

Współczesne metody przebudowy mostów drogowych – przykłady zastosowanych rozwiązań

Krzysztof Śledziwski

*Katedra Dróg i Mostów, Wydział Budownictwa i Architektury,
Politechnika Lubelska, e-mail: k.sledziwski@pollub.pl*

Streszczenie: Artykuł przedstawia przykłady współczesnych metod przebudowy istniejących obiektów mostowych. Opisano przebudowę mostu na przepust stalowy oraz wymianę mostu płytowego, jednoprzęsłowego na most zintegrowany.

Słowa kluczowe: przebudowa, most, przepust.

1. Wprowadzenie

Strategia utrzymaniowa stosowana obecnie w kraju jest jednym z wielu czynników wpływających negatywnie na rezerwy bezpieczeństwa istniejących obiektów inżynierskich [7,9]. Ograniczone do minimum prace utrzymaniowe, zmiana warunków obciążeń mostów oraz wzrost intensywności ruchu, jaki nastąpił w ostatnim czasie, spowodowało konieczność podniesienia nośności znacznej liczby obiektów mostowych. Osiągnąć to można poprzez przebudowę, ewentualnie wzmocnienie danego obiektu [3,6,8]. Niestety w skrajnych przypadkach może wystąpić potrzeba usunięcia starego mostu i budowa w jego miejsce nowego.

Jak bardzo złożonym zagadnieniem jest proces przebudowy, wzmocnienia obiektu mostowego mogą świadczyć organizowane corocznie przez Politechnikę Poznańską Seminarium poświęcone tej tematyce: „Współczesne metody budowy, wzmocniania i przebudowy mostów”.

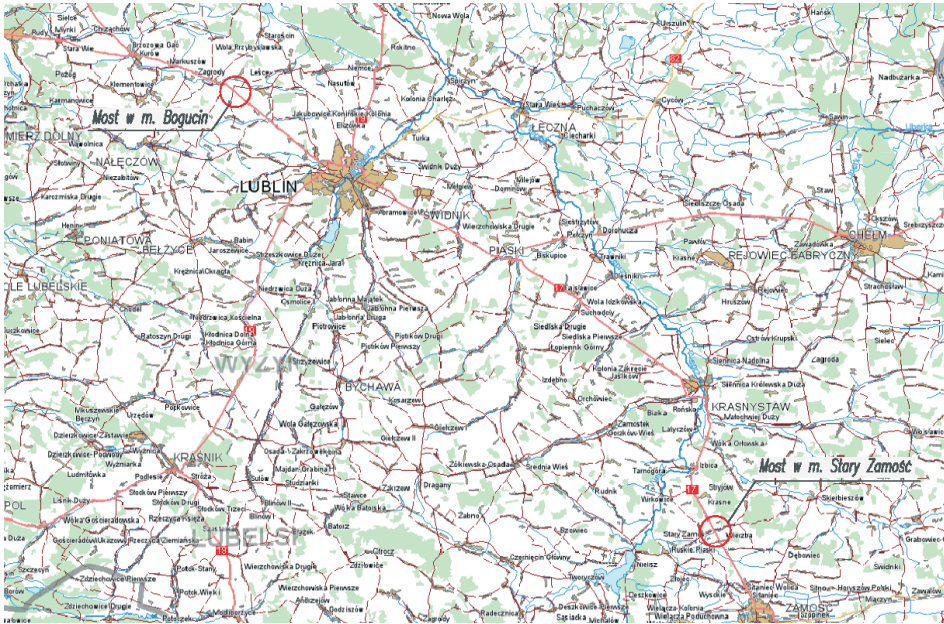
W artykule zostały przedstawione przykłady przebudowy istniejących mostów drogowych. Autor bezpośrednio brał udział w opracowywaniu dokumentacji projektowej zarówno na przebudowę mostu w mieście Bogucin [11] (inwestycja zrealizowana) jak i mostu w mieście Stary Zamość [12].

