

TADEUSZ WILCZYŃSKI

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechniki Łódzkiej
Katedra Geotechniki i Budowli Inżynierskich

NIEKTÓRE WSPÓŁCZESNE PROBLEMY MOSTOWNICTWA

Opiniodawca: **prof. dr hab. inż. Wojciech Radomski**

Artykuł pokazuje złożony problem dotyczący istniejących mostów. G. Dalton w [1] pisze (tłum. autora): „Dzisiaj i jutro będą przeważać konstrukcje istniejące. Tylko mała część zasobów mostowych jest wymieniana każdego roku. Równocześnie społeczeństwo oczekuje, że zarządzający infrastrukturą sprostają nowym wymaganiom. Te wymagania to zwiększenie prędkości, większe obciążenie osi, wzrost dostępności, mniejsze zakłócenia i redukcja kosztów utrzymania. Również środowiskowe i estetyczne czynniki muszą być wzięte pod uwagę. Pokazane są wybrane rezultaty Europejskiego Projektu „Sustainable Bridges – Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives” i możliwości zastosowania ich w Polsce.

1. Wstęp

Dostęp do nowoczesnych, światowych technologii budowy mostów zaowocował w Polsce spektakularnymi osiągnięciami w realizacji nowoczesnych obiektów mostowych. Realizacje te, jako sztandarowe przykłady możliwości polskich inżynierów, nie wyczerpują wszystkich problemów występujących w mostownictwie, nie tylko krajowym. Mało spektakularne, a bardzo istotne z punktu widzenia utrzymania istniejącej infrastruktury drogowej są zagadnienia związane z adaptacją istniejących obiektów mostowych do nowych warunków ruchu, jak wzrost obciążeń i wzrost prędkości pojazdów.

2. Występujące problemy pokazane na przykładzie europejskich mostów kolejowych

Dobrze zinwentaryzowane kolejowe linie europejskie dają możliwość szczegółowego przedstawienia problemu mostów kolejowych. W oparciu o przedstawione rozwiązania podobnie oceniać można inne mosty. Przykład mostów kolejowych jest szczególnie istotny dla warunków polskich w związku postępującą modernizacją linii kolejowych w celu przystosowania ich do dużych prędkości ruchu pociągów.

O ważności problemu świadczy opracowany Integracyjny Projekt Europejski, którego wyniki zostały opublikowane w 2007 roku [1]. Raport został opracowany w oparciu o dane 220 tysięcy obiektów z 17 krajów unijnych. Oszacowano, że w całej Europie obiektów tych jest około 330 tysięcy. W zdecydowanej większości są to obiekty małe:

- 62% jest o rozpiętości mniejszej niż 10 m,
- 34% posiada rozpiętość pomiędzy 10 m i 40 m,
- 6% jest o rozpiętości większej niż 40 m.

I w znacznym stopniu są to obiekty stare:

- 11% ma mniej niż 20 lat,
- 22% ma od 20 do 50 lat,
- 32% ma od 50 do 100 lat,
- 35% ma ponad 100 lat.

Uwzględniając koszt budowy jednego metra nowego mostu wynoszący około 30.000 EUR dla pojedynczego toru i dla linii dwutorowej 50.000 EUR, przy średniej rozpiętości przęsła 20 m, dla wszystkich obiektów otrzymujemy zawrotną sumę kilku bilionów euro.

Doświadczenie pokazuje, że wiele mostów pozostaje w użytkowaniu znacznie dłużej niż pierwotnie zakładano. Spowodowane to może być wieloma czynnikami, takimi jak:

- rezerwa wytrzymałości, spowodowana konserwatywnymi założeniami do projektowania,
- niższe całkowite obciążenie trakcją, niż zakładano podczas projektowania,
- występująca mała intensywność ruchu lub inne czynniki zmniejszające wyężenie i sprzyjające wydłużeniu rzeczywistego czasu użytkowania,
- zwiększenie wytrzymałości, wzmocnienie spowodowane wiekiem,
- warunki finansowe prowadzące do maksymalnego wydłużenia użytkowania, wymagają bardziej dokładnej analizy rzeczywistej trwałości konstrukcji,
- czynniki dziedzictwa, np. uwarunkowania historyczne mogą uniemożliwić wymianę konstrukcji.

W związku z powyższym inżynier powinien utrzymać podstawowe zalety mostu w optymalnym zakresie, kładąc szczególną uwagę na zachowanie konstrukcji w sposób umożliwiający kontynuowanie jej funkcji użytkowej.

