SC22B o grubości 7 mm zapewniła wystarczającą nośność (przyjęto klasę C obciążeń taborem samochodowym według [3], jako wystarczającą dla ulicy dojazdowej, klasy technicznej D, zgodnie z załącznikiem nr 2 zawartym w [4]). Poniżej przedstawiono przekrój poprzeczny i podłużny projektowanego mostu.



Rys. 4. Przekrój poprzeczny i podłużny projektowanej konstrukcji

W celu dowiązania nowych podpór do istniejących kamiennych murów oporowych rzeki Żurawka zaprojektowano żelbetowe korpusy z kamienną okładziną. Podobne rozwiązanie przyjęto na ścianach czołowych mostu, które są widoczne od strony zabytkowego kościoła. Po przebudowie mostu urządzenia obce wraz z rurami osłonowymi zostały ułożone w warstwie zasyпки po wewnętrznej stronie ścian czołowych. Dzięki temu zostały spełnione wymagania DWKZ. Skarpy od strony DW umocniono kamieniem łamanym na podbudowie cementowo-piaskowej, co także podkreśla charakter kamiennej obudowy ściany czołowej (Rys. 5 i 6).



Rys. 5. Widok z boku

#### 4. Aspekty ekonomiczne, estetyczne i ekologiczne przyjętych rozwiązań

Znajdujące się w literaturze przykłady analiz ekonomicznej efektywności konstrukcji gruntowo-powłokowych (np. w [5]) wskazują, że zastosowanie technologii „grunt-stal” może zredukować koszt wykonania obiektu nawet do 40% w stosunku do technologii tradycyjnej (betonowe bądź stalowe konstrukcje belkowe). W analizowanym przypadku bardzo ważnym czynnikiem był także krótki czas wykonania i oddania do eksploatacji mostu, co wynikało z przyznanych funduszy na odbudowę szkód popowodziowych. Z tego względu nieprzekraczalnym terminem ukończenia inwestycji był koniec roku 2015. Uwzględniając wszelkie procedury związane z przygotowaniem dokumentacji projektowej oraz uzyskaniem uzgodnień i pozwoleń na wykonanie wszystkich robót budowlanych wykonawca przebudowy miał tylko trzy miesiące. Drugim, nie mniej ważnym, czynnikiem wyboru prezentowanych rozwiązań była konieczność ukrycia urządzeń obcych, jednak bez zmiany ich lokalizacji. Kalkulacja kosztów przebudowy sieci teletechnicznej wykazała, że tylko ta branża pochłonęłaby 25% funduszy przeznaczonych na realizację całej inwestycji. Pozostawienie sieci w pierwotnej lokalizacji wiązało się tylko z wykonaniem tymczasowego zabezpieczenia na czas prowadzenia robót – budowa fundamentów i montaż powłoki.

Ocenę estetycznych czy też architektonicznych efektów przebudowy pozostawiono Czytelnikowi, gdyż jest to bardzo subiektywna opinia. Bez wątpliwości przydatnym będzie przedstawienie wyglądu obiektu przed i po przebudowie (Rys. 6).

Aspekty ekologiczne mostowych budowli inżynierskich wiążą się z ich trwałością, rodzajem wykorzystanych materiałów a także sposobem utrzymania w okresie eksploatacji. Na tym polu mosty gruntowo-powłokowe charakteryzują się znaczną trwałością (ponad 100 lat), która wynika z zastosowania do ich budowy materiałów i technologii o dużej trwałości oraz odpowiednich zabezpieczeń antykorozyjnych. Wykorzystanie zasyпки gruntowej, jako głównego elementu konstrukcyjnego, pozwala na ograniczenie ilości stali konstrukcyjnej w stosunku do uzyskiwanej rozpiętości. Do walorów eksploatacyjnych należy także zaliczyć ciągłość podbudowy nawierzchni drogowej, brak łożysk czy dylatacji – na obiekcie występuje identyczne podłoże pod nawierzchnią, jak na dojazdach. Wymienione cechy pozwalają na bezproblemową eksploatację przy stosunkowo niewielkich zabiegach utrzymaniowych. Skutkuje to tym, że konstrukcje mostów gruntowo-powłokowych są niedrogie w utrzymaniu oraz przyjazne dla środowiska.



Rys. 6. Most drogowy w Żórawinie – przed i po przebudowie

## 5. Podsumowanie

Konstrukcje gruntowo-powłokowe znane są na świecie od ponad stu lat. W Polsce większe zainteresowanie nimi rozpoczęło się w latach 80-tych XX wieku. Od tego czasu wzniesiono wiele takich obiektów, a obecnie buduje się ich coraz więcej. Jest to niewątpliwie wynikiem wielu zalet, takich jak:

- znaczna redukcja kosztów wykonania związana z minimalnym użyciem materiałów konstrukcyjnych (stal, beton);
- szybkość i prostota wykonania (nieznaczne koszty robocizny);
- niewielkie koszty społeczne wywołane krótkim zamknięciem drogi;

- praktycznie bezobsługowa eksploatacja (brak łożysk, dylatacji);
- duża nośność i trwałość obiektu (nawet do 120 lat [6]).

Przedstawiona w referacie przebudowa mostu potwierdza pełną przydatność konstrukcji gruntowo-powłokowych do wznoszenia obiektów o małych rozpiętościach. Znaczna dowolność w kształtowaniu ścian bocznych (czołowych) obiektu jak i jego przekroju podłużnego pozwala na stosowanie tych konstrukcji w dowolnym terenie – obszary leśne, niezabudowane, zabudowane a także objęte ścisłą ochroną konserwatorską. Wskazane aspekty sprawiają, że obiekty gruntowo-powłokowe są coraz częściej wykorzystywane w mostownictwie i na stałe wpisały się już w nasz krajobraz.

*Autor artykułu jest projektantem opisanej przebudowy mostu oraz pełnił funkcję Inspektora nadzoru inwestorskiego w trakcie realizacji inwestycji.*

## Literatura

- 1 Tekst jednolity Ustawy o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. z 2014 r. Nr 0, poz. 1446 z późn. zm.).
- 2 Uchwała nr XVIII/125/08 Rady Gminy Żórawina z dnia 30 września 2008 roku w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego terenu położonego we wsi Żórawina.
- 3 PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia.
- 4 Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.05.2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. z 2000 r. Nr 63, poz. 735 z późn. zm.)
- 5 Janusz L. *Zastosowanie konstrukcji stalowych i rur podatnych ze stali i polietylenu do budowy przepustów, mostów i tuneli*, I Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowoczesne technologie w budownictwie drogowym”, Poznań 1998.
- 6 Janusz L., Madaj A., *Obiekty inżynierskie z blach falistych. Projektowanie i wykonawstwo*. WKŁ, Warszawa 2009.

## Reconstruction of the road bridge in Żórawina as the example of ecological, aesthetic and economic values of soil-steel structures

Grzegorz Antoniszyn

*Institute of Building, The Faculty of Environmental Engineering and Geodesy,  
Wrocław University of Environmental and Life Sciences, e-mail: grzegorz.antoniszyn@up.wroc.pl*

**Abstract:** The article presents issues related to the reconstruction of the road bridge in the village Żórawina. An existing bridge was replaced by a new soil-steel structure. The adopted solutions, which fulfill the guidelines of conservator's protection, allowed making aesthetic and simultaneously economically efficient bridge structure. The time needed to carry out the investment was also a very important factor in determining the final design solutions.

**Keywords:** soil-steel structure, bridge reconstruction, aesthetics and ecology, Conservator of Monuments.