III MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA MOSTOWA im. Rudolfa Modrzejewskiego

MOSTY

TRADYCJA I NOWOCZESNOŚĆ

cja i nowocz

STRESZCZENIA

Bydgoszcz, 14-15 maja 2012 r.

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Bydgoszcz (1)

© Copyright
Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
Bydgoszcz 2012

Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
Redaktor Naczelny
prof. dr hab. inż. Józef Flizikowski
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, tel. 52 3749482, 52 3749426
e-mail: wydawucz@utp.edu.pl http://www.wu.utp.edu.pl

Wyd. I. Nakład 200 egz. Ark. aut. 5,5. Ark. druk. 7,0.
Oddano do druku i druk ukończono w maju 2012 r.
Zakład Poligraficzny ARGONEX S.J., ul Przemysłowa 34, Bydgoszcz

ORGANIZATORZY KONFERENCJI

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA I INŻYNIERII ŚRODOWISKA

UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
w Bydgoszczy

FIRMA

GOTOWSKI

Budownictwo Komunikacyjne
i Przemysłowe sp. z o.o.

COUNCIL OF POLISH AMERICAN ENGINEERS IN NORTH AMERICA

ZMRP

ptmts

POLSKA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

TM
MB

SPIS TREŚCI

Krzysztof Adamski 9
Bezpieczeństwo pracy – a koszty
Occupational safety and costs

Andrzej Banaś 11
Zasady i metody naprawy żelbetowych konstrukcji mostowych na przykładzie systemu weber-DEITERMANN
Principles and methods of repair reinforced concrete bridge structures on the example of weber-DEITERMANN

Jerzy Bąk 13
Produkcja i scalanie mostowych konstrukcji stalowych
Manufacturing and assembling of bridge steel structures

Grzegorz Bebyn, Jacek Chmielewski, Jan Kempa 15
Wykorzystanie symulacyjnych modeli ruchu do analiz ruchowych związanych z budową lub przebudową obiektów inżynierskich
Using traffic simulation models for motion analyses connected with construction or reconstruction or engineering structures

Jan Biliszczuk, Jerzy Onysyk, Wojciech Barcik, Jacek Szczepański, Robert Toczkiewicz, Artur Tukendorf, Kamil Tukendorf 17
Most Rędziński przez Odrę w ciągu autostradowej obwodnicy Wrocławia
Rędziński Bridge over the Odra River along the Wrocław motorway ring road

Jan Biliszczuk, Jerzy Onysyk, Wojciech Barcik, Robert Toczkiewicz, Artur Tukendorf 23
Betonowe mosty podwieszone w Polsce
Concrete cable-stayed bridges in Poland

Jacek Chróścielewski, Anna Banaś, Maciej Malinowski, Sebastian Prądzyński 35
Łukowy wiadukt nad torami PKP w Tczewie
Arched viaduct over PKP tracks in Tczew

Michał Delmaczyński 37
Nietypowe stalowe obiekty mostowe – dwa przykłady
Untypical steel bridges – two examples

Mykhaylo Delyavskyy, Maria Olejniczak, Aleksandra Niespodziana 39
Rozwiązywanie układów płytowo-kratowych w ujęciu macierzowym
Solution of slab-truss systems in Matrix perspective

Magdalena Dobiszewska 41
Mosty Zakochanych w Polsce i na świecie
Bridges of Lovers in Poland and in the world

Krzysztof Dudek 43
„Mosty z biegiem rzek". Pierwsza część monografii obiektów mostowych województwa kujawsko-pomorskiego
"Bridges along the rivers". The first part of monograph on bridges of Kuyavia-Pomerania voivodship

Grzegorz Gajewski, Paweł Kula 45
Budowa mostu przez rzekę Odrę w miejscowości Ciechanów metodą betonowania nawisowego – doświadczenia z realizacji
Building bridge across Odra river at Ciechanów with free cantilever method – experiences from realization

Jerzy Gołaś, Jan Górski 47
Belka warstwowa. Wpływ parametrów warstw na częstości drgań własnych
Layered beam. The influence of the parameters of layers on natural frequencies

Adam Grabowski, Tomasz Janiak, Aleksandra Niespodziana 49
Analiza dynamiczna płyty mostowej pod obciążeniem inercyjnym
Dynamic analysis of a bridge slab under inertial load

Mikołaj Grajnert 51
Historia mostów sprężonych przez rzekę Brdę w ciągu ulicy Marszałka Focha w Bydgoszczy
History of prestressed bridges across Brda River in the route of Marszałka Focha street in Bydgoszcz

Agnieszka Grucka, Karol Grucki, Karol Pietrzak, Olaf van Waijenburg 53
Budowa Greenportlane w Holandii na terenie prowincji Limburg
The Greenportlane built in Holland on the area of Limburg province

Agnieszka Grucka, Łukasz Osuch 55
Technologiczne aspekty produkcji ekranów akustycznych
Technological aspects of the production of acoustic screens

Tomasz Janiak, Aleksandra Niespodziana, Adam Grabowski, Maria Olejniczak 57
Projekty badawcze dotyczące drogowych i mostowych barier ochronnych
Research projects concerning road and bridge protective barriers

Bogusław Jarek, Karol Ryż 59
Obiekty inżynierskie w dwupoziomowej strukturze Ronda Mogilskiego w Krakowie
Bridge structures as part of two-level Mogilskie roundabout in Cracow

Sławomir Karaś 61
O remoncie zabytkowego mostu w Lublinie
On about the historical bridge restoration in Lublin

Maciej Kowal 63
Niezauważony błąd, najdroższy sączek
Unnoticed mistake, the most expensive drain

John M. Kulicki 65
Amerykańskie doświadczenie w opracowaniu i wprowadzeniu specyfikacji stanów granicznych mostów opartej na prawdopodobieństwie
The U.S. experience with developing and implementing a probability based limit states bridge specification

Agata Lachiewicz-Złotowska, Rafał Tews, Jarosław Gajewski 69
Betony zbrojone włóknem szklanym, produkcja i badania
Concretes reinforced with glass fiber, manufacturing and testing

Magdalena Lachowicz 71
Analogia w opracowaniu nowego modelu niezawodności procesów budowlanych
Analogy in developing of new model of reliability of building processes

Marian Lipkowski, Karol Pietrzak, Zbigniew Tokarski 73
Zarządzanie przejściami dla zwierząt na przykładzie obiektów polskich i holenderskich
Animal crossings management on example of polish and dutch structures

Marta Lutomirska, Tomasz A. Lutomirski 75
Parametry betonów do analiz niezawodnościowych na podstawie danych z budowy Mostu Północnego w Warszawie
Concrete parameters for relibility analysis based on data obtained from the construction site of the Northern Bridge of Warsaw

Grażyna Łagoda, Marek Łagoda 77
Wzmacnianie mostów stalowych kompozytami FRP
Strengthening of steel bridges by FRP composites

Marcin Narolewski, Ewelina Łukaszewicz 79
O nowym moście autostradowym (autostrada A1) pod Grudziądzem
On new highway bridge (highway A1) near Grudziądz

Andrzej S. Nowak, Przemyslaw Rakoczy 81
Modele obciążenia ruchomego dla mostów drogowych
Live load models for highway bridges

Ewa Piątek-Sierek 83
Zastosowanie programu numerycznego ABAQUS w budownictwie mostowym
The application of ABAQUS program in bridge structures

Jan S. Plachta 85
Historyczny most
Historic bridge

Adam Podhorecki, Magdalena Lachowicz 89
O problematyce budowy przepustów i przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej
On problems of building passes and crossings for animals in communication infrastructure

Adam Podhorecki, Justyna Sobczak-Piątka, Anna Podhorecka 91
Bariery ochronne podstawowymi urządzeniami bezpieczeństwa ruchu drogowego na mostach
Protective barriers as basic devices of road traffic safety on bridges

Piotr J. Podhorecki 93
Monitoring i analiza numeryczna oraz ocena przyczyn uszkodzeń i koncepcja naprawy mostu kratownicowego autostradowego w USA
Long-term monitoring, numerical analysis, damage invesigation and retrofit concept development for a highway truss bridge structure in the USA

Anna M. Rakoczy 95
Identyfikacja parametrów krytycznych mających wpływ na niezawodność mostów kolejowych
Identification of critical parameters that affect safety of railway bridges

Krystian Rosiński, Mykhaylo Delyavskyy 97
Model matematyczny płyty „ortotropowej" jako części konstrukcji mostowej
Mathematical model of "orthotropic" plate as a part of bridge structure

Tadeusz Stefanowski 99
Przeprawa mostowa przez Brdę, w ciągu trasy uniwersyteckiej w Bydgoszczy
Bridge crossing over the Brda River along the University route in Bydgoszcz

Czesław Szczesik, Łukasz Szczesik 101
Ewolucja w kształtowaniu wsporników chodnikowych na drogowych obiektach inżynierskich w kontekście awarii wsporników na obiektach województwa kujawsko-pomorskiego
Evolution in shaping pavement brackets on road engineering structures in the context of bracket damage on structures of Kuyavian-Pomeranian voivodeship

Rafał Tews, Agata Lachiewicz-Złotowska, Jarosław Gajewski 103
Obciążenia żelbetowych obiektów mostowych według norm PN-EN
Actions for concrete bridges according to Eurocodes

Mirosław Wałęga, Mikołaj Miśkiewicz 105
Łuk białostocki
Bialystok arch bridge

Krzysztof Wilde 107
Monitoring techniczny konstrukcji inżynierskich. Mosty i hale
Structural health monitoring of enegineering objects. Bridges and sports arenas

Witold Wołowicki, Krzysztof Karpiński 109
O zasadach kształtowania swobodnych krawędzi przęseł mostów
Principles of shaping the free edges of bridge spans

Adam Wysokowski, Jerzy Howis 111
Tradycja i nowoczesność w konstruowaniu stalowych przepustów i mostów gruntowo-powłokowych
Tradition and modernity in the construction manner of soil-steel culvert and bridges

BEZPIECZEŃSTWO PRACY – A KOSZTY

Krzysztof Adamski

Okręgowy Inspektorat Pracy w Bydgoszczy
ul. Plac Piastowski 4a, 85-012 Bydgoszcz

W artykule przedstawiono analizę stanu bezpieczeństwa i higieny pracy na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego przy organizacji i prowadzeniu prac związanych z budową i remontem dróg o zróżnicowanej skali wielkości oraz różnych technologii budowy drogowych obiektów inżynieryjnych wraz z analizą wypadkowości, opracowaną na podstawie kontroli przeprowadzonych w 2011 r. przez inspektorów pracy Państwowej Inspekcji Pracy. Analizę zagrożeń wypadkowych przeprowadzono opierając się głównie na wszystkich wypadkach przy pracy ze skutkiem śmiertelnym lub powodujących ciężkie obrażenia ciała oraz wypadkach zbiorowych, tj. takich, gdy obrażeń w wyniku jednego zdarzenia doznają 2 lub więcej osoby, bez względu na ciężkość obrażeń.

W artykule autor zwrócił również uwagę na aspekt ekonomiczny warunków pracy i związanych z tym zagrożeń wypadkowych. Podkreślono, że utrzymujące się od lat na prawie niezmiennym poziomie wskaźniki wypadkowości, a szczególnie liczba wypadków ciężkich i śmiertelnych w województwie, jak i w skali całego kraju. Świadczy to (zdaniem autora) o marginalizowaniu spraw bezpieczeństwa i higieny pracy oraz o braku rozeznania kosztów, jakie ponoszą pracodawcy w wyniku zaniechania poprawy warunków pracy.

W zestawieniu z zagrożeniami autor przedstawił niektóre działania prewencyjno-promocyjne realizowane przez inspektorów pracy i pracowników Okręgowego Inspektoratu Pracy w Bydgoszczy, w celu ograniczenia stwierdzonych zagrożeń. Podkreślił, że działalność profilaktyczno-prewencyjna bardziej musi wskazywać na korzyści finansowe, wynikające ze stosowania bezpiecznych metod i warunków pracy.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo pracy, koszty

OCCUPATIONAL SAFETY AND COSTS

Krzysztof Adamski

Okręgowy Inspektorat Pracy w Bydgoszczy
Plac Piastowski str. 4a, 85-012 Bydgoszcz

The article contains the analysis of the state of occupational health and safety in the area of Kuyavian-Pomeranian voivodship in the course of organization and carrying out work connected with the road building and repair, with a diverse size scale of conducted work and different building technologies of road engineering structures, along with the analysis of the accident rate, developed on the basis of checks carried out in 2011 by health and safety inspectors of the National Health and Safety Inspectorate. Analysis of accident hazards was based mainly on all accidents at work which were fatal or causing serious body injuries and all the group accidents, i.e. when 2 or more people sustain injuries as a result of one accident, irrespective of the seriousness of the injuries.

In this article the author also noticed the economical aspect of working conditions and accident hazards associated with them. The accidents indexes, remaining for years on an almost the same level, were stressed, particularly the number of serious and fatal accidents in the voivodship and in the whole country. This indicates (according to the author) marginalizing of the problems of occupational health and safety and the lack of insight concerning the costs which employers incur as a result of abandoning the improvement of working conditions.

In comparison with the hazards, the author presented some preventive – promotional action taken by health and safety inspectors and the workers of the Regional o Health and Safety Inspectorate in Bydgoszcz to reduce the observed hazards. He emphasized that the prophylactically – preventive activity must place a larger stress on financial benefits resulting from the use of safe working methods and conditions and from the reduction of accident hazards.

Keywords: occupational safety, costs

ZASADY I METODY NAPRAWY ŻELBETOWYCH KONSTRUKCJI MOSTOWYCH NA PRZYKŁADZIE SYSTEMU WEBER-DEITERMANN

Andrzej Banaś

Saint Gobain Construction Products Polska marka weber-DEITERMANN
ul. Startowa 5, 85-744 Bydgoszcz

Artykuł omawia zasady warunkujące długotrwałą i bezawaryjną eksploatację obiektów mostowych o konstrukcji żelbetowej. W części pierwszej sklasyfikowane są uszkodzenia konstrukcji w zależności od ich kształtu, wielkości, położenia oraz wpływu jaki mają na konstrukcję. Oprócz tego dokonano systematyki uszkodzeń betonu, w zależności od czynników zewnętrznych. W dalszej części artykułu omówiona jest rola właściwej diagnostyki związanej z powstawaniem uszkodzeń oraz doboru prawidłowej metody naprawy. Z uwagi na rolę i znaczenie zabezpieczenia betonu w czasie eksploatacji obiektów mostowych, wymieniono podstawowe sposoby jego ochrony przed czynnikami zewnętrznymi. Następną część pracy stanowi szczegółowa klasyfikacja systemów naprawczych betonu w zależności od składu chemicznego i użytego spoiwa. Z uwagi na powszechność i zakres stosowania zapraw PCC przy remontach obiektów mostowych, omówiono ich poszczególne typy oraz wskazania dotyczące miejsca wbudowania. Ostatnia część pracy to krótka prezentacja materiałów wchodzących w skład systemu naprawczego weber-DEITERMANN, przeznaczonego do naprawy żelbetowych elementów konstrukcji mostowych (system napraw lokalnych, powierzchniowych, iniekcje).

Słowa kluczowe: diagnostyka, systemy napraw, żelbetowe konstrukcje mostowe

PRINCIPLES AND METHODS OF REPAIR REINFORCED CONCRETE BRIDGE STRUCTURES ON THE EXAMPLE OF WEBER-DEITERMANN

Andrzej Banaś

Saint Gobain Construction Products Polska marka weber-DEITERMANN
Startowa str. 5, 85-744 Bydgoszcz

The article discusses the principles of conditioning the long and trouble-free operation of bridges with reinforced concrete. In the first part of the structural damage is classified according to their shape, size, location and the impact they have on the structure. In addition, the scheme has been damage to the concrete, depending on external factors. In the remainder of the article discusses the role of diagnostic services related to the formation of lesions and selection of the correct method of repair. Given the role and importance of security during the operation of concrete bridges, lists basic ways to protect it from external factors. The next part of the paper is a detailed classification of concrete repair systems, depending on the chemical composition and the binder used. Because of the prevalence and scope of PCC mortar for renovation of bridges, discusses the different types and indications concerning the place of incorporation. The last part of the paper is a short presentation of the materials composing the Weber-repair system Deitermann, intended for the repair of concrete bridge construction elements (local repair system, surface water, injections).

Keywords: repair system, diagnostic services, reinforced concrete bridge structures

PRODUKCJA I SCALANIE MOSTOWYCH KONSTRUKCJI STALOWYCH

Jerzy Bąk

Pomost SC
ul. Marynarska 14, 02-674 Warszawa

Elementy stalowych konstrukcji mostów, wiaduktów i innych obiektów komunikacyjnych produkowane są w wytwórniach konstrukcji stalowych i transportowane na plac budowy. Następnie są zazwyczaj scalane w większe elementy montażowe, ustawiane w położeniu docelowym i ostatecznie ze sobą łączone. Tylko w wyjątkowych przypadkach, gdy obiekt jest krótki i wąski, konstrukcję można w całości wyprodukować w wytwórni, przewieźć i ustawić w położeniu docelowym.

W pracy przedstawiono ograniczenia dotyczące wymiarów i masy elementów w trakcie ich wykonywania w wytwórni, podczas transportu, a także podczas montażu na budowie.

Opisano produkcję elementów wysyłkowych w wytwórni, próbny montaż, transport elementów na budowę, scalanie elementów wysyłkowych w elementy montażowe, ustawianie elementów montażowych w położeniu docelowym. Omówiono różne metody montażu: ustawianie za pomocą żurawi, nasuwanie konstrukcji, podnoszenie elementów z barek, podnoszenie elementów przy pomocy pras hydraulicznych z użyciem podpór montażowych. Metody produkcji i montażu zilustrowano przykładami z budów mostów przez Wisłę: Świętokrzyskiego, Siekierkowskiego i Północnego w Warszawie, mostu w Puławach, a także mniejszych obiektów.

Omówiono problemy administracyjne związane z transportem ponadnormatywnych elementów konstrukcji.

Słowa kluczowe: mostowa konstrukcja stalowa, produkcja, transport, montaż

MANUFACTURING AND ASSEMBLING OF BRIDGE STEEL STRUCTURES

Jerzy Bąk

Pomost SC
Marynarska str. 14, 02-674 Warszaw

Elements of the steel superstructure of bridges, viaducts and other transport services structures are manufactured in the steel construction plant and carried to the building site. Then usually structural components are integrating into bigger assembling ones, finally positioned and finally connected by welds, screws etc. There are exceptions, in case of short and narrow structures. It might be possible to manufacture, transport and set up a superstructute entirely.

The paper presents the limits concerning dimensions and mass of structural components during manufacturing in the plant, transporting to the building site and also while assembling the whole structure.

Manufacturing of structural components in plant, trial assembly, carrying to the building site, integrating the dispatched elements into the assembling ones and setting them up in final position are described. Various assembling methods, including positioning with cranes, launching of structure, lifting of elements from barges, lifting of elements with hydraulic jacks with the use of temporary supports are discussed. The methods of manufacturing and assembling of structures are ilustrated with the examples from the building sites. Four bridges crossing the biggest Polish river, Vistula, are shown: Świętokrzyski, Siekierkowski and Północny in Warsaw and the bridge in town of Puławy. The smaller structures are also mentioned.

At the end of the paper the problems with the local authorities permits concerning the transport of the oversized elements are discussed.

Keywords: bridge steel structure, manufacturing, transport, assembling

WYKORZYSTANIE SYMULACYJNYCH MODELI RUCHU DO ANALIZ RUCHOWYCH ZWIĄZANYCH Z BUDOWĄ LUB PRZEBUDOWĄ OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH

Grzegorz Bebyn, Jacek Chmielewski, Jan Kempa

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Przebudowa lub budowa obiektu inżynierskiego z reguły wymaga zmian organizacji ruchu co najmniej na sieci drogowej bezpośrednio przylegającej do niego. Zarządcy dróg bardzo często, oprócz blisko położonych dróg tymczasowych przy obiekcie inżynierskim wytyczają również inne, dalej położone trasy objazdowe wykorzystujące istniejące elementy sieci drogowej. Realizacja tych tras wymaga znacznych nakładów finansowych, a niejednokrotnie po oddaniu ich do eksploatacji okazuje się, że odsetek kierowców z nich korzystających jest niewielki. Takie sytuacje świadczą o tym, że projekt czasowej organizacji ruchu nie był poparty odpowiednimi analizami ruchowymi, których podstawą były przestrzenne rozkłady ruchu wyznaczone za pomocą symulacyjnego modelu ruchu. Wiele czynników oraz uwarunkowań wpływających na wybór tras przez kierowców bezwzględnie wymaga zastosowania bardzo nowoczesnych narzędzi, bazujących na matematycznych modelach makro- i mikrosymulacji ruchu drogowego. W artykule przedstawiono przykłady analiz ruchowych wykonane za pomocą takich modeli, których celem było uzyskanie materiałów źródłowych do zaprojektowania optymalnego wariantu organizacji ruchu na czas budowy węzła i mostu drogowego w Toruniu. Symulacyjne modele ruchu bardzo dobrze obrazują sposób przemieszczania się pojazdów dla zakładanych stanów sieci drogowej i różnych wariantów organizacji ruchu. Za ich pomocą można wyznaczyć miejsca w sieci drogowej, na których mogą pojawić się utrudnienia w ruchu drogowym, czy elementy sieci o niewystarczającej przepustowości. Stanowią zatem bardzo dobre narzędzie do zaprojektowania i oceny różnych wariantów organizacji ruchu dla danego przedsięwzięcia inwestycyjnego, a następnie podstawę do wyboru wariantu optymalnego.

Słowa kluczowe: budowa i przebudowa mostów, czasowa organizacja ruchu, inżynieria ruchu

USING TRAFFIC SIMULATION MODELS FOR MOTION ANALYSES CONNECTED WITH CONSTRUCTION OR RECONSTRUCTION OR ENGINEERING STRUCTURES

Grzegorz Bebyn, Jacek Chmielewski, Jan Kempa

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

Reconstruction or construction of an engineering structure generally requires changes in traffic organization at least on the road network directly adjacent to it. Apart from provisional roads located close to the engineering structure, road administrators very often mark out also other, further located roundabout routes, using the current elements of the road network. Realization of those routes requires considerable financial outlays, and many times after putting them into use it turns out that the percentage of drivers using them is small. Such situations indicate that the project of temporary traffic organization was not supported by appropriate motion analyses, which were based on spacial distributions of traffic determined with the use of the traffic simulation model. Many factors and determinants affecting the choice of routes by drivers absolutely requires the use of very modern tools, based on mathematic models of macro- and microsimulation of the road traffic. This article presents the examples of motion analyses made with the use of such models, whose objective was to obtain source material to design the optimal variant of traffic organization for the time of construction of a junction and road bridge in Toruń. Traffic simulation models very well illustrate the way of moving of the vehicles for the assumed states of the road network and different variants of traffic organization. Using them one can determine places on the road network where difficulties in road traffic may occur, or the network elements with an insufficient traffic capacity. Therefore they constitute a very good tool for designing and assessment of different variants of traffic organization for the given investment undertaking, and then the basis for a choice of the optimal variant.

Keywords: bridge construction and reconstruction, traffic temporary organization, traffic engineering

MOST RĘDZIŃSKI PRZEZ ODRĘ W CIĄGU AUTOSTRADOWEJ OBWODNICY WROCŁAWIA

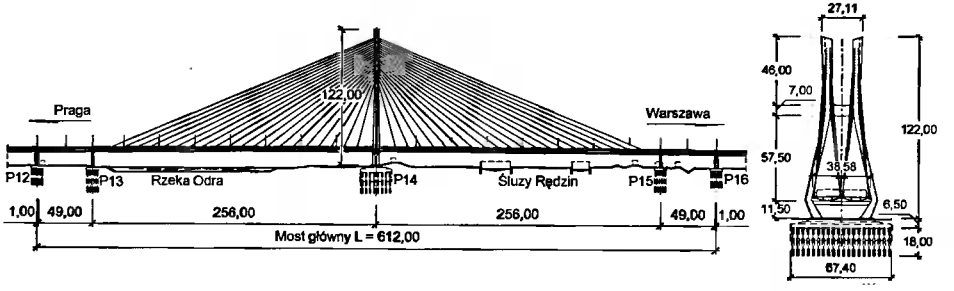
Jan Biliszczuk[1], Jerzy Onysyk[1]
Wojciech Barcik[2], Jacek Szczepański[2], Robert Toczkiewicz[2],
Artur Tukendorf[2], Kamil Tukendorf[2]

[1] Politechnika Wrocławska, Zespół Badawczo-Projektowy MOSTY-WROCŁAW
[2] Zespół Badawczo-Projektowy MOSTY-WROCŁAW

1. WPROWADZENIE

Autostradowa Obwodnica Wrocławia (AOW) jest ważnym elementem układu komunikacyjnego aglomeracji, stanowiąc zewnętrzną trasę tranzytową dla ruchu samochodowego. Największym obiektem w jej ciągu jest Most Rędziński, usytuowany nad stopniem wodnym Rędzin rzeki Odry, składający się z trzech sekcji:

- estakady południowej E1 o długości 610 m; jest to 11-przęsłowa belka z betonu sprężonego o przekroju skrzynkowym, długości przęseł wynoszą: 40 + 2 x 52 + 56 + 6 x 60 + 50 m;
- mostu głównego M2 o długości 612 m o konstrukcji podwieszonej do jednego pylonu (rys. 1); most zaprojektowano z betonu sprężonego, przęsła mają rozpiętości: 50 + 2 x 256 + 50 m, pylon wysokości 122 m jest wspólny dla obu konstrukcji pomostu [1];
- estakady północnej E3 o długości 520 m w postaci 9-przęsłowej belki ciągłej z betonu sprężonego, przęsła o rozpiętości 50 + 7 x 60+ 50 m.

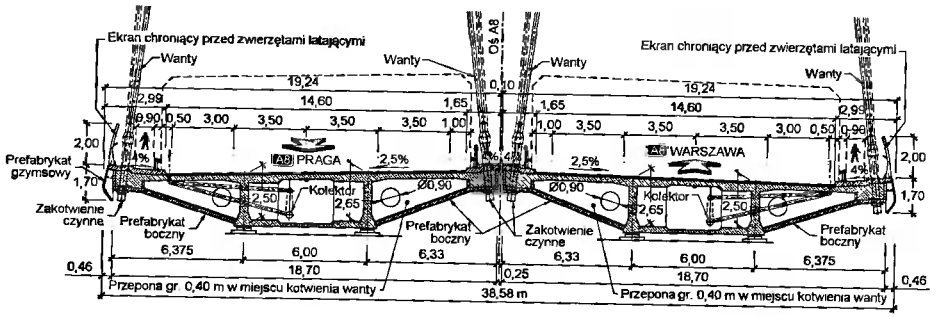


Rys. 1. Most autostradowy przez Odrę w ciągu AOW – podstawowe wymiary mostu głównego

Ustrój nośny mostu, przedstawiony na rysunku 2, stanowią dwie oddzielne konstrukcje skrzynkowe z betonu sprężonego, podwieszone do żelbetowego pylonu typu H. Wanty zakotwiono w pomoście, w rozstawie 12,0 m i w pylonie, w rozstawie 1,8 m. Ramiona pylonu mają przekrój poprzeczny o obrysie prostokątnym i wymiarach zmieniających się wraz z wysokością. Powyżej poziomu pomostu przekrój ich jest skrzynkowy. Podpory przeprawy posadowiono na palach wierconych lub na wbijanych palach prefabrykowanych.

2. KONSTRUKCJA MOSTU GŁÓWNEGO

Fundament pylonu stanowi masywna stopa żelbetowa, oparta na 160 wierconych palach żelbetowych o długości 18,0 i średnicy 1,5 m. Pylon ma konstrukcję hybrydową: nogi i dolna część ramion są żelbetowe, górne części ramion mają przekrój skrzynkowy (zespolony), rygiel dolny jest betonową belką sprężoną, rygiel górny to sprężona konstrukcja zespolona o przekroju skrzynkowym [1].



