

PROJEKTOWANIE MOSTÓW
PROJEKTOWANIE DRÓG
KONSULTACJE I EKSPERTYZY
NADZORY

UNIPLAN sp. z o.o. ul. Wilczak 13/72. 61-623 Poznań tel/fax (061) 8204 579

Zleceniodawca:

Urząd Miasta Piły
Pl. Staszica 10
64-920 Piła

Ekspertyza techniczna mostu przez rzekę Gwdę w Piłe na terenie parku miejskiego

Opracowali



dr hab. inż. Arkadiusz Madaj
(nr upr. 7131/133/P/2001)



mgr inż. Iwona Jankowiak

Poznań, wrzesień 2006

1. Podstawa opracowania

Opracowanie wykonano na zlecenie Urzędu Miasta Piły, zlecenie z dnia 31.05.2006 (GK.VI-70400/06). Celem opracowania jest ocena stanu technicznego mostu oraz określenie możliwości i sposobu jego remontu.

Opracowanie wykonano w oparciu o:

- przeprowadzone pomiary inwentaryzacyjne
- ocenę stanu technicznego

W opracowaniu wykorzystano

- zachowane fragmenty dokumentacji archiwalnej,
- przedmiotowe normy, normatywy i aprobaty techniczne, w tym:

PN-85/S-10030: „Obiekty mostowe. Obciążenia”

PN-91/S-10042: „Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymiarowanie.”

PN-66/B-02015. Mosty, wiadukty, przepusty. Obciążenia i oddziaływania.

2. Opis konstrukcji

2.1 Ogólna charakterystyka obiektu.

Most jest konstrukcją czteroprzęsłową, o rozpiętościach teoretycznych przęseł 8,50+11,55+11,55+8,50 m. Osiowy rozstaw podpór wynosi 9,45+12,6+12,6+9,45m. Długość całkowita obiektu wynosi 49,62 m (łącznie ze skrzydełkami), a szerokość całkowita 7,00 m. Szerokość użytkowa wynosi 6,6 m, na którą składa się jezdnia szerokości 3,50 m i dwa chodniki po 1,55 m każdy. Poza oczepami pali i korpusami przyczółków, konstrukcja całej kładki jest prefabrykowana. Przekrój poprzeczny mostu pokazano na rys 1 i 2 a widok na rys. 3.

2.2 Podpory

Przyczółki mają konstrukcję masywną - pełnościenną. Są wykonane z żelbetu. Skrzydełka są równoległe do osi mostu. Sposób posadowienie przyczółków nie jest znany.

Filary zostały wykonane z wbitych w podłoże dwóch rzędów prefabrykowanych pali, zwieńczonych oczepem. Każda podpora składa się z dwunastu pali żelbetowych, o przekroju

1. Podstawa opracowania

Opracowanie wykonano na zlecenie Urzędu Miasta Piły, zlecenie z dnia 31.05.2006 (GK.VI-70400/06). Celem opracowania jest ocena stanu technicznego mostu oraz określenie możliwości i sposobu jego remontu.

Opracowanie wykonano w oparciu o:

- przeprowadzone pomiary inwentaryzacyjne
- ocenę stanu technicznego

W opracowaniu wykorzystano

- zachowane fragmenty dokumentacji archiwalnej,
- przedmiotowe normy, normatywy i aprobaty techniczne, w tym:

PN-85/S-10030: „Obiekty mostowe. Obciążenia”

PN-91/S-10042: „Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymiarowanie.”

PN-66/B-02015. Mosty, wiadukty, przepusty. Obciążenia i oddziaływania.

2. Opis konstrukcji

2.1 Ogólna charakterystyka obiektu.

Most jest konstrukcją czteroprzęsłową, o rozpiętościach teoretycznych przęseł 8,50+11,55+11,55+8,50 m. Osiowy rozstaw podpór wynosi 9,45+12,6+12,6+9,45m. Długość całkowita obiektu wynosi 49,62 m (łącznie ze skrzydełkami), a szerokość całkowita 7,00 m. Szerokość użytkowa wynosi 6,6 m, na którą składa się jezdnia szerokości 3,50 m i dwa chodniki po 1,55 m każdy. Poza oczepami pali i korpusami przyczółków, konstrukcja całej kładki jest prefabrykowana. Przekrój poprzeczny mostu pokazano na rys 1 i 2 a widok na rys. 3.

