

PROBLEMY PROJEKTOWANIA I PRZEBUDOWY OBIEKTÓW MOSTOWYCH

Agnieszka JABŁOŃSKA-KRYSIEWICZ^{a*}, Marek KRYSIEWICZ^b

^a Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

^b Biuro projektowe M-Mosty Marek Krysiewicz, ul. Elewatorska 13/22, 15-620 Białystok

Streszczenie: W pracy przedstawiono, na wybranych przykładach zrealizowanych mostów i przepustów, problemy związane z ich projektowaniem, modernizacją i przebudową. Szczególną uwagę zwrócono na aspekty uwarunkowań środowiskowych, estetycznych i wymagań co do trwałości zarówno nowoprojektowanych jak i remontowanych obiektów mostowych.

Słowa kluczowe: obiekt mostowy, projektowanie, modernizacja, przebudowa.

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach w Polsce jest realizowany program modernizacji infrastruktury komunikacyjnej, polegający nie tylko na budowie nowej sieci autostrad, ale i na przebudowie istniejących dróg krajowych, wojewódzkich, powiatowych i gminnych. Umożliwiają to fundusze europejskie pozyskiwane przez władze centralne i władze samorządowe.

Znakomita większość obiektów mostowych realizowanych i modernizowanych w Polsce (Pater i in., 2009) to mosty i wiadukty o średniej (do 50 m) i małej (5-25 m) rozpiętości przęsł. Są one przeważnie budowane z betonu zbrojonego jako żelbetowe monolityczne obiekty płytowe, płytowo-belkowe konstrukcje monolityczne z betonu sprężonego lub zespolone konstrukcje płytowo-belkowe z zastosowaniem belek sprężonych prefabrykowanych (Biliszczyk i Barcik, 2011). Wiele obiektów jest projektowanych jako stalowo-betonowe konstrukcje zespolone z betonową płytą współpracującą. Coraz więcej małych mostów i przepustów jest realizowanych w konstrukcji podatnych stalowych konstrukcji inżynierskich z blach.

2. Projektowanie mostów i przepustów

Projekt obiektu mostowego, niezależnie od zastosowanego rozwiązania materiałowego powinien uwzględniać (Balcerek, 2011):

- jakość stosowanych materiałów i ich trwałość,
- sposób zabezpieczenia przed warunkami zewnętrznymi,
- funkcjonalność,
- łatwość dostępu do poszczególnych elementów konstrukcyjnych i ich wyposażenia.

Szczególną uwagę powinno się zwracać na sposób odwodnienia obiektu mostowego, a więc na trwałość elementów rurowych, studzienek ściekowych, sączków, urządzeń dylatacyjnych oraz łożysk. Zarówno projekt nowego mostu jak i projekt modernizacji musi wskazywać sposób szybkiego odprowadzenia wód opadowych i roztopowych ze wszystkich elementów obiektu, takich jak węzły, połączenia, ławy i nisze podłożyskowe, wpusty mostowe.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 roku (Rozporządzenie Ministra, 2000) w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać drogowe budowle inżynierskie i ich usytuowanie, każda budowla inżynierska powinna spełniać następujące warunki:

- zapewniać nośność i stateczność budowli;
- gwarantować bezpieczeństwo: przeciwpożarowe, powodziowe, spływu lodu, w wypadku uderzenia statków, pojazdów kołowych lub szynowych, a także w wypadku innych mogących nastąpić zjawisk jak tąpnięcia, szkody górnicze, trzęsienie ziemi;
- gwarantować bezpieczeństwo: użytkowania i obsługi oraz bieżącego utrzymywania obiektów;
- zapewniać trwałość obiektów inżynierskich, zarówno konstrukcji nośnej, jak też fundamentów i podpór oraz

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: a.krysiewicz@pb.edu.pl

wyposażenia obiektu (także przeznaczonych dla osób niepełnosprawnych).