Rys. 2. Przekrój poprzeczny Mostu Rędzińskiego

Wewnątrz pylonu został umieszczony rdzeń stalowy [1], stanowiący wewnętrzne deskowanie tracone oraz współpracujący z płaszczem żelbetowym w przenoszeniu sił pionowych i momentów zginających. W strefie kotwienia want rdzeń przenosi siły poziome, przekazywane na ściany pylonu przez cięgna. Nogi i ramiona pylonu zostały wzniesione w 34 etapach. Poszczególne elementy unoszono za pomocą dźwigu wraz z ułożonym uprzednio na nich zbrojeniem (maksymalna masa segmentu – rygla górnego wynosiła 87 ton).

Ustrój nośny mostu M2 wykonano w technologii nasuwania podłużnego [1] z zastosowaniem typowych stalowych podpór montażowych, a w strefie przejścia przez śluzy specjalnych konstrukcji kratownicowych. Wytwarzanie segmentów w technologii nasuwania podłużnego przebiegało w czterech podstawowych fazach: układanie prefabrykatów bocznych [2], betonowanie płyty dolnej i środników (przekrój „U") oraz przepon, betonowanie płyty pomostowej, napięcie kabli centrycznych i wysunięcie segmentu.

Oba ustroje nośne mostu głównego podwieszono do pylonu łącznie za pomocą 160 want [1]. Zakotwienia bierne przewidziano w pylonie, czynne w pomoście. Długość want waha się od 67 do 265 m. Podwieszenie stanowią kable z 7-drutowych lin o wytrzymałości charakterystycznej 1860 MPa. Liny tworzące cięgno (w liczbie od 24 do 48) poprowadzono w zewnętrznych rurach osłonowych z HDPE koloru białego, mających spiralne żebro, zapobiegające wzbudzaniu deszczowo-wiatrowemu drgań cięgien.

Rys. 3. Ukończony most

3. PODSUMOWANIE

Przedstawiony most charakteryzuje się znacznym stopniem skomplikowania konstrukcji. Wyróżniające spośród obiektów tego typu jest podwieszenie dwóch, niezależnych pomostów do jednego pylonu, a stąd cztery płaszczyzny want. Most Rędziński plasuje się na 18 miejscu na świecie pod względem długości przęsła (256 m) wśród mostów z jednym pylonem, a na 4 miejscu w kategorii konstrukcji betonowych tego typu. Obiekt oddano do użytku 31 sierpnia 2011 roku. Do końca stycznia 2012 roku przejechało przez przeprawę ponad 5 000 000 pojazdów (ponad 30 000 pojazdów na dobę). Całkowity koszt mostu wyniósł ponad 570 mln. złotych (~143 mln. euro), co daje średni koszt 1 m^2 na poziomie 8400 PLN (~2100 euro).

BIBLIOGRAFIA

[1] Biliszczuk J., Barcik W., Onysyk J., Prabucki P., Sułkowski M., Szczepański J., Toczkiewicz R., Tomiczek M., Tukendorf A., Tukendorf K., Ast A., 2012. Most Rędziński w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia. Inżynieria i Budownictwo 2/12, 63-69.

[2] Biliszczuk J., Barcik W., Onysyk J., Sadowski K., Toczkiewicz R., Tukendorf K., 2011. Use of prefabricated elements in structural and architectural designing of concrete bridge superstructures. Proc. of 7th Central European Congress on Concrete Engineering, Balatonfured, 319-322.

RĘDZIŃSKI BRIDGE OVER THE ODRA RIVER ALONG THE WROCŁAW MOTORWAY RING ROAD

Jan Biliszczuk[1], Jerzy Onysyk[1]
Wojciech Barcik[2], Jacek Szczepański[2], Robert Toczkiewicz[2],
Artur Tukendorf[2], Kamil Tukendorf[2]

[1] Wrocław University of Technology, Research and Design Office MOSTY-WROCŁAW
[2] Research and Design Office MOSTY-WROCŁAW

1. INTRODUCTION

The Motorway Ring Road of Wroclaw is an important part of the urban communication network of the agglomeration, being the outer transit route. The largest bridge structure along the ring road is the Rędziński Bridge crossing the Odra River, consisting of three substructures:

- E1 southern flyover: 610 m long, 11 span continuous beam (box girders), made of prestressed concrete, span lengths 40 + 2 x 52 + 56 + 6 x 60 + 50 m;
- M2 cable-stayed main bridge: 612 m long, span lengths 50 + 2 x 256 + 50 m, with two separate superstructures made of prestressed concrete, suspended to a single 122 m high pylon (Fig. 1) [1];
- E3 northern flyover: 520 m long, 9 span continuous beam (box girders), made of prestressed concrete, span lengths 50 + 7 x 60 + 50 m.

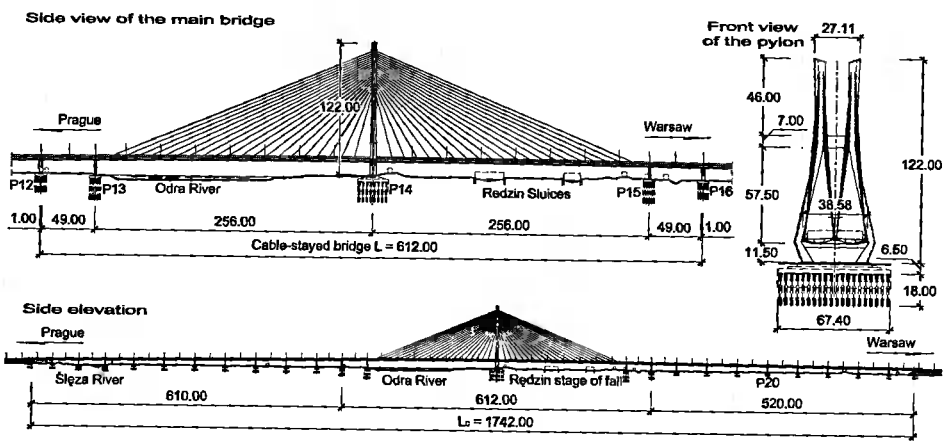


Fig. 1. Rędziński Bridge over the Odra River – basic dimensions

The superstructure of the main bridge, presented in Fig. 2, consists of two separate box girders made of prestressed concrete, suspended to an H-shaped concrete pylon. The stay cables are anchored in the deck every 12.0 m and in the pylon every 1.8 m.

The pylon's arms have a cross-section of a rectangular outline and variable dimensions along their height. Above the deck level, the cross-section of the pylon is hollow. Supports of the bridge are founded on bored piles of 1.5 m diameter and on prefabricated driven piles (flyovers).

2. CONSTRUCTION OF THE MAIN BRIDGE

The foundation of the pylon is placed on 160 reinforced concrete piles, 18.0 m long. The pylon's structure is hybrid: the pylon's legs and the lower parts of the arms are made of reinforced concrete, the upper part of the arms is a hollow composite structure, the lower crossbeam is a post-tensioned concrete element, the upper crossbeam is a post-tensioned steel-concrete box structure [1].

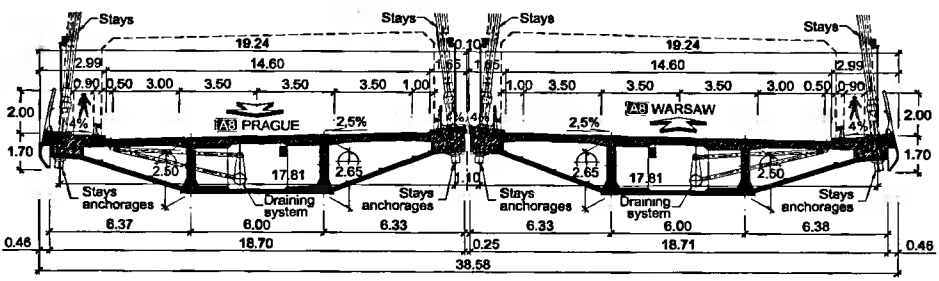


Fig. 2. Cross-section of the deck in main span of the cable-stayed bridge

Inside the pylon, a steel core was placed. It formed the inner formwork during erection of the pylon and it interacts with the reinforced concrete shell, transferring vertical forces and bending moments. In the cable anchorage zones the core carries horizontal forces transmitted to the walls of the pylon by cable stays. The legs and arms of the pylon were cast in 34 stages. The elements of the core were lifted together with previously installed reinforcement (max. weight of the segment was 87 tons).

The superstructure of the main bridge was constructed by means of longitudinal launching method [1], using conventional steel temporary supports and large truss supporting structures over the channel locks. Fabrication of the superstructure segments was carried out in four basic stages: placing side precast elements [2], casting the bottom slab and webs ("U" section), casting the deck slab, tensioning centric cables and launching the segment.

In total, both superstructures of the main bridge are suspended by 160 stay cables [1]. Passive anchorages are located in the pylon, active anchorages in side edge beams of the deck. The length of stay cables varies from 67 to 265 m. Multistrand stay cables consist of a bundle of 7-wire strands with a characteristic strength of 1860 MPa. The strands (24 to 48 in each stay) are contained in co-extruded HDPE outer sheath pipes (white colour) with a helical rib preventing wind-rain-induced vibrations of stays.

Fig. 3. Overall view of completed structure

3. CONCLUSIONS

The bridge presented in the paper is a complex structure. Distinguishing among other structures of this type is suspension of two separate decks to one pylon and hence four planes of stays. The Rędziński Bridge ranks in 18th place worldwide in terms of span length (256 m) among bridges with one pylon, and in 4th place in the category of concrete structures of this type. It was opened to traffic on August 31, 2011. By the end of January 2012 more than 5 000 000 vehicles (more than 30 000 vehicles per day) crossed the bridge. The total cost of the bridge was more than 570 million PLN (~143 m EUR) which gives the average cost of 1 m^2 of the deck equal to 8770 PLN (~2200 EUR).

BIBLIOGRAPHY

[1] Biliszczuk J., Barcik W., Onysyk J., Prabucki P., Sułkowski M., Szczepański J., Toczkiewicz R., Tomiczek M., Tukendorf A., Tukendorf K., Ast A., 2012. Most Rędziński w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia. Inżynieria i Budownictwo 2/2012, 63-69.

[2] Biliszczuk J., Barcik W., Onysyk J., Sadowski K., Toczkiewicz R., Tukendorf K., 2011. Use of prefabricated elements in structural and architectural designing of concrete bridge superstructures. Proc. of 7th Central European Congress on Concrete Engineering, Balatonfured, Sept. 22-23, 2011, 319-322.

BETONOWE MOSTY PODWIESZONE W POLSCE

Jan Biliszczuk[1], Jerzy Onysyk[1]
Wojciech Barcik[2], Robert Toczkiewicz[2], Artur Tukendorf[2]

[1] Politechnika Wrocławska, Zespół Badawczo-Projektowy MOSTY-WROCŁAW
[2] Zespół Badawczo-Projektowy MOSTY-WROCŁAW

1. WSTĘP

W ostatnich dwudziestu latach można zauważyć coraz śmielsze stosowanie betonu w rozwiązaniach konstrukcyjnych drogowych mostów podwieszonych. Wynika to z faktu, iż obiekty wykonywane z betonu klasy C50/60 i wyższej są bardziej odporne na oddziaływanie korozyjne środowiska, niż konstrukcje stalowe. Ważnym czynnikiem, sprzyjającym stosowaniu betonowych konstrukcji podwieszonych są lepsze od mostów stalowych właściwości tłumienia drgań. W Polsce, w ciągu ostatnich dziesięciu lat, wzniesiono, buduje się lub przewidziano do realizacji kilkanaście podwieszonych mostów drogowych z betonu.

2. MOST RĘDZIŃSKI PRZEZ ODRĘ W CIĄGU AOW (2011)

Most składa się z trzech części [2]:

- estakady południowej E1 długości 610 m; jest to 11-przęsłowa belka z betonu sprężonego o przekroju skrzynkowym, długości przęseł wynoszą 40 + 2 x 52 + 56 + 6 x 60 + 50 m;
- mostu głównego M2 długości 612 m o przęsłach podwieszonych do pylonu o wysokości 122 m; most zaprojektowano z betonu sprężonego, przęsła mają rozpiętości 49 + 2 x 256 + 49 m;
- estakady północnej E3 długości 520 m w formie 9-przęsłowej belki ciągłej z betonu sprężonego, przęsła o rozpiętościach 50 + 7 x 60 + 50 m.

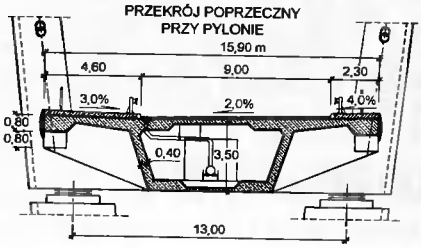
Rys. 1. Most Rędziński po ukończeniu

Ustrój nośny stanowią dwie oddzielne konstrukcje skrzynkowe z betonu sprężonego (każda pod jedną jezdnię autostrady), podwieszone do jednego pylonu typu H [2].

Projekt konstrukcji mostu opracował Zespół Badawczo-Projektowy Mosty-Wrocław. Głównym wykonawcą było konsorcjum Mostostal Warszawa i Acciona. Most Rędziński (rys. 1) został oddany do użytku 31 sierpnia 2011 roku.

3. MOST PRZEZ WISŁĘ W KWIDZYNIU (W BUDOWIE)

Przeprawa o łącznej długości 1867 m składa się z pięciu niezależnych konstrukcji [4]. Most główny nad korytem rzeki ma długość 808 m i jest sześcioprzęsłową belką ciągłą o rozpiętościach przęseł 69,3 + 130,0 + 204,0 + 204,0 + 130,0 + 70,0 m. Przęsła mają przekrój skrzynkowy (wysokość 3,50 m), o pochylonych środnikach (rys. 2). Sprężenie zrealizowano przy zastosowaniu kabli wewnętrznych, umieszczonych w dźwigarze oraz zewnętrznych, prowadzonych przez pylony. Odchylane są one w siodłach i kotwione w poprzecznicach, wyprowadzonych poza obrys skrzynki. Kable podwieszenia składają się z 75 splotów o przekroju 7Ø5 mm [4]. Projekt mostu opracował Transprojekt Gdański, zaś głównym wykonawcą jest konsorcjum firm Budimex oraz Ferrovial.



Rys. 2. Przekrój poprzeczny i wizualizacja mostu przez Wisłę w Kwidzyniu

4. MOST MILENIJNY WE WROCŁAWIU (2004)

Obiekt, przedstawiony na rysunku 3 jest częścią przeprawy przez Odrę i basen kotwicowiska barek. Jej głównym elementem jest betonowy most podwieszony o następujących parametrach:

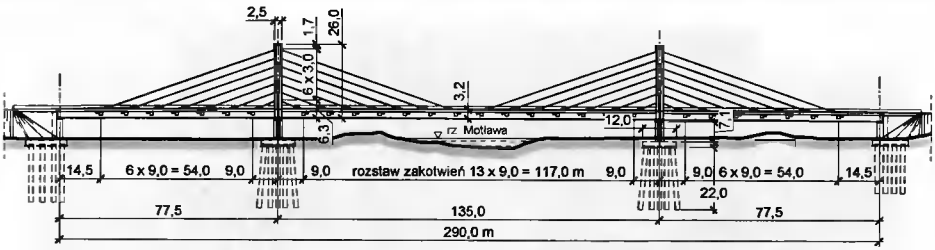
- rozpiętości przęseł: 68,5 + 153,0 + 68,5 m;
- szerokość obiektu: 25,1 m;
- pomost dwudźwigarowy, belki wysokości 2,70 m;
- dwa betonowe pylony typu H o wysokości 50,0 m (ponad teren) i 33,0 m ponad poziom pomostu.

Obiekt wykonano w technologii betonowania wspornikowego. Projekt mostu opracowało BBR Polska (główny projektant P. Wanecki), budowę prowadziła Skanska.

Rys. 3. Most Milenijny we Wrocławiu

5. MOST PRZEZ MOTŁAWĘ W CIĄGU POŁUDNIOWEJ OBWODNICY GDAŃSKA (W BUDOWIE)

Najbardziej charakterystycznym obiektem w ciągu Południowej Obwodnicy Gdańska będzie most typu extradosed nad rzeką Motławą [6]. Jest to betonowa, sprężona konstrukcja trójprzęsłowa, o rozpiętości przęsła głównego wynoszącej 135 m i całkowitej długości 292 m (rys. 4). Ustroje nośne, odrębne dla każdej z jezdni, zaprojektowano w postaci dwóch szeroko rozstawionych dźwigarów skrzynkowych, stężonych kratownicowymi poprzecznicami stalowymi, zespolonymi z częścią betonową przekroju. Projektantem mostu są biura Transprojekt Gdański i Mosty Gdańsk, a generalnym wykonawcą firma Bilfinger Berger.



Rys. 4. Most przez Motławę – widok z boku

6. MOST MA 532 W CIĄGU AUTOSTRADY A1 (W BUDOWIE)

Obiekt usytuowany jest w strefie węzła Mszana, prowadząc autostradę A1 nad doliną potoku Kolejówka (rys. 5). Obie jezdnie umieszczono na wspólnej konstrukcji w postaci dwukomorowego dźwigara skrzynkowego z betonu sprężonego. Ustrój nośny zaprojektowano jako czteroprzęsłowy, zakrzywiony w planie, wzmocniony układem cięgien zewnętrznych o dużym mimośrodzie. Rozpiętości przęseł wynoszą 60,0 + 2 x 130,0 + 60,0 m. Dźwigar skrzynkowy ma zmienną wysokość od 2,60 m w przęśle do 4,00 m nad podporami.

W obiekcie zastosowano dwa nietypowe rozwiązania konstrukcyjne:

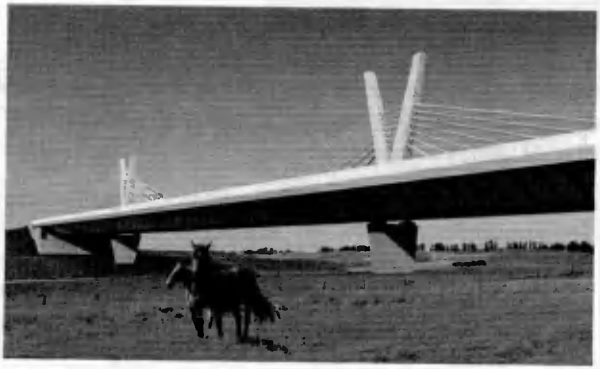
- wiotkie kable kapeluszowe, zamiast stosowanych powszechnie dla zapewnienia współpracy poprzecznej elementów skrzyni sztywnych przepon bądź zastrzałów,
- włączenie łącznicy 532.1 w środkową część przęsła. Łącznica obciąża niesymetrycznie przęsło, powodując przeciążenie skrajnego środnika skrzyni.

Most zaprojektowało biuro Complex Projekt (główny projektant S. Jendrzejek), a wykonawcą jest firma Alpine Bau.

Rys. 5. Budowa mostu MA 532

7. PROJEKT MOSTU PRZEZ ŁYNĘ W CIĄGU OBWODNICY OLSZTYNA

Most nad Łyną będzie częścią obwodnicy Olsztyna w ciągu DK 16. Obiekt przekracza dolinę rzeki, którą wypełnia podmokły obszar torfowiska. Spośród trzech koncepcji [1] do realizacji wybrano betonowy most typu extradosed o wspólnej konstrukcji nośnej dla obu jezdni, o przęsłach rozpiętości 60,0 + 120,0 + 60,0 m. Przęsło główne zostanie podwieszone do dwóch niewysokich, stalowych pylonów, stabilizowanych wantami odciągowymi, kotwionymi w przęsłach bocznych (rys. 6). Projekt opracował Zespół Badawczo-Projektowy Mosty-Wrocław.



Rys. 6. Wizualizacja mostu przez Łynę

8. MOST PRZEZ SKAWĘ W ZEMBRZYCACH (2010)

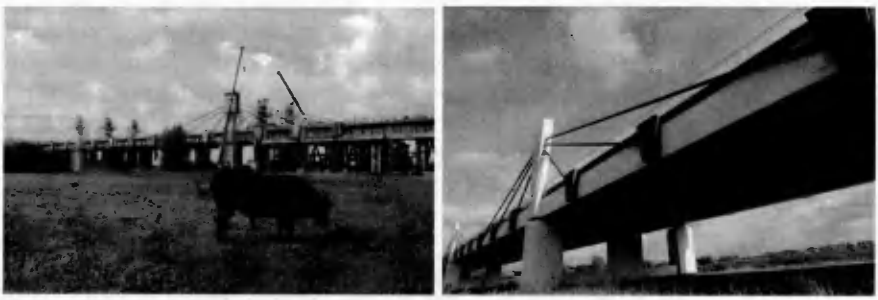
Most stanowi część obwodnicy Zembrzyc w ciągu DW 956. Z uwagi na rodzaj przeszkody i lokalizację w malowniczym krajobrazie Beskidu Małego zdecydowano, iż jego sylwetka powinna stanowić element charakterystyczny (rys. 7). Zaprojektowano betonowy most, podwieszony do jednego pylonu, o belkowo-płytowej konstrukcji pomostu [3]. Rozpiętości przęseł wynoszą 21,0 + 35,0 + 105,0 + 83,1 m. Najdłuższe z nich podwieszono za pomocą pięciu par want w układzie wachlarzowym. Projektan-

tem obiektu było Biuro Inżynierskie Fijałkowski, a generalnym wykonawcą Mota-Engil Central Europe.

Rys. 7. Widok mostu w Zembrzycach podczas wznoszenia i po ukończeniu

9. MOST PRZEZ WARTĘ W KONINIE (2007)

Most przez Wartę w Koninie (rys. 8) znajduje się w ciągu nowego odcinka DK 25. Dolina Warty została przekroczona obiektem, składającym się z czterech niezależnych konstrukcji [5]. Nad nurtem rzeki drogę poprowadzono dwujezdniowym trójprzęsłowym mostem o długości 200 m i rozpiętościach przęseł 60 + 80 + 60 m. Był to pierwszy w Polsce [5] obiekt z betonu sprężonego kablami zewnętrznymi o dużym mimośrodzie (typu extradosed). Projekt obiektu wykonało biuro Transprojekt Gdański, a wykonawcą było konsorcjum firm Hydrobudowa 6 i PPRM Płock.



Rys. 8. Most w Koninie w czasie budowy i po jej zakończeniu

10. PODSUMOWANIE

W pracy przedstawiono przykłady mostów z betonu sprężonego o konstrukcji cięgnowej (wantowej lub typu extradosed), budowanych w ostatnich latach w Polsce. Na pełną ocenę krajowych osiągnięć w tej dziedzinie trzeba poczekać do ukończenia, m.in. mostów w Kwidzyniu, Gdańsku czy w ciągu autostrady A1, w pobliżu Wodzisławia Śląskiego. Dotychczasowe doświadczenia, płynące z eksploatacji i badań istniejących obiektów, są pozytywne i wskazują, że polscy inżynierowie opanowali zasady projektowania i budowy takich konstrukcji.

BIBLIOGRAFIA

[1] Biliszczuk J., Barcik W., Onysyk J., Stępień K., 2011. Projekt mostu nad Łyną w ciągu obwodnicy Olsztyna. Materiały seminarium Wrocławskie Dni Mostowe „Aktualne realizacje mostowe", Wrocław, DWE, 161-168.

[2] Biliszczuk J., Barcik W., Onysyk J., Szczepański J., Toczkiewicz R., Tomiczek M., Tukendorf A., Tukendorf K., 2011. Technological aspects of construction of a concrete cable-stayed bridge along the highway ring road of Wrocław. Proc. of fib Symposium "Concrete engineering for excellence and efficiency", Prague, 427-430.

[3] Ciejka W., 2010. Obwodnica Zembrzyc z mostem przez Skawę. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, 34-37.

[4] Filipiuk S., 2009. Projekt budowlany mostu przez Wisłę koło Kwidzyna. Materiały seminarium Wrocławskie Dni Mostowe „Obiekty mostowe na autostradach i drogach ekspresowych", Wrocław, DWE, 155-160.

[5] Nadolny A., 2005. Nowy most przez Wartę w Koninie. Materiały seminarium Wrocławskie Dni Mostowe „Mosty podwieszone i wiszące", DWE, 236-240.

[6] Pawlik G., Nadolny A., Berger A., 2011. Najdłuższa estakada w Polsce, most extradosed o rekordowej rozpiętości przęsła oraz inne obiekty na południowej obwodnicy miasta Gdańsk. Materiały seminarium Wrocławskie Dni Mostowe „Aktualne realizacje mostowe", Wrocław, DWE, 391-400.

CONCRETE CABLE-STAYED BRIDGES IN POLAND

Jan Biliszczuk[1], Jerzy Onysyk[1]
Wojciech Barcik[2], Robert Toczkiewicz[2], Artur Tukendorf[2]

[1] Wrocław University of Technology, Research and Design Office MOSTY-WROCŁAW
[2] Research and Design Office MOSTY-WROCŁAW

1. INTRODUCTION

For the last twenty years increasing use of concrete in construction of road cable-stayed bridges can be seen. This follows from the fact that structures made of concrete class C50/60 and higher are more durable to the effects of environmental corrosion than steel structures. An important factor favoring concrete cable-stayed structures are better damping properties than steel bridges. In Poland, for the last ten years, several concrete cable-stayed road bridges have been erected, few are still under construction or are planned to be build. The paper presents selected structures.

2. RĘDZIŃSKI BRIDGE OVER THE ODRA RIVER (2011)

The bridge consists of three substructures:

- E1 southern flyover: 610 m long, 11 span continuous beam (box girders), made of prestressed concrete, span lengths 40 + 2 x 52 + 56 + 6 x 60 + 50 m;
- M2 cable-stayed main bridge: 612 m long, span lengths 50 + 2 x 256 + 50 m, with two separate superstructures made of prestressed concrete, suspended to a single 122 m high pylon (Fig. 1) [2];
- E3 northern flyover: 520 m long, 9 span continuous beam (box girders), made of prestressed concrete, span lengths 50 + 7 x 60 + 50 m.

Fig. 1. Overall views of completed Rędziński Bridge

The superstructure of the main bridge consists of two separate box girders (each for one carriageway) made of prestressed concrete, suspended to an H-shaped concrete

pylon [2]. The bridge was designed by Research and Design Office Mosty-Wrocław. The main contractor was a consortium of Mostostal Warszawa and Acciona. The Rędziński Bridge (Fig. 1) was opened to traffic on August 31, 2011.

3. BRIDGE OVER THE VISTULA RIVER IN KWIDZYŃ (UNDER CONSTRUCTION)

The crossing of a total length of 1867 m consists of five separate structures [4]. The main 808 m long bridge is a six span continuous beam. The span lengths are 69.3 + 130.0 + 204.0 + 204.0 + 130.0 + 70.0 m. In the cross-section it is a 3.50 m high box girder with inclined webs (Fig. 2). Post-tensioning system consists of internal cables, placed in the box girder and external tendons, conducted through the low pylons. The stays are deflected in saddles, and anchored in cross-beams on both sides of the girder. The extradosed cables are composed of 75 strands (7Ø5 mm type) [4]. The bridge was designed by Transprojekt Gdański and the main contractor is a consortium of Budimex and Ferrovial.

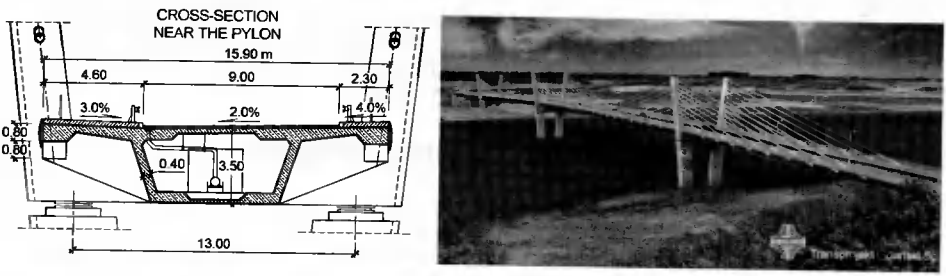


Fig. 2. Cross-section and computer image of the bridge over the Vistula River in Kwidzyń

4. MILLENIUM BRIDGE IN WROCŁAW (2004)

The cable stayed bridge, presented in Fig. 3, is a part of a crossing over the Odra River and a barge basin. Its main characteristics are as follows:

- span lengths: 68.5 + 153.0 + 68.5 m;
- width of the deck: 25.1 m;
- height of the beam-slab deck: 2.70 m;
- two concrete H-shaped pylons, height: 50.0 m above the ground, 33.0 m above the deck level.