2.2 Podpory

Przyczółki mają konstrukcję masywną - pełnościenną. Są wykonane z żelbetu. Skrzydełka są równoległe do osi mostu. Sposób posadowienie przyczółków nie jest znany.

Filary zostały wykonane z wbitych w podłoże dwóch rzędów prefabrykowanych pali, zwieńczonych oczepem. Każda podpora składa się z dwunastu pali żelbetowych, o przekroju

nie jest znane. W kanale pod chodnikiem prawdopodobnie znajduje się kabel zasilający latarnie na obiekcie.

3. Opis stanu technicznego

3.1 Podpory

Przyczółki kładki są w stanie zadowalającym, nie wykazują większych uszkodzeń, poza powierzchniowymi uszkodzeniami spowodowanymi korozją betonu i lokalnie uszkodzeniami krawędzi na połączeniu ściany przedniej ze skrzydełkiem. W kilku miejscach, na skutek korozji i zbyt cienkiej otuliny na skrzydełkach odsłonięte zostało zbrojenie, które koroduje. Lokalnie zniszczony korozyjnie jest gzyms na skrzydełkach, miejscami zwłaszcza po stronie miasta gzyms jest zniszczony mocno.

Filary słupowe są wykonane bardzo niestarannie. Nie wszystkie pale wbite w grunt są pionowe, niektóre są odchylone od pionu i dodatkowo skręcone. Stan pali w ogólności jest zadowalający. W przeważającej liczbie występuje jedynie powierzchniowa korozja betonu, jednak w niektórych palach zaobserwowana korozję zawansowaną – odpadła otulina i odkryte zostało korodujące zbrojenie. Oczepy pali też są ogólnie w stanie zadowalającym, za wyjątkiem ich zakończenia a także niektórych fragmentów, w których albo na skutek zbyt małej albo występowania braków w betonie (tzw. „raków”) występuje korozja zbrojenia. Zakończenia oczepów są silnie skorodowane. Występują znaczne ubytki betonu.

Nie zaobserwowano natomiast oznak świadczących o przeciążeniu podpór.

3.2 Przęsła

- dźwigary główne

Dźwigary główne są ogólnie w zadowalającym stanie technicznym. Brak jest widocznych większych uszkodzeń korozyjnych, poza ogólną korozją betonu. Większe uszkodzenia korozyjne występują jedynie na powierzchniach bocznych belek krawędziowych. Jest to efektem ściekającej z przęsła wody, która wycieka spod belki krawędziowej, podpierającej prefabrykowane płyty podchodnikowe. Poza tymi uszkodzeniami występują lokalne uszkodzenia zakończenia belek krawędziowych – w miejscach ich oparcia na podporach. Jest to efektem korozji oraz ruchów termicznych. Ponieważ belki oparte są w

sposób bezpośredni – bez pośrednictwa łożysk, siły poziome wywołane deformacjami termicznymi prowadzą do uszkodzeń belek w miejscach podparcia.

Silnie skorodowane są natomiast stalowe marki zabetonowane w płytach, które służą do podwieszenia urządzeń obcych (rur).

- pomost

Pomost stanowią prefabrykowane belki, na których ułożona jest warstwa nabetonu oraz prefabrykowane elementy chodników. Brak poprawnego ukształtowania górnej powierzchni płyty pomostowej i brak wpustów, a także spękana i nierówna nawierzchnia oraz uszkodzenia izolacji powoduje, że woda przecieka przez pomost, powodując uszkodzenia dźwigarów głównych. Uszkodzone korozyjnie są również belki podporęczowe.