Zgodnie z wcześniej wymienionym Rozporządzeniem przy przebudowie istniejących obiektów należy pamiętać o stosowaniu materiałów o odpowiednich trwałościach, zapewniających odpowiedni okres użytkowania elementów obiektów oraz o konieczności przyjęcia odpowiednich rozwiązań ochronnych w celu zapewnienia tej trwałości. Rozwiązania ochronne powinny zatem obejmować:

- sposób usytuowania obiektu mostowego, przyjęcie z uzasadnieniem obliczeniowym właściwego światła mostu, liczbę i długości przęseł, wzniesienie dolnej krawędzi konstrukcji nad najwyższym poziomem spiętrzonej wody przepływu miarodajnego oraz najwyższym poziomem wody żeglownej, przyjęcie właściwego kąta usytuowania podpór w stosunku do przewidywanego kierunku przepływu miarodajnego wody, kąta skrzyżowania obiektu z przeszkodą wodną lub drogową, określenie wpływu nierównomiernego osiadania podpór;
- stosowanie urządzeń ułatwiających utrzymanie i konserwację obiektów mostowych;
- właściwy dobór materiałów w celu ochrony czynnej i biernej, ochrony powierzchniowej konstrukcji i jej elementów, stosowanie systemów antykorozyjnych na

metalach i betonach zgodnie z wymogami ochrony środowiska.

Problemem często pojawiającym się przy remontach obiektów istniejących są ograniczenia wynikające z określonych warunków terenowych lub konstrukcji podpór, które nie pozwalają na uzyskanie wymaganych cech mostu. W związku z tym przed przystąpieniem do opracowania projektu przebudowy obiektu mostowego należy zapoznać się z odpowiednimi wytycznymi wynikającymi np. z klasy drogi, w ciągu której obiekt ten się znajduje, a następnie określić stan techniczny i możliwości dostosowania konstrukcji do powyższych wymagań. Często istotnym czynnikiem, decydującym o rozwiązaniu konstrukcyjnym jest czynnik ekonomiczny, a więc ograniczenie kosztów remontu czy przebudowy. Z tej przyczyny stosowane są rozwiązania tańsze np. zastosowanie pomostu drewnianego, opartego na ruszcie stalowym zamiast bardziej trwałej konstrukcji w postaci płyty żelbetowej zespolonej z belkami stalowymi (rys. 1).

Innym problemem, z jakim spotykają się projektanci przy remontach mostów, jest brak dokumentacji projektowej istniejącego obiektu. Wymusza to często konieczność wykonania dodatkowych badań i analiz, pozwalających na opisanie obiektu w sposób wystarczający do sporządzenia analizy nośności konstrukcji.



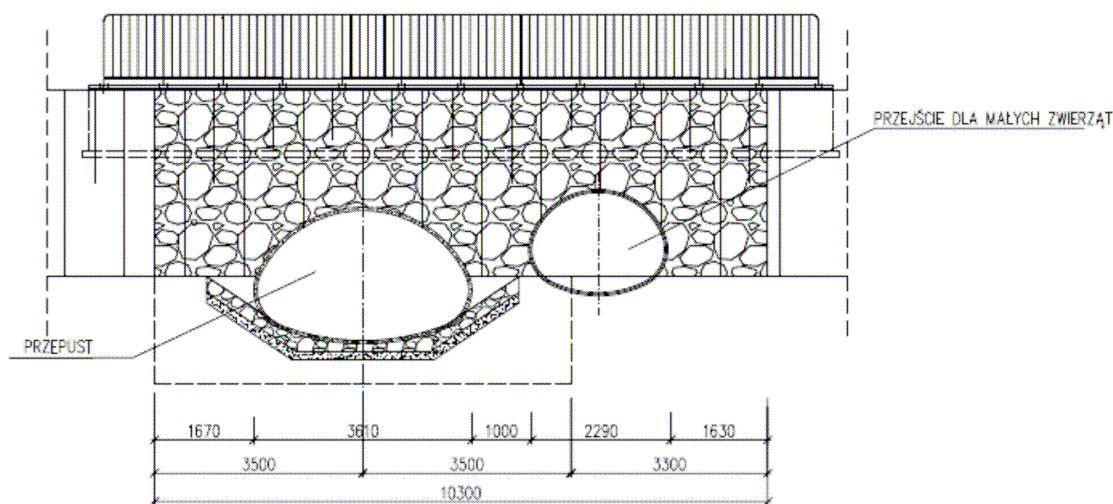
Rys. 1. Most w Lipińskich Małych nad rzeką Elką – zastosowanie pomostu drewnianego opartego na belkach stalowych