2. Lokalizacja opisywanych obiektów

Droga krajowa nr 12 jest drogą klasy GP, która w układzie istniejącej sieci drogowej przebiega od zachodniej granicy państwa do wschodniej. Natomiast DK Nr 17 przebiega od Warszawy również do granicy państwa (kierunek Lwów). Na odcinku Kurów – Lublin – Piaski DK Nr 12 i 17 posiadają wspólny przebieg. Są to drogi o znaczeniu międzyregionalnym w układzie krajowym oraz pełnią funkcję dróg międzynarodowych E373 i E372. Prowadzą ruch do międzynarodowych drogowych przejść granicznych na granicy polsko – ukraińskiej w Dorohusku i Hrebennem. Dla województwa lubelskiego stanowią główne połączenie ze stolicą kraju, centralnymi i zachodnimi regionami Polski.

Przedmiotowe obiekty zlokalizowane są odpowiednio (rys. 1):

- most w m. Bogucin w ciągu drogi krajowej Nr 12/17,
- most w m. Stary Zamość w ciągu drogi krajowej Nr 17.



Rys. 1. Orientacyjna lokalizacja opisywanych mostów.

Fig. 1. Approximate location of the described bridge.

Na omawianych odcinkach istniejąca droga charakteryzuje się przekrojem szlakowym, jezdnią o nawierzchni bitumicznej szerokości 7,00 m oraz obustronnymi pobocznymi utwardzonymi o szerokości 2,0 m. Droga na odcinku m. Bogucin (fot. 1. [11]) przebiega przez tereny rolnicze z zabudową mieszkaniową i zagrodową, natomiast w rejonie m. Stary Zamość (fot. 2. [11]) dominują tereny z zagospodarowaniami oraz uprawami rolnymi, a także łąki (częściowo nieużytkowane).



Fot. 1. Widok w ciągu drogi krajowej Nr 12/17 w kierunku m. Lublin oraz w kierunku m. Kurów [10].

Phot. 1. View on the national road No. 12/17 in the direction of Lublin and in the direction of Kurów [10].



Fot. 2. Widok w ciągu drogi krajowej Nr 17 w kierunku m. Stary Zamość oraz w kierunku m. Zamość [10].

Phot. 2. View on the national road No. 17 in the direction of Stary Zamość and in the direction of Zamość [10].

3. Opis zaprojektowanych rozwiązań

3.1. Most przez rów melioracyjny w m. Bogucin w km 591+614 drogi krajowej nr 12/17 odcinek Kurów – Lublin

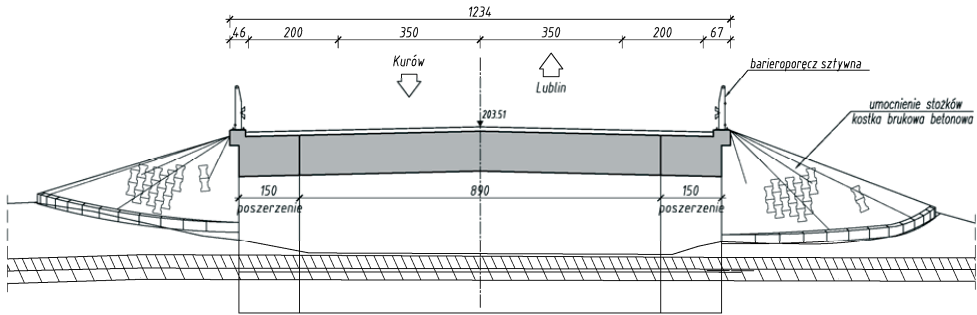
Istniejący most położony jest w obrębie Płaskowyżu Nałęczowskiego, w lokalnym obniżeniu, na którego dnie, zlokalizowany jest zbiornik wodny. Stan techniczny mostu został określony jako bardzo zły. Na fot. 3 [11] widoczne są uszkodzenia w formie ubytków betonu, korozji zbrojenia, a także licznych nieregularnych rys na skrzydełkach.



Fot. 3. Widok mostu wraz z uszkodzeniami: od strony napływu i od strony odpływu [10].

Phot. 3. View of the bridge with damage: from the inflow and from the outflow [10].