3.3 Wyposażenie

Nawierzchnia na jezdni jest zniszczona. Występują liczne spękania. Nad podporami są to spękania prostopadłe do osi obiektu, w miejscach zakończenia belek. Ponadto jest ona bardzo nierówna, co w połączenie z brakiem wpustów do odwodnienia i uszkodzeniem izolacji powoduje przenikanie wody do konstrukcji mostu. Podobnie zniszczona jest nawierzchnia na chodnikach. Nawierzchnia ułożona na prefabrykatach, w miejscu ich łączenia ma spękania, które powodują przedostawanie się wody do przestrzeni pod chodnikami. Woda ta następnie wypływa na krawędziach przęsła przyczyniając się do uszkodzenia skrajnych belek. Nawierzchnia na chodnikach poza opisanymi spękaniem na styku prefabrykowanych płyt ma lokalnie ubytki, przede wszystkim na skraju obiektu. W złym stanie jest również nawierzchnia na dojeździe do obiektu. Dotyczy to przede wszystkim chodników. Nawierzchnia z płytek na długości skrzydełek jest w bardzo złym stanie – jest nierówna, płytki są spękane. Na powierzchni chodników występują uskoki. W obrębie jezdni, po stronie miasta znajduje się niecka, w której utrzymuje się woda. Nawierzchnia na dojeździe do obiektu od strony parku jest nowa i równa.

Na moście brak jest urządzeń odwadniających. Woda spływa poza obiekt, dzięki spadkom podłużnym, wykształconym w obu kierunkach osi podłużnej obiektu. Spadki te są jednak zbyt małe do skutecznego odprowadzenia wody. Brak poprawnego odwodnienia powoduje, że poza przenikaniem przez nieszczelną izolację woda przedostaje się do

przeźreni pod chodnikiem i następnie wyciekając na krawędzi pomostu powoduje uszkodzenie skrajnych belek i oczepów filarów.

Balustrady mają w znacznym stopniu uszkodzoną powłokę malarską i lokalnie rozwinięta jest ich korozja. Również skorodowana jest latarnia zamocowana do przęsła. Ponadto w świetle obowiązujących przepisów balustrady mają zbyt małą wysokość.

4. Ocena stanu technicznego

Ogólny stan techniczny kładki oceniany jest jako niezadowolający, jakkolwiek na razie nie zaobserwowano zagrożenia awarią. Po objawach można stwierdzić, że w najgorszym stanie technicznym jest izolacja. Stan izolacji przyczynia się do przyspieszonej degradacji mostu. W efekcie uszkodzenia izolacji i przecieków przez pomost dochodzi do korozji betonu dźwigarów głównych. Aktualny stopień zaawansowania korozji nie doprowadził jeszcze do uszkodzenia otuliny zbrojenia, jakkolwiek zaobserwowano lokalnie objawy (zarysowania, odpryski betonu), które świadczą, że lokalnie mogła rozpocząć się korozja zbrojenia.

Dźwigary główne, poza objawami korozji powierzchniowej nie wykazują większych uszkodzeń. Podobnie jak podpory. W nieco gorszym stanie są oczepy filarów. Dotyczy to przede wszystkim ich krawędzi zewnętrznych, w których spływająca woda z pomostu spowodowała znaczne zniszczenia korozyjne oraz lokalnie miejsc, w których brak otuliny spowodował zawansowaną korozję zbrojenia. Ocenia się jednak, że opisane uszkodzenia nie mają na razie istotnego wpływu na nośność oczepów, zmniejszają jednak w sposób wyraźny ich trwałość.

Brak jest natomiast objawów, które by wskazywały na przeciążenie konstrukcji.

Stan balustrady jest zadowolający, jeśli nie uwzględni się ich zniszczenie powłoki antykorozyjnej. Jednak w praktycznie całkowicie zniszczona powłoka antykorozyjna może w krótkim czasie doprowadzić do istnego zmniejszenia jej wytrzymałości. Ich stan nie zagraża aktualnie bezpiecznej eksploatacji.

Bardzo zły stan nawierzchni na jezdni i chodnikach pogarsza warunki eksploatacji obiektu, a na długości skrzydełek zagraża bezpiecznej eksploatacji (uskoki, ubytki nawierzchni).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdza się, że aktualna nośność mostu odpowiada przyjętej na etapie projektowania. Wobec powyższego ocenia się, że most może być eksploatowana na dotychczasowych zasadach, pod warunkiem przeprowadzenia niezbędnych prac remontowych. Prace remontowe muszą przede

wszystkim zabezpieczyć konstrukcję przed ogólną korozją betonu, uszczelnić pomost oraz poprawić odwodnienie obiektu.

Szacowanie aktualnej wytrzymałości betonu przeprowadzono w oparciu o badania sklerometryczne młotkiem Schmidta i ocenę makroskopową. W oszacowaniu wytrzymałości betonu uwzględniono również informacje o nominalnej wytrzymałości na podstawie zachowanych fragmentów dokumentacji.