The bridge was erected using cantilever method. The design was prepared by BBR Poland (main designer P. Wanecki), the contractor was Skanska.

Fig. 3. Millenium Bridge in Wrocław

5. BRIDGE OVER THE MOTŁAWA RIVER ALONG THE SOUTHERN RING ROAD OF GDAŃSK (UNDER CONSTRUCTION)

The most distinguishing structure along the southern ring road of Gdańsk will be an extradosed bridge over the Motława River [6]. It will be a prestressed concrete three span structure, with a 135 m long main span and a total length of 292 m (Fig. 4). The decks, separate for each of the carriageway, consist of two side box girders, braced by steel trusses, connected with concrete part of the section. The designers of the bridge are Transprojekt Gdański and Mosty Gdańsk and the general contractor is Bilfinger Berger.

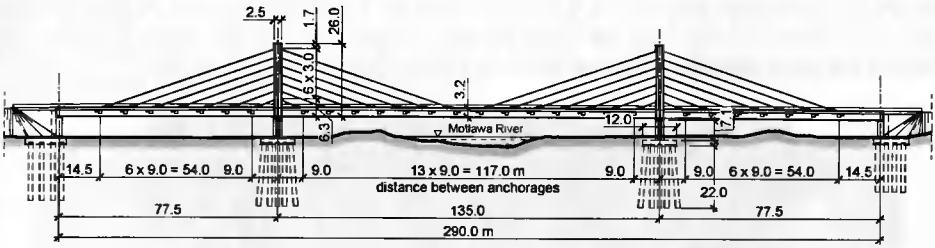


Fig. 4. Side view of the bridge over the Motława River

6. MA 532 BRIDGE ALONG THE A1 MOTORWAY (UNDER CONSTRUCTION)

The bridge is situated in the zone of Mszana interchange, along the A1 motorway, over the valley of Kolejówka creek (Fig. 5). Both carriageways are located on a wide double cell box girder made of prestressed concrete. The superstructure is a four span beam, curved in plan, post-tensioned by a system of extradosed external tendons. The span lengths are 60.0 + 2 x 130.0 + 60.0 m. The height of the box girder varies from 2.60 m in spans to 4.00 m over the supports. The width changes from 38.6 m (typical) up to 47.5 m.

Two unusual structural solutions have been applied in the bridge:

- flexible "hat" shaped cables instead of commonly used rigid diaphragms or struts ensuring the cooperation of the box section in transversal direction.

– connection of 532.1 junction viaduct with the central part of the span. Asymmetrical loading of the main span overloads external web of the box girder.

The bridge was designed by Complex Project office (main designer S. Jendrzejek) and the contractor is Alpine Bau.

Fig. 5. View of the MA 532 bridge under construction

7. DESIGN OF THE BRIDGE OVER THE ŁYNA RIVER ALONG THE RING ROAD OF OLSZTYN

The bridge over the Łyna River will be located along the ring road of Olsztyn, crossing the valley filled with marshy peatbog. Of the three concepts [1] an extradosed bridge has been selected. It will be a concrete structure with a single superstructure for both carriageways, with span lengths 120.0 + 60.0 + 60.0 m. The main span will be supported by stays conducted through two low steel pylons, and anchored in side spans (Fig. 6). The project has been developed by Research and Design Office Mosty-Wrocław.

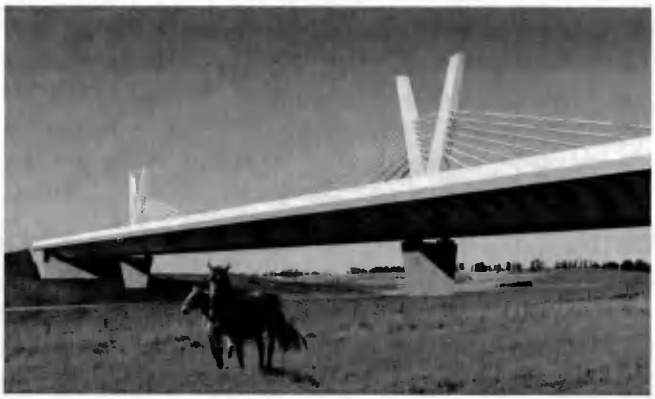


Fig. 6. Computer image of the bridge over the Łyna River

8. BRIDGE OVER THE SKAWA RIVER IN ZEMBRZYCE (2010)

The bridge is a part of Zembrzyce bypass and crosses the Skawa River. Due to the nature of the obstacle and location of the bridge in the picturesque landscape of Beskid Mały mountain region, it's been decided that it would be a landmark structure (Fig. 7). The bridge is a concrete cable-stayed single pylon structure with a beam-slab deck [3].

The span lengths are 21.0 + 35.0 + 105.0 + 83.1 m. The longest span is supported by five pairs of fan arranged stays. The bridge was designed by Biuro Inżynierskie Fijałkowski and the general contractor was Mota-Engil Central Europe.

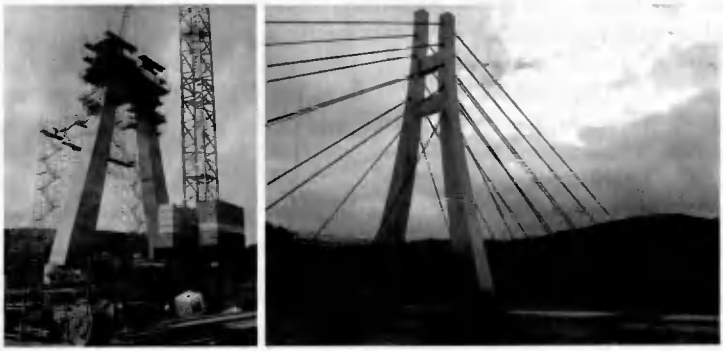


Fig. 7. View of the bridge in Zembrzyce under construction and after completion

9. BRIDGE OVER THE WARTA RIVER IN KONIN (2007)

The bridge over the Warta River in Konin (Fig. 8) is located along the new section of DK25 road. The valley of the river is crossed by four separate structures [5]. Over the main riverbed a three span 200 m long bridge is located. The span lengths are 60 + 80 + 60 m. This was the first concrete extradosed prestressed structure built in Poland [5]. The bridge was designed by Transprojekt Gdański and the contractor was a consortium of Hydrobudowa 6 and PPRM Płock companies.

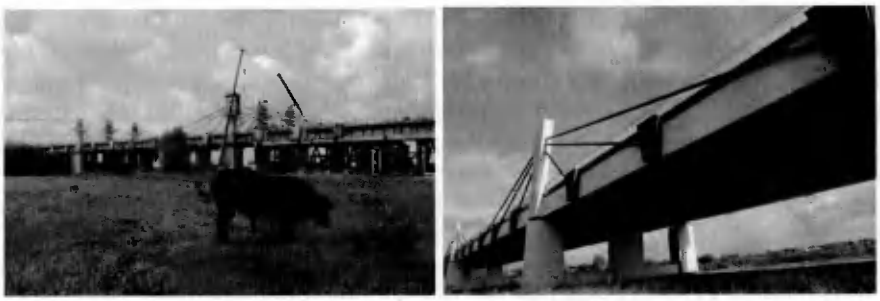


Fig. 8. View of the bridge in Konin under construction and after completion

10. SUMMARY

The paper presents examples of prestressed cable-stayed and extradosed concrete bridges, built in recent years in Poland. Full assessment of domestic achievements will be possible after completion of bridges in Kwidzyń, Gdańsk and along the A1 motorway, near Wodzisław Śląski. Past experiences, gained during exploitation and testing of existing bridges, are positive and indicate that Polish engineers have mastered the principles of design and construction of such structures.

BIBLIOGRAPHY

[1] Biliszczuk J., Barcik W., Onysyk J., Stępień K., 2011. Projekt mostu nad Łyną w ciągu obwodnicy Olsztyna. Materiały seminarium Wrocławskie Dni Mostowe „Aktualne realizacje mostowe", Wrocław, DWE, 161-168.

[2] Biliszczuk J., Barcik W., Onysyk J., Szczepański J., Toczkiewicz R., Tomiczek M., Tukendorf A., Tukendorf K., 2011. Technological aspects of construction of a concrete cable-stayed bridge along the highway ring road of Wrocław. Proc. of fib Symposium "Concrete engineering for excellence and efficiency", Prague, 427-430.

[3] Ciejka W., 2010. Obwodnica Zembrzyc z mostem przez Skawę. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, 34-37.

[4] Filipiuk S., 2009. Projekt budowlany mostu przez Wisłę koło Kwidzyna. Materiały seminarium Wrocławskie Dni Mostowe „Obiekty mostowe na autostradach i drogach ekspresowych", Wrocław, DWE, 155-160.

[5] Nadolny A., 2005. Nowy most przez Wartę w Koninie. Materiały seminarium Wrocławskie Dni Mostowe „Mosty podwieszone i wiszące", DWE, 236-240.

[6] Pawlik G., Nadolny A., Berger A., 2011. Najdłuższa estakada w Polsce, most extradosed o rekordowej rozpiętości przęsła oraz inne obiekty na południowej obwodnicy miasta Gdańsk. Materiały seminarium Wrocławskie Dni Mostowe „Aktualne realizacje mostowe", Wrocław, DWE, 391-400.

ŁUKOWY WIADUKT NAD TORAMI PKP W TCZEWIE

Jacek Chróścielewski[1], Anna Banaś[1], Maciej Malinowski[1], Sebastian Prądzyński[2]

[1] Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk
[2] Zakład Usług Mostowych WIK Witold Kaliński
ul. Bulońska 16/12, 80-288 Gdańsk

W ostatnich latach w budowaniu mostów, obserwuje się tendencje poszukiwania przez projektantów nowych form architektoniczno-konstrukcyjnych. Jednymi z bardziej atrakcyjnych obiektów są konstrukcję łukowe o jednym dźwigarze usytuowanym po przekątnej pomostu. Wśród obiektów drogowych rozwiązania te są prototypowe w skali naszego kraju. W 2011 r. oddano do użytku dwa tego rodzaju wiadukty: Łuk Białostocki o rozpiętości przęsła 66 m i wiadukt nad torami PKP w ciągu ul. Wojska Polskiego w Tczewie o rozpiętości przęsła 50 m. Praca dotyczy wiaduktu w Tczewie.

Ustrój nośny obiektu stanowi stalowy dźwigar łukowy o przekroju poprzecznym w formie zamkniętej skrzynki usztywnionej przeponami i żebrami. Konstrukcję pomostu tworzy stalowy ruszt czterech dźwigarów podłużnych i poprzecznic zespolonych z żelbetową płytą. Wsporniki poprzecznic w linii wpięcia wieszaków wzmocnione są podłużnie dodatkowymi belkami o przekroju kołowym. W pracy omówiono konstrukcję oraz technologie wznoszenia obiektu.

Odbiór obiektu pod próbnym obciążeniem poprzedziły zaawansowane analizy teoretyczne na przestrzennym modelu powłokowo-prętowo-cięgnowym. Analizy statyczne dotyczyły poziomu wytężenia konstrukcji oraz stanu deformacji pod obciążeniem normowym i przyjętym obciążeniem próbnym. W ramach analiz dynamicznych obliczono i określono częstotliwości i postaci drgań własnych konstrukcji. Przedstawiono wyniki badań i analiz teoretycznych.

Wykazano bardzo dobrą zgodność zachowania się konstrukcji z symulacją numeryczną i poprawność przyjętych założeń projektowych.

Doświadczenia z realizacji, analiz teoretycznych i badań in situ wiaduktu są cennym materiałem do projektowania tego typu łukowych obiektów mostowych.

Słowa kluczowe: łukowe obiekty mostowe, projektowanie, realizacja, badania, diagnostyka

ARCHED VIADUCT OVER PKP TRACKS IN TCZEW

Jacek Chróścielewski[1], Anna Banaś[1], Maciej Malinowski[1], Sebastian Prądzyński[2]

[1] Faculty of Civil and Environmental Engineering
Gdansk University of Technology
Narutowicza str. 11/12, 80-233 Gdańsk
[2] Zakład Usług Mostowych WIK Witold Kaliński
Bulońska str. 16/12, 80-288 Gdańsk

In recent years to search new architectonic and constructional forms by designers are observed in bridge realizations in Poland. One of more attractive structures are arched structures with one girder situated diagonally of the platform. Among the road structures, those solutions are prototypical in our country. In 2011 two viaducts of this type were put to use: Białystok Arch with a span length of 66 m and the viaduct over the PKP tracks in the route of Wojska Polskiego street in Tczew with a span length of 50 m. This work concerns the viaduct in Tczew.

The load-carrying structure of the viaduct consists of a steel arched girder with a cross section in the form of a closed case braced with walls and ribs. The structure of the platform is made of a steel grid of four longitudinal girders and cross-bars coupled with a reinforced concrete slab. Brackets of cross-bars in the line of sticking suspension members, are strengthened longitudinally with additional beams with circular section. The work describes the structure and construction technologies of this structure.

Acceptance tests of the structure under trial load were preceded by advanced theoretical analyses on a spacial coating-bar-string model. Static analyses concerned the level of effort of the structure and the state of deformation under the standard load and the adopted trial load. Within the framework of dynamic analyses the frequencies and forms of natural vibrations of the structures were calculated and determined. The results of research and theoretical analyses were presented.

The obtained response of the structure during static and dynamic tests indicated a very good agreement of the structure behavior with numeric simulation and confirmed the correctness of the design assumptions.

Experiences from realization, theoretical analyses and research in situ of the viaduct are a valuable material for designing of this type of arched bridges.

Keywords: arched bridges, designing, realization, research, diagnostics

NIETYPOWE STALOWE OBIEKTY MOSTOWE – DWA PRZYKŁADY

Michał Delmaczyński

Pracownie Inżynierskie SOCHA sp. z o.o.
ul. Chodkiewicza 15, 85-065 Bydgoszcz

W ostatnich latach w Polsce można zauważyć wzrost zainteresowania władz lokalnych obiektami o nietypowej, oryginalnej architekturze, która mogłaby stać się wyróżnikiem miejsca, w którym stoi, a nawet całego miasta czy regionu. Znane są przykłady bardzo efektownych budowli nazywanych niekiedy LANDMARK (symbol – znak miejsca, krainy), nie tylko mostowych – wymieniając z tych starszych choćby wieżę Eiffla czy most Golden Gate, ale zauważając również nowsze – np. odważne dokonania Santiago Calatravy. W pracy ograniczono się do pokazania lokalnych – polskich dwóch przykładów konstrukcji całkowicie stalowych obiektów mostowych, których osobliwością jest nie tylko kształt, ale np. rzadki schemat statyczny.

W latach 2008-2010 zaprojektowano i wybudowano jeden z ważniejszych dla turystów podążających na polskie Wybrzeża Morza Bałtyckiego – most nad kanałem Resko w Dźwirzynie, będący elementem drogi prowadzącej z Kołobrzegu w kierunku zachodnim i łączącym miejscowości Trzebiatów, Mrzeżyno, Dźwirzyno i Kołobrzeg. Jest to konstrukcja podwieszona pod dwa pylony zwieńczone specyficznym wspornikiem przejmującym siły z want i przekazujące je do odciągów połączonych z podporą balastową. Całkowita długość mostu wynosi 58 m, a rozpiętość przęsła nurtowego w osiach podpór wynosi 40 m. Klasa obciążenia B wg PN-S-10030. Jezdnia o szerokości 6 m + chodnik i dwukierunkowa ścieżka rowerowa.

W latach 2006-2008 zaprojektowano i wybudowano wiadukt nad torami kolejowymi w ciągu ul. Gdańskiej w Bydgoszczy – głównej drogi dojazdowej bydgoszczan do największego w kraju parku miejskiego, mającego w swoich zasobach rozległe tereny zielone, ogrody zoologiczny i botaniczny, lunapark, kilometry alejek i ścieżek. Kształt obiektu przypomina dwie płetwy – to rama łukowa z częściowo podwieszonym pomostem stalowym. Skrajne podpory przegubowo-przesuwne, a element łuku na dole połączony jest przegubowo łożyskiem wałkowym.

Oba zaprezentowane obiekty stanowią sobą niejako charakterystyczne bramy wjazdowe, gdyż znajdują się na granicy osiedli mieszkalnych.
Projektantem obu konstrukcji jest Jan Siuda.

Słowa kluczowe: Bydgoszcz, Dźwirzyno, landmark, Siuda, Socha

UNTYPICAL STEEL BRIDGES – TWO EXAMPLES

Michał Delmaczyński

Pracownie Inżynierskie SOCHA sp. z o.o.
Chodkiewicza str. 15, 85-065 Bydgoszcz

In recent years in Poland we can observe a growing interest of the local authorities in structures of untypical, original architecture, which could become the characteristic of the place where it is located, and even of the whole city or region. We know many examples of very striking buildings, sometimes called LANDMARKS (symbols – the marks of the place or land), not only bridges – to mention for instance the Eiffel Tower, or the Golden Gate bridge of those older, but also noticing the new ones – e.g. the brave achievements of Santiago Calatrava. We limited ourselves here to showing local – Polish two examples of structures of entirely steel bridges, whose peculiarity is not only the shape but for example a rare static scheme.

In the years 2008-2010 one of the most important bridges for tourists going to the Polish Coast of the Baltic Sea was designed and built – the bridge over the Resko canal in Dźwirzyno, being an element of the road leading from Kołobrzeg to the west and connecting the localities Trzebiatów, Mrzeżyno, Dźwirzyno and Kołobrzeg. This is a structure suspended under two pylons topped with a specific cantilever taking over forces from cable stays and sending them to stays connected with a ballast support. The total length of the bridge amounts to 58m, and the length of the main span in the axes of supports is 40m. Load class B according to PN-S-10030. Road with a width of 6 m + pavement and a two-direction bicycle lane.

In the years 2006-2008 a viaduct over the railway tracks along Gdańska street in Bydgoszcz was designed and built – the main access road of Bydgoszcz residents to the largest city park in Poland, comprising the extensive green belt, zoological and botanical gardens, a funfair, kilometers of lanes and paths. The shape of the structures reminds of two fins – this is an arched frame with a partially suspended steel deck. The outer supports are jointed-slidable, and an of the arch at the bottom is pivotally connected with a roller bearing.

Both presented structures are a kind of characteristic entrance gates, since they are situated at the limits of housing estates.
The designer of both structures is Jan Siuda.

Keywords: Bydgoszcz, Dźwirzyno, landmark, Siuda, Socha

ROZWIĄZYWANIE UKŁADÓW PŁYTOWO-KRATOWYCH W UJĘCIU MACIERZOWYM

Mykhaylo Delyavskyy, Maria Olejniczak, Aleksandra Niespodziana

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

W pracy przedstawiono metodę wyznaczania stanu naprężeń w płycie cienkiej izotropowej swobodnie podpartej na krawędziach poprzecznych oraz połączonej z kratownicami symetrycznymi na krawędziach podłużnych. Kratownice stężone są na poziomie pasa górnego. Układ podzielono na dwie części: płytę i kratownicę przestrzenną, zwane elementami konstrukcyjnymi. Na krawędziach poprzecznych płyty spełniono warunki podparcia swobodnego. Do krawędzi podłużnych płyty oraz do dolnego pasa kratownicy w miejscach ich kontaktu przyłożono nieznane poprzeczne siły współdziałania. Wartości tych sił określa się z warunków zgodności ugięć płyty i kratownicy w rozważanych punktach wspólnych. Pozostałe części krawędzi podłużnych płyty były nieobciążone, w wyniku czego wystąpiły tam zerowe momenty zginające i zerowe siły poprzeczne. Oprócz tego, płytę obciążono na powierzchni górnej siłą równomiernie rozłożoną. W kratownicy występowały tylko siły współdziałania. Założono także zerowe obroty na krawędziach podłużnych płyty. Ugięcia węzłów kratownicy od nieznanych sił współdziałania otrzymano stosując zasadę pracy wirtualnej. Równanie równowagi w postaci przemieszczeniowej pozwoliło na dokładne rozwiązanie płyty. Ugięcie płyty podano w postaci sumy funkcji obciążenia i funkcji kształtu pomnożonej przez nieznane parametry modelu (wyrażone w jednostkach przemieszczenia). W podobnej postaci przedstawia się przemieszczenia równoległe do powierzchni środkowej oraz momenty i siły poprzeczne w płycie. Do opisu tych wielkości zastosowano zapis macierzowy. Modelowanie współpracy płyty z kratownicą sprowadza się do zapisu statycznych i kinematycznych warunków brzegowych na swobodnych krawędziach płyty. W punktach połączenia kratownicy z płytą spełnione są warunki ciągłości ugięć. Przeprowadzono obliczenia konstrukcji płytowo-kratowej z wykorzystaniem przedstawionego wyżej modelu. Otrzymane wyniki porównano z wynikami uzyskanymi za pomocą metody elementów skończonych. Wykazano dobrą zgodność wyników.

Słowa kluczowe: płyta, kratownica, model obliczeniowy

SOLUTION OF SLAB-TRUSS SYSTEMS IN MATRIX PERSPECTIVE

Mykhaylo Delyavskyy, Maria Olejniczak, Aleksandra Niespodziana

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

This paper presents a method for determination of the state of stresses in a thin isotropic slab simply supported on transverse edges and connected with symmetrical trusses on longitudinal edges. Trusses are braced on the level of the top flange. The system is divided into two parts; a slab and a spacial truss, called structural elements. On the transverse edges of the slab conditions of simple supporting are met. Unknown shearing co-operation forces are applied to the longitudinal edges of the slab and to the bottom chord in places of their contact. Values of those forces are determined from consistency conditions of sags of the slab and truss in question in common points. The other parts of longitudinal edges of the slab are not loaded, as a result of which zero bending moments and zero shearing forces occur there. Additionally the slab is loaded on the upper surface with a uniformly distributed force. In the truss only co-operation forces occur. Also zero rotations are assumed on the longitudinal edges of the slab. Deflections of the truss joints from unknown co-operation forces are determined using the rule of virtual work. The equation of balance in the displacement form allows a precise solution of the slab. The slab deflection is given in the form of the sum of function of load and function of shape, multiplied by unknown parameters of the model (expressed in units of displacement). Displacements parallel to the central surface as well as transverse forces and moments in the slab are presented in a similar form. Matrix notation is used to describe those quantities. Modelling of cooperation of the slab with the truss comes down to the recording of static and kinematic boundary conditions on free edges of the slab. In connecting points of the truss with the slab, conditions of continuity of deflections are met. Calculations of the slab-truss structure were carried out using the model presented above. The obtained results were compared with the results obtained with the use of the finished element method. A good compatibility of results was indicated.

Keywords: slab, truss, computational model

MOSTY ZAKOCHANYCH W POLSCE I NA ŚWIECIE

Magdalena Dobiszewska

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Dla inżynierów most to przede wszystkim budowla służąca do zapewnienia komunikacji drogowej lub – w przypadku kładek – komunikacji pieszej nad przeszkodą wodną. Obiekty mostowe wzbudzają zainteresowanie głównie ze względu na ich niezwykłą formę architektoniczną, wysublimowaną konstrukcję, coraz to większą rozpiętość czy też technologię wznoszenia. Mosty jednak to nie tylko obiekty inżynierskie. Dla niektórych, głównie młodych ludzi, mosty to idealne miejsca do składania obietnicy wiecznej miłości. Mosty te zwane są „mostami zakochanych". Na znak wiecznej miłości zakochani zawieszają na balustradach mostów kłódki z imionami i wyrzucają kluczyki do rzeki. Zwyczaj ten obecny jest w wielu miejscach nie tylko w Polsce, ale również na świecie. Jednym z najsłynniejszych takich obiektów jest wybudowany w 206 r. p.n.e. most Milvio w Rzymie. Uginające są pod ciężarem żelaznych znaków miłości latarnie zaczęły się jednak wyginać, stwarzając realne zagrożenie nie tylko dla turystów. Po tym jak w 2007 r. jedna z lamp przewróciła się, władze miasta ustawiły na moście słupki, wzdłuż których rozciągnięto łańcuchy do wieszania kłódek. Ponieważ jednak tłumy turystów i zakochanych Rzymian wciąż szturmują most, służby miejskie w obawie przed zawaleniem się budowli stopniowo kłódki usuwają. Inne słynne takie obiekty to Most Pont des Arts w Paryżu oraz Most Karola w Pradze. Most Pont des Arts (most Sztuk Pięknych) to pierwszy dziewięciołukowy stalowy most w Paryżu. Wybudowany został on na życzenie Napoleona Bonaparte w latach 1802-1804. W czasie I wojny światowej został częściowo zniszczony. W wyniku kilkukrotnego uszkodzenia przez przepływające barki został zamknięty w 1977 roku. Dwa lata później obiekt zawalił się i został ponownie wybudowany w latach 1981–1984 jako obiekt oparty na siedmiu łukach. „Mosty miłości" znajdują się również w kilku większych miastach w Polsce, wśród których wymienić można most Tumski we Wrocławiu, most im. Ks. Józefa Poniatowskiego w Łodzi, szczeciński most im. Jana Kasprowicza, most łączący Wyspę Młyńską z Operą Nova w Bydgoszczy czy też pieszo-rowerowa kładka łącząca Kazimierz z Podgórzem w Krakowie.

Słowa kluczowe: most zakochanych, most miłości

BRIDGES OF LOVERS IN POLAND AND IN THE WORLD

Magdalena Dobiszewska

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

For us engineers, a bridge is in the first place a structure which serves for providing road communication or – in the case of overpasses – the pedestrian communication over the water obstacle. Bridge structures arise our interest mainly on account of their unusual architectonic form, refined structure, larger and larger span length or the technology of construction. However, bridges are not only engineering structures. For some people, mainly the youths, bridges are perfect places to take the oath of eternal love. These bridges are called Bridges of Lovers. In token of eternal love, lovers hang padlocks with names on balustrades of the bridges and throw the keys to the river. This custom is present in many places, not only in Poland but also around the world. One of the most famous Bridges of Lovers is the Milvio bridge in Rome, built in 206 BCE. However, the lamps, bending under the load of iron love signs, began to arch, posing a real hazard not only to the tourists. In 2007, after one of the lamps fell down, the city authorities placed posts on the bridge, along which chains were stretched for hanging padlocks. However, the crowds of tourists and the Romans in love are still storming the bridge, the municipal services gradually remove the padlocks in fear of collapsing of the structure. Other famous bridges of lovers are: Pont des Arts in Paris and Charles Bridge in Prague. The bridge Pont des Arts (the bridge of Fine Arts) is the first nine-arched steel bridge in Paris. It was built at the request of Napoleon Bonaparte in the years 1802-1804. During World War I the bridge was partially destroyed. As a result of repeated damage by passing barges the bridge was closed in 1977. Two years later the structure collapsed and was rebuild in the years 1981–1984 as a bridge supported on seven arches. Love bridges are situated also in several bigger cities in Poland, among which one can mention the Tumski bridge in Wrocław, the Józef Poniatowski bridge in Łódź, the Jan Kasprowicz bridge in Szczecin, the bridge linking the Młyńska Island with Opera Nova in Bydgoszcz or the pedestrian and bicycle overpass connecting Kazimierz with Podgórze in Kraków.

Keywords: bridge of lovers, love bridge

„MOSTY Z BIEGIEM RZEK". PIERWSZA CZĘŚĆ MONOGRAFII OBIEKTÓW MOSTOWYCH WOJEWÓDZTWA KUJAWSKO-POMORSKIEGO

Krzysztof Dudek

DROKER
ul. Ikara 16/35, 86-300 Grudziądz

Na przełomie kwietnia i maja 2012 r. Oddział Pomorsko-Kujawski Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej wydał długo oczekiwaną, pierwszą książkę z serii „Mosty z biegiem rzek", opisującą przeprawy mostowe przez Brdę i Kanał Bydgoski. Seria „Mosty z biegiem rzek" stanowi pierwszą część monografii obiektów mostowych województwa kujawsko-pomorskiego.