W dobie zrównoważonego rozwoju, bez uwzględnienia w projekcie rozwiązań, które zagwarantują minimalizację oddziaływań inwestycji na środowisko, nie jest możliwe uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach i zgody na realizację przedsięwzięcia, co jest równoznaczne z brakiem uzyskania pozwolenia na budowę lub remont. Zarówno w przypadku projektowania nowych obiektów mostowych jak i przebudowy już istniejących wiąże się to często z zaprojektowaniem odpowiednich przejść dla zwierząt. Przy przejściach dla zwierząt najważniejsza jest ich właściwa lokalizacja, poprzedzona wnikliwą analizą uwzględniającą zarówno aspekty przyrodnicze jak i techniczno-budowlane (Leniak-Tomczyk i Łagoda, 2010). Często stosowanym rozwiązaniem jest łączenie w jednym obiekcie funkcji przepustów z przejściami dla małych zwierząt (rys. 2). Na właściwie zaprojektowanych i wybudowanych przejściach można zauważyć po pewnym czasie ślady migracji zwierząt.

Ostatnim kryterium, które powinno być brane pod uwagę przy projektowaniu i remontach mostów jest ich estetyka. Miano „estetycznego kształtowania” obecnie rozumiane jest bardzo szeroko (Członka i Śledziewski, 2011). Nie chodzi tylko o piękno obiektu samo w sobie, ale również o zachowanie podstawowych zasad formy. Most, zarówno pod względem funkcjonalnym, jak też

materiałowym i konstrukcyjnym powinien być dostosowany do otoczenia i nie powinien ingerować w żaden sposób w otaczające środowisko. W środowisku miejskim ważne są miejsca widokowe dla pieszych i widoki oglądane przez jadących wolno kierowców. Detale architektoniczne, specjalne materiały czy tekstura obiektu mostowego są tam zdecydowanie bardziej zauważalne niż w przypadku obiektów usytuowanych na drogach szybkiego ruchu (Jarominiak, 2011). Często występującą sytuacją przy przebudowie mostów, z jaką spotyka się projektant, jest pozostawienie ich niezmienionej formy architektonicznej, przykładowo w postaci łuku. W takich przypadkach stosowane są stalowe blachy karbowane o konstrukcji łukowej, oparte na żelbetowych przyczółkach (rys. 3a i 3b). W obszarach wiejskich wykorzystuje się krajobraz do uwydatnienia ciągłości przestrzeni z obu stron mostu. Jednym ze sposobów osiągnięcia tego celu jest użycie jednakowego rodzaju roślinności na odcinkach o odpowiedniej długości po obu stronach obiektu mostowego z minimalną przerwą na konstrukcję oraz stosowanie do zabezpieczania skarp materiałów występujących w przyrodzie, przykładowo narzutu kamiennego lub obsadzenie naturalną roślinnością (rys. 4a i 4b).