Szacowana aktualna klasa betonu:

- pale B30
- dźwigary B40
- przyczółek B15

Ponieważ, nie przewiduje się żadnych zmian co do konstrukcji obiektu oraz działających obciążeń, nośność użytkowa obiektu po proponowanym sposobie remontu nie ulegnie zmianie. Przy wykonaniu remontu wg poniżej podanych zaleceń, dopuszcza się dopuszcza się ruch na obiekcie ruch pieszych bez ograniczeń oraz bez ograniczeń ruch pojazdów o całkowitym ciężarze 150 kN (15,0 t) (klasa E wg PN-85/S-10030). Pojazdy o całkowitym ciężarze przekraczającym 150 kN (15,0 t) należy traktować jako obciążanie wyjątkowe, które może wymaga specjalnego pozwolenia na przejazd przez obiekt.

6. Wymagany zakres remontu kładki

Po przeprowadzonych badaniach i analizie stanu technicznego i wykonanych analizach statyczno – wytrzymałościowych wskazuje się na następujący zakres prac remontowych:

- przebudowa pomostu, której celem będzie przede wszystkim jego uszczelnienie oraz zagwarantowanie prawidłowego odwodnienia; przebudowa pomostu powinna być połączona z przebudową elementów konstrukcji chodnika lub całkowity jego demontaż,
- wykonanie nowej nawierzchni na jezdni i chodnikach,
- wykonanie nowych balustrad (aluminiowych), prawidłowo zamocowanych i mających wymaganą wysokość (min. 1,1 m licząc od poziomu nawierzchni);
- przebudowa korozyjnie uszkodzonych belek podporęczowych na skrzydełkach,
- reprofilacja uszkodzonych korozyjnie elementów konstrukcji (przęseł oraz podpór) i wykonanie zabezpieczenia powierzchniowego wszystkich elementów betonowych.

Reprofilacja musi być poprzedzona usunięciem skorodowanego betonu, oczyszczeniem i zabezpieczeniem antykorozyjnym odsłoniętego zbrojenia.

W ramach remontu nie przewiduje przekładanie urządzeń obcych – podwieszonych rurociągów. Należy jedynie naprawić uszkodzone osłony termiczne i powłoki antykorozyjne.

7. Zakres i technologia remontu poszczególnych elementów kładki:

7.1 Przyczółki

- rozebranie belki gzymsowej i wykonanie nowej dostosowanej kształtem do proponowanego nowego kształtu belki podporęczowej w przęsłach (patrz rys.4, 5 lub 6 – w zależności od wyboru wariantu)
- oczyszczenie powierzchni przyczółków ze skorodowanego powierzchniowo betonu,
- wypełnienie betonem otworów, które istnieją w korpusach przyczółków, a które były prawdopodobnie przewidziane do przeprowadzenia dodatkowych rurociągów,
- uzupełnienie ubytków betonu i wykonanie na całej powierzchni powłoki z materiału typu PCC (tzw. szpachla); na naprawionej powierzchni wykonać powłokę ochronną (elastyczną)
- oczyszczenie stożków nasypów i renowacja umocnienia stożków.

7.2. Filary

- oczyszczenie powierzchni podpór ze skorodowanego powierzchniowo betonu,
- uzupełnienie ubytków betonu i wykonanie na całej powierzchni powłoki z materiału typu PCC (tzw. szpachla); na naprawionej powierzchni wykonać powłokę ochronną (elastyczną),
- oczyszczenie z korozji blach zamocowanych do pali od strony górnej wody, chroniących podpory i wykonanie nowych powłok malarskich

Uwaga! Zaleca się wykonanie dodatkowe zabezpieczenia filara nurtowego przed krą czy przepływającymi np. konarami drzew, wykonując przed filarem tzw. krzak, np. z wbitych w dno rzeki przed filarem kształtowników stalowych

7.3 Przęsła

Proponuje się dwa alternatywne sposoby przebudowy pomostu:

Wariant A

Zmiana ukształtowania geometrii pomostu, polegająca na likwidacji wydzielenia chodników i jezdni w przekroju poprzecznym, przez wyniesienie chodników nad poziom jezdni i ukształtowanie w zamian tzw. pieszo-jezdni, z ewentualnym odpowiednim oznakowaniem poziomym wyznaczającym pasy ruchu pieszych i ruchu samochodowego. W wariantcie tym uzyskuje się poprawę odwodnienia pomostu, przez takie ukształtowanie przekroju poprzecznego, że by woda ścieka poprzecznie poza obiekt. Zaletą tego wariantu jest prosty w wykonaniu i utrzymaniu kształt przekroju poprzecznego. Wadą jest natomiast to, że woda ścieka bezpośrednio po gzymsie, co może przyczynić to szybszej jego destrukcji oraz po pewnym czasie eksploatacji pogorszyć jego wygląd. Wariant ten pozwala ponadto na uniknięcie wykonania wpustów jezdni (rys 4 lub w zależności od wyboru wariantu).

Wariant B

Pozostawienie aktualnego ukształtowania przekroju poprzecznego, z wyraźnym wydzieleniem chodników przez ich wyniesienie nad powierzchnię jezdni, przy czym proponuje się zamianę prefabrykowanej konstrukcji chodnika na konstrukcję monolityczną, z odpowiednim ukształtowaniem belki podporęczowej. Zaletą tego wariantu jest możliwość takiego odprowadzenia wody by nie ściekała po gzymsie, jednak ze względu na bardzo małe pochylenie podłużne niwelety, w wariantcie tym wymagane jest wykonanie wpustów przykrawężnikowych. Zaletą tego rozwiązania jest również wyraźne oddzielenie ruchu pieszych od ruchu pojazdów. Jednak wydaje się, że z uwagi na charakter obiektu (ruch pojazdów o charakterze wyjątkowym), że dopuszczenie wspólnego ruchu pieszych i pojazdów samochodowych (tzw. pieszojezdni) nie stanowi to zagrożenia bezpiecznej eksploatacji. W celu poprawy bezpieczeństwa użytkowników można dodatkowo wykonać dodatkowe oznakowanie poziome (patrz rys. 4 i 5) ustawić odpowiednie oznakowanie. Wadą tego wariantu jest natomiast bardziej skomplikowany kształt pomostu – zarówno z punktu widzenia wykonania jak i utrzymania.

Zakres robót w poszczególnych wariantach

Wariant A – zakres robót

- demontaż istniejącej balustrady,
- rozebranie pomostu łącznie z demontażem prefabrykowanej konstrukcji chodników,

- usunięcie izolacji i oczyszczenie powierzchni pomostu ze skorodowanego betonu,
- wykonanie płyty nadbetonu zbrojonego łącznie z nowym gzymsem (belką podporęczową); grubość płyty należy dostosować do rodzaju nawierzchni na obiekcie (patrz rys 4 lub 5); krawędź płyty należy ukształtować w taki sposób by możliwe było poprawne zamocowanie nowej balustrady; płytę pomostową ukształtować w taki sposób, by nadać jej spadki poprzeczne 2%; płytę należy wykonać z betonu klasy min. B30, zbrojenie stal klasy AII, AIII lub AIIIN (grubość płyty nadbetonu dostosować do przyjętego rodzaju nawierzchni i niwelety drogi na dojeźcach do obiektu),

- wykonanie nawierzchni alternatywnie o następującej konstrukcji:

- a) nawierzchni z asfaltu twardolanego o gr. 5 cm ułożonego na izolacji z papy termozgrzewalej (rys. 4)

- b) nawierzchni spełniającej równocześnie funkcję izolacji, z zastosowaniem żywic poliuretanowych (nawierzchnia z materiału elastycznego); przed ułożeniem nawierzchni płytę należy zdylatować co ok. 6,0 m, wykonując po jej stwardnieniu nacięcia na głębokość ok. 2 cm; nacięcia należy wypełnić materiałem elastycznym np. SIKAFLEX; w wariantcie tym płyta musi być grubsza od płyty gdy przewiduje wykonanie nawierzchni z asfaltu twardolanego (rys. 5),

- oczyszczenie ze skorodowanego powierzchniowo betonu dźwigarów głównych, uzupełnienie ubytków betonu, wykonanie powłoki z betonu typu PCC i wykonanie cienkiej powłoki ochronnej na gzymsach oraz zewnętrznych krawędziach belek,

- oczyszczenie z korozji i wykonanie powłoki antykorozyjnej na markach stalowych zamocowanych na spodzie belek,

- montaż nowych balustrad o wysokości min. 1,1 m; ze względu na konieczność odciążenia pomostu należy zamontować balustrady aluminiowe,

Proponowany sposób przebudowy pomostu w tym wariantcie pokazano na rys. 4 lub 5 (w zależności od wyboru rodzaju nawierzchni).