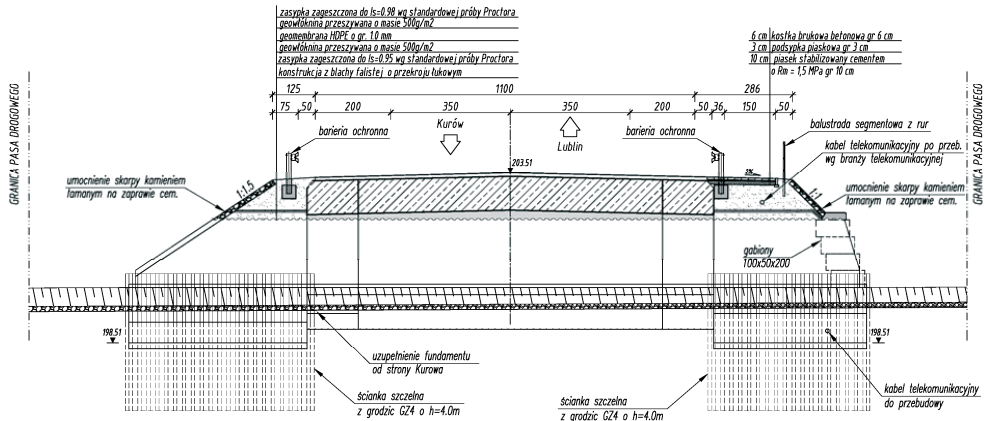
Most jest konstrukcją jednoprzęsłową, wolnopodpartą. Przekrój poprzeczny jest typowy dla małych mostów betonowych – pełna płyta żelbetowa o szerokości 11,90 m. W wyniku wcześniejszej przebudowy obiekt został poszerzony obustronnie o 1,50 m, co pokazano na rys. 2. [11].



Rys. 2. Przekrój poprzeczny istniejącego mostu w m. Bogucin [11].

Fig. 2. The cross-section of the existing bridge in Bogucin [11].

W celu dostosowania mostu do panujących obecnie warunków zaprojektowano jego przebudowę na przepust z dnem otwartym. W istniejące światło została wbudowana konstrukcja stalowa z blachy falistej ocynkowanej (rys. 3 [11]).



Rys. 3. Przekrój poprzeczny po przebudowie [11].

Fig. 3. The cross-section after reconstructed [11].

Zgodnie z obowiązującymi przepisami [14] elementy geometryczne i konstrukcyjne drogi nad przebudowywanym obiektem pozostały bez zmian. Jedynie w celu zachowania ciągłości zaprojektowanego chodnika wzdłuż drogi krajowej nr 12/17 odcinek Kurów – Lublin od km 590+965 do 593+123 przewidziano na długości obiektu przeprowadzenie ruchu pieszego i zaprojektowano chodnik, który oddzielono od jezdni barierą ochronną oraz balustradą od strony skarpy.

Po przebudowie obiektu parametry techniczno – użytkowe są następujące:

- obciążenie klasy A wg PN-85/S-10030 (masa pojedynczego pojazdu 50 ton)
- długość obiektu mostowego (powłoki) w kluczu 18,47 m
- długość całkowita obiektu (powłoki) w spodzie 21,18 m
- długość całkowita fundamentów obiektu 21,58 m
- światło poziome obiektu po zabudowie 4,20 m
- światło pionowe po zabudowie 2,40 m
- wysokość konstrukcyjna elementów z powłoki 1,99 m

Fundamenty i posadowienie konstrukcji

Konstrukcja powłoki stalowej z blachy falistej została oparta na ławach fundamentowych oraz na projektowanym fundamencie żelbetowym (beton klasy C25/30) poza obrysem mostu. Ławy fundamentowe wykonano w ściankach szczelnych, które po zabetonowaniu ścięto na wysokości górnej powierzchni ławy. Wymiary fundamentów dostosowano do fundamentów istniejących.