Pomysł opracowania i wydania monografii został przedstawiony i zaakceptowany w dniu 1 czerwca 2006 roku na Zebraniu Członków Oddziału ZMRP w Minikowie.

Monografię obiektów mostowych województwa kujawsko-pomorskiego podzielono na cztery części. **Pierwszą część** stanowi 6-tomowa seria: **„Mosty z biegiem rzek"**. Tom I – przygotowywany w latach 2006-2008, przedstawi zgodnie z rosnącym kilometrażem rzeki, istniejące i historyczne przeprawy mostowe przez Wisłę. Tom II – mosty przez Brdę i Kanał Bydgoski. Tom III – mosty przez Wdę. Tom IV – mosty przez Noteć i jej kanały. Tom V – mosty przez Drwęcę. Tom VI – mosty przez Zgłowiączkę oraz inne rzeki i kanały na terenie województwa.

Drugą część monografii stanowić będzie jednotomowa książka pod tytułem: **„Mostowcy"**. W tej części przedstawimy historię administracji mostowej, działające na terenie województwa firmy mostowe: projektowe i wykonawcze oraz samych mostowców: projektantów, kierowników budów i robót mostowych, inspektorów nadzoru i inspektorów mostowych. Nie wyklucza się wydania **trzeciej części** monografii, przedstawiającej pozostałe drogowe i kolejowe obiekty mostowe w postaci estakad, wiaduktów, kładek oraz tuneli i przejść podziemnych.

Jako suplement do monografii przewidziany jest **„Mostowy dodatek prawny"** informujący o podstawowych przepisach i normach prawnych z zakresu budownictwa mostowego, w tym również o właściwych uprawnieniach, jakie obowiązywały i obowiązują w zakresie mostów.

Monografia obiektów mostowych województwa kujawsko-pomorskiego, to pierwsza próba przedstawienia mostownictwa na naszym terenie w formie encyklopedycznej, a wydany tom II z serii „Mosty z biegiem rzek" rozpoczyna edycję pierwszej części tej monografii.

Słowa kluczowe: mosty, rzeka, monografia, Kujawsko-Pomorskie

"BRIDGES ALONG THE RIVERS". THE FIRST PART OF MONOGRAPH ON BRIDGES OF KUYAVIA-POMERANIA VOIVODSHIP

Krzysztof Dudek

DROKER
Ikara str. 16/35, 86-300 Grudziądz

On the turn of April and May 2012 r. the Kuyavian-Pomeranian Branch of the Association of Bridge Engineers of Poland published the first, long awaited, book from the series "Bridges along the rivers", describing bridge crossings over the Brda River and the Bydgoszcz Canal. The series "Bridges along the rivers" is the first part of a monograph on bridges of Kuyavian-Pomeranian voivodship.

The idea for working out and publishing the monograph was presented and accepted on 1st June 2006 at the Meeting of Members of ZMRP Branch in Minikowo.

The monograph of bridges of Kuyavian-Pomeranian voivodship is divided into four parts. **The first part** constitutes a 6-volume series: **"Bridges along the rivers"**. Volume 1 – prepared in the years 2006-2008, will present, according to a growing mileage of the river, current and historical bridge crossings over the Vistula River. Volume 2 – bridges across the Brda and Bydgoszcz Canal. Volume 3 – bridges across the Wda River. Volume 4 – bridges across the Noteć River and its canals. Volume 5 – bridges across the Drwęca River. Volume 6 – bridges across the Zgłowiączka River and other rivers and canals in the area of the voivodship.

The second part monograph will be a one-volume book titled **"Bridge people"**. In this part we are going to present the history of the bridge administration, the bridge companies operating in the area of the voivodsip: both designing and executing; as well as the bridge people themselves: designers, bridge construction and work managers, supervision inspectors and bridge inspectors. Publishing of **the third part** of the monograph is possible, presenting the other road and railway bridges in the form of flyovers, viaducts, overpasses, as well as tunnels and underpasses.

As a supplement to the monograph, the **"Bridge Legal Appendix"** is planned, informing about the basic rules and legal norms concerning bridge engineering, including also appropriate rights which were and are binding as far as bridges are concerned.

The monograph of bridges of Kuyavian-Pomeranian voivodship is the first attempt to present the bridge construction in our area in an outline form, and the 2nd volume published from the series „Bridges along the rivers" begins the edition of the first part of this monograph.

Keywords: bridges, river, monograph, Kuyavian-Pomeranian

BUDOWA MOSTU PRZEZ RZEKĘ ODRĘ W MIEJSCOWOŚCI CIECHANÓW METODĄ BETONOWANIA NAWISOWEGO – DOŚWIADCZENIA Z REALIZACJI

Grzegorz Gajewski, Paweł Kula

PRM „Mosty – Łódź" S.A
ul. Bratysławska 52, 94-112 Łódź

Budowa mostu na rzece Odrze w ciągu drogi wojewódzkiej nr 323 jest inwestycją współfinansowaną z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach RPO Województwa Dolnośląskiego na lata 2007-2013. W ramach inwestycji powstanie nowy odcinek drogi wojewódzkiej nr 323 wraz z mostem drogowym przez rzekę Odrę. Inwestycja jest zlokalizowana w gminie Rudna powiat lubiński i gminie Jemielno powiat górowski między Radoszycami a Ciechanowem - w istniejącym ciągu DW 323 jako jej nowy przebieg między Lesznem, Górą a Lubinem. Inwestorem jest Dolnośląska Służba Dróg i Kolei we Wrocławiu. Wartość inwestycji to 57 mln PLN. Kontrakt realizuje Przedsiębiorstwo Robót Mostowych „Mosty – Łódź" S.A, podwykonawcą części drogowej jest Przedsiębiorstwo Budownictwa Drogowego w Głogowie Sp. z o.o.

Podstawowe wymiary ustroju nośnego:

- długość całkowita (wraz z przyczółkami) 545,6 m,
- szerokość całkowita 15,10 m,
- szerokość długość przęsła nurtowego 110,8 m.

W przypadku realizacji przęseł zalewowych posłużono się rusztowaniem stacjonarnym umożliwiającym oparcie szalunku na ramach stalowych oraz kominach z klatek PRM wysokości 90 cm.

Dużo bardziej skomplikowane było wykonanie segmentów metodą nawisową rusztowaniami przejezdnymi malezyjskiej firmy NRS.

W pracy omówiono problemy techniczne i organizacyjne związane z wykonaniem przęsła metodą nawisową i betonowaniem 110,8 metrowego przęsła nurtowego odcinkami po 4,5 metra na raz.

Słowa kluczowe: technologia, metoda nawisowa

BUILDING BRIDGE ACROSS ODRA RIVER AT CIECHANÓW WITH FREE CANTILEVER METHOD – EXPERIENCES FROM REALIZATION

Grzegorz Gajewski, Paweł Kula

PRM „Mosty – Łódź" S.A
Bratysławska str. 52, 94-112 Łódź

Building a bridge across the Odra river in the route of the regional road no. 323 is an investment co-funded from the European Fund of Regional Development within the framework of RPO Lower Silesia voivodship for the years 2007-2013. Within this investment a new section of the regional road no. 323 will be built, together with a road bridge across the Odra river. The investment is located in the commune of Rudna, Lubin district and the commune of Jemielno, Góra district between Radoszyce and Ciechanów – in the current route DW 323 as its new route between Leszno, Góra and Lubin. The investor is the Lower Silesia Service of Roads and Railway in Wrocław. The investment value is 57 million PLN. The contract is carried out by the Bridge Work Company "Mosty – Łódź" S.A, the subcontractor of the road part is the Road Building Company in Głogów Sp. z o.o.

Basic dimensions of the load-carrying structure:

- total length (together with abutments) 545.6 m,
- total width 15.10 m,
- width length of the main span 110.8 m.

In the case of realization of flood spans a stationary scaffold was used, consisting in supporting the shoring on steel frames and chimneys from PRM cages with a height of 90 cm. Making segments with the balanced-cantilever method with a passable scaffold of the Malaysian company NRS was much more complicated.

In this report we discuss technical and organizational problems connected with constructing a span with the balanced-cantilever method and placing the concrete of the 110.8 meter main span by sections of 4.5 meter each.

Keywords: technology, balanced-cantilever method

BELKA WARSTWOWA. WPŁYW PARAMETRÓW WARSTW NA CZĘSTOŚCI DRGAŃ WŁASNYCH

Jerzy Gołaś, Jan Górski

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

W pracy przedstawiono przykłady dotyczące wpływu parametrów poszczególnych warstw na przemieszczenia i częstości drgań belki warstwowej. Wykorzystano opracowany model belki 5-warstwowej o niesymetrycznym układzie warstw i ich zróżnicowanych właściwościach fizycznych. W analizie uwzględniono wpływ ścinania poprzecznego na częstości drgań i amplitudy przemieszczeń. W płaszczyznach kontaktu warstw istnieje pełne zespolenie – zgodność przemieszczeń. Przyjęto założenie, że grubości warstw i ich właściwości materiałowe nie zmieniają się na długości belki, a warstwy są nieściśliwe w kierunku poprzecznym. Odkształcenia postaciowe wywołane siłami poprzecznymi rozkładają się liniowo na grubości poszczególnych warstw. Do opisu pola przemieszczeń i odkształceń belki przyjęto hipotezę kinematyczną pierwszego rzędu (Hencky'ego-Bolle'a, Timoshenki) *o niezależnym obrocie odcinka normalnego.* Równania różniczkowe ruchu zostały wyprowadzone z zasady wariacyjnej Hamiltona. Dla przypadku belki przegubowo podpartej na końcach otrzymany układ równań różniczkowych cząstkowych sprowadzono do układu równań algebraicznych, z których wprost wyznacza się poszukiwane wielkości. Rozwiązanie to posłużyło do obliczenia szeregu przykładów, w których przeanalizowany został wpływ różnych parametrów fizycznych materiałów oraz różnych relacji pomiędzy grubościami warstw na wartości przemieszczeń i drgań własnych. Analiza uzyskanych rozwiązań wskazuje, że w belkach o budowie warstwowej istnieje konieczność uwzględnienia wpływu ścinania poprzecznego na wyznaczane wielkości. Nieuwzględnienie tego wpływu powoduje, że obliczone przemieszczenia są mniejsze od rzeczywistych, natomiast częstości drgań własnych mają wartości zawyżone. Uzyskane wyniki zostały dodatkowo porównane z rozwiązaniami otrzymanymi za pomocą programu opartego na MES. Stwierdzono, że pomimo przyjętych założeń upraszczających w modelu belki 5-warstwowej otrzymuje się dobrą zgodność uzyskanych rozwiązań.

Słowa kluczowe: belka warstwowa, wpływ ścinania poprzecznego

LAYERED BEAM. THE INFLUENCE OF THE PARAMETERS OF LAYERS ON NATURAL FREQUENCIES

Jerzy Gołaś, Jan Górski

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

Numerical examples concerning the impact of parameters of individual layers on the displacements and natural frequencies of layered beam were presented in this paper. A prepared model of a five-layer beam with not-symmetrical arrangement of layers and their various physical properties was used. The analysis includes effects of transverse shear on the natural frequency and amplitude of displacements. There is a full integration in the contact surfaces of layers - the compatibility of displacements. It is assumed that the layer thickness and material properties do not change on the length of the beam and the layers are incompressible in the transverse direction. Shear deformation induced by transverse forces are linearly distributed on the thickness of each layer. To describe the displacement and deformation field of the beam the first-order kinematic hypothesis (Hencky-Bolle, Timoshenko), *about an independent rotation of normal section,* was adopted. The equations of motion have been derived from Hamilton's variational principle. For the case of beam pivotally supported at the ends, the resulting system of partial differential equations was brought to the system of algebraic equations from which directly designates the requested values. This solution has served to compute a series of examples, where was analyzed the influence of various physical parameters of the materials and different relations between thicknesses of the layers on the displacements and vibrations. The analysis of solutions indicates that it is necessary to take into account the effect of transverse shear deformations on the designated values in the layered beams. No taking into account this effect causes that the calculated displacements are too low, while the natural frequencies have too high values. The results were also compared with solutions obtained using the program based on FEM. It was found that despite the simplifying assumptions in the model of five-layer beam , we obtain a good agreement of solutions.

Keywords: layered beam, the effect of transverse shear

ANALIZA DYNAMICZNA PŁYTY MOSTOWEJ POD OBCIĄŻENIEM INERCYJNYM

Adam Grabowski, Tomasz Janiak, Aleksandra Niespodziana

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Artykuł jest kontynuacją tematu zapoczątkowanego przez autorów na II Międzynarodowej Konferencji Mostowej im. Rudolfa Modrzejewskiego w Bydgoszczy. Rozważono wówczas dynamikę płyty mostowej obciążonej siłą skupioną oraz układem sprzężonych sił skupionych. Model konstrukcji nośnej spełniał założenia klasycznej teorii płyt cienkich. W pracy zaproponowano udoskonalony opis obciążenia. Poruszające się po płycie mostowej pojazdy reprezentowane są przez ruchome oscylatory. Model pojazdu składał się z pojedynczego oscylatora lub układu oscylatorów sprzężonych geometrycznie.

W pracy przeanalizowano drgania własne i wymuszone. Równania ruchu opisane przez układy równań różniczkowych o zmiennych współczynnikach (ze względu na obciążenie inercyjne) rozwiązano numerycznie. Wykorzystano do tego celu własny program komputerowy bazujący na metodzie różnic skończonych. Opis pola ugięć dynamicznych w płycie mostowej przeanalizowano dla różnych układów sił sprzężonych inercyjnych poruszających się wzdłuż osi podłużnej mostu i przy jego krawędzi dla różnych wartości prędkości ruchu jednostajnego. Zbadano również wpływ sposobu rozkładu masy pojazdu na poszczególne oscylatory na wartości i rozkład przemieszczeń. Uzyskane wyniki odniesiono do rezultatów otrzymanych w poprzedniej pracy uwzględniającej obciążenia nieinercyjne. Przeprowadzone analizy dostarczyły informacji na temat zachowania się układu płyta-pojazd w zależności od prędkości poruszania się pojazdu, modelu pojazdu (liczby oscylatorów go reprezentujących) i od charakterystyk poszczególnych oscylatorów.

Słowa kluczowe: płyta mostowa, drgania, oscylatory masowe, metoda różnic skończonych, obciążenie inercyjne

DYNAMIC ANALYSIS OF A BRIDGE SLAB UNDER INERTIAL LOAD

Adam Grabowski, Tomasz Janiak, Aleksandra Niespodziana

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

The article is a continuation of the subject initiated by the authors at the 2nd Rudolf Modrzejewski International Bridge Conference in Bydgoszcz. Dynamics of a bridge slab loaded with a concentrated force and a system of coupled concentrated forces was then discussed. The model of the load-carrying structure met the assumptions of the classic theory of thin slabs. In this work an improved description of load was proposed. Vehicles moving along the bridge slab are represented by movable oscillators. The model of a vehicle consisted of a single oscillator or a system of oscillators coupled geometrically.

Natural and forced vibrations were analyzed in this study. Equations of motion described by the systems of differential equations with changing coefficients (on account of inertial load) were solved numerically. The authors' own computer program based on the finite differences method was used for this purpose. Description of dynamic sag area in the bridge slab was analyzed for different systems of inertial coupled forces moving along the longitudinal axis of the bridge and at its edge for different values of uniform motion velocity. Effect of the way of vehicle mass distribution to individual oscillators on the values and distribution of displacements was also examined. The obtained results were referred to the results obtained in the previous work taking into consideration non-inertial loads. The analyses provided information concerning the behavior of the slab-vehicle system depending on the speed of the vehicle, the vehicle model (the number of oscillators which represent it) and on the characteristics of individual oscillators.

Keywords: bridge slab, vibrations, mass oscillators, finite differences method, inertial load

HISTORIA MOSTÓW SPRĘŻONYCH PRZEZ RZEKĘ BRDĘ W CIĄGU ULICY MARSZAŁKA FOCHA W BYDGOSZCZY

Mikołaj Grajnert

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska – student
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

W pracy omówiono historię dwóch mostów sprężonych (Młyński i Portowy) przez rzekę Brdę w ciągu ulicy Marszałka Focha w Bydgoszczy. Przedstawiono konstrukcję historycznych przepraw znajdujących się w miejscu obecnych mostów sprężonych. W dalszej części artykułu szeroko opisano konstrukcję nowo powstałego nowatorskiego na skalę krajową obiektu mostowego, którego głównym projektantem był Maksymilian Wolf. Wyjaśniono na czym polegało nowatorstwo projektowanej konstrukcji. Przedstawiono, dlaczego zdecydowano się na takie rozwiązanie. Scharakteryzowano konstrukcje mostów oraz poszczególne elementy konstrukcyjne: dźwigary, płytę pomostu, konstrukcję liny, kabli i ich zakotwienia. Opisano również zastosowany sposób sprężania Baur-Leonhardta. Opisano przebieg budowy oraz problemy, które w tamtym czasie wystąpiły i jak je rozwiązano. W dalszej części omówiono przebudowę mostów wywołanych awariami. Przyczyn pogarszającego się stanu technicznego w sposób jednoznaczny nie ustalono. Wiadomo, że siła sprężająca kable była mniejsza od wymaganej. Wyjaśniono w aspekcie polityczno-gospodarczym kraju w tamtym czasie przyczyny przedłużającego się remontu konstrukcji. Wymieniono trzy koncepcje przebudowy mostów. Szeroko omówiono zastosowaną koncepcję przebudowy poprzez doprężenie. Zaproponowano zmianę systemu konstrukcyjnego z dwóch belek wspornikowych na układ ciągły trójprzegubowy. Omówiono sposób sprężenia oraz rodzaj zastosowanych kabli wraz z technologią ich zakotwienia. W dalszej części pracy przedstawiono stan obecny konstrukcji oraz wyposażenia mostów wraz w wnioskami dotyczącymi stosowania konstrukcji sprężonych w mostownictwie na przykładzie omawianego obiektu inżynierskiego. Praca zawiera dokumentację fotograficzną.

Słowa kluczowe: most sprężony, awaria, przebudowa, historia Mostu Portowego i Młyńskiego w Bydgoszczy

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy BIBLIOTEKA GŁÓWNA Bydgoszcz

HISTORY OF PRESTRESSED BRIDGES ACROSS BRDA RIVER IN THE ROUTE OF MARSZAŁKA FOCHA STREET IN BYDGOSZCZ

Mikołaj Grajnert

Department of Civil and Environmental Engineering – student
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

This paper presents the history of two prestressed bridges (Młyński and Portowy) across the Brda river in the route of Marszałka Focha street in Bydgoszcz. The structure of historical crossings functioning in place of the current prestressed bridges was presented, and it was stressed as important undertaking it was under the then Prussian rule. In a subsequent part of the paper, the structure of the newly built bridge, inventive on the scale of the country, whose main designer was Maksymilian Wolf, was broadly described. The inventiveness of the designed structure was explained. It was presented why such a solution was decided The structures of bridges and individual constructional elements were characterized: girders, the platform slab, the structure of the rope, cables and their anchorage. The applied method of prestressing by Baur-Leonhardt was also described. The course of the construction and problems which occurred at that time was also described, as well as the way of its solution. In a further part, a reconstruction of bridges resulting from failures was discussed. The causes of a worsening the technical condition were not explicitly determined. It is known that the force prestressing cables was less than that required. The reasons for prolonging repair of the structure were explained in the political and economic aspect of the country at that time. Three conceptions of bridge reconstruction was mentioned. The conception of reconstruction by prestressing was widely discussed. A change if the constructional system from two cantilever beams into the continuous three-hinged system was proposed. The way of prestressing and the kind of applied cables with the technology of their anchorage was discussed. Further in the paper the current state of the structure and the bridges equipment was presented, together with conclusions concerning the use of prestressed structures in building engineering on the example of the engineering structure under discussion. The paper comprises photographic documentation.

Keywords: prestressed bridge, failure, reconstruction, history of the Portowy and Młyński Bridges in Bydgoszcz

BUDOWA GREENPORTLANE W HOLANDII NA TERENIE PROWINCJI LIMBURG

Agnieszka Grucka[1], Karol Grucki[1], Karol Pietrzak[1], Olaf van Waijenburg[2]

[1] Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska – studenci
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz
[2] BAM Wagen bv Steenovenweg 46, 5708 HN Helmond

Prowincja Limburg leży na terenie nizinnym, a jednym z miejsc, w których teren nieznacznie się podnosi jest miejscowość Venlo. Dla podkreślenia rolniczego charakteru tej prowincji postanowiono zbudować w kompleksie Greenportlane centrum florystyki, które będzie łączyło się poprzez wiadukt nad autostradą A73 z parkingiem nowej gondolowej sieci liniowej wybudowanej w 2011 roku. Ze względu na konstukcję inżynierską jako bardzo interesujące obiekty poza konstrukcją kolejki linowej można wymienić: drogę rowerową zintegrowaną z konstrukcją przejścia dla zwierząt, wiadukt nad autostradą A73, budynek stacji kolejki, parking obsługujący Centrum Greenportlane, konstrukcję nawierzchni na skrzyżowaniach i drogach dojazdowych. Wybudowanie tego typu obiektów wiąże się ściśle z okolicą miejscowości Venlo, która znajduje się przy granicy niemiecko-holenderskiej. Osoby zwiedzające będą dojeżdżały do kolejki linowej, gdzie pozostawiając samochód będą mogły poruszać się pieszo lub rowerem przywiezionym w samochodzie. Parking wybudowano, wykorzystując materiały z recyklingu, co korzystnie wpłynęło na likwidację miejscowych hałd odpadów budowlanych oraz na zaoszczędzenie bardzo cennych w Holandii kruszyw naturalnych. W ramach współpracy z holenderską firmą BAM przeprowadzono w 2011 roku pomiary hałasu komunikacyjnego w obszarze skrzyżowania ulic Venraysweg i Heierkeweg. Charakterystyczne dla tego skrzyżowania jest zastosowanie dwóch rodzajów nawierzchni drogowych. Pierwszą z nich jest mieszanka DAB o grubości 5 cm, natomiast drugą jest, tzw. Dubofalt, nowoczesna nawierzchnia pochłaniająca hałas. Ze względu na charakter skrzyżowania, jako obiektu wchodzącego w skład kompleksu Greenportlane, szczególnie istotne jest zastosowanie Dubofalt jako nawierzchni chroniącej środowisko. Warstwa ta nie może być jednak stosowana na całym skrzyżowaniu, a jedynie na jego wlotach i wylotach ze względu na zmniejszoną odporność na ścieranie (jest to szczególnie istotne w przypadku hamowania pojazdów). Skrzyżowanie to wyposażone jest w sygnalizatory świetlne dla ruchu kołowego i pieszego. Kierowcy często hamują, dlatego zastosowano warstwę DAB o zwiększonej wytrzymałości. Przedstawione obiekty i ich charakterystyki świadczą o dbałości projektantów holenderskich o środowisko naturalne, a ponadto mogą być wykorzystywane na budowach polskich.

Słowa kluczowe: Greenportlane, konstrukcja, nawierzchnia

THE GREENPORTLANE BUILT IN HOLLAND ON THE AREA OF LIMBURG PROVINCE

Agnieszka Grucka[1], Karol Grucki[1], Karol Pietrzak[1], Olaf van Waijenburg[2]

[1] Department of Civil and Environmental Engineering – students
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz
[2] BAM Wagen bv Steenovenweg 46, 5708 HN Helmond

The Limburg Provence is lowland, and the place where the area lift up is Velno. It's an agriculture land, so for that reason hierarchy resolve about built of floral center located in the heart of Greenportlane, which will be connecting viaduct over the 73 highway and parking of a new ropeway finished in 2011. From an engineering point of view the most interesting objects, without the ropeway are: bicycle road connecting with road for animals, Greenportlane's parking, the structure of surface on crossroads and anapproachroad. This built is in relation with temper of the whole region, which is situated near the border of Germany and Holland. Tourists could arrive to the ropeway where they could leave their cars, ride their bikes or just walk. Some recycled materials were used during the building of the car park. It has a huge influence on reducing huge amounts of rubbish and saving natural stones.Thanks to the cooperation with the Dutch BAM company measurements of communication noise on the Venraysweg and Heierkeweg crossroad were made. Characteristic for that crossroad is an application of two types for surface. The first one is mixture called DAB witch 5 centimeters thickness and the second one called Dublofalt - leading-edge technology of surface, which reduced noise. For location of investition Greenportlane, it is important to classify Dublofalt as environmentally-friendly surface. This layer can be applied only on intels and outfalls of crossroad, because it's pliable for abrasion (it's significant when the car is hamper). The crossroad is accoutered in traffic lights. Drivers often slow down, so BAM apply here DAB, which augmented endurance. Described objects and their characteristics attest the care of Dutch designers about the environment, and could be used on Polish buildings.

Keywords: Greenportlane, construction, surface

MOSTY: WCZORAJ – DZIŚ – I JUTRO

Józef Głąb

Wydział Budownictwa
Politechnika Śląska
ul. Akademicka 5, 44-101 Gliwice

Mosty budowano zawsze. I od początku były one i przedmiotem użytkowym i ... ideologią. Znosiły bariery, skracały dystans – powodowały, że pojedynczy ludzie i całe społeczności były bliżej. Stanowiły mistyczną unię siły i piękności – symbolizowały ideały i inspiracje humanizmu. Były stałym motywem ludowych przypowieści i zachętą dla poetów. Pierwszym okresem, w którym budowa mostów stanowiła działalność zorganizowaną na szeroką skalę był Rzym. Potem po Rzymie – pałeczkę sztafety w ogólnych dziedzinach technicznych przejmują instytucje kościelne.

Ludzi przybywa, potrzeby coraz większe! W gronie budowniczych pojawiają się i zaczynają odgrywać coraz większą rolę ludzie wiedzy i ... artyści. Trzeba pokonywać coraz większą przestrzeń – wiedza jest potrzebna, ale trzeba również tę przestrzeń ożywiać i wzbogacać. I dlatego wyjście poza a może nawet ponad – wiedzę staje się konieczne. Stanowi: „*signum temporis*".

W artykule przedstawiono historię najpiękniejszych mostów wybudowanych „*wczoraj, dziś i jutro*". Przykładem mostu pochodzącego z bardzo odległych czasów jest most przez rzekę Bosfor wybudowany 500 lat p.n.e. oraz najstarszy użytkowany do dzisiaj „most karawan" przez rzekę Meles k. Izmiru w Turcji. Inny, powstały w czasach średniowiecza obiekt to most Judyty w Pradze. Było to chyba pierwszy i jedyny przypadek mostu, którego budowę sfinansowała kobieta – żona króla Czech Władysława I. Obecnie w miejscu zniszczonego przez powodzie mostu Judyty znajduje się słynny most Karola.

W drugiej połowie XIX wieku w mostownictwie zaczęła się „epoka żelaza". W okresie tym powstał pierwszy wówczas wiszący most na świecie – most przez Menai Straits oraz najdłuższy most kolejowy przez Menai Straits. Budowniczym pierwszego żelaznego mostu przez Wisłę był Stanisław Kierbedź. Największym mostowcem końca XIX wieku był Rudolf Modrzejewski. Zbudował on prawie 40 mostów na największych rzekach Ameryki.

W roku 2004 oddany został do użytku najwyższy i najdłuższy most podwieszany na świecie – wiadukt Millau we Francji. Wysokość pomostu nad terenem wynosi ok. 270 m a długość mostu sięga 2460 m. W ostatnich latach oddany został do użytku w Chinach najdłuższy most świata. Obiekt ten długości 36 km przebiega przez zatokę morską koło Szanghaju. Należy również wspomnieć o pięknym moście przez Odrę we Wrocławiu, który zaprojektował prof. Jan Biliszczuk.