Zadania postawione przed badaczami określono w następujących punktach:

- lepsze narzędzia do oceny konstrukcji,
- nieniszczące metody utrzymania,
- weryfikacja teoretycznego współczynnika dynamicznego zarówno dla projektowania jak i oceny obiektów istniejących,
- użycie nowych materiałów,
- niezbędna selekcja systemów diagnozowania i obsługi technicznej utrzymania,
- uwzględnienie starzenia się i pogarszania własności mostów betonowych,
- pośrednie badania i kontrola dynamiczna dla oceny powstawania i rozwoju rys w mostach metalowych,
- naprawa i zabezpieczenie betonu przed działaniem wody,
- lepsze metody badania istniejących mostów.

Wyniki prac zespołu przedstawiono w kolejnych rozdziałach książki [1]:

- Oględziny, sprawdzanie i ocena stanu mostów.
- Nowe, zaawansowane narzędzia do kontrolowania mostów.
- Funkcjonowanie i odporność mostów na duże obciążenia i prędkości.
- Zaawansowane technologie odnawiania mostów kolejowych.
- Praktyczne wdrażanie wyników opracowania.

Pokazano w nich metody i drogi, które powinny prowadzić do adaptacji istniejących mostów do wymagań współczesnych.

3. Wykorzystanie opracowania dla mostów kolejowych w warunkach krajowych

W Polsce rozwiązania praktyczne związane z postępującą modernizacją linii kolejowych wywołują rozwój potrzeb w problematyce adaptacji mostów w zakresie analizy teoretycznej i badań doświadczalnych. Do czasu budowy zupełnie nowych linii kolejowych o specjalnych parametrach wymaganych dla dużych prędkości modernizowane są istniejące linie kolejowe. Aktualnie trwa przebudowa linii Warszawa-Gdynia w celu dostosowania jej do prędkości 220 km/h, modernizowane są odcinki CMK dla prędkości 350 km/h, projektowana jest modernizacja linii kolejowej Warszawa-Skierniewice dla prędkości 160 km/h. W tych przypadkach zastosowania praktyczne wyprzedzają rozwój prac naukowych. Najczęściej ocena stanu technicznego istniejącego mostu ogranicza się do oględzin. Przegląd obiektów na modernizowanych liniach w większości nie spełniają aktualnych wymagań podziemnej skrajni kolejowej, lub ze względu na wiek i zużycie nie gwarantują bezpieczeństwa ruchu. W programie funkcjonalno-użytkowym (PFU) przewiduje się wtedy najczęściej wyburzenie istniejącego obiektu i budowę nowego. Taki zakres robót jest niejednokrotnie dyskusyjny, ponieważ wyklucza możliwość modernizacji. Spowodowane jest to przede wszystkim brakiem szczegółowych danych o stanie technicznym całego obiektu, a szczególnie podpór. Do określenia danych o stanie konstrukcji powinna być zastosowana jedna z nowych nieniszczących metod NDT (non-destructive



Fot. 1. Przęsło z jazdą wgłębianą nie spełnia wymagań skrajni budowli
Bridge span with lowered bridge deck does not meet a requirement of clearance gauge



Fot. 2. Zniszczony gzyms wymaga tymczasowego podparcia w celu utrzymania podsypki
tłuczniowej w torze
Destroyed cornice requires temporary support in order to hold up ballast in the track

testing), jak Sonic Transmission, Sonic Tomography i Ground Penetrating Radar (GPR), szczególnie do ustalenia sposobu posadowienia i kształtu podpór zagłębionych w gruncie. Jest to istotne, ponieważ na ogół brak dokumentacji archiwalnej. Obecnie, z powodu ograniczonej dostępności odpowiednich przyrządów, rozstrzyga się o kształcie i jakości elementów zakrytych arbitralnie, na podstawie doświadczenia. Korekta oceny może nastąpić dopiero w trakcie prowadzenia robót rozbiórkowych. Na fot. 1 są pokazane dwa przęsła mostu w dobrym stanie technicznym, z jazdą wgłębioną, których wadą jest brak skrajni podziemnej. W PFU przewidziano całkowite wyburzenie mostu i budowę nowego obiektu. Na fot. 2 pokazano zabezpieczenie zarysowanego gzymsu przeciążonego parciem tłucznia po podniesieniu toru.

Szczególnym zagadnieniem jest określenie przydatności konstrukcji do przenoszenia dużych prędkości. Ustalona teoretycznie [3], [4] powinna być sprawdzona podczas próbnego obciążenia.