Montaż i zasypanie konstrukcji

Na konstrukcję przepustu składają się elementy powłoki stalowej o przekroju łukowo – kołowym (fot. 4 [10]). Wykonane są z blachy falistej (gr. 4 mm), łączonej przy użyciu złączy śrubowych – śruby M20, klasy 8.8.

Sama blacha została zabezpieczona antykorozyjnie poprzez ocynkowanie 85 μm oraz powłoką epoksydową grubości min 200 μm .

Wolną przestrzeń między wbudowaną konstrukcją przepustu a istniejącym mostem wypełniono pianobetonem tłoczonym przez otwory wykonane w szalunkach (części czołowe między podporami istniejącego mostu i konstrukcją przepustu zostały zadeskowane).



Fot. 4. Montaż konstrukcji stalowej z blachy falistej wraz z ustawieniem gabionów [10].
Phot. 4. Assembly of corrugated steel with setting gabions [10].

Zasyпка przepustu

Na długości odcinków przepustu, wystających poza istniejący most, wykonano zasypkę z materiału ziarnistego, w celu zapewnienia dobrych właściwości konstrukcyjnych. Wokół przepustu układano ją warstwami i zagęszczano równomiernie po obu stronach.

W bezpośrednim otoczeniu przepustu (około 20 cm) zasypkę wykonano z materiału o grubszym uziarnieniu i dobrych właściwościach filtracyjnych. Zagęszczenie w obszarze konstrukcji z blachy (na szerokości ok. 1,0 m) prowadzono ręcznie, przy użyciu wibratorów płytowych (fot. 5 [10]). Podczas zagęszczania kontrolowano wymiary wewnętrzne konstrukcji, nie dopuszczając do przemieszczeń od pierwotnego kształtu większych niż podane przez producenta.



Fot. 5. Zagęszczanie zasyпки [10].
Phot. 5. Compaction of backfill [10].

Po całkowitym zasypaniu przepustu, od strony napływu wykonano wieniec żelbetowy z betonu klasy C 25/30 (fot. 6 [10]). Powierzchnię betonową wieńca pokryto powłoką ochronną z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań na bazie polimeru akrylowego oraz od strony naziomu powłoką izolacyjną na gorąco.



Fot. 6. Zbrojenie i deskowanie wieńca [10].
Phot. 6. Reinforcement and formwork element ending [10].

Wlot i wylot

Skarpy od strony wlotu umocniono gabionami ułożonymi schodkowo (fot. 4 [10]), a także powyżej kamieniem łamanym. Z kolei skarpy od strony wylotu, o nachyleniu 1:1.5, umocniono kamieniem łamanym z wypełnieniem spoin zaprawą cementowo-piaskową. Pozostałe skarpy nasypu wyprofilowano, ułożono warstwę humusu i obsiano trawą.

Elementy bezpieczeństwa ruchu

Po obydwu stronach obiektu zaprojektowano ustawienie bariery ochronnej, o rozstawie słupków 2,00 m na długości przebudowy obiektu. Prowadnice barier usytuowano w odległości 0,20 m od krawędzi jezdni na wysokości 0,75 m mierzonej od poziomu nawierzchni jezdni.

Nad obiektem po stronie chodnika zaprojektowano balustradę rurową segmentową (z rur ocynkowanych i pomalowanych na kolor żółty) o wysokości 1,10 m.

Roboty melioracyjne

W ramach przebudowy mostu, zgodnie z pozwoleniem wodno-prawnym wykonano również:

- odmulenie istniejącego rowu o szerokości dna 0,60 m na długości 23 m powyżej mostu,
- wyprofilowanie i umocnienie istniejącego koryta rowu melioracyjnego w granicach istniejącego pasa drogowego.

3.2. Most przez ciek bez nazwy w km 162+951 drogi krajowej nr 17 w m. Stary Zamość

Droga krajowa nr 17 przecina w km 162+591 rów melioracyjny jednoprzęsłowym mostem żelbetowym (fot. 7 [12]). Ciek bez nazwy jest prawostronnym dopływem rzeki Łabuńka i wpada do niej w m. Ruskie Piaski. Swój początek bierze w okolicy miejscowości Wierzba.