Słowa kluczowe: mosty, historia

TECHNOLOGICZNE ASPEKTY PRODUKCJI EKRANÓW AKUSTYCZNYCH

Agnieszka Grucka[1], Łukasz Osuch[2]

[1] Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska – studentka
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz
[2] Grupa CB Prefabrykacja sp. z.o.o.
ul. Polna 121, 87-100 Toruń

Rozwój transportu samochodowego w krajach Unii Europejskiej wywołał duże zmiany klimatu akustycznego. Konsekwencją tego zjawiska jest zwiększony stopień obciążenia środowiska hałasem drogowym. Skutkiem wzrostu liczby pojazdów samochodowych jest nadmierna emisja hałasu związanego z ruchem drogowym, a w konsekwencji wzrost uciążliwości na terenach zlokalizowanych w sąsiedztwie ciągów transportowych. Zmniejszanie negatywnych skutków oddziaływania hałasu na środowisko można dokonać stosując ekrany akustyczne. Celem projektowania oraz ich stosowania jest zmniejszenie oddziaływania hałasu komutacyjnego na środowisko.

Członkowie Koła Naukowego Nowoczesnych Metod Projektowania Technologii Robót Budowlanych prowadzili badania terenowe hałasu komutacyjnego, z jednoczesnym udokumentowaniem fotograficznym różnorodności ekranów akustycznych w okresie 03.09-14.09.2011 roku w Holandii. Zainspirowało to autorów referatu do analizy rozwiązań stosowanych w Polsce i skłoniło do przedstawienia w pracy aktualnie stosowanych ekranów akustycznych. Ponadto jako istotne wskazano zagadnienia związane z charakterystyką materiałową (akustyczną) oraz montażem paneli, a także wady i zalety rozwiązań dotyczących trwałości i eksploatacji. Zwrócono także uwagę na rodzaj niezbędnej dokumentacji jaką powinny posiadać ekrany akustyczne dopuszczone do stosowania w Polsce, w odniesieniu, m. in. do norm:

- PN-EN 1794-1:2002 *Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Wymagania pozaakustyczne Część 1: Właściwości mechaniczne i stateczność;*
- PN-EN 1794-2:2002 *Drogowe urządzenia przeciwhałasowe. Wymagania pozaakustyczne Część 2: Ogólne bezpieczeństwo i wymagania ekologiczne.*

Artykuł porusza problematykę związaną z zagadnieniami dotyczącymi ekranów akustycznych, które ulegają ewolucji spowodowanej doskonaleniem parametrów materiałowych oraz wymogom europejskim.

Słowa kluczowe: ekran, akustyka, środowisko

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE PRODUCTION OF ACOUSTIC SCREENS

Agnieszka Grucka[1], Łukasz Osuch[2]

[1] Department of Civil and Environmental Engineering – student
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz
[2] Grupa CB Prefabrykacja sp. z.o.o.
ul. Polna 121, 87-100 Toruń

The sudden advancement of the motor transport in countries of the European Union triggered the biggest changes of the acoustic climate. The consequence of this phenomenon is an increased degree of environmental burden by road noise. As a result of increasing quantities of motor vehicles is excessive noise emissions associated with road traffic what causes the growth of nuisance in areas situated in the vicinity of the chains of transport. Reducing adverse effects of the influence of the noise on the environment can be carried out through applying acoustic screens. the aim of the design and application of the screens acoustic noise is reducing the impact of the communication noise on the environment.

Members of scientific circles of modern methods of Designing of the Technology of Building Work conducted field research of the noise communication, with simultaneous photographic substantiating the diversity of acoustic screens in period 03. 09-14. 09.2011 in Netherlands. It inspired authors of the paper for analysis of solutions applied in Poland and prompted to make the drawing up of currently applied acoustic screens in the country. Moreover material (acoustic) characterizations and assembly of individual panels were also presented, as well as their advantages and disadvantages under in terms of endurance and exploitation. It also draws attention to the type of the necessary documentation which acoustic screens authorised for use in poland should have, in relation to the standards like:

- PN-EN 1794-1: 2002 Road noise abatement equipment. Above acoustic requirements. Part 1: mechanical properties and stability;
- PN-EN 1794-2: 2002 Road noise abatement equipment. Above acoustic requirements. Part 2: general safety and environmental requirements.

The study is bringing up issues associated with issues concerned with acoustic screens which are caused by the further evolution of the parameters of material and european requirements.

Keywords: screen, acoustics, environment

PROJEKTY BADAWCZE DOTYCZĄCE DROGOWYCH I MOSTOWYCH BARIER OCHRONNYCH

Tomasz Janiak, Aleksandra Niespodziana, Adam Grabowski, Maria Olejniczak

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

W pracy omówiono wybrane projekty badawcze dotyczące problematyki związanej z drogowymi i mostowymi barierami ochronnymi. Projekty badawcze podzielono na dwie grupy: prowadzone na terenie Unii Europejskiej (z odrębnym wyszczególnieniem niektórych programów krajowych) oraz pozostałe (ze szczególnym uwzględnieniem projektów realizowanych w Australii i Stanach Zjednoczonych).

Poszczególne europejskie projekty badawcze scharakteryzowano ze względu na podejmowaną tematykę, ogólnie odnoszącą się do kwestii zwiększania bezpieczeństwa na drogach oraz właściwości ochronnych barier drogowych i mostowych. Dużo uwagi poświęcono badaniom dotyczącym tzw. barier wielofunkcyjnych, czyli takich konstrukcji, które łączą w sobie funkcję tradycyjnych barier ochronnych z ograniczaniem hałasu (jako ekrany akustyczne) i ze zmniejszaniem zanieczyszczeń. Wiele z omawianych programów badawczych odnosiło się do barier ochronnych jako jednego z elementów infrastruktury drogowej mającej niebagatelne znaczenie w kwestii zapewnienia bezpieczeństwa na drogach i – przede wszystkim – ograniczania negatywnych skutków błędów popełnianych przez kierujących pojazdami.

Omawiając polskie projekty badawcze skoncentrowano się na *Krajowym programie bezpieczeństwa ruchu drogowego GAMBIT 2005*. Jest to projekt dalekosiężny, obejmujący w niektórych kwestiach przedział czasowy aż do roku 2025. Celem strategicznym tego programu jest maksymalne zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych.

Projekty prowadzone w Stanach Zjednoczonych i Australii przywiązują dużą wagę do badań na rzecz poprawy bezpieczeństwa ruchu. Na szeroką skalę, w stopniu większym niż w Europie, wykonuje się tam badania empiryczne, takie jak testy zderzeniowe oraz przeprowadza się symulacje komputerowe.

Słowa kluczowe: mostowe i drogowe barierki ochronne, programy badawcze, testy zderzeniowe

RESEARCH PROJECTS CONCERNING ROAD AND BRIDGE PROTECTIVE BARRIERS

Tomasz Janiak, Aleksandra Niespodziana, Adam Grabowski, Maria Olejniczak

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

Some research projects concerning the problems connected with road and bridge protective barriers were discussed in this paper. Research projects were divided into two groups: those conducted in the are of the European Union (with a separate specification of some national programs) and the others (with a particular focus on projects realized in Australia and the united States).

Individual European research projects were characterized in respect of the undertaken subjects, generally concerning the question of increasing safety on roads and the properties of protective road and bridge barriers. Much attention was devoted to the research concerning the so-called multifunction barriers, that is such structures which combine the functions of traditional protective barriers with noise reduction (as acoustic screens) and limiting pollutions. Many discussed research programs concerned protective barriers as one of the elements of road infrastructure having a considerable importance on the question of providing safety on roads and – first of all – limiting the negative effects of mistakes made by vehicle drivers.

Discussing Polish research projects, the focus was put on „*National program of road traffic safety GAMBIT 2005*". This is a long-term project, comprising in some issues the time period until 2025. The strategic objective of this program is the maximal decrease in the number of fatalities in road accidents.

Projects carried out in the United States and Australia attach a great deal of weight to research for the improvement of traffic safety. Empirical tests, such as crash tests, are made there on a large scale, to a greater degree than in Europe, and computer simulations are carried out.

Keywords: bridge and road protective barriers, research programs, crash tests

OBIEKTY INŻYNIERSKIE W DWUPOZIOMOWEJ STRUKTURZE RONDA MOGILSKIEGO W KRAKOWIE

Bogusław Jarek, Karol Ryż

Wydział Inżynierii Lądowej
Politechnika Krakowska
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

Rondo Mogilskie w Krakowie należy do grupy węzłów komunikacyjnych, które zostały poddane gruntownej modernizacji w ostatnich latach (2007 r.). Jest to obiekt, w którym konsekwentnie wdrożono ideę całkowitej separacji ruchu samochodowego od ruchu tramwajowego i pieszo-rowerowego. Cel ten osiągnięto poprzez obniżenie centralnej części ronda wraz z ruchem tramwajowym i pieszo-rowerowym o około 8 m. Rozwiązanie to pociągnęło za sobą konieczność wybudowania 8 obiektów inżynierskich, zapewniających bezkolizyjność w miejscach przecinania się prowadzonych ciągów komunikacyjnych. Osiągnięto w ten sposób dużą przepustowość, bezpieczeństwo, bezkolizyjność oraz odsłonięto i wyeksponowano zachowane fragmenty fortów Twierdzy Kraków. Wszystkie obiekty inżynierskie na obszarze ronda są konstrukcjami betonowymi, ciekawymi ze względów technologicznych oraz konstrukcyjnych. W pracy przedstawiono charakterystykę obiektów inżynierskich ronda oraz wybrane zagadnienia konstrukcyjne, technologiczne oraz przykład weryfikacji doświadczalnej zachowania wiaduktu W1, który wyróżnia się skomplikowaną geometrią, złożoną konstrukcją (nieregularna płyta współpracująca odcinkowo z dźwigarami krawędziowymi oraz nietypowym sposobem podparcia i obecnością krzywoliniowego urządzenia dylatacyjnego w poziomie jezdni). Do teoretycznej prognozy zachowania wiaduktu W1 przeprowadzono modelowanie jego konstrukcji w środowisku obliczeniowym Z_Soil. Dyskretny model obiektu pozwolił wyznaczyć główne momenty zginające w części płytowej, momenty zginające w dźwigarach krawędziowych oraz stan przemieszczeń odpowiadający kolejnym stadiom wykonanych później badań. Zrealizowany obiekt poddano wszechstronnym badaniom w warunkach obciążeń próbnych (3 schematy, 12 samochodów Tatra – 270kN). Wyniki analiz numerycznych skonfrontowano z przeprowadzonymi badaniami obiektu, uzyskując zadowalającą zgodność. Praca dostarcza materiał poznawczy w zakresie projektowania obiektów inżynierskich stanowiących infrastrukturę budowlaną nowoczesnych węzłów komunikacyjnych oraz stanowi pomoc przy poznawaniu zachowań skomplikowanych układów konstrukcyjnych mostów.

Słowa kluczowe: analiza MES, badania, rondo, statyka, wiadukt

BRIDGE STRUCTURES AS PART OF TWO-LEVEL MOGILSKIE ROUNDABOUT IN CRACOW

Bogusław Jarek, Karol Ryż

Tadeusz Kościuszko Cracow University of Technology
Faculty of Civil Engineering
Warszawska str. 24, 31-155 Cracow

Mogilskie roundabout in Cracow belongs to a group of road junction that have undergone extensive modernization in recent years. The roundabout is the object in which the idea of total separation of car traffic from the tram traffic and from walk-cycle paths has been consistently implemented. This was achieved by lowering the center of the roundabout together with the tram tracks and walk-cycle paths by about 8 m. This solution resulted in the need to build eight bridge structures, which had to provide collision-free communication where car traffic would intersect with tram traffic and walk-cycle paths. By doing so, high capacity, secure and collision-free communication road junction was achieved. Moreover, this solution allowed to keep the uncovered portions of Cracow Fortress fort visible and exhibited to public. All eight new bridge structures within roundabout are concrete structures and are very interesting from both building technology and design point of view. This paper presents basic parameters of those bridges structures. Selected design issues together with technological aspects and proof loading verification studies for W1 viaduct are also presented. This W1 viaduct has a very complex geometry (irregular deck, unusual bearing arrangements and curvilinear expansion joint). To predict the theoretical behavior of that bridge a computer modeling was carried out by means of Z_Soil software. This computer modeling helped identify the bending moments in the main deck girders and edge girders. Displacements were also calculated and later compared with the results from proof load testing, which consisted of three loading schemes (12 Tatra trucks 270kN each were used). The results from FEM analysis were then compared with proof load testing results. The comparison showed that a satisfactory agreement was achieved. This paper provides some insight on the design of bridge structures which are being part of modern communication roads junctions and provides assistance in studying the behavior of complex bridge structural systems.

Keywords: FEM analysis, roundabout, statics, testing, viaduct

O REMONCIE ZABYTKOWEGO MOSTU W LUBLINIE

Sławomir Karaś

Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin

W 1909 r. w Lublinie przez rzekę Bystrzycę został zbudowany most żelbetowy. Jego budowniczym był inż. Marian Lutosławski. Most wykonano wg patentu F. Hennebique'a. Powstał obiekt trwały przy ciągle rosnących obciążeniach i nasilaniu transportu. Patent Hennebique'a obejmował, m.in. dwa podstawowe rozwiązania: żelbetowe pale wbijane oraz ustrój nośny postaci żelbetowej płyty ortotropowej.

Lutosławski wykazał się wielką dbałością o formę mostu. Na zakończenie prac przeprowadzono obciążenia próbne statyczne i dynamiczne, które wykazały rezerwy przemieszczeń w ilości ~40 % w stosunku do projektowanych obciążeń.

Most jest zlokalizowany blisko centrum miasta i stanowi charakterystyczny punkt odniesienia, tym bardziej, że na moście zamontowano neogotycką balustradę z ozdobnymi narożnymi fialami.

Most był użytkowany bez przerwy – w tym w czasie II wojny światowej. Został zamknięty dla ruchu samochodowego w 1984 r. W momencie zamknięcia obiektu stan techniczny konstrukcji był graniczny. Powierzchnia spodu ustroju nośnego w 100% była objęta przeciekami wód opadowych, występowały wszystkie znane formy korozji betonu i zbrojenia na obszarze ~70%. W wielu miejscach – od spodu płyty oraz na powierzchniach belek, poprzecznic i wsporników – można było zobaczyć zbrojenie główne i charakterystyczne dla systemu Hennebique'a strzemiona z bednarki.

Rozważano rozbiórkę mostu. Alternatywą był remont. Podstawowym problemem przy podjęciu decyzji o remoncie był brak świadomości o wartości tego obiektu, który jest unikalny na skale europejską. Przez 10 ostatnich lat prowadzono prace edukacyjne wśród studentów, inżynierów. W efekcie powstał klimat do podjęcia decyzji o remoncie. Podstawowe prace remontowe ukończono w grudniu 2011 r. Remont per saldo należy traktować jako sukces polskiego mostownictwa. Obiekt został wzmocniony i przy dalszym funkcjonowaniu jako kładka dla pieszych będzie cieszył użytkowników i turystów. Są oczywiście minusy: błędy w projekcie remontu, zastosowanie zwykłej procedury budowlanej do obiekty zabytkowego, dostateczny nadzór konserwatorski, brak nadzoru architektonicznego sprawiły, że zatracił się charakterystyczny dla Lutosławskiego pietyzm wykonania konstrukcji żelbetowej.

Słowa kluczowe: zabytki mostownictwa, Hennebique, Lutosławski

ON ABOUT THE HISTORICAL BRIDGE RESTORATION IN LUBLIN

Sławomir Karaś

Lublin University of Technology,
Department of Building Engineering and Architecture
Nadbystrzycka str. 40, 20-618 Lublin

In 1909 y., in Lublin, over the Bystrzyca River was erected a reinforced concrete (RC) bridge by polish eng. Marian Lutosławski. The bridge structure was made on the basis of F. Hennebique patent , which was an innovative technology in RC at that time. As a result, was built a durable and stable bridge which answered to many challenges during his live time, especially was resistant to raising traffic capacity and loads. In short, the Hennebique patent included two basic technical elements: RC driven piles and RC caring deck in the form of orthotropic deck. The caring deck is a continuous one, of 3 spans which together with column rows form a frame.

Lutosławski's bridge shown his mindfulness in detail accuracy. The last step of constructional works – was the proof test, which included the statical and dynamical tests. Both of them shown the additional stiffness capacity equal approximately at ~40% comparing to design value.

The bridge is placed near the city center and is an characteristic city point. Also, especially, because of mounted neo-gothic balustrades with fials at the ends– lamp columns.

The bridge served for many years, including the period of 2nd WW when heavy military transport were moving there and back. In 1984 the bridge was closed to the road traffic, becoming into the role of pedestrian bridge. The technical condition of the structure at that moment achieved limit state. Watching from the bottom, to the structure, one could observe all possible forms of concrete corrosion covering practically 100 % of undersurface. The observer could find there the typical Hennebique's band iron shearing reinforcement.

The disassembling of the bridge was been seriously taken into account. On the other hand the bridge was written down onto the list of historical objects, that produced the necessity of restoration was only one reasonable alternative. The reconstruction had been finished at the end of 2011. In general the rebuilding could be treated as an constructional, cultural success. But it is also necessary to indicate the reverse side – the bridge was treated as an ordinary one instead of necessary special way in case of historical object. The conservatory and architectonic supervising was satisfactory only, the absence of attendance caused that the characteristic for Lutoslawski final pietism was forfeited.least.

Keywords: historical bridges, Hennebique, Lutosławski

NIEZAUWAŻONY BŁĄD, NAJDROŻSZY SĄCZEK

Maciej Kowal

Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin

Artykuł przedstawia historię prac wykonanych przy usunięciu problematycznego, ze względów estetycznych, czynnego wycieku wody spod kanału odwodnienia liniowego na jednym z wiaduktów w Lublinie. Przedmiotem opracowania był wyciek wody z konstrukcji płyty nośnej obiektu na spód tejże płyty oraz przyczółek, jednego z wiaduktów drogowych w Lublinie. Wyciek ujawnił się rok po oddaniu obiektu do użytku. Stwierdzono, że jest to problem, który mógł wystąpić chwilowo i może nie mieć większego znaczenia, jednak zdecydowano się na obserwację. Po drugim roku użytkowania problem zaczął się narastać, gdyż wyciek nie ustawał, a wypływający wraz z wodą, rozpuszczony w niej kamień, osadzał się na ściance żwirowej przyczółka i na spodzie wspornika kapy płyty ustroju nośnego. Zdecydowano się na przystąpienie do prac naprawczych mających na celu zatrzymanie wycieku. Wykonano uszczelnienie wylotu z kanału odwodnienia liniowego do rury przechodzącej przez dylatację za obiekt i kontynuowano obserwację. Problem nie zniknął. W trzecim roku okresu gwarancyjnego przystąpiono do zdecydowanie bardziej wnikliwej analizy problemu i znalezienia rozwiązania, które miało zakończyć problem raz na zawsze.

Po przestudiowaniu dokumentacji stwierdzono, że prawdopodobnymi przyczynami wycieku wody, mogą być: nieszczelny kanał odwodnienia liniowego, który wykonano z elementów prefabrykowanych w kapie chodnikowej, spękana nawierzchnia żywiczna wzdłuż kanału odwodnienia liniowego, nadmierne gromadzenie się wody na granicy izolacji płyty i kapy chodnikowej oraz brak możliwości jej odpływu, spowodowany brakiem sączka w najniższym punkcie płyty, wytworzenie się pod rurą wyprowadzającą wodę z kanału odwodnienia liniowego do studzienki za obiektem drenu powodującego podciąganie kapilarne wody.

Ostatecznie w celu rozwiązania problemu, po stwierdzeniu szczelności kanału odwodnienia liniowego, wykonano dodatkowy sączek w pobliżu najniższego punktu płyty, tuż za końcem kanału odwodnienia, pod rurą przechodzącą przez dylatację.
Wykonane prace poskutkowały, a wyciek, który miał zły wpływ na estetykę obiektu został opanowany i ograniczony do minimum.

Słowa kluczowe: problemy gwarancyjne, utrzymanie, problemy wykonawcze

UNNOTICED MISTAKE, THE MOST EXPENSIVE DRAIN

Maciej Kowal

Lublin University of Technology,
Department of Building Engineering and Architecture
Nadbystrzycka str. 40, 20-618 Lublin

The article describes construction works at eliminating of problematic from aesthethic point of view, active water efflux from linear channel at once road bridge in Lublin. The object of work was water efflux from slab of construction on the bottom of slab and abutments wall one at once road bridge in Lublin. The efflux disclosed one year after put road bridge into service. It was claimed, that it could be temporary and it colud be unimportant from construction point of view, but made decision to continue observation. In the second year of use the issue piled up. The efflux developed. Stone dissolved in water came up to the abutments wall surface, and sedimented on abutment and on the bottom of slab cantilever. Contractor made a decision to approach repair works, and stop the efflux forever. Stuffing of waterway outlet was made. Waterway is connect with tube which pull out water through expansion joint outside of the bridge. Problem did not disappear. In the third year period of warranty contractor aproached to more profound analysis of the issue and searched solution, which stop the efflux forever.

Analysis of project documentation was made. It was claimed, that probably reasons of water efflux could be: leaky waterway, which was executed from prefabricated elements in sidewalk slab; cracked along waterway sidewalk resinous pavement; excessive water accumulation at the slab water insulation/sidewalk slab interface; and water efflux deficiency caused by lack of drain pipe in the lowest point of slab; self creation of drain which caused water capillary pull up under the tube which pull out water outside of the bridge.

Finally, when waterway was claimed as leakproof, additional filter in area of the lowest point of slab, near the end of waterway, was made.
Carried out works were effective, and the efflux, which had generally negative influence on construction aesthetics, became composed and limited at the very least.

Keywords: warranty problems, maintenance, realization problems

AMERYKAŃSKIE DOŚWIADCZENIE W OPRACOWANIU I WPROWADZENIU SPECYFIKACJI STANÓW GRANICZNYCH MOSTÓW OPARTEJ NA PRAWDOPODOBIEŃSTWIE

John M. Kulicki

Modjeski and Masters, Inc.

W lipcu 1986 r. Grupa Państwowych Inżynierów Mostowych USA spotkała się z personelem NCHRP aby rozważyć możliwość opracowania projektu w celu zbadania:

- czy Standardowa Specyfikacja AASHTO pozostaje w tyle za aktualnym stanem wiedzy; i
- czy struktura Komitetu Technicznego, działająca pod SCOBS, jest w stanie dotrzymać kroku nowym technologiom.

Spotkanie to doprowadziło do powstania Projektu NCHRP 20-7/31 "Opracowanie Wszechstronnej Specyfikacji Mostowej z Komentarzem", badania pilotażowego prowadzonego przez firmę Modjeski and Masters, Inc. o następującym zakresie:

- Zadanie 1 – Przegląd filozofii bezpieczeństwa i zasięgu oferowanych przez inne specyfikacje.
- Zadanie 2 – Przegląd Standardowych Specyfikacji pod względem treści oraz przegląd innych dokumentów AASHTO pod względem ich potencjału włączenia do Standardowej Specyfikacji.
- Zadanie 3 – ocena wykonalności specyfikacji opartej na prawdopodobieństwie.
- Zadanie 4 – Przygotowanie szkicu skorygowanej specyfikacji AASHTO dla projektu mostu drogowego i komentarza, oraz zaprezentowanie proponowanego procesu organizacyjnego w celu ukończenia takiego dokumentu.

W maju 1987 roku przedstawiono AASHTO SCOBS wnioski Projektu NCHRP Project 20-7/31, przedstawiające w skrócie powyższe informacje i wskazujące, że istnieje siedem opcji możliwych do rozważenia. SCOBS podjął decyzję o opracowaniu nowej specyfikacji projektowania mostów. To doprowadziło do powstania Projektu NCHRP 12-33 który zatytułowano również „Opracowanie Wszechstronnej Specyfikacji z Komentarzem" (Modjeski and Masters 1994). Modjeski and Masters, Inc. rozpoczął pracę w lipcu 1988 r.

Cele opracowania tej nowej specyfikacji przedstawiały się następująco:

- Opracowanie najnowocześniejszej technicznie specyfikacji, która postawiłaby praktykę USA na wiodącej pozycji w dziedzinie projektowania mostów.
- Wykonanie możliwie jak najbardziej wszechstronnej specyfikacji, która obejmie nowe osiągnięcia w dziedzinie form konstrukcyjnych, metod analizy i modeli odporności.
- Dążenie, w stopniu zgodnym z powyższymi przemyśleniami, aby specyfikacja była czytelna i łatwa w użyciu, mając na uwadze że istnieje szerokie spektrum ludzi i organizacji zaangażowanych w projektowanie mostów.

- Trzymanie się sformułowań typowych dla specyfikacji, a nie dla opracowywania podręcznikowego
- Zachęcanie do multidyscyplinarnego podejścia do projektowania mostowego, szczególnie w dziedzinie hydrauliki i czyszczenia, projektowania fundamentów i lokalizacji mostów.
- Położenie rosnącego nacisku na redundancję i ciągliwość konstrukcji.

Po opracowaniu i dokonaniu przeglądu trzech szkiców, w marcu 1993 został złożony czwarty szkic nowych Specyfikacji, który przyjęto do rozważenia w maju 1993 na spotkaniu Podkomitetu Mostów i Konstrukcji. Został on przyjęty przeważającą większością głosów i stał się znany jako *Specyfikacje Projektowania Mostów (AASHTO LRFD)*.

Niniejsza praca podsumowuje siedmioletni proces który doprowadził do decyzji o opracowaniu AASHTO LRFD, jej cele i proces korygowania szkiców, uwieńczony jej przyjęciem w 1993 r. W dalszej części opisano jej wprowadzanie i dalszy rozwój w ciągu następnej dekady, oraz zaprezentowano rozwijający się plan opracowywania dalszych specyfikacji stanów granicznych dla celów projektowania i oceny mostów.

Słowa kluczowe: specyfikacje, niezawodność, projekt mostu, stany graniczne, kalibracja kodu

THE U.S. EXPERIENCE WITH DEVELOPING AND IMPLEMENTING A PROBABILITY BASED LIMIT STATES BRIDGE SPECIFICATION

John M. Kulicki

Modjeski and Masters, Inc.

In July of 1986, a group of U.S. State Bridge Engineers met with the staff of the NCHRP to consider if a project could be developed to explore:

- Whether the AASHTO Standard Specification was falling behind the times; and
- Whether the Technical Committee structure, operating under the SCOBS was able to keep up with emerging technologies.

This led to NCHRP Project 20-7/31 "Development of Comprehensive Bridge Specifications and Commentary", a pilot study conducted by Modjeski and Masters, Inc. with the following Scope:

- Task 1 - Review of the philosophy of safety and coverage provided by other specifications.
- Task 2 - Review the Standard Specifications for content and review other AASHTO documents for their potential for inclusion into a Standard Specification.
- Task 3 - Assess the feasibility of a probability-based specification.
- Task 4 - Prepare an outline for a revised AASHTO specification for highway bridge design, and a

commentary, and present a proposed organizational process for completing such a document.

In May of 1987, the findings of NCHRP Project 20-7/31 were presented to the AASHTO SCOBS outlining the information above and indicating that seven options appeared to be available for consideration. SCOBS elected to proceed with development of a new bridge design specification. This led to NCHRP Project 12-33 which was also entitled "Development of Comprehensive Specification and Commentary" (Modjeski and Masters 1994). Modjeski and Masters, Inc. began work in July, 1988.

There were several objectives in the development of this new specification. They were:

- To develop a technically state-of-the-art specification which would put U. S. practice at or near the leading edge of bridge design.
- To make the specification as comprehensive as possible and include new developments in structural forms, methods of analysis and models of resistance.
- To the extent consistent with the thoughts above, keep the specification readable and easy to use, bearing in mind that there is a broad spectrum of people and organizations involved in bridge designs.
- To keep specification-type wording and not to develop a textbook.
- To encourage a multi-disciplinary approach to bridge design, particularly in the area of hydraulics and scour, foundation design and bridge siting.
- To place increasing importance on the redundancy and ductility of structures.