Na pierwszym odcinku CMK, zmodernizowanym dla prędkości 350 km/h, ilość oprzyrządowania konieczna dla równoczesnego badania kilku obiektów wymagała zaangażowania wszystkich ośrodków badawczych w kraju. Sprawdzenie przyspieszeń i częstości drgań konstrukcji podczas przejazdu pociągu rzeczywistego wykonano tylko dla prędkości do 220 km/h, ponieważ Inwestor nie dysponował taborem dostosowanym do większych prędkości.

4. Adaptacja małych mostów drogowych do wymagań współczesnych

Szczególnym przykładem są tu obiekty mostowe Regionu Łódzkiego, który jest położony na źródłach wielu rzek, jak Ner, Bzura i ich dopływy. W początkowym biegu tych rzek przepływy wody są niewielkie i mostki istniejące na drogach regionu, szczególnie lokalnych, są niewielkiej rozpiętości. Jest ich wiele i w większości są to obiekty sprzed II wojny światowej. Podpory mają betonowe, wykonane jako monolityczne, posadowione solidnie, bezpośrednio na gruncie, zgodnie z zasadami obowiązującymi w czasie ich budowy. Po około 80 latach, przyczółki, grunt w podłożu i nasypie za przyczółkami uległy scaleniu przez konsolidację gruntów, procesy osiadania zostały zakończone i następuje w tym przypadku wspomniane wcześniej zwiększenie wytrzymałości spowodowane wiekiem. Natomiast przęsła posiadają małą nośność, projektowaną na pojazdy z pierwszej połowy XX wieku.

Dodatkowo elementy przęsła narażone na bezpośrednie oddziaływanie czynników atmosferycznych są powierzchniowo znacznie zniszczone. Rozwój regionu, rozbudowa terenów mieszkalnych i przemysłowych, powoduje zwiększenie obciążeń użytkowych w stosunku do projektowanych, co wymaga zwiększenia nośności istniejących mostków. Pozostawiając istniejące podpory, po zbadaniu ich nośności, wzmacnia się lub przebudowuje istniejące przęsło dla uzyskania wymaganej nośności. W referacie [2], pokazano dwa rozwiązania wzmocnienia istniejących

przęseł. W obu przypadkach wykorzystano współpracę istniejącego przęsła z dobudowaną górną częścią płyty betonowej. Warto podkreślić, że podczas dyskusji inżynierowie kanadyjscy zastanawiali się czy taka odbudowa się opłaca, czy nie lepiej wyburzyć cały obiekt i postawić cały nowy. W dyskusji okazało się, że obiekty z lat 20. XX wieku w Polsce były posadowione znacznie solidniej niż kanadyjskie.



Fot. 3. Istniejący mostek o niewielkiej nośności przed przebudową
Existing little bridge before rebuilding



Fot. 4. Mostek po przebudowie, wzmocniony ustrój nośny na starych fundamentach
Little bridge after rebuilding, strengthening load-carrying structure on old foundations

5. Wnioski

Adaptowanie obiektów mostowych do zmieniających się warunków użytkowania odbywało się odkąd mosty istnieją. Na ogół jednak były to pojedyncze, szczególne przypadki. Obecnie przy współudziale Funduszy Europejskich, adaptacji podlega kilkaset obiektów na kilku liniach kolejowych. Przy takim zakresie robót w celu opracowania programu funkcjonalno-użytkowego niezbędnym jest dokładne rozpoznanie stanu istniejących obiektów, co jest możliwe przez zastosowanie nowoczesnej aparatury. Pozwoli to odpowiedzieć na pytanie dotyczące kosztów: czy wybudować 100 nowych obiektów, czy tylko 100 nowych przęseł. Przy takich proporcjach koszt zakupu nowoczesnej aparatury wymaganej do oceny stanu obiektów i ich parametrów nie powinien podrożyć inwestycji.

Literatura

- [1] **J. Bień, L. Elfgren, J. Olofsson:** Sustainable Bridges, Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2007.
- [2] **T. Wilczyński:** The Strengthening of Small Bridge Span, Proceedings of 8th International Conference of Short and Medium Bridge, Niagara Falls, Canada 2010.
- [3] **PN-EN 1991-2,** Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 2: Obciążenia ruchome mostów.
- [4] **PN-EN 1990:2004/A1,** Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.

SOME CONTEMPORARY PROBLEMS OF BRIDGES

Summary

This paper point out the thorny issue for existing bridges. G. Dalton write: "Today and tomorrow existing structures are dominating. Only a small part of the bridge stock is replaced every year. At the same time the society expect that the Infrastructure Managers shall meet new demands. These demands are for higher speed, higher axle loads, increased availability, less disturbance and reduced maintenance costs. Also environmental and aesthetic considerations have to be considered". Chosen results of the European Project "Sustainable Bridges – Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives" and potential using them in Poland are shown.