Pod istniejącym obiektem rów ma przebieg w linii prostej. Przepływ wody odbywa się całą szerokością przestrzeni – gdzie tworzy się rozlewisko. Obszar zlewni to głównie łąki i tereny upraw rolniczych. Duże obszary łąk w dolinie są wykorzystywane w niewielkim stopniu ze względu na znaczną degradację systemu melioracyjnego.



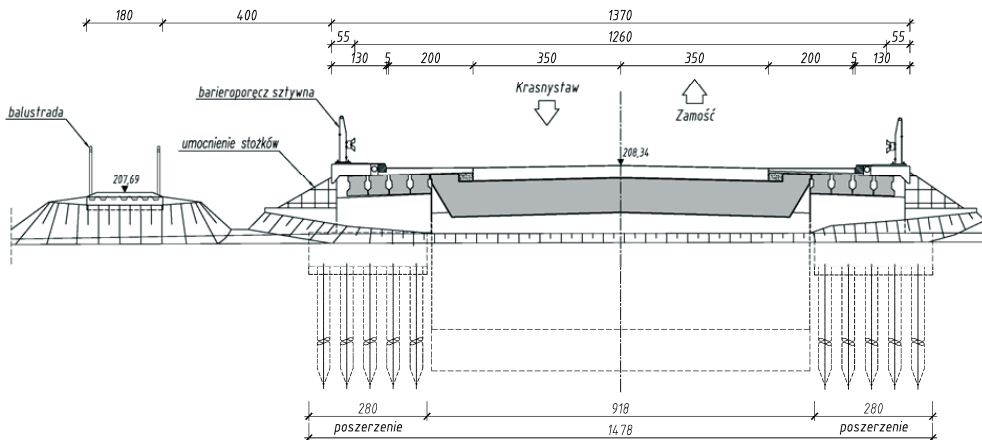
Fot. 7. Widok mostu: od strony napływu i od strony odpływu [12].

Phot. 7. View of the bridge: from the inflow and from the outflow [12].

Most istniejący jest obiektem stałym – o konstrukcji żelbetowej płytowej (rys. 4 [12]). Ustrój niosący był poszerzony obustronnie po 1,50 m – belkami typu „GROMNIK”, opartymi na masywnych, betonowych przyczółkach ze skrzydełkami wiszącymi. Po stronie lewej drogi, w obrębie pasa drogowego, zlokalizowana jest kładka dla pieszych o szerokości 1,80 m i długości 7,50 m (rys. 4 [12]).

Konstrukcja kładki wykonana jest ze stalowych grodzic, stężonych poprzecznie ceownikami stalowymi. Balustrada ochronna na kładce składa się z rur stalowych (słupki i poręcz) oraz z pasów profilowych barier ochronnych stalowych typu SP (przeciagi balustrady). Nawierzchnię tworzą płytki betonowe chodnikowe 35 x 35 cm (4 rzędy).

Zarówno most jak i kładka zostały przewidziane do rozbiórki.



Rys. 4. Przekrój poprzeczny istniejącego mostu wraz z kładką w m. Stary Zamość [12].

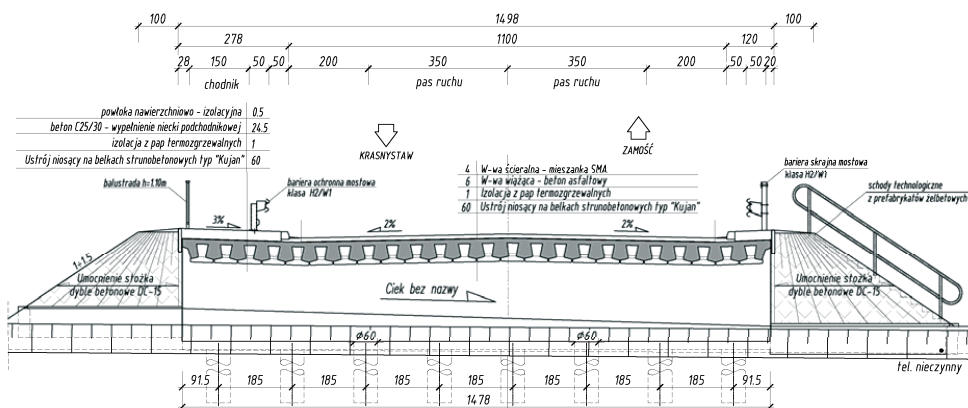
Fig. 4. The cross-section of the existing bridge and footbridge in Stary Zamość [12].