Following development and review of three drafts a fourth draft of the new Specifications was submitted in March of 1993 and was accepted for consideration at the May 1993 meeting of the Subcommittee of Bridge and Structures. It was overwhelmingly approved and became known as the *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (AASHTO LRFD).*

This paper summarizes the seven-year long process that led to the decision to develop the AASHTO LRFD, the objectives, and the draft review process culminating in adoption in 1993. It then describes the implementation and further development during the decade since, and presents an evolving plan to continue development of the limit states specifications for design and rating of bridges.

Keywords: specifications, reliability, bridge design, limit states, code calibration

BETONY ZBROJONE WŁÓKNEM SZKALNYM, PRODUKCJA I BADANIA

Agata Lachiewicz-Złotowska, Rafał Tews, Jarosław Gajewski

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Betony zbrojone włóknem szklanym są powszechnie stosowane jako okładziny elewacyjne zwłaszcza w USA. Włókna szklane produkowane są ze specjalnej przędzy szklanej odpornej na alkalia zawarte w betonie. Włókna szklane poodnoszą odporność na zarysowanie oraz odporność betonu na zamakanie, zamrażani itd. Sposób wykonania betonu metodą natrysku pozwala na dowolne kształtowanie płyt elewacyjnych, ze względu na sposób produkcji wymagana jest ścisła kontrola wytwarzanych elementów. Uwzględniając na właściwości betonów zbrojonych włóknem szklanym Firma Baumat przygotowywała projekt okładziny o grubości 12 mm, zbrojonej włóknem szklanym, która miała być montowana w jednym z tuneli drogowych, w ramach remontu ścian tunelu drogowego w centrum Sztokholmu. Ze względu na skomplikowany kształt elementów postanowiono wykonać nowa okładzinę z płyt zbrojonych włóknem szklanym typu F. W artykule przedstawiono sposób produkcji metodą natrysku okładzin oraz pokazano badania kontrolne wykonywanych partii elementów. Badania przeprowadzono zgodnie z normami europejskimi oraz amerykańskimi. W artykule przedstawiono także właściwości mechaniczne oraz inne na podstawie literatury amerykańskiej. Autorzy przestawili także możliwości zastosowania płyt zbrojonych włóknem szklanym na podstawie zrealizowanych inwestycji, m.in. jako ochronę przeciw pożarową czy jako wykładziny kształtujące akustykę w halach koncertowych, czy tez jako okładziny z betonu architektonicznego. W artykule omówiono zalety i szerokie możliwości zastosowania tego materiału.

Słowa kluczowe: betony zbrojone włóknem szklanym, beton architektoniczny

CONCRETES REINFORCED WITH GLASS FIBER, MANUFACTURING AND TESTING

Agata Lachiewicz-Złotowska, Rafał Tews, Jarosław Gajewski

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Concrete reinforced with glass fibres are commonly used as elevation lining especially in the U.S. Glass fibres are made from special yarn of alkali-resistant glass set in concrete. Glass fibres increase the scratch resistance and the resistance of concrete to get wet, freezing, etc. The design of concrete spraying method allows for any shape of the lining tiles, due to the way of production strict control of manufactured parts is required. Due to the properties of concrete reinforced with glass fibre The Baumat company has prepared a draft 12 mm thick lining, reinforced with glass fibre, which ought to be install in one of the road tunnels, during the road tunnel wall repair in central Stockholm. Due to the complicated shape of the elements it was decided to perform a new lining of plates reinforced with glass fiber type F. This article presents a production spray linings and shows up studies carried out lots of items. The studies were conducted in accordance with European and American standards. This article presents the mechanical properties and the other on the basis of American literature. The authors have rearranged the possibility of using glass fibre reinforced panels on the basis of the investments, among other things, as a protection against fire or a lining forming the acoustics in concert halls or as concrete architectural cladding. The article shows the advantages and broad application of this material.

Keywords: concrete reinforced with fibre glass, architectural concrete

ANALOGIA W OPRACOWANIU NOWEGO MODELU NIEZAWODNOŚCI PROCESÓW BUDOWLANYCH

Magdalena Lachowicz

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Metody projektowania procesów budowlanych można klasyfikować na podstawie sposobu oceny niezawodności, czyli podobnie jak na przykład czyni się to w przypadku niezawodności konstrukcji. W związku z tym wyróżnia się metody: deterministyczne, półprobabilistyczne (wprowadza się współczynniki bezpieczeństwa ustalane z wykorzystaniem badań statystycznych i metod probabilistycznych, ale dalsze analizy mają charakter deterministyczny), probabilistyczne oraz metody optymalizacyjne. W teorii niezawodności konstrukcji początkowo przyjmowano, że zmienne losowe są normalne i niezależne, a funkcja graniczna ma charakter liniowy. Prowadziło to do prostego zdefiniowania, tzw. wskaźnika niezawodności β. Przy nieznanych rozkładach prawdopodobieństwa dokonywano linearyzacji wokół wartości średniej, co także prowadziło do dość prostego zdefiniowania wskaźnika niezawodności Cornella β_c. Sposób ten miał wadę polegającą na zależności β_c od przyjętej postaci funkcji stanu granicznego. Wadę tę usunęli Hasofer i Lind dzięki zlokalizowaniu tzw. punktu projektowego. Linearyzacja funkcji prawdopodobieństwa w tym punkcie pozwala zdefiniować wskaźnik niezawodności Hasofera – Linda β_H. Następnie Rackwitz i Fissler wykorzystali ideę wskaźnika β_H w kierunku jej usprawnienia, co polegało na transformacji niezależnych zmiennych losowych o dowolnych rozkładach prawdopodobieństwa do standardowych zmiennych normalnych i zaproponowali sposób poszukiwania punktu projektowego. Następnie nastąpił dalszy rozwój polegający na wykorzystaniu transformacji Rosenblatta i Natafa. Aproksymacja funkcji stanu granicznego w punkcie projektowym funkcji pierwszego stopnia prowadzi do metody analizy niezawodności pierwszego rzędu (FORM – First Order Reliability Method), a funkcją drugiego stopnia do metody analizy niezawodności drugiego rzędu (SORM – Second Order Reliability Method). Bezpieczeństwo procesu budowlanego determinowane może być przez dwie pary zasadniczych parametrów: cena budowy obiektu C i koszt wybudowania innych podobnych obiektów K oraz czas budowy obiektu P i czas wybudowania innych podobnych obiektów R. Sposób określania wskaźnika niezawodności konstrukcji można z powodzeniem przenieść do zdefiniowania wskaźnika niezawodności procesów budowlanych.

Słowa kluczowe: niezawodność, proces budowlany, wskaźnik niezawodności

ANALOGY IN DEVELOPING OF NEW MODEL OF RELIABILITY OF BUILDING PROCESSES

Magdalena Lachowicz

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Methods for designing building processes can be classified based on the way of reliability assessment, that is in the similar way as it is made for instance in the case of reliability of a structure. Accordingly we distinguish deterministic methods, half-probabilistic methods (safety indexes are introduced, determined with the use of statistical analyses and probabilistic methods, but further analyses have a deterministic character), probabilistic methods and optimalization methods. In the theory of structure reliability it was originally assumed that random variables are normal and independent, and the boundary function has a linear character. This led to simple defining of the so-called reliability index β. At unknown probability distributions, linearization around the mean value was carried out, which also led to a rather simple definition of the Cornell reliability index β_c. This method had a drawback consisting in dependence of β_c on the adopted form of the boundary state function. This drawback was removed by Hasofer and Lind thanks to localization of the so-called design point. Linearization of the probability function at this point allows defining of the Hasofer – Lind reliability index β_H. Later Rackwitz and Fissler used the idea of the β_H index towards its improving, which involved the transformation of independent random variables with any given probability distributions to standard normal variables and they proposed the method for searching of the design point. Then there was the further development consisting in the use of the Rosenblatt and Nataf transformation. Approximation of the boundary state function at the design point of the first degree function leads to the analysis of the first order reliability (FORM – First Order Reliability Method), and of the second degree function, to the method of the analysis of the second order reliability (SORM – Second Order Reliability Method). The safety of building process can be determined by two pairs of fundamental parameters: the price of building of the structure C and the cost of building other similar structures K as well as the time of building of the structure P and the time of building other similar structures R. The method for determining the structure reliability index can be successfully transferred to defining the reliability index of building processes.

Keywords: reliability, building process, reliability index

ZARZĄDZANIE PRZEJŚCIAMI DLA ZWIERZĄT NA PRZYKŁADZIE OBIEKTÓW POLSKICH I HOLENDERSKICH

Marian Lipkowski[1], Karol Pietrzak[2], Zbigniew Tokarski[2]

[1] Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP
ul. Rumińskiego 6, 85-030 Bydgoszcz
[2] Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji terenowych obejmujących drogę S-5 w Polsce oraz autostradę A59 w Holandii przedstawiono problem eksploatacji przejść dla zwierząt. Na drodze S-5 wykonano pomiar natężenia ruchu oraz pomiar hałasu ze szczególnym uwzględnieniem przejścia dla zwierząt, gdzie dokonano pomiar hałasu na początku i na końcu przejścia. Pomiar zarejestrowano dla ruchu samochodowego w porze dziennej, a ze względu na czas przemieszczania się zwierząt – również w porze nocnej. Przejście PZ-5 na drodze S-5 jest aktualnie monitorowane ze względu na trudności z utrzymaniem skarpy po stronie południowej konstrukcji budowli ziemnej – w miejscu przebiegu drogi dojazdowej DD-4. Obserwuje się tam szereg niekorzystnych zjawisk zagrażających budowli ziemnej, drodze ekspresowej i dojazdowej. Uszkodzenia nasypu i całej drogi wzmocniono w roku 2011 płytami ażurowymi a w dolnej części skarpy belką żelbetową. Monitorowano również wpływ warunków atmosferycznych i ruchu drogowego na stan konstrukcji przejścia oraz przyległy teren składający się z nawodnionego torfu.

Oprócz obserwacji konstrukcji przejścia istotne jest również kontrolowanie zabezpieczenia zwierząt przemieszczających się tym przejściem. Problem ten w przypadku eksploatacji i zarządzania obiektem PZ-5 nie jest do końca skutecznie rozwiązany. Brak doświadczenia organów administracji rządowej w eksploatacji takich obiektów sprawia, że nie zarządza nim w taki sposób, jak odbywa się to w państwach Unii Europejskiej np. w Holandii.

Pobyt studialny w 2011 r. na autostradzie A59 w Holandii pozwolił na zapoznanie się z przejściami dla zwierząt zbudowanymi w latach 2005-2006. Wyznaczono specjalną firmę, która monitoruje stan przejścia, jego funkcjonalność oraz zakłócenia związane z przemieszczaniem się zwierząt np. korzystanie z tych przejść przez ludzi. Pobyt odbył się w ramach współpracy z firmą Bamwegen z Helmond oraz firmą Hoka z Maarsbergen. Uzyskane materiały dotyczące budowy takich obiektów, przedstawiono w pracy. Dzięki temu pobytowi istnieje możliwość wymiany doświadczeń w zakresie zarządzania tego typu obiektami.

Słowa kluczowe: droga, zwierzęta, przejście, utrzymanie, hałas

ANIMAL CROSSINGS MANAGEMENT ON EXAMPLE OF POLISH AND DUTCH STRUCTURES

Marian Lipkowski[1], Karol Pietrzak[2], Zbigniew Tokarski[2]

[1] Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP
ul. Rumińskiego 6, 85-030 Bydgoszcz
[2] Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

On the basis of field observations carried out on road S-5 in Poland and on motorway A59 in Holland, the problem of animal crossings operation was presented. On road S-5 a measurement of traffic intensity and noise was made, with particular consideration of the crossing for animals, for which the noise measurement was made at the beginning and at the end of the crossing. The measurement was made for car traffic during the day, and considering the time of animals moving, the measurement was also made at night. Crossing PZ-5 on road S-5 is currently monitored on account of difficulties with maintaining the scarp on the south side of the earth building structure, at the point of the course of the approach road DD-4. A number of unfavorable phenomena from the point of view of functioning of the earth building, express road and the approach road can be observed there. To prevent damage of the embankment and of the whole road, the embankment was strengthened in 2011 with openwork plates and, in the bottom part of the scarp, with a reinforced concrete beam. Also the effect of the atmospheric conditions and road traffic on the state of the crossing structure and the adjacent area, consisting of watered peat, is monitored.

Apart from observation of the crossing structure, it is also essential to control protection of the animals moving across this passing. In the case of operation and management of structure PZ-5 this problem is not completely and efficiently solved. Due to the lack of experience of the central government bodies in the operation of such structures, they are not managed in the way it takes place in the European Union states, for example in Holland.

The study conducted in 2011 on motorway A59 in Holland allowed for getting familiar with crossings for animals build in the years 2005-2006 and their current state. Maintenance involves appointing of a particular firm which monitors the state of the crossing, its functionality, and disruptions connected with moving of animals, for instance using those crossings by people. The stay was arranged within the framework of cooperation with the company Bamwegen from Helmond and the company Hoka from Maarsbergen. Material was obtained concerning the construction of such structures, which will be presented in this article. Thanks to this stay, there is a possibility of exchanging experience in respect of management of this type of structures.

Keywords: road, animals, crossing, maintenance, noise

PARAMETRY BETONÓW DO ANALIZ NIEZAWODNOŚCIOWYCH NA PODSTAWIE DANYCH Z BUDOWY MOSTU PÓŁNOCNEGO W WARSZAWIE

Marta Lutomirska[1], Tomasz A. Lutomirski[2]

[1] Wydział Inżynierii Lądowej
Politechnika Warszawska
Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa
[2] Zakłady Budownictwa Mostowego - Inwestor Zastępczy Sp. z o.o.
ul. Julianowska 13, 03-338 Warszawa

Rozwój technologii produkcji materiałów sprawia, iż ich właściwości ulegają polepszeniu, a ich zmienność spada. Dotyczy to zarówno betonów, jak i stali. Nowe, uaktualnione dane statystyczne potrzebne są do kalibracji wzorów normowych oraz ustaleń dotyczących współczynników bezpieczeństwa. W pracy przeprowadzono analizę parametrów niezawodnościowych betonów użytych do budowy Mostu Północnego w Warszawie.

Baza danych to ponad 1500 wyników badań wytrzymałości betonu naściskanie wykonanych na próbkach sześciennych o wymiarach 150x150x150 mm. Są to wyniki badań betonów pochodzących z trzech różnych źródeł i wykonanych przez trzy różne, niezależne laboratoria. Umożliwia to obserwacje różnic jakości betonów w zależności od ich pochodzenia. Różnorodność źródeł oraz wielkość bazy danych pozwala uznać ją za odpowiednią do prowadzenia wiarygodnych analiz statystycznych. W pracy ograniczono się do analizy dwóch najczęściej stosowanych przy budowie mostu klas betonu: C30/37 oraz C35/45. Są to klasy betonu, dla których dysponowano największą liczbą wyników badań.

Na papierze probabilistycznym przedstawiono dystrybuanty wytrzymałości betonu na ściskanie dla dwóch klas betonu. Wykonano wykresy uwzględniające podział na pochodzenie materiału. Na ich podstawie można zaobserwować znaczne różnice pomiędzy laboratoriami. Różnice te dotyczą zarówno wartości średnich, jak i zmienności betonu, świadczące o znacznych różnicach w dokładności produkcji. Na podstawie wykonanych sumarycznych dystrybuant wytrzymałości betonu, wyprowadzony został współczynnik zmienności dla każdej z klas betonów. Dla analizowanych klas betonu określono wartości średnie wytrzymałości betonów na ściskanie, współczynniki zmienności, odchyłki standardowe oraz stosunki wartości średniej do nominalnej.

Słowa kluczowe: betony, wytrzymałość na ściskanie, niezawodność, współczynnik zmienności

CONCRETE PARAMETERS FOR RELIBILITY ANALYSIS BASED ON DATA OBTAINED FROM THE CONSTRUCTION SITE OF THE NORTHERN BRIDGE OF WARSAW

Marta Lutomirska[1], Tomasz A. Lutomirski[2]

[1] Faculty of Civil Engineering
Armii Ludowej str. 16, 00-637 Warszaw
[2] Zakłady Budownictwa Mostowego – Inwestor Zastępczy Sp. z o.o.
Julianowska str. 13, 03-338 Warszaw

The development of technologies applied in the production of materials leads to improvement of their properties and a decrease in variation. It concerns concrete as well as steel properties. New, updated statistical data is necessary for calibration of design equations and establishment of safety factors. In this paper the statistical parameters of concrete, based on data obtained from the construction site of the Northern Bridge in Warsaw, are discussed.

The database includes more than 1500 results of concrete compressive strength tests performed on cubic specimens of dimensions 150x150x150 mm. The specimens tested come from three different production plants and were tested by three different and independent laboratories. It allows for the observation of differences in quality of concrete depending on their origin. Diversity of sources and magnitude of the database makes it reliable for statistical analysis. In the paper, the analysis was limited to two of the most common concrete classes C30/37 and C35/45. These concrete classes were the most popular during construction of the bridge, and their databases were the most extensive.

On probability paper, cumulative distribution functions for concrete compressive strengths for two classes of concrete were plotted. On the diagrams, different sources of material were taken into consideration. It allows for observation of differences between laboratories. The differences concern mean values as well as the variation of concrete, proving significant differences between manufacturers. Based on cumulative distribution functions of all results within one class of concrete, coefficients of variations were derived. For analyzed classes of concrete, mean values of concrete compressive strength, coefficients of variation, standard deviations and bias factors (ratio of mean to nominal) were derived.

Keywords: concrete, compressive strength, reliability, coefficient of variation

WZMACNIANIE MOSTÓW STALOWYCH KOMPOZYTAMI FRP

Grażyna Łagoda[1], Marek Łagoda[2]

[1] Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska
Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa

[2] Instytut Badawczy Dróg i Mostów
ul. Instytutowa 1 03-302 Warszawa;
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin

Doklejanie kompozytów FRP do konstrukcji metalowych jest obecnie przyjętą praktyką w Europie (szczególnie w Wielkiej Brytanii). Uwzględniając cenę jednostkową w porównaniu z materiałami konwencjonalnymi, CFRP jest materiałem drogim. Jednak przy porównaniu i analizie kosztów stosowania różnych materiałów, bardzo ważne jest, aby cena jednostkowa nie była jedyną podstawą. Wysoka wytrzymałość i mała masa jednostkowa FRP powoduje, że do ich aplikacji wymagany jest mniejszy nakład materialny na sprzęt i roboty towarzyszące. Dodatkowo, doskonała trwałość FRP powoduje, że koszty utrzymania są niższe. Konsekwentnie, podstawą służącą analizom porównawczym powinien być oczekiwany cykl życia konstrukcji. Kompozyty polimerowe (FRP) używane są w konstrukcjach metalowych w celu podnoszenia sztywności i nośności konstrukcji.

Praca ma charakter informacyjny, którego zamierzonym celem jest przekazanie społeczności inżynierskiej wiedzy nabytej w wyniku doświadczeń stosowania kompozytów FRP do wzmacniania konstrukcji metalowych, które okazały się technologiami odpowiednimi, skutecznymi i bezpiecznymi. Ogólnie wiadomo, że aktualny stan wiedzy w tej dziedzinie nie jest tak rozległy, jak w przypadku konstrukcji z betonu lub konstrukcji murowanych. Aktualnie dobrze opisane są zastosowania jednostkowe. Obecne, polskie badania zmierzają do określenia projektowych wskazówek. Skutki tych badań są przydatne w identyfikowaniu nie wszystkich problemów, część z nich nadal pozostaje nierozwiązana, co wymaga koncentracji się na nich w ciągu następnych kilku latach. W szczególności, w pracy przedstawiono użycie FRP do wzmacniania zginanych i rozciąganych metalowych elementów konstrukcyjnych. Dodatkowo, omówiono kilka jakościowych aspektów debondingu oraz wzmacniania elementów wrażliwych na zmęczenie.

Słowa kluczowe: mosty stalowe, wzmacnianie, kompozyty FRP

STRENGTHENING OF STEEL BRIDGES BY FRP COMPOSITES

Grażyna Łagoda[1], Marek Łagoda[2]

[1] Faculty of Civil Engineering
Warsaw University of Technology
Armii Ludowej str. 16, 00-637 Warszaw

[2] Road and Bridge Research Institute
Instytutowa str. 1, 03-302 Warszaw;
Lublin University of Technology,
Department of Building Engineering and Architecture
Nadbystrzycka str. 40, 20-618 Lublin

The bonding of FRP composites to metallic structures is now accepted practice in Europe (especially in the UK). CFRP is an expensive material when compared weight-for-weight with conventional materials. It is important not to carry out comparative cost analysis between FRP and conventional materials on such a basis. The high strength and light weight of FRP means that much less material is required and thus the amount of false work, lifting gear and labour required is reduced. Additionally, the excellent durability of FRP means that maintenance costs are lower. Consequently, comparisons need to be made on the basis of expected life cycle. Fibre reinforced polymer composites (FRP) are used for stiffening and strengthening metallic structures.

This is an informative document, whose intended objectives are disseminating, within the Technical-Professional community, the knowledge acquired on the use of FRPs in the static consolidation of metallic structures as well as identifying the strengthening interventions that are effectively appropriate and safe. It is also well-known that the current state-of-the-art on this topic is not as advanced as that of concrete or masonry constructions. In fact, adequate solutions are currently available only for a few specific applications. The present Polish studies represents the first step towards the definition of specific design guidelines. The results of this studies will be useful in identifying any problems that still remain unresolved, to concentrate upon them over the next few years. In particular, the use of FRP in the flexural and tensile strengthening of structural metal elements is discussed in the paper. In addition, several qualitative aspects of debonding as well as the strengthening of fatigue sensitive elements are also dealt with.

Keywords: steel bridges, strengthening, FRP composites

O NOWYM MOŚCIE AUTOSTRADOWYM (AUTOSTRADA A1) POD GRUDZIĄDZEM

Marcin Narolewski[1], Ewelina Łukaszewicz[2]

[1] Skanska S.A.
ul. Gen. J. Zajączka 9, 01-518 Warszawa
[2] Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska - studentka
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Przedmiotem pracy jest most autostradowy pod Grudziądzem MA-91, w ciągu autostrady A1. Most ten jest najdłuższym obiektem mostowym w Polsce, jego długość wynosi 1954 metry.

Most MA-91 pod Grudziądzem zrealizowano w jednym etapie (tzn. zastosowano jednostadialną realizację inwestycji). Budowę mostu rozpoczęto w lipcu 2009 roku i zakończono w październiku 2011 roku. Ze względu na ogromny zakres prac i krótki termin realizacji most został podzielony na trzy części i cztery kierownictwa: estakadę północną, most główny, estakadę południową oraz podpory estakady północnej i południowej

Projekt został ukończony w całości rok przed terminem. Wynikało to m.in. z przyjęcia formy realizacji na zasadzie „projektuj i buduj". Taka formuła współpracy między wykonawcami i projektantami zapewnia stały kontakt, możliwość zmian, przyspiesza realizację wykorzystując doświadczenie i potencjał ludzki.

Estakada północna i estakada południowa została wykonana w technologii nasuwania podłużnego. Most główny wykonany został w metodą nawisową. Przęsło główne długości 180 m, oraz dwa przęsła skrajne długości ok. 90m, były wykonane za pomocą czterech kompletów (8 szt.) trawelerów / wózków. Podczas realizacji mostu głównego wykorzystano dwie podpory tymczasowe (posadowione niezależnie od stałych podpór mostu).

Realizacja mostu MA-91 przed założonym terminem była możliwa głównie dzięki optymalizacji projektu, bardzo dobremu przygotowaniu procesu budowlanego, dobrej organizacji prac oraz ciągłej kontroli postępu robót względem harmonogramu.

Słowa kluczowe: most autostradowy, autostrada A1, Grudziądz

ON NEW HIGHWAY BRIDGE (HIGHWAY A1) NEAR GRUDZIĄDZ

[1]Marcin Narolewski, [2]Ewelina Łukaszewicz

[1]Skanska S.A.
Gen. J. Zajączka str. 9, 01-518 Warszaw
[2]Department of Civil and Environmental Engineering – student
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

The subject of this study is a highway MA-91 bridge near Grudziądz, along the highway A1. The bridge is the longest bridge structure in Poland, and its length amounts to 1954 meters.

The MA-91 bridge near Grudziądz was built at one stage (i.e. the one-stage completion of the investment was applied). The construction of the bridge was begun in July 2009 and finished in October 2011. On account of a vast scope of work and a short time of realization, the bridge was divided into three parts and four managements: the north flyover, the main bridge, the south flyover, and the supports of the north and south flyovers.

The project was entirely completed a year before the time limit. This resulted among other things from adopting the form of completion according to the rule: "design and build". This formula of cooperation between contractors and designers ensures maintaining contact and a possibility of changes, and speeds up the completion using the experience and human potential.

The north flyover and the south flyover were made in the incremental launching technology. The main bridge was made with the balanced cantilever method. The main span with a length of 180m, and two extreme spans with a length of ca. 90m, were made using four sets (8 pieces) of travelers / carriages. During the completion of the main bridge two provisional supports were used (seated independently of the constant bridge supports).

The completion of MA-91 bridge before the assumed time limit was possible mainly thanks to the optimization of the design, a very good preparation of the building process, good working organization and a constant control of work progress according to the schedule.

Keywords: highway bridge, highway A1, Grudziądz

MODELE OBCIĄŻENIA RUCHOMEGO DLA MOSTÓW DROGOWYCH

Andrzej S. Nowak[1], Przemyslaw Rakoczy[2]

[1]University of Nebraska,
Department of Civil Engineering
Lincoln, NE 68588-0531
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

[2]University of Nebraska,
Department of Civil Engineering
Lincoln, NE 68588-0531

Kalibracja normy mostowej AASHTO LRFD wymaga znajomości parametrów statystycznych obciążenia oraz nośności. Podstawowe kombinacje obciążeń zawierają obciążenia stałe, użytkowe oraz dynamiczne. W latach 1980'tych, nie było wiarygodnej bazy danych WIM (waga-w-ruchu), dlatego do wyznaczenia współczynników obciążeniowych użyto stosunkowo niewielkiej liczby pomiarów ciężaru na oś, wybranych pojazdów ciężarowych. Współcześnie, system pomiarowy WIM został znacznie udoskonalony i miliony pojazdów zostały pomierzone w różnych lokalizacjach geograficznych. Artykuł zawiera przegląd dostępnych danych WIM, które zawierają ponad 35 milionów ciężarówek, oraz określa parametry statystyczne dla ciężaru własnego pojazdów i momentu zginającego od ich przejazdu. Momenty zginające zostały obliczone dla przęseł wolnopodpartych przy użyciu linii wpływu. Rozważano rozpiętość przęsła od 9 do 60m. Dystrybuanty zostały wykreślone na znormalizowanym papierze prawdopodobieństwa w celu łatwiejszej interpretacji. Dystrybuanty rozkładu ciężaru własnego oraz momentu pokazują duże zróżnicowanie w zależności od lokalizacji stacji pomiarowej WIM. Maksymalnie wartości oczekiwane zależą od rozpatrywanego przedziału czasowego. Dla stanów granicznych nośności rozpatrywane okresy to 75 lub 100 lat, dla stanów granicznych użytkowalności okresy są dużo krótsze, kilka dni lub tygodni. Dlatego też parametry statystyczne zostały wyznaczone dla okresów od 1 dnia do 100 lat i obciążenia ruchem ciężarowym od 100 do 10 000 dziennie. Dla dłuższych okresów, wyniki były wyznaczone na podstawie ekstrapolacji. Analiza statystyczna momentów zginających stanowi podstawę do wyznaczenia współczynników obciążeniowych w narodowej normie mostowej.