WIDOK OD STRONY WYLOTU–PRZEPUST UL. BORSUCZA

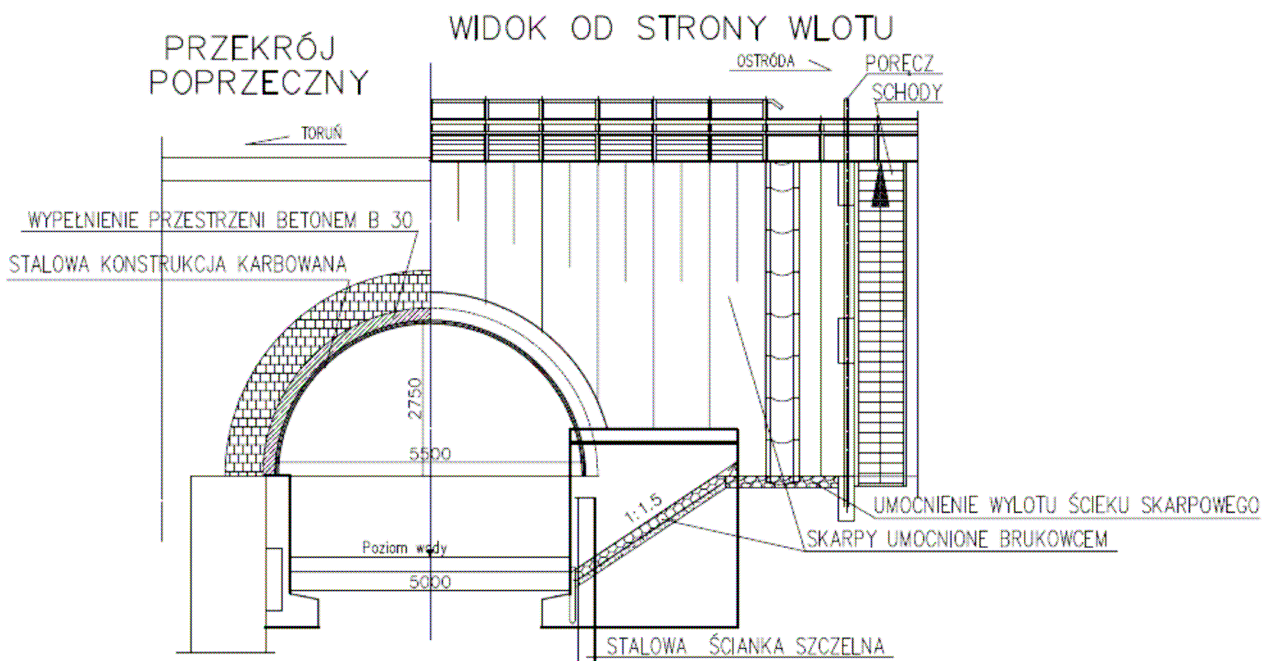


Rys. 2. Przepust z przejściem dla małych zwierząt pod ulicą Borsuczą w Białymstoku

a)

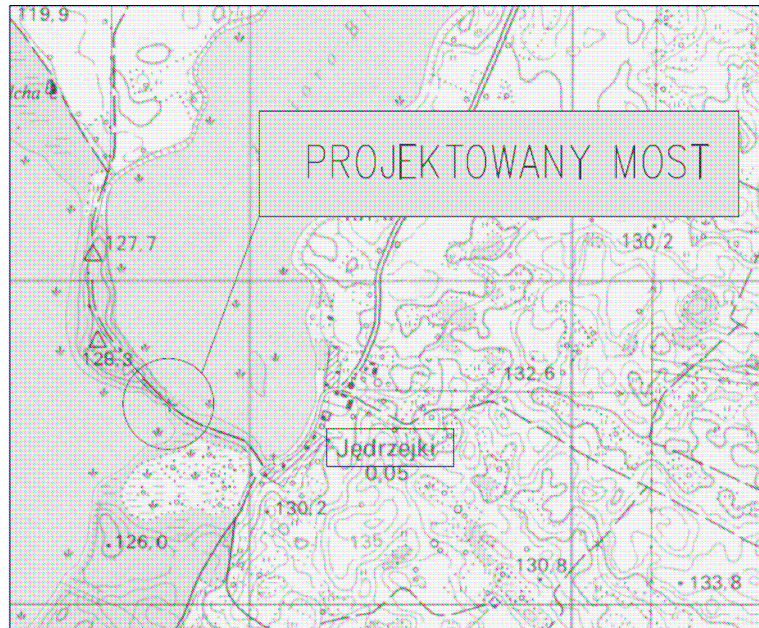


b)