W 2009 roku na podstawie przeprowadzonego przeglądu rozszerzonego podjęto decyzję o przebudowie istniejącego mostu i dostosowaniu go do obciążeń dla klasy A wg PN-85/S-10030 oraz wymagań dla obiektów w ciągach dróg krajowych klasy GP.

W ramach projektu budowlanego i wykonawczego dokonano analizy, której celem było ustalenie parametrów hydrologiczno – hydraulicznych na przebudowę mostu. Wyznaczono m. in.:

- maksymalny spływ wód opadowych,
- poziom przepływu miarodajnego,
- światło projektowanych obiektów,
- a także wysokość spiętrzenia wysokiej wody.

Na podstawie analizy (hydrologiczno – hydraulicznej) oraz przeprowadzonego wywiadu środowiskowego (w oparciu o który ustalono, iż w okresach ulewnych deszczy zdarza się, że woda płynąca pod obiektem przelewa się przez korpus drogowy) podjęto decyzję o wzniesieniu niwelety (w obrębie mostu) o 1,18 m nad poziom istniejącej. W następstwie tego zabiegu, jako rozwiązanie ostateczne, zaprojektowano most żelbetowy stały – zintegrowany (rys. 5 [12]).



Rys. 5. Przekrój poprzeczny po przebudowie [12].

Fig. 5. The cross-section after reconstructed [12].

Po przebudowie obiekt inżynierski będzie charakteryzował się następującymi parametrami techniczno – użytkowymi:

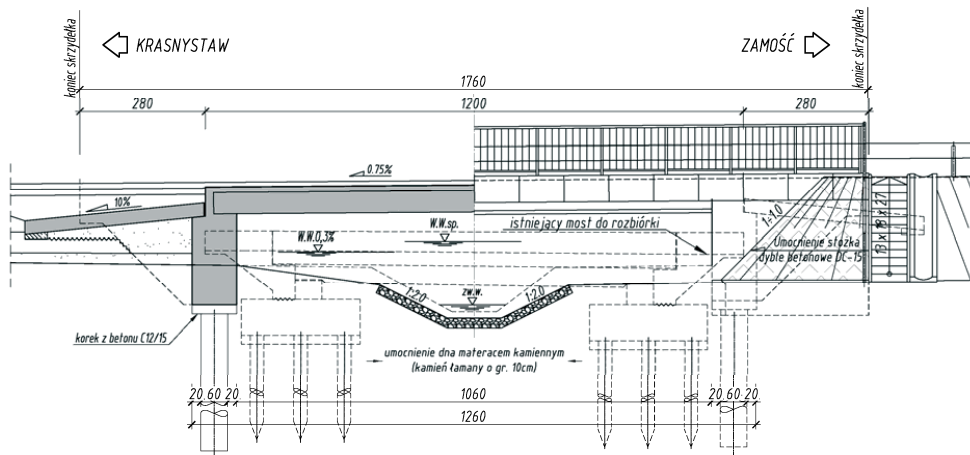
- obciążenie klasy A wg PN-85/S-10030 (masa pojedynczego pojazdu 50 ton)
- długość mostu 12,00 m
- długość mostu z płytami przejściowymi 20,06 m
- jezdnia - dwa pasy ruchu po 3,50 m
- obustronne pobocza utwardzone po 2,00 m
- szerokość jezdni w krawężnikach 11,00 m
- szerokość użytkowa obiektu (w świetle barier) 12,00 m
- po stronie lewej chodnik dla pieszych 1,50 m
- szerokość konstrukcyjna obiektu 14,98 m
- światło poziome 10,60 m
- światło pionowe mostu (do spodu proj. obiektu) 1,03–1,47 m (półki ziemne)
2,22 m (od dna cieku).