Słowa klucze: model obciążenia użytkowego, mosty drogowe, WIM, parametry statystyczne

LIVE LOAD MODELS FOR HIGHWAY BRIDGES

Andrzej S. Nowak[1], Przemyslaw Rakoczy[2]

[1]University of Nebraska
Department of Civil Engineering
Lincoln, NE 68588-0531
Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz
[2]University of Nebraska
Department of Civil Engineering
Lincoln, NE 68588-0531

Calibration of the AASHTO LRFD Code required the statistical parameters of load and resistance parameters. The basic load combination includes dead load, live load and dynamic load. In 1980's, there was no reliable Weigh-in-Motion (WIM) data base and, therefore, the development of live load factors was based on a small scale truck survey. In the meantime, the WIM technology was improved and millions of vehicles were recorded in various geographical locations. The objective of this study is to review the available WIM data of about 35 million trucks and determine the statistical parameters of gross vehicle weight (GVW) and live load moment. Moments were calculated for simple spans using influence lines. The span length range is from 30 to 200 ft (9 to 60m). The cumulative distribution functions (CDF) were plotted on the normal probability paper for an easier interpretation. CDF's of GVW and moments show a considerable variation depending on WIM station location. Maximum expected values of live load depends on the considered time period and, in general, for strength limit states the time periods cane be 75 or 100 years, and for service limit states they are much shorter, few days or weeks. Therefore, the statistical parameters are determined for time periods from 1 day through 100 years and for traffic volumes with ADTT from 100 through 10,000. For longer time periods, the results were obtained by extrapolation of the available WIM data. The statistical analysis of moments provide a basis for the development of national live load parameters and live load factors in the bridge design code.

Keywords: live load models, highway bridges, WIM, statistical parameters

ZASTOSOWANIE PROGRAMU NUMERYCZNEGO ABAQUS W BUDOWNICTWIE MOSTOWYM

Ewa Piątek-Sierek

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska – doktorantka
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Konstrukcje mostowe należą do jednych z najbardziej odpowiedzialnych obiektów inżynierskich. Ich struktura, układ, specyfika obciążeń sprawia, że materiały stosowane w budownictwie mostowym muszą spełniać rygorystyczne normy oraz charakteryzować się znacznymi walorami użytkowymi. Jednym z najszerzej stosowanych materiałów konstrukcyjnych w budownictwie mostowym jest beton. Mechanika betonu, mimo długiej historii wykorzystywania betonu w budownictwie, jest nadal wielce interesująca. W szczególności do takich zagadnień należy zachowanie się betonu w fazie pracy pozasprężystej. Analizę betonu w zakresie pozasprężystym umożliwia zaimplementowany w programie numerycznym ABAQUS plastyczno-degradacyjny model betonu CDP.

Plastyczno-degradacyjny model betonu jest stosunkowo nowym podejściem jego modelowania w konstrukcjach inżynierskich. Został opracowany przez Lublinera, Olivera, Ollera oraz Oñate na Uniwersytecie Berkeley w Kalifornii (USA), a następnie zmodyfikowany przez Fenvesa i Lee. W literaturze funkcjonuje również pod nazwą „Barcelona model", od nazwy miasta, w którym został po raz pierwszy zaprezentowany. W modelu zaproponowano do opisu pozasprężystej fazy pracy betonu wykorzystanie współdziałania dwóch mechanizmów prowadzących do wyczerpania się nośności materiału – a więc w konsekwencji jego zniszczenia: degradacji materiału (reprezentowanej poprzez degradację jego sztywności) oraz uplastycznienia (powstanie nieodwracalnych odkształceń spowodowanych przez dwa główne mechanizmy zniszczenia betonu – zarysowanie wskutek rozciągania i zmiażdżenie wskutek ściskania).

Słowa kluczowe: beton, model plastyczno-degradacyjny, metody numeryczne

THE APPLICATION OF ABAQUS PROGRAM IN BRIDGE STRUCTURES

Ewa Piątek-Sierek

Department of Civil and Environmental Engineering – doctoral student
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

Bridges are one of the most important structures. Their construction, loads are of special importance. Therefore building materials used in bridge construction are of special concern of structural engineers. Used materials have to obtain strict requirements to provide high building standards. One of the often used bridge building materials is concrete. Nowadays, concrete is used on a massive scale. It provides superior fire resistance, and can gain strength over time. Structures made of concrete can have a long service life. Its architectonical beauty is more greatly appreciated. It is used not only because of possibilities of design but also its strength. Concrete mechanics has long history, but open topics still exist. One of them is concrete behavior in inelastic range. Concrete damaged plasticity model CDP enable to analyze the inelastic work of concrete. This model has been implemented in ABAQUS computing program.

Concrete damaged plasticity model is a quite new attempt in concrete modeling. This model was worked out by Lubliner, Oliver, Oller and Oñate at Berkeley University in California (USA), then modified by Fenves and Lee. This model is as well known as Barcelona model. Name connected with the city, where it was presented for the first time. Barcelona model is implemented in Abacus as CDP – Concrete Damaged Plasticity. The inelastic part of concrete work is presented, in considering model as coupling of damage and plasticity, represented by: material degradation – treated as stiffness degradation, yielding – appearance of irreversible strain caused by two main processes of destroying concrete: tensile cracking and compression crushing. These processes are known as coupled behavior or coupling.

Keywords: concrete, concrete damaged plasticity, computing methods

HISTORYCZNY MOST

Jan S. Plachta

6954 N. Moselle Ave.
Chicago Illinois 60646, USA

W połowie XIX w. kolej staje się dominującym środkiem komunikacji. Transkontynentalne polaczenie wymagało budowy mostu poprzez Misisippi. Zdecydowany opór tym planom, stawiali właściciele linii żeglugi rzecznej. Była to dla nich poważna konkurencja. Uruchomienie linii kolejowej pomiędzy Chicago a Rock Island było ogromnym wydarzeniem społecznym, ekonomicznym i politycznym. W czerwcu 1854 roku przybył do Rock Island 13 prezydent Stanów Zjednoczonych Millard Fillmore. Pierwszy most w Rock Island był obiektem drewnianym, kratownicowym z przęsłem ruchomym pośrodku koryta rzecznego dla umożliwienia przepływu lodzi i parowców rzecznych. 22 kwietnia 1856 roku pierwszy pociąg przejechał przez most.

W parę tygodni później doszło do zderzenia parowca Effie Afton z mostem. Wypadek wywołał ogień na pokładzie parowca, ogień przeniósł się na most i spalił część drewnianej konstrukcji. Okoliczności wypadku były bardzo kontrowersyjne. Interesy linii kolejowej reprezentował przed sądem młody, utalentowany prawnik z Springfield, Abraham Lincoln, późniejszy 16 Prezydent Stanów Zjednoczonych.

Problemy polityczne wywołane wojna domowa (1861-1865), szczególnie po zniszczeniu przez secesyjne oddziały wojska konfederacji rządowego arsenalu w Harper's Ferry w stanie Virginia, zmusiły rząd federalny do budowy nowego arsenału z dala od Mason-Dixon linii, dzielącej stany Północne od stanów Południowych. Rock Island odpowiadał tym warunkom i wybudowano nową zbrojownię. Istniejące dojazdowe linie kolejowe do mostu dzieliły wyspę w bardzo niefunkcjonalny sposób. Zdecydowano wiec przeniesienie mostu na zachodni cypel wyspy. Budowę nowego żeliwnego mostu ukończono w 1872 roku. Wkrótce okazało się, że ten nowy most z powodu wzrastającego obciążenia taborem kolejowym wymagał wzmocnienia, konieczna była budowa nowego, bardziej trwałego mostu. Zaprojektowanie nowego stalowego mostu zlecono Rudolfowi Modrzejewskiemu.

Modrzejewski rozpoczął budowę w listopadzie 1895 r. i ukończył ją rok później w grudniu 1896 r. W trakcie budowy doszło do przedwczesnego przełamania lodów. Kilkuset tonowa masa drewna i stali spłynęła w dół rzeki. Modrzejewski w genialny sposób rozwiązał ten problem, po kilku dniach wznowiono ruch pociągów. Skonstruował tymczasowe przęsło ruchome, które było gotowe w chwili otwarcia żeglugi w połowie marca 1896 roku. Było to imponujące osiągniecie. Nawet przy obecnym poziomie techniki budowlanej byłoby trudne do realizacji. Wspaniałym dowodem uznania są istniejące po dzień dzisiejszy płyty metalowe na rogach mostu. Na płytach mostu w Rock Island umieszczono dwa nazwiska, komendanta arsenału w Rock Island, pułkownika Buffingtona jako reprezentanta rządu Stanów Zjednoczonych i właściciela mostu oraz Modrzejewskiego (***Ralph Modjeski***) jako naczelnego inżyniera. Most Mo-

drzejewskiego jest bardzo pieczołowicie utrzymywany i będzie jeszcze długo służył Ameryce.

Tablica pamiątkowa mostu w Rock Island Ralph Modjeski

Słowa kluczowe: most w Rock Island, Ralph Modjeski, most kolejowy

HISTORIC BRIDGE

Jan S. Plachta

6954 N. Moselle Ave.
Chicago Illinois 60646, USA

In the middle of the 19th century railway becomes the dominant means of communication. Transcontinental connections required building a bridge across the Mississippi river. The owners of river navigation lines put up determined resistance to those plans. This was a serious competition for them. Starting a railway line between Chicago and Rock Island was a huge social, economic and political event. In June 1854 the 13th president of the United States Millard Fillmore came to Rock Island. The first bridge in Rock Island was a wooden truss bridge with a movable span in the middle of the river channel to enable the movement of boats and river steamers. On 22nd April 1856 the first bridge went across the bridge.

Several weeks later there was a collision of steamer Effie Afton with the bridge. The accident caused fire on board of the steamer, then the fire spread to the bridge and burned a part of the wooden bridge structure. The circumstances of the accident were very controversial. Interests of the railway line were represented in court by a young, gifted lawyer from Springfield, Abraham Lincoln, the later 16th president of the United States.

Political problems caused by the civil war (1861-1865), particularly after destroying by Secessionist troops of the Confederation army the governmental arsenal in Harper's Ferry in the state Virginia, forced the federal government to build a new arsenal far from the line Mason-Dixon, dividing the North states from the South states. Rock Island satisfied those conditions and it was decided to build a new armoury there. The existing approach railway lines to the bridge divided the island in a very unserviceable way. Therefore it was decided to move the bridge to the west tip of the island. The construction of a new cast iron bridge was finished in 1872. Soon it appeared that this new bridge needed strengthening due to a growing load with railway rolling stock, thus it was necessary to build a new, more durable bridge. Rudolf Modrzejewski was commissioned to design a new steel bridge.

Modrzejewski began the construction in November 1895 and finished a year later in December 1896. During the construction a premature breaking of the ice took place. The mass of wood and steel of several hundred tons flowed down the river. Modrzejewski solved this problem in a brilliant way, after a few days the rail traffic was restarted. He constructed a provisional movable span, which was ready at the moment of opening navigation in the middle of March 1896. This was an imposing achievement, which even at the current level of building technology would be difficult to realize. The excellent evidence of recognition are metal plaques at the corners of the bridge, existing to this day. The plaques of the bridge in Rock Island have only two names; the name of the commanding officer of the arsenal in Rock Island, colonel Buffington, as the representative of the United States government and the owner of the bridge, and the name of

Modrzejewski (***Ralph Modjeski***) as the chief engineer. The Modrzejewski Bridge is maintained with great care and will serve America for a long time.

Commemorative plaque of the bridge in Rock Island Ralph Modjeski

Keywords: bridge in Rock Island, Ralph Modjeski, railway bridge

O PROBLEMATYCE BUDOWY PRZEPUSTÓW I PRZEJŚĆ DLA ZWIERZĄT W INFRASTRUKTURZE KOMUNIKACYJNEJ

Adam Podhorecki, Magdalena Lachowicz

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Wśród obiektów infrastruktury komunikacyjnej służących ochronie zwierząt, wyróżnia się przejścia dolne (podziemne), w tym tunele i przepusty dla małych zwierząt, przepusty dla płazów, przejścia dla dużych i średnich zwierząt, estakady oraz przejścia górne – mosty krajobrazowe i duże przejścia nadziemne (tzw. zielone mosty).W poszczególnych stadiach procesu inwestycyjno – budowlanego powinna być konsekwentnie stosowana zasada zrównoważonego rozwoju. Istotą tej zasady jest powiązanie szybkiego rozwoju gospodarczego i wzrostu jakości życia człowieka z poprawą stanu środowiska przyrodniczego. Jest to przede wszystkim strategia rozwoju społeczno – gospodarczego. Zasada zrównoważonego rozwoju jest pojęciem znacznie szerszym niż tradycyjnie rozumiana ochrona środowiska. Zdarza się, że ruchy ekologiczne „wymuszają" rozbudowaną ponad miarę infrastrukturę komunikacyjną o obiekty służące ochronie zwierząt, sprowadzając zasadę zrównoważonego rozwoju w istocie tylko do ochrony środowiska. Proces projektowania infrastruktury komunikacyjnej, w której przewidywane są, m.in. przepusty i przejścia dla zwierząt najlepiej realizować w trzech następującymi etapami:

- opracowanie projektu koncepcyjnego, którego elementem składowym jest obiektywnie i profesjonalnie sporządzona Ocena Oddziaływania na Środowisko (OOŚ). Projekt ten powinien być opracowany w ujęciu wariantowym z dokładną kompleksową analizą i z wyspecyfikowaniem aspektów zasady zrównoważonego rozwoju.
- opracowanie projektu budowlanego, zawierającego zmodyfikowaną wcześniej opracowaną Ocenę Oddziaływania na Środowisko, respektującego zaakceptowany projekt koncepcyjny oraz uzyskanie odpowiednich decyzji administracyjnych na budowę projektowanych obiektów komunikacyjnych.
- opracowanie wielobranżowego projektu wykonawczego uwzględniającego projekt budowlany i wydane wcześniej decyzje administracyjne.

W związku z opracowywanymi obecnie tezami do kodeksu budowlanego należy problematykę uwarunkowań środowiskowych – odnoszącą się do infrastruktury komunikacyjnej – optymalnie potraktować.

Słowa kluczowe: przepusty dla zwierząt, projektowanie, zasada zrównoważonego rozwoju

ON PROBLEMS OF BUILDING PASSES AND CROSSINGS FOR ANIMALS IN COMMUNICATION INFRASTRUCTURE

Adam Podhorecki, Magdalena Lachowicz

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

The structures of communication infrastructure serving animal protection can be divided into underpasses (underground), including tunnels and passes for small animals, tunnels for amphibians, crossings for large and medium animals, flyovers and overpasses and in that, landscape bridges and large aboveground crossings (the so-called green bridges). At individual stages of investment and building process the rule of sustainable development should consistently be observed. The essence of this rule is connecting of the fast economic development and increasing quality of human life with an improvement of the state of the natural environment. This is first of all the strategy of social and economic development. The rule of sustainable development is a far broader concept than the traditionally defined protection of the environment. It happens that ecological movements *"force"* communication infrastructure excessively developed with structures serving for animal protection, bringing the rule of sustainable development in fact only to protection of the environment. The process of designing of communication infrastructure, where passes and crossings for animal are planned, is best realized at three successive stages:

- Development of a conception project, with the Assessment of Effect on Environment (OOŚ), made objectively and professionally, as a component. This project should be developed taking into consideration some variants, with a precise complex analysis and specification of the aspects of the rule of sustainable development.
- Development of the building design, comprising modified developed earlier Assessment of Effect on Environment, respecting the accepted conception design and receiving appropriate administrative decisions for the construction of designed communication structures.
- Development of multi-trade working project taking into consideration the building design and the administrative decisions taken earlier.

In connection with theses for the building code developed currently, the problems of environmental determinants – concerning communication infrastructure – should be treated in an optimal way.

Keywords: passes for animals, design, rule of sustainable development

BARIERY OCHRONNE PODSTAWOWYMI URZĄDZENIAMI BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO NA MOSTACH

Adam Podhorecki, Justyna Sobczak-Piąstka, Anna Podhorecka

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Mostowe bariery ochronne są jednym z podstawowych urządzeń ruchu drogowego, których zadaniem jest zapewnienie bezpieczeństwa tego ruchu. Bariery te stosuje się w miejscach, w których przejechanie poza krawędź drogi lub przekroczenie pasa dzielącego stwarza zagrożenie bezpieczeństwa kierowcy, pasażerów pojazdu i innych użytkowników drogi. Stąd też elementy te stosuje się na mostach, wiaduktach, na nasypach dróg, zakrętach oraz w miejscach, gdzie blisko jezdni znajdują się obiekty i przeszkody stałe. W przypadku barier ochronnych na mostach, bariery takie mają za zadanie przede wszystkim niedopuszczenie, aby pojazd spadł z obiektu. Bariera ochronna według ustawy Prawo o Ruchu Drogowym jest urządzeniem bezpieczeństwa ruchu, ale według ustawy Prawo Budowlane jest urządzeniem budowlanym trwale połączonym z obiektem. Ogólne zasady stosowania barier ochronnych uregulowane są w Polsce normą PN-EN 1317 pod nazwą „Systemy ograniczające drogę". W pracy omówiono podstawowe dane dotyczącą barier ochronnych, a także przedstawiono obowiązujące akty prawne regulujące stosowanie urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego. Omówiono także wytyczne stosowania drogowych barier ochronnych wydane przez Generalną Dyrekcję Dróg Krajowych i Autostrad, z których wynika, m.in., że bariery ochronne klasyfikuje się według klas działania na podstawie cech funkcjonalnych barier, tj.: poziomu powstrzymywania, odkształcenia wyrażonego szerokością pracującą oraz poziomu intensywności zderzenia.

Fot. 1. Urządzenia bezpieczeństwa ruchu na wiadukcie w miejscowości Stryszek k. Bydgoszczy

Słowa kluczowe: bariery mostowe, wymagania

PROTECTIVE BARRIERS AS BASIC DEVICES OF ROAD TRAFFIC SAFETY ON BRIDGES

Adam Podhorecki, Justyna Sobczak-Piąstka, Anna Podhorecka

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

Bridge protective barriers are one of the basic devices of road traffic which perform the task of providing safety of this traffic. The barriers are used in places where passing beyond the edge of the road or crossing the median strip poses a threat to the safety of the driver, the vehicle passengers, and other road users. Therefore those elements are used on bridges, viaducts, on road embankments, bends and in places where there are structures and constant obstacles close to the roadway. In the case of protective barriers on bridges, the main objective of such barriers is first of all to hold back the vehicle and prevent the vehicle from falling off the structure. According to the Road Traffic Act, a protective barrier is a device of traffic safety, but according to the Building Law, it is a building device fixed to the building structure. General rules of using protective barriers in Poland are regulated in the harmonized standard PN-EN 1317 titled *„Systems limiting the road"*. The paper discusses the basic data concerning protective barriers, and presents the binding legal acts regulating the use of road traffic safety devices. It also discusses the guidelines of the use of road protective barriers issued by the General Directorate for National Roads and Motorways, which indicate, among other things, that protective barriers are classified according to classes of action based on functional traits of those barriers, that is the level of holding back, deformations expressed with the working width and the level of collision intensity.

Photo 1. Traffic safety devices on a viaduct in Stryszek near Bydgoszcz

Keywords: bridge barriers, requirements

MONITORING I ANALIZA NUMERYCZNA ORAZ OCENA PRZYCZYN USZKODZEŃ I KONCEPCJA NAPRAWY MOSTU KRATOWNICOWEGO AUTOSTRADOWEGO W USA

Piotr J. Podhorecki

Ghelamco Poland Sp. z o.o.
ul. Wołoska 22, 02-675 Warszawa

Analizowany obiekt leży w ciągu jednej z najważniejszych autostrad w USA. Jest to most kratownicowy stalowy z dwoma żelbetowymi płytami pomostu, dwupoziomowy, z jazdą dołem i górą. Most składa się z 3 przęseł o rozpiętościach odpowiednio około 60, 140 i 60 metrów, wszystkie przęsła nurtowe; długość całkowita wynosi około 260 metrów, wysokość nad poziomem około 50 metrów. Przęsła oparte są na dwóch podporach żelbetowych oraz na przyczółkach. Konstrukcja przeseł jest podwieszona na obustronnych wspornikach opartych na podporach nurtowych (o długości około 20 metrów w każdą stronę) oraz na przyczółkach. Most został wybudowany w latach 60. XX w. i w trakcie użytkowania nie przeprowadzano gruntownych remontów tego obiektu. Inspekcja konstrukcji stalowej w 2006 roku wykazała znaczne uszkodzenia poprzecznic stalowych blachownicowych o przekrojach dwuteowych (pomiędzy dźwigarami kratowymi) w okolicach ich zakotwienia do konstrukcji dźwigarów. Uszkodzenia dotyczyły górnych półek przekroju oraz górnych fragmentów środników, w których stwierdzono wyboczenia i zarysowania/pęknięcia. Przeprowadzono naprawy tych rejonów poprzecznic, które jednak nie wyeliminowały przyczyn uszkodzeń i nastąpił dalszy ich postęp. W związku z powyższym zdecydowano o przeprowadzeniu kompleksowej analizy przyczyn uszkodzeń mostu i opracowaniu projektu jego naprawy. W ramach pracy opracowano model numeryczny konstrukcji mostu i przeprowadzono jego analizę metodą elementów skończonych, zainstalowano bazę pomiarową do monitoringu (tensometry pomiarowe, iklinometry, ogniwa termiczne) i przeprowadzono długookresowy monitoring konstrukcji mostu. Wyniki monitoringu służyły określeniu odształceń i przemieszczeń konstrukcji od działania obciążeń zmiennych oraz termicznych oraz do kalibracji modelu numerycznego. Na podstawie wyników monitoringu i analiz określono przyczyny uszkodzeń poprzecznic i opracowano koncepcję naprawy mostu oraz zweryfikowano numerycznie rozwiązanie techniczne naprawy konstrukcji. W pracy opisano monitoring i analizy numeryczne mostu oraz podsumowano otrzymane wnioski, przedstawiając koncepcję naprawy konstrukcji obiektu.

Słowa kluczowe: monitoring, metoda elementów skończonych, kratownica stalowa, uszkodzenia konstrukcji

LONG-TERM MONITORING, NUMERICAL ANALYSIS, DAMAGE INVESIGATION AND RETROFIT CONCEPT DEVELOPMENT FOR A HIGHWAY TRUSS BRIDGE STRUCTURE IN THE USA

Piotr J. Podhorecki

Ghelamco Poland Sp. z o.o.
Wołoska str. 22, 02-675 Warszaw

The bridge is located on one of the most important of US interstate highways. It is steel thru-truss bridge with two reinforced concrete slabs, two-level traffic, with lower and upper decks. The structure has 3 spans, all over the river channel and lengths around 60, 140 and 60 meters, respectively, total length of around 260 meters, hight of around 50 meters above water level. Superstructure is composed of cantilevered spans, supported on two waterway piers and end abutments thru cantilevers on piers (around 20 meters long both directions). The structure was built is sixties of 20th century and ever since was not completely retrofitted. Steel susperstructure inspection in 2006 concluded that there are significant damages in both lower and upper level floorbeams (steel plate girders) connecting trusses near their fixed ends to trusses. These damages, out-of-plane and in-plane deformations and cracks, concentrated in top potions of webs and in top flanges. Repairs were made, however these works did not eliminate the reasons of damages and were followed with further development of floorbeam failures. It was decided to perform complex damage investigation and develop retrofit design for the bridge superstructure. The study focused on development of numerical model of the bridge and finite element analysis, monitoring system was installed (including straigages, tiltmeters and thermocouples) and long-term monitoring was performed. Monitoring results were used to determine strains and movements/deformations of steel structure due to live loads and temperature gradients and calibration of the numerical model. Based on the results of monitoring and fnite element analysis, the reasons of failures were determined, retrofit design concept was developed and numerically verified. This paper describes monitoring and numerical analysis performed and sumarizes conslusions from study and retrofit design concept.

Keywords: monitoring, finite element analysis, steel truss, structural failures

IDENTYFIKACJA PARAMETRÓW KRYTYCZNYCH MAJĄCYCH WPŁYW NA NIEZAWODNOŚĆ MOSTÓW KOLEJOWYCH

Anna M. Rakoczy

University of Nebraska - Lincoln
2200 Vine Street, 362P Whittier Research Center, Lincoln, NE 68583-0856

Wydajność transportu kolejowego zależy w dużej mierze od niezawodności mostów kolejowych, które są narażone na różne formy degradacji i ekstremalne warunki środowiska. Więcej niż połowa mostów kolejowych w USA została wybudowana przed 1950 r. i wiele z nich wykazuje oznaki zniszczenia. Ważne pytanie na które właściciele i zarządcy mostów kolejowych chcą znać odpowiedź to, jak zapewnić bezpieczeństwo istniejących konstrukcji w okresie ich jurysdykcji. Artykuł ten przedstawia identyfikację krytycznych parametrów dla typowego mostu stalowego z dźwigarami blachownicowymi, nitowanymi. Taki typ mostu stanowi system słabego ogniwa. Oznacza to, że awaria jednego elementu może prowadzić do awarii całego mostu. Dlatego identyfikacja parametrów krytycznych jest bardzo ważna. Badania obejmują określenie podstawowych parametrów obciążenia i nośności jak również wyprowadzenie procedur analitycznych do modelowania odpowiedzi konstrukcji. Zaawansowana metoda analityczna, Metoda Elementów Skończonych (MES) została użyta do scharakteryzowania zachowania konstrukcji mostu. Trójwymiarowy model został opracowany do określenie rozkładu naprężeń w elementach i połączeniach konstrukcyjnych. Ważna jest świadomość, że dokładność procedur analitycznych zależy od dokładności danych wejściowych. Dlatego też model MES został zweryfikowany z pomiarami w terenie wykonanymi przez poprzednich badaczy. Przeprowadzona analiza zawiera obliczenia naprężeń, ugięcia i zmęczenia pod danym obciążeniem. Rozpatrzono dwa przypadki obciążenia: projektowe według normy AREMA i rzeczywiste oparte na statystykach kolejowych. Zauważono, że znaczna ilość momentu zginającego powstaje na połączeniach między podłużnicami a belkami poprzecznymi z powodu sztywności połączeń. Powszechnie projektuje się połączenie dwóch kątowników do środnika tylko na siły tnące, bez uwzględnienia momentu zginającego. Dlatego, połączenia pomiędzy pierwszorzędnymi i drugorzędnymi elementami konstrukcji są krytyczne w odniesieniu do niezawodności mostu.

Słowa kluczowe: analiza MES, parametry krytyczne, mosty kolejowe, połączenia konstrukcyjne

IDENTIFICATION OF CRITICAL PARAMETERS THAT AFFECT SAFETY OF RAILWAY BRIDGES

Anna M. Rakoczy

University of Nebraska - Lincoln
2200 Vine Street, 362P Whittier Research Center, Lincoln, NE 68583-0856

Performance of the railway transportation network depends on the reliability of railway bridges which can be affected by various forms of deterioration and extreme environmental conditions. More than half of the railway bridges in US were built before 1950 and many show signs of distress. An important question facing the owners and administrators of railway bridges is how to assure safety of existing structures under their jurisdiction. In this study identification of critical parameters for typical through-plate girder, riveted, open deck railway bridge was performed.

The through-plate girder, riveted railway bridge is a weakest-link system. It is mean that the failure of one component can lead to failure of the entire bridge. Therefore, identification of critical components is very important. The research work involves indication of the basic load and resistance parameters, and the development of analytical procedures for modeling the structural behavior. The advance Finite Element Method (FEM) was used to investigate characteristic of structural performance of the bridge. Three-dimensional model of structure was developed to determine stress distribution in the members and connections.

It is important to realize that the accuracy of analytical procedures depends on the accuracy of the input data. Therefore, the FEM model was verified with field measurements done by previous researchers. The analysis carried out the calculation of stresses, deflection and fatigue analysis under applied load. Two cases of load were considered: design load according to AREMA and current operating conditions based on the train statistics.

It was observed that a considerable amount of end moment in stringer-to-floor-beam connections may be developed at the connection because of unintentional connection stiffness. It has been common engineering practice to design double angle connection due to shear force only. Therefore, connections between primary and secondary members are critical with reference to fatigue.