Rys. 3. Most w Kołodziejkach w ciągu drogi krajowej Nr 15, odcinek Lubawa-Ostróda: a) stan przed przebudową; b) przekrój poprzeczny zmodernizowanego obiektu

a)



b)



Rys. 4. Most w Jędrzejkach w ciągu drogi powiatowej Nr 1937N na przesmyku między jeziorami Białe i Stackie: a) plan sytuacyjny; b) obsadzenie skarp roślinnością występującą w krajobrazie

3. Główne usterki i uszkodzenia istniejących mostów

Szacuje się, że wśród wszystkich istniejących obiektów mostowych około 20-30% znajduje się w złym stanie technicznym i wymaga remontu, modernizacji i wzmocnienia (Flaga, 2010). Przyczyną takiego stanu rzeczy jest to, iż mostowe obiekty inżynierskie należą do konstrukcji pracujących w trudnych warunkach środowiskowych. Są narażone na bezpośrednie oddziaływanie czynników środowiskowych, takich jak:

- spaliny samochodowe;
- chemiczne zanieczyszczenia atmosfery (związki siarki);
- środki przeciwbłędzeniowe zawierające chlorki;

Inną przyczyną niszczenia elementów konstrukcji mostów jest stale rosnący ruch pojazdów, zarówno pod względem liczby pojazdów, jak i ich masy (dawniej 30 t do 50 t obecnie). Powoduje to większe wyężenie mostu i większe prawdopodobieństwo zmęczenia tworzyw konstrukcyjnych.

Najczęstszymi uszkodzeniami obiektów mostowych betonowych są:

- odpryski i złuszczenia powierzchni betonu prowadzące do odkrycia i korozji zbrojenia;
- pęknięcia w wyniku koncentracji naprężeń (w korbach) lub pęknięcia zmęczeniowe materiału w wyniku obciążeń dynamicznych;

- zarysowanie elementów betonowych, spowodowane naprężeniami o wartości bliskiej wytrzymałości betonu na rozciąganie lub w wyniku niejednakowych współczynników rozszerzalności cieplnej różnych materiałów.

Bardzo duży wpływ na powstawanie w/w uszkodzeń mają właściwości betonów, szczególnie w istniejących starych mostach i przepustach. W zakresie cech mechanicznych ich wytrzymałość na ściskanie często oscyluje w granicach 14-25 MPa, zaś wytrzymałość na rozciąganie nie przekracza 2,5 MPa. Ponadto stosowane ówczesne techniki zgęszczania mieszanki betonowej oraz niestosowanie dodatków upłynniających do betonu przyczyniły się do ich wysokiej porowatości, co wpływa na ich podatność na nasiąkliwość i na zmniejszoną mrozoodporność. Dodatkowe błędy konstrukcyjne (zbyt mała grubość otuliny prętów zbrojeniowych, za słabe zbrojenie przypowierzchniowe-przeciwskurczowe) oraz nieszczelność izolacji, urządzeń dylatacyjnych i urządzeń odwadniających przyczyniają się do niszczenia konstrukcji mostu czy przepustu (rys. 5). W istniejących jeszcze na drogach lokalnych obiektach wykonanych z drewna często zle zabezpieczenie materiału przed korozją biologiczną wymusza ich gruntowną przebudowę (rys. 6).