7.3.2 Wariant B – zakres robót

- demontaż istniejącej balustrady,
- rozebranie pomostu łącznie z demontażem prefabrykowanej konstrukcji chodników,
- usunięcie izolacji i oczyszczenie powierzchni pomostu ze skorodowanego betonu,
- wykonanie płyty nadbetonu zbrojonego łącznie z nową kapą chodnikową, krawędź płyty należy ukształtować w taki sposób by możliwe było poprawne zamocowanie nowej balustrady; płytę pomostową pod jezdnią ukształtować w taki sposób, by nadać jej spadki

poprzeczne 2%, na jezdni dwustronne do krawężnika, na chodnikach w kierunku jezdni, na krawędzi kapy chodnikowej na połączeniu z jezdnią wykonać „gniazdo” do osadzenia izolacji (patrz rys. 7); w kapie betonowej, w celu jej odciążenia zamocować szczelne rury stalowe lub z PCV w celu odciążenia chodnika; grubość płyty dostosować do rzędnych niwelety drogi na dojeźciach do obiektu)

- wykonać (wywiercić) otwory w pomoście nad oczepami (pomiędzy rzędami pali) i osadzić w nich wpusty do odprowadzenia wody z pomostu; proponuje się wykorzystać do tego celu istniejące otwory z osadzonymi odcinkami rur stalowych,

- na jezdni wykonać izolację z papy termozgrzewalnej,

- zamontować krawężniki kamienne,

- wykonanie na jezdni nawierzchni o z asfaltu twardolanego o gr. 5 cm, natomiast na chodnikach – nawierzchni spełniającej równocześnie funkcję izolacji, z zastosowaniem żywicy poliuretanowych (nawierzchnia z materiału elastycznego); przed ułożeniem nawierzchni płytę na chodnikach należy zdylatować co ok. 6,0 m, wykonując po jej stwardnieniu nacięcia na głębokość ok. 2 cm; nacięcia należy wypełnić materiałem elastycznym np. SIKAFLEX; podobnym materiałem wypełnić styk krawężnika z powierzchnią chodnika,

- oczyszczenie ze skorodowanego powierzchniowo betonu dźwigarów głównych, uzupełnienie ubytków betonu, wykonanie powłoki z betonu typu PCC i wykonanie powłoki ochronnej na gzymsach oraz zewnętrznych krawędziach belek,

- oczyszczenie z korozji i wykonanie powłoki antykorozyjnej na markach stalowych zamocowanych na spodzie belek,

- montaż nowych balustrad o wysokości min. 1,1 m; ze względu na konieczność odciążenia pomostu należy zamontować balustrady aluminiowe,

7.5. Dojeźcia (dojazdy) do mostu

Po naprawie konstrukcji kładek należy odpowiednio przebudować dojeźcia (dojazdy), dokonując ewentualnej korekty ich ukształtowania (zmiany niwelety); dotyczy to zwłaszcza dojeźcia (dojazdu) od strony miasta. Istniejąca przed obiektem niecka uniemożliwia prawidłowe odwodnienie jezdni za mostem.

7.6 Wyposażenie i urządzenia obce

Na obiekcie należy odtworzyć oświetlenie. W wypadku wykonania nawierzchni z asfaltu twardolanego na połączeniu mostu z drogą wykonać zalewkę bitumiczną o zwiększonej odkształcalności (tzw. dylatację bitumiczną). Zastosować balustrady aluminiowe o wys. 1,1 m.

Nie przewiduje się przebudowy podwieszonych do konstrukcji rurociągów, ponieważ nie stwarzają one kolizji z proponowanymi koncepcjami remontu mostu. Na istniejących rurach stalowych należy jedynie wykonać nowe powłoki antykorozyjne oraz naprawić osłony termiczne.

Uwaga! Wszystkie zastosowane do naprawy preparaty powinny mieć aktualną aprobatę IBDiM, dopuszczającą do stosowania na obiektach mostowych.

Opracowali:


Dr hab. inż. Arkadiusz Madaj


Mgr inż. Iwona Jankowiak