Ustrój nośny

Ustrój nośny składa się z 24 belek, strunobetonowych przystosowanych dla obciążenia ruchomego klasy „A” [13] - typu „KUJAN (odwrócone „T”) o długości całkowitej $L = 11,64$ m. Przerwy pomiędzy stopkami zostaną zabezpieczone przed wyciekaniem świeżego betonu (beton C30/37) za pomocą wkładek gąbczastych ewentualnie gumowych węży bądź też listew z tworzywa sztucznego.

Na długości ustroju niosącego zaprojektowano z jednej strony kapę chodnikową, natomiast z drugiej gzymsową. Obydwa elementy będą zakotwione w płycie.

Górę ustroju ukształtowano z dwustronnym spadkiem poprzecznym 2% w części jezdni oraz odpowiednio 3% w części przy kapie chodnikowej i 4% przy kapie gzymsowej. Z kolei spadek podłużny dostosowano do niwelety drogi – pochylenie 0,75% (rys. 6 [12]).



Rys. 6. Przekrój podłużny z widokiem z boku mostu stałego [12].

Fig. 6. Longitudinal section and a side view of a permanent bridge [12].

Przyczółki

Przyczółki zaprojektowano w postaci żelbetowych korpusów (beton C30/37, stal zbrojeniowa A-I i A-IIIIN) z podwieszonymi skrzydełkami. Całość została posadowiona na ośmiu 19,00 metrowych palach wierconych (beton C25/30, stal zbrojeniowa A-IIIIN) w murze osłonowej bez jej pozostawiania.

Skrzydełka (beton C25/30, stal zbrojeniowa A-I i A-IIIIN) o długości 2,80 m i grubości 35 cm, zwieńczone będą gzymsem z zamocowanymi deskami prefabrykowanymi.

W celu zapewnienia ciągłości na przejściu drogi z nasypu na obiekt zaprojektowano za przyczółkiem dwusegmentową płytę przejściową (beton C25/30, stal zbrojeniowa A-I i A-IIIIN). Każdy z segmentów ma kształt prostokąta o szer. 6,95 m i dług. 4,00 m oraz pochyleniu podłużnym 10% w kierunku nasypu. Jednym końcem płyta oparta będzie na wsporniku korpusu przyczółka, natomiast drugim na ławie fundamentowej z betonu C12/15 wykonanej na istniejącej nawierzchni. Powstała szczelina pomiędzy ścianką żwirową, a czołem płyty przejściowej o szer. 3 cm zostanie wypełniona styropianem obustronnie obłożonym papą, pełniącym rolę deskowania traconego. Dodatkowo na górnej powierzchni płyty przejściowej ułożona będzie izolacja z papy termozgrzewalnej, na której będzie znajdowała się warstwa ochronna z betonu C12/15.

Odwodnienie mostu

Przewidziano odwodnienie powierzchniowe nawierzchni realizowane daszkowym spadkiem poprzecznym o wartości 2% i spadkiem poprzecznym 3% z chodnika. Woda z mostu odprowadzona będzie ściekiem przykrawężnikowym wykonanym z asfaltu lanego poza obiekt do ścieków skarpowych. Górna powierzchnia płyty pomostu będzie zabezpieczona izolacją z papy zgrzewalnej.

Nawierzchnia

Łączna grubość nawierzchni ograniczonej obustronnie krawężnikami kamiennymi 20 x 20 cm to 100 mm. Przyjęto standardowo 40 mm na warstwę wiążącą z betonu asfaltowego oraz 60 mm na warstwę ścieralną z mieszanki grysowo – mastyksowej (SMA).

Na chodniku natomiast przyjęto nawierzchnię o grubości 5 mm wykonaną z żywicy syntetycznych.

W zamian urządzenia dylatacyjnego zostało zaprojektowane uciągnięcie nawierzchni.