Rys. 5. Most w Jaktorowie w ciągu drogi wojewódzkiej Nr 719 Grodzisk Mazowiecki-Żyrardów – widoczna korozja zbrojenia na skutek nieszczelnej izolacji

a)



b)



Rys. 6. Most w Jędrzejkach: a) stan przed przebudową – drewniana konstrukcja pomostu oparta na belkach stalowych, b) nowy obiekt – żelbetowa płyta zespolona ze stalowymi dźwigarami

W przypadku naprawy konstrukcji mostowych najważniejsze jest właściwe określenie przyczyn powstania uszkodzenia i czy jest ono rozwojowe, czy też stałe. Należy zwrócić uwagę na jego wpływ na trwałość konstrukcji nośnej. Drugim ważnym elementem jest dobór materiału zastosowanego do naprawy, zgodnego z materiałem naprawianym, przy czym należy uwzględnić, czy celem naprawy jest poprawa estetyki obiektu, czy ma on za zdanie odtworzenie sił wewnętrznych w elemencie lub konstrukcji jako całości. W przypadku niewłaściwego doboru materiału naprawczego, różniącego się zasadniczo współczynnikiem rozszerzalności i modułem Younga, może dochodzić do oddzielania materiału istniejącego od materiału dodanego lub przekazywania obciążeń na materiał o większym module sprężystości podłużnej, co prowadzi do uszkodzenia lub zniszczenia elementu. Nie należy również dopuszczać do powstawania lokalnych mikroogniw elektrycznych, powodujących korozję elektrochemiczną. Taka sytuacja może mieć miejsce w przypadku występowania na powierzchni zbrojenia miejsc o różnych wartościach pH, o różnych koncentracjach tlenu i chlorków oraz o różnej wilgotności i temperaturze zewnętrznej.

4. Podsumowanie

Małe mosty i przepusty stanowią większość drogowych obiektów inżynierskich na istniejącej sieci dróg i ulic. W związku z przebudową dróg znaczna ich liczba jest modernizowana, przebudowywana tak, aby uzyskały one parametry wytrzymałościowe odpowiadające nowym wymaganiom. Niestety należy z przykrością stwierdzić, że o tym, w jaki sposób dany obiekt będzie modernizowany decyduje często czynnik ekonomiczny, a więc środki przeznaczone na realizację danej inwestycji. Nie zawsze są wybierane rozwiązania optymalne pod względem trwałości, a to przyczynia się w dłuższej perspektywie czasu do zwiększenia nakładów finansowych na dodatkowe modernizacje i remonty, których można byłoby uniknąć wybierając pozornie droższe rozwiązanie konstrukcyjne.

Literatura

- Balcerek B. (2011). Budowa, odbudowa i utrzymanie obiektów mostowych na sieci dróg wojewódzkich regionu świętokrzyskiego. *Drogownictwo*, 4/2011, 123-132.
- Biliszczuk J., Barcik W. (2011). Mosty betonowe w Polsce-realizacje z lat 2008-2010. *Geoinżynieria*, 2/2011, 32-38.
- Członka K., Śledziwski K. (2011). Zasady estetycznego kształtowania konstrukcji mostowych. *Drogownictwo*, 3/2011, 100-105.
- Flaga K. (2010). Diagnostyka, modernizacja i rewitalizacja obiektów mostowych z betonu. W: *Materiały 56. Konferencji naukowej KILiW PAN i KN PZITB*, Kielce-Krynica 2010.
- Jarominiak A. (2011). Obiekty mostowe a środowisko-determinanty estetyki. *Inżynieria i Budownictwo*, 4/2011, 200-205.
- Leniak-Tomczyk A., Łagoda G. (2010). Środowiskowe uwarunkowania realizacji inwestycji drogowych w Polsce. *Drogi i Mosty*, 2/2010, 31-52.
- Pater Z. i in. (2009). Nasze osiągnięcia w budowie mostów. Praca zbiorowa. *Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne*, Wrocław.
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać drogowe budowle inżynierskie i ich usytuowanie. (*Dz. U.* 00.63.735).

PROBLEMS IN DESIGNING AND REBUILDING OF BRIDGES AND CULVERTS

Abstract: The paper covers problems in designing and rebuilding of bridges and culverts. All bridges should be designed with taking into consideration environmental determinants and requirements of durability. On selected examples of existing objects like bridges and culverts there were shown the practical aspects of their designing and rebuilding.

Pracę wykonano w Politechnice Białostockiej w ramach realizacji pracy statutowej S/WBiŚ/2/2008