Elementy bezpieczeństwa ruchu

Na krawędzi obiektu, zaprojektowano barierę skrajną mostową, natomiast w celu oddzielenia ruchu pieszego od jezdni barierę ochronną mostową (rys. 5 [12]). Oprócz tego obiekt będzie wyposażony w balustradę aluminiową o wysokości 110 cm z rozstawem słupków 190 cm (rys. 6 [12]).

Roboty melioracyjne

Jako roboty melioracyjne wykonane będzie umocnienie dna i skarp koryta ciekłu materacem kamiennym (kamień łamany o gr. 10 cm) ułożonym na włókninie filtracyjnej (rys. 6 [12]).

4. Podsumowanie

Niewątpliwy wzrost intensywności ruchu, a tym samym liczby pojazdów ciężarowych na szlakach tranzytowych, wymusza konieczność gruntownych przeglądów istniejących obiektów inżynierskich. Te niestety często kończą się decyzją o ich przebudowie lub wymianie. Tak też było w przypadku przedstawionych obiektów.

Opisane w artykule mosty są przykładami dwóch całkowicie różnych rozwiązań tego samego zagadnienia. Jest to spowodowane nie tylko stanem wiedzy i technologii w dziedzinie mostownictwa [1,2,4,5] ale również konsekwencją bardzo krótkich terminów na wykonanie dokumentacji projektowej, wraz ze wszystkimi uzgodnieniami.

Literatura

- [1] Furtak K., Wrana B., *Mosty zintegrowane*, WKŁ, Warszawa 2005.
- [2] Janusz L., Madaj A., *Obiekty inżynierskie z blach falistych. Projektowanie i wykonawstwo*, WKŁ, Warszawa 2007.
- [3] Łagoda M., *Wzmacnianie mostów przez doklejanie elementów*, WPK, Kraków 2005.
- [4] Machelski C., *Obliczanie mostów z betonowych belek prefabrykowanych*, DWE, Warszawa 2006.
- [5] Machelski C., *Modelowanie mostowych konstrukcji gruntowo – powłokowych*. DWE, Warszawa 2008.
- [6] Madaj A., Wołowicki W., *Budowa i utrzymanie mostów*, WKŁ, Warszawa 2007.
- [7] Rosset A., Jarominiak A., *Katastrofy i awarie mostów*, WKŁ, Warszawa 1986.
- [8] Rybak M., *Przebudowa i wzmacnianie mostów*, WKŁ, Warszawa 1982.
- [9] Śledziwski K., Kowal M., *Skutki niewłaściwego utrzymania drogowych obiektów mostowych*, *Drogownictwo* 6 (2011) 199-203.
- [10] Archiwum DrogMost Lubelski Sp. z o.o.
- [11] Kompleksowa dokumentacja techniczna w stadium projektu budowlanego i wykonawczego na przebudowę mostu przez rów melioracyjny w m. Bogucin w km 591+614 drogi krajowej nr 12/17 odcinek Kurów – Lublin.
- [12] Kompleksowa dokumentacja techniczna w stadium projektu budowlanego i wykonawczego na przebudowę mostu przez rów bez nazwy w km 162+951 drogi krajowej nr 17 w m. Stary Zamość.

- [13] Projekt prefabrykowanych belek strunobetonowych dla przęseł wolnopodpartych. Gdańskie Biuro Projektów Dróg i Mostów „TRANSPROJEKT” Spółka z o.o., lipiec 1988 r. wraz aktualizacją z czerwca 1993 r.
- [14] Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. *Prawo budowlane* (Dz.U. z 2006r., Nr 156, poz. 1118).

Present methods of reconstruction of road bridges – examples of solutions

Krzysztof Śledziewski

*Chair of Roads and Bridges, Faculty of Civil Engineering and Architecture,
Lublin University of Technology, e-mail: k.sledziewski@pollub.pl*

Abstract: The article presents examples of contemporary methods of reconstruction of existing bridges. It describes the reconstruction of the bridge over the steel culvert and conversion of the bridge plate on the integrated bridge.

Keywords: reconstruction, bridge, culvert.