Keywords: FEM analysis, critical parameters, railway bridges, stringer-to-floor-beam connections

MODEL MATEMATYCZNY PŁYTY „ORTOTROPOWEJ" JAKO CZĘŚCI KONSTRUKCJI MOSTOWEJ

Krystian Rosiński, Mykhaylo Delyavskyy

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

W pracy omówiono pewien typ konstrukcji mostowej złożonej z płyty żelbetowej wzmocnionej od dołu szeregiem żeber cienkościennych połączonych w oddzielnych punktach krawędzi poprzecznych z pasem dolnym kratownicy przestrzennej. Kratownica przestrzenna składałą się z dwóch płaskich kratownic symetrycznych stężonych na poziomie pasa górnego. Założono, że na skutek stężenia wspólny obrót płyty i kratownicy nie jest możliwy. Na krawędziach podłużnych konstrukcja była swobodnie podparta. W celu rozwiązania zagadnienia, konstrukcję podzielono na oddzielne części: płytę, żebra i kratownicę, zwane elementami konstrukcyjnymi. Płyta znajduje się pod obciążeniem czynnym w postaci siły skupionej przyłożonej w dowolnym miejscu powierzchni górnej i pod obciążeniem biernym w postaci sił współdziałania płyty i żeber oraz płyty i kratownicy na krawędziach bocznych. W modelu matematycznym płyta wraz z żebrami traktowana jest jako płyta gruba. Do górnej powierzchni żeber przyłożono obciążenie ciągłe, do dolnej powierzchni płyty obciążenie pasmowe, a do krawędź poprzecznych obciążenie skupione w postaci sił tnących. Nieznane intensywności obciążeń określono z warunków ciągłości przemieszczeń stycznych oraz ugięć płyty i żeber w wybranych przekrojach. Składowe tensora naprężeń określono z równań fizycznych. Analizę trójwymiarowego stanu naprężeń i przemieszczeń w płytach można przeprowadzić w sposób przybliżony za pomocą wielkości tworzących pola dwuwymiarowe. Ścisłe rozwiązanie zagadnień brzegowych teorii płyt możliwe jest tylko dla najprostszych przypadków. W teoriach technicznych sprowadzenie zagadnienia trójwymiarowego do dwuwymiarowego polega na przyjęciu a priori pewnych założeń upraszczających (więzów), dotyczących dopuszczalnych pól przemieszczeń bądź naprężeń lub obu tych pól na raz. Z warunków ograniczających naprężenia na powierzchniach płyty określone są funkcje rozkładu przemieszczeń po grubości płyty, a z warunków brzegowych korektory. Otrzymano wyrażenia przemieszczeń i naprężeń zawierające tylko potencjały przemieszczeń i funkcje rozkładu. Zaproponowano postać funkcji rozkładu. Rozwiązanie płyty sprowadzono do rozwiązania układu równań równowagi zredukowanych względem pięciu potencjałów przemieszczeń. Opracowano metodę rozwiązywania tego układu równań. Model uwzględnia wydłużenie podłużne konstrukcji.

Słowa kluczowe: płyta mostowa, model matematyczny

MATHEMATICAL MODEL OF "ORTHOTROPIC" PLATE AS A PART OF BRIDGE STRUCTURE

Krystian Rosiński, Mykhaylo Delyavskyy

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-796 Bydgoszcz

A certain type of bridge structure is considered, composed of a reinforced concrete plate strengthened from the bottom with a series of thin-walled ribs connected in separate points of transverse edges with the bottom flange of a spatial truss. The spatial truss is composed of two flat symmetrical trusses concentrated on the level of the top flange. It is assumed that as a result of bracing, the common rotation of the plate and truss is not possible. The structure is simply supported on longitudinal edges. To solve this issue, the structure is divided into separate parts: the plate, the ribs and the truss, called constructional elements. The plate is situated under active load in the form of a concentrated force applied at any place of the upper surface and under passive load in the form of cooperation forces of the plate and ribs as well as of the plate and truss at lateral edges. In the mathematic model, the plate together with ribs is treated as a thick plate. Continuous load was applied to the top surface of ribs, band load to the bottom surface of the plate, and concentrated load in the form of shearing forces – to transverse edges. Unknown intensities of loads are determined from conditions of continuity of tangential displacements and deflections of the plate and ribs in selected sections. Components of the stress tensor were determined from physical equations. Analysis of the three-dimensional state of stresses and displacements in plates can be carried out in approximate way, using quantities creating two-dimensional fields. Strict solution of boundary problems of the plate theory is possible only for the simplest cases. In technical theories, bringing the three-dimensional issue to two-dimensional consists in making a priori certain simplifying assumptions (bonds), concerning permissible fields of displacements or stresses, or both those fields at the same time. Functions of displacement distribution along the width of the plate are determined from conditions limiting stresses on plate surfaces, and correctors from the boundary conditions. Expressions of displacements and stresses were obtained containing only displacement potentials and distribution functions. The form of distribution function was proposed. The plate solution was brought to the solution of a system of equations of equilibrium reduced in relation to five displacement potentials. The method for solution of this equation system was developed. The model takes into consideration longitudinal elongation of the structure.

Keywords: bridge plate, mathematical model

PRZEPRAWA MOSTOWA PRZEZ BRDĘ, W CIĄGU TRASY UNIWERSYTECKIEJ W BYDGOSZCZY

Tadeusz Stefanowski

Transprojekt Gdański
ul. Partyzantów 72a, 80-254 Gdańsk

Trasa o długości około 1,6 km usytuowana będzie w większości na obiektach inżynieryjnych. Będzie to ulica dwujezdniowa (po dwa pasy ruchu w każdą stronę). Zaczynać się będzie na ul. Wojska Polskiego (w pobliżu kościoła przy skrzyżowaniu z ul. Słowiańską). Dalej przebiegać będzie nad ulicą Toruńską, nad linią tramwajową biegnącą wzdłuż ul. Toruńskiej, nad terenem PKS-u oraz ul. Jagiellońską. Na wysokości ul. Sieńki trasa połączy się z obecnym poziomem.

Na etapie projektowania, zanim ostateczny projekt trasy w ciągu ulicy Ogińskiego, w tym przedmiotowej przeprawy mostowej uzyskał ZRID, należało wykonać kilka koncepcji obiektów o wysokim kunszcie inżynierskim wraz z określeniem kosztów ich realizacji. Takie podejście projektant zawdzięcza rezolutności inwestora, który na etapie przygotowania materiałów przetargowych do projektowania zawarł wystarczające zapisy, aby osiągnąć cel, jakim było pozyskanie dokumentacji projektowej dla obiektu o nietypowej architekturze.

Pozostało tylko puścić wodze fantazji podejmując wyzwanie. Inspiracją była współpraca międzyludzka, będąca podstawą sukcesu.

Przedstawiono koncepcje o wysokich walorach architektonicznych. Opracowania były zaopatrzone w wizualizacje dla każdego z wariantów przeprawy mostowej. Jednym z wariantów był most łukowy, innym most podwieszony z jedną płaszczyzną want w osi pasa dzielącego, jednak największe uznanie zyskał wariant mostu podwieszonego z pylonem odbiegającym od typowych. Był to początek drogi dla stworzenia zarówno wizytówki miasta, jak i rozpoznawalnej budowli Bydgoszczy.

Przeprawa mostowa przez Brdę, w ciągu Trasy Uniwersyteckiej, obejmuje most nurtowy M-2 wraz z estakadami dojazdowymi – lewobrzeżną E-1 i prawobrzeżną E-3. Na lewym brzegu rzeki, przy estakadzie E-1 zostaną wybudowane wiadukty WD-4 i WD-5, zlokalizowane w ciągu dróg łącznikowych. Na przedłużeniu obu estakad zostaną wykonane mury oporowe. Nadto wszystko zaprojektowano kładkę dla pieszych o konstrukcji stalowej łukowej, z podwieszonym pomostem. Zgodnie z ideą Zamawiającego oprócz prowadzenia ruchu pieszego kładka ta ma pełnić funkcję widokową. Użytkownicy kładki będą mogli cieszyć się widokiem doliny rzeki Brdy oraz mostu z monumentalnym pylonem w kształcie przenikających się „podków". Most nurtowy zaprojektowano o konstrukcji podwieszonej. Wysokość pylonu sięga około 70 m. Przewiduje się iluminację mostu głównego. Długość mostu nurtowego wynosi ponad 200 m. Łączna długość mostu z przyległymi estakadami wynosi około 723 m.

Filarom wiaduktów i estakad, nadano kształt otwierający odbiorcom i użytkownikom pole wyobraźni, bardziej na zasadzie zabawy „co autor miał na myśli?".

Słowa kluczowe: inspiracja, architektura, „podkowy", pylon, łuki, podwieszenie

BRIDGE CROSSING OVER THE BRDA RIVER ALONG THE UNIVERSITY ROUTE IN BYDGOSZCZ

Tadeusz Stefanowski

Transprojekt Gdański
Partyzantów str. 72a, 80-254 Gdańsk

The route with a length of about 1.6 km will be situated mostly on engineering structures. This will be a dual carriageway (two lanes in each direction). It will start from Wojska Polskiego street (near the church at the intersection with Słowiańska street). Farther it will run over Toruńska street, over the tram line running along Toruńska street, over the area of the bus station and Jagiellońska street. At Sieńki street the route will be joined to the current level.

At the design stage, before the final project of the Route along Ogińskiego street, including the bridge crossing in question, gained ZRID (permission to realize the road investment), several conceptions of structures with a high engineering craftsmanship had to be made, along with the estimation of the costs of their realization. The Designer owes such an approach to the quick-wittedness of the Investor, who at the stage of preparation of tender material for designing contained sufficient regulations to achieve the objective which was obtaining the design documentation for a structure with untypical architecture.

It only remained to let the Designer's imagination run free, taking up the challenge. Inspiration was human co-operation, being the basis of success, two intertwined beings capable of bringing the germ of strength and energy translated into a pylon, also composed of the TWO.

Conceptions with high architectonic values were presented. The designs were provided with visualizations for each variant of the bridge crossing. One of the variants was an arched bridge, another – suspended with one plane of cable stays in the axis of the median, but the variant of a suspended bridge with a pylon different from the typical ones gained the higher recognition. This was the beginning of the way for creating both a mark and a recognizable building of Bydgoszcz.

The bridge crossing over the Brda, along the University Route, comprises the main bridge M-2 along with approach flyovers – the left-bank E-1 and the right-bank E-3. On the left river bank, at the flyover E-1 viaducts WD-4 and WD-5 will be built, localized along connecting roads. Retaining walls will be made as a continuation of both flyovers. Additionally a footbridge with a steel arched structure, with a suspended deck, was designed. According to the idea of the Client, apart from carrying the pedestrian traffic, this footbridge is supposed to act as a viewing area. The footbridge users will be able to enjoy the view of the Brda River valley and of the bridge with a monumental pylon in the shape of intertwined "horseshoes". The main bridge with the suspended structure was designed. The height of the pylon reaches about 70m. The illumination of the main bridge is planned. The length of the main bridge is over 200m. The total length of the bridge with adjoining flyovers amounts to about 723m.

The pillars of viaducts and flyovers were given the shape opening a scope for imagination of the recipients and users, more as a game "what did the author mean?".

Keywords: inspiration, architecture, "horseshoes", pylon, arches, suspension

EWOLUCJA W KSZTAŁTOWANIU WSPORNIKÓW CHODNIKOWYCH NA DROGOWYCH OBIEKTACH INŻYNIERSKICH W KONTEKŚCIE AWARII WSPORNIKÓW NA OBIEKTACH WOJEWÓDZTWA KUJAWSKO-POMORSKIEGO

Czesław Szczesik[1], Łukasz Szczesik[2]

[1] GDDKiA Oddział w Bydgoszczy
ul. Fordońska 6, 85-085 Bydgoszcz
[2] Firma GOTOWSKI Budownictwo Komunikacyjne i Przemysłowe Sp. z o.o.
ul. Toruńska 300, 85-880 Bydgoszcz

Jednym z istotnych elementów mostu jest konstrukcja strefy krawędziowej. W pierwszych obiektach mostowych kamiennych i ceglanych funkcje zabezpieczenia krawędzi pełniły wyniesione ściany czołowe. W mostach stalowych z reguły strefy chodnikowe konstruowano na wysuniętych na zewnątrz poprzecznicach. W Polsce istotny rozwój konstrukcji wsporników chodnikowych na mostach żelbetowych nastąpił po 1945r. W konstrukcjach tych najczęściej stosowano wsporniki chodnikowe wyniesione powyżej płyty pomostu. Później nastąpiła era prefabrykacji i stosowanie prefabrykowanych płyt gzymsowych. Równolegle zaczęto stosować obiekty bezkrawężnikowe. Oba te rozwiązania w związku z licznymi wadami stosunkowo szybko zaniechano. W ostatnim czasie jako rozwiązanie o stosunkowo najmniejszej ilości wad stosuje się monolityczne kapy chodnikowe dostosowane do: osadzenia barier i balustrad, układu odwodnienia izolacji, współpracy z krawężnikami kamiennymi i prefabrykowanymi deskami gzymsowymi.

Konsekwencją stosowania złych rozwiązań konstrukcyjnych, a także błędów projektowych i wykonawczych były awarie wiaduktu w Przyłubiu oraz mostu w Brodnicy. Awaria wiaduktu w Przyłubiu doprowadziła do oberwania cienkiego, zdegradowanego przez procesy korozyjne wspornika chodnikowego w wyniku najechania na niego pojazdem. Awaria mostu w Brodnicy doprowadziła do oberwania wspornika chodnikowego w wyniku błędu wykonawczego, polegającego na umieszczeniu prętów zbrojenia w środku wysokości przekroju betonowego. Po rozdeskowaniu elementu nastąpiło jego zarysowanie, które powiększało się z czasem w wyniku procesów korozyjnych i atmosferycznych.

Zastosowanie w obu przypadkach rozwiązań konstrukcyjnych aktualnie stosowanych w mostownictwie praktycznie wyeliminowałoby możliwość tego typu awarii.

Słowa kluczowe: wspornik chodnikowy

EVOLUTION IN SHAPING PAVEMENT BRACKETS ON ROAD ENGINEERING STRUCTURES IN THE CONTEXT OF BRACKET DAMAGE ON STRUCTURES OF KUYAVIAN – POMERANIAN VOIVODESHIP

Czesław Szczesik[1], Łukasz Szczesik[2]

[1] GDDKiA Oddział w Bydgoszczy
Fordońska str. 6, 85-085 Bydgoszcz
[2] „GOTOWSKI" Firm Transport and Industrial Building Ltd. Company
Toruńska str. 300, 85-880 Bydgoszcz

One of the essential elements of the bridge is the construction of the edge zone. In the first stone and brick bridges, the functions of edge protection were performed by raised headwalls. In steel bridges, pavement zones were generally constructed on cross-bars moved outside. In Poland a considerable development of the structures of pavement brackets on reinforced concrete bridges took place after 1945. In those structures pavement brackets raised above the deck plate were the most often used. Later there was the period of prefabrication and the use of prefabricated coronas. At the same time no-curb structures began to be used. Both those solutions were abandoned relatively fast, in connection with numerous faults. In recent times, monolithic pavement surfaces are used, adjusted to set barriers and balustrades, to the system of insulation dewatering, to cooperate with stone curbs and prefabricated cornice boards, as the solution with a relatively smallest number of faults.

A consequence of applying wrong constructional solutions, as well as design and working errors, was the damage of the viaduct in Przyłubie and of the bridge at Brodnica. The damage of the viaduct in Przyłubie brought to coming down of a thin pavement bracket, degraded by processes of corrosion, in the effect of running into it with a vehicle. The damage of the bridge in Brodnica led to coming down of a pavement bracket as a result of the working mistake consisting in placing reinforcement bars in the middle of height of the concrete section. After stripping of the element, its cracking took place, which increased with time as a result of corrosion and atmospheric processes.

In both cases the use of constructional solutions currently used in bridge engineering would practically eliminate the possibility of this kind of damage.

Keywords: pavement bracket

OBCIĄŻENIA ŻELBETOWYCH OBIEKTÓW MOSTOWYCH WEDŁUG NORM PN-EN

Rafał Tews, Agata Lachiewicz-Złotowska, Jarosław Gajewski

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz

Eurokody są europejskimi normami projektowania obiektów budowlanych. Obejmują one szerokie spektrum zagadnień dotyczących procesu projektowania konstrukcji. Od podania metody wymiarowania konstrukcji, przez szczegółowe wytyczne dotyczące określania działających na konstrukcje obciążeń, do przepisów związanych z wymiarowaniem konstrukcji i ich elementów w zależności od materiału konstrukcyjnego. Eurokody to 10 pakietów (zbiorów) norm, w większości, których można znaleźć część dotyczącą projektowania obiektów mostowych. Odpowiadają one materiałom, których dany Eurokod dotyczy. W artykule skupiono się na wytycznych związanych z obciążeniami konstrukcji mostowych, ze szczególnym uwzględnieniem obiektów żelbetowych. Dokonany został podział obciążeń w zależności od możliwych sytuacji obliczeniowych. Biorąc pod uwagę zalecenia podane w normie „PN-EN 1990:2004/A1 Eurokod Podstawy projektowania konstrukcji", zestawione zostały kombinacje obciążeń występujące we wszystkich sytuacjach obliczeniowych, związanych ze stanem granicznym nośności (ULS). Podane zostały również kombinacje obciążeń dla stanu granicznego użytkowalności (SLS). Szczególną uwagę zwrócono na sposób ustalania obciążeń ruchomych mostów drogowych. Wykazano istotne różnice między podejściem podanym w PN-EN 1991-2 a normą polską PN-85/S-10030. Uwzględniając, podane w rozporządzeniu wytyczne dotyczące szerokości pasów ruchu na drodze klasy A, S, GP i G w artykule przedstawiono sposób ustalania liczby potoków ruchu pojazdów na obiekcie.

Słowa kluczowe: obciążenia ruchome mostów, Eurokod, kombinacje obciążeń mostowych

ACTIONS FOR CONCRETE BRIDGES ACCORDING TO EUROCODES

Rafał Tews, Agata Lachiewicz-Złotowska, Jarosław Gajewski

Department of Civil and Environmental Engineering
University of Technology and Life Sciences
Prof. S. Kaliskiego str. 7, 85-789 Bydgoszcz

The Eurocodes are the european standards for structure design. They cover a wide range of issues concerning the process of the structural design. Onwards the methods of structures analysis, through detailed guidance on determining the loads acting on structures, the regulations related to the dimensioning of structures and their elements, depending on the material of construction. The Eurocodes comprise 10 packages (collections) of standards, in the majority of which you can find a part concentrating on the design of bridges. They correspond to the materials of which the relevant Eurocode applies. The article is focused on the guidelines related to the loads of bridge structures, with particular reference to concrete objects. Loads were divided, depending on of the possible design situations. Taking into account the recommendations given in the "PN-EN 1990:2004/A1 Eurocode Basis of the structural design", combinations of loads in all of the design situations regarding to the ultimate limit state (ULS) were discussed. The combinations of loads for serviceability limit state (SLS) were also discussed. Special attention was given on how to determine the loads of moving road bridges. Was showed significant differences between the approach given in PN-EN 1991-2 and Polish norm PN-85/S-10030. Considering the regulation, guidelines relating to the width of traffic lanes on the road class A, S, GP and G in the article shows how to determine the number of traffic flows on the object.

Key words: traffic loads on bridges, Eurocode, combinations of bridge loads

ŁUK BIAŁOSTOCKI

Mirosław Wałęga[1], Mikołaj Miśkiewicz[2]

[1] Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego S.A.
ul. J. Uphagena 27, 80-237 Gdańsk
[2] Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska
ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

Referat prezentuje oddany do użytkowania w czerwcu 2011 wiadukt drogowy „Łuk Białostocki". Konstrukcja ta z uwagi na lokalizację dźwigara łukowego względem osi pomostu – po przekątnej, jest w Polsce w swojej skali obiektem prototypowym.

Ustrój nośny obiektu stanowi stalowy bezprzegubowy dźwigar łukowy, usytuowany w rzucie z góry po krótszej przekątnej konstrukcji, z podwieszonym za pomocą cięgien pomostem zespolonym. Rozpiętość obiektu wynosi 66 m, zaś szerokość całkowita 16,48 m. Przekrój poprzeczny łuku jest skrzynką stalową, usztywnioną wewnętrznymi żebrami podłużnymi oraz przeponami. Wieszaki, które wykonano z lin stalowych, są czynnie zakotwione w poprzecznicach pomostu, a biernie w łuku. Asymetryczny układ lin zmieniający stronę podwieszenia w kluczu poza dominującą siłą ściskającą jest poddany znacznemu zginaniu ukośnemu ze skręcaniem co zmienia klasyczną strukturę wytężenia dźwigara pracującego w strukturalnie złożonym stanie naprężeń wraz z tendencją do wymuszania poziomej rotacji pomostu. Konstrukcje pomostu tworzy stalowy ruszt trzech dźwigarów podłużnych i poprzecznic zespolony ze współpracującą płytą żelbetową.

Projektant – Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego S.A. w Gdańsku – w celach konsultacyjnych posiłkował się nadzorem naukowym realizowanym przez Katedrę Mechaniki Budowli i Mostów Politechniki Gdańskiej. Niezależnie od obliczeń wykonanych przez projektantów nadzór naukowy analizował pracę całej konstrukcji i jej fragmentów. Dodatkowe symulacje obliczeniowe wspierały jednostkę projektową w podejmowaniu decyzji podczas rozwiązywania detali konstrukcyjnych, wytwarzania i wznoszenia obiektu.

Słowa kluczowe: wiadukt łukowy, prototyp, MES

BIALYSTOK ARCH BRIDGE

Mirosław Wałęga[1], Mikołaj Miśkiewicz[2]

[1] Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego S.A.
J. Uphagena str. 27, 80-237 Gdańsk
[2] Faculty of Civil and Environmental Engineering
Gdansk University of Technology
Narutowicza str. 11/12, 80-233 Gdańsk

Paper presents given to use in June 2011 viaduct named "Bialystok arch bridge". This structure due to the diagonal location of the arch girder axis to deck - is in its scale prototype object in Poland.

The load bearing structure – fixed arch girder, is located in the top plan view along the short diagonal of the suspended composite deck. The span of the object is 66 m and total width is 16.48 m. Arch cross section is a steel box, stiffened by internal ribs. Active anchors of the hangers made of steel wire ropes are in traverses and passive are in the arch girder. Asymmetrical cables that change side in the middle of span cause that arch girder beside the dominant compressive force is also under large diagonal bending and torsion. It modifies the classical work of arch girder in a structurally complex stress state with a tendency to force the horizontal rotation of the platform. The deck is created as steel-concrete composite structure.

The designer of the „Bialystok arch bridge" - Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego S.A. in Gdansk for consultation purpose cooperated with Department of Structural Mechanics and Bridge Structures of Gdansk University of Technology. Scientific team analyzed the entire structure and its details independently of the designers calculations. Additional numerical simulations supported the designer in decisions about solving structural details, fabrication and structure erection.

Keywords: arch viaduct, prototype, FEM

MONITORING TECHNICZNY KONSTRUKCJI INŻYNIERSKICH. MOSTY I HALE

Krzysztof Wilde

Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska
ul. Nartowicza 11/12 , 80-233 Gdańsk

Systemy monitoringu technicznego obiektów budowlanych, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009 roku, powinny być instalowane w budynkach użyteczności publicznej przeznaczonych do przebywania znacznej liczby osób. W przypadku obiektów o szczególnym znaczeniu wskazane jest ciągłe, zautomatyzowane diagnozowanie stanu wytężenia newralgicznych elementów konstrukcyjnych. Wczesne i precyzyjne wykrycie uszkodzeń, powstających w trakcie użytkowania, pozwala na prewencyjne działania naprawcze oraz utrzymanie nieprzerwanej eksportacji obiektu.

W pracy omówiono cele i funkcje systemów monitoringu technicznego konstrukcji inżynierskich (MTK). Artykuł opisuje dwa podstawowe typy systemów MTK. Pierwszy typ systemów MTK instalowany jest w celu zapewnienia lub podniesienia bezpieczeństwa konstrukcji w trakcie jej użytkowania w warunkach odbiegających od założeń projektowych lub w warunkach zwiększonego ryzyka propagacji uszkodzeń. Drugi rodzaj systemów MTK pełni funkcje pomocnicze w procesie utrzymania obiektu inżynierskiego. W artykule zawarte są wskazówki dotyczące projektowania i budowy wymienionych typów systemów MTK.

W artykule przedstawiono przykłady zrealizowanych systemów MTK obiektów budowalnych, w tym szczegółowo omówiono systemy MTK dla obiektów mostowych zlokalizowanych w Portugalii, w Azji Południowo-Wschodniej oraz w Polce. Szczególna uwaga skierowana jest na systemy MTK wykorzystujące referencyjne modele numeryczne (np. bazujące na Metodzie Elementów Skończonych). W pracy przedstawiono także uwarunkowania prawne związane z użytkowaniem systemów MTK w Polsce oraz podniesiona jest kwestia przydatności systemów MTK w relacji do ponoszonych kosztów ich instalacji i utrzymania.

Słowa kluczowe: monitoring techniczny konstrukcji, mosty

STRUCTURAL HEALTH MONITORING OF ENEGINEERING OBJECTS. BRIDGES AND SPORTS ARENAS

Krzysztof Wilde

Faculty of Civil and Environmental Engineering
Gdansk University of Technology
Narutowicza str. 11/12, 80-233 Gdańsk

Structural health monitoring (SHM) systems of civil engineering objects should be installed in polish public buildings attended by large number of people, according to Regulation of Minister of Infrastructure from March 12, 2009. The term *structural health monitoring* refers to continuous collection and analysis of selected structural parameters. Civil infrastructure, in most countries, consists of a large number of ageing buildings, towers, bridges, tunnels, dams and other structures, which require regular inspections to ascertain their safety. The visual inspections might be reinforced by non-destructive testing. The early and precise detection of damage allows to undertake appropriate repair measures before the damage deteriorates to the extent of making the structure unserviceable.

The paper presents the aims and functions of SHM systems. In the paper two types of SHM systems are proposed. The first type is installed to ensure the safety of an engineering object due to operation in condition different from assumptions set by the designer or due to risks of damage propagation. The second type of SHM systems is used to help operating the object and reduce the maintenance costs.

The paper presents the examples of the SHM systems for civil engineering objects with special attention placed on systems for bridges located in Portugal, Southeast Asia and Poland. The selection of a proper nondestructive testing (NDT) method as well as numerical reference model based on Finite Element Method is discussed. The paper presents the legal conditions of SHM systems in Poland and the cost-effectiveness issues.

Keywords: structural health monitoring, bridges

O ZASADACH KSZTAŁTOWANIA SWOBODNYCH KRAWĘDZI PRZĘSEŁ MOSTÓW

Witold Wołowicki, Krzysztof Karpiński

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Politechnika Poznańska
Plac Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań

W mostach wielodźwigarowych i płytowych swobodne krawędzie pomostów kończą się wspornikami, zredukowanymi w skrajnym przypadku tylko do gzymsów. Autorom znane są nawet przypadki całkowitej eliminacji gzymsów, w których swobodne krawędzie przęseł ograniczają tylko dźwigary. Podstawowym zadaniem gzymsów jest odprowadzenie wody opadowej z ich powierzchni i niedopuszczenie do ściekania wody na powierzchnie boczne dźwigarów. Dodatkowo poprzez odpowiedni dobór kształtu i wysokości gzymsów można wpływać na wygląd elewacji mostu, eksponując na przykład jego funkcję komunikacyjną. O wysięgu wsporników decydują zwykle kryteria i estetyczne i konstrukcyjne. Pod względem estetycznym zalecane są niezbyt duże wysięgi wsporników, przy których cień nie przesłania całej powierzchni bocznej dźwigarów. Ze względów konstrukcyjnych zasadne są rozwiązania, gdy wysięg płyty pomostowej wynosi 0,3-0,7 rozstawu dźwigarów lub gdy tylko część chodnika znajduje się na wsporniku (w przypadku przęseł płytowych). Znane zalecenia nie uzależniają wysięgu wsporników od wysokości dźwigarów belkowych lub płytowych.

Tymczasem w wielu obiektach wybudowanych w kraju, szczególnie z prefabrykowanymi dźwigarami sprężonymi, na bocznych powierzchniach dźwigarów skrajnych obserwuje się liczne objawy destrukcji betonu, a przede wszystkim cięgien sprężających. Część tych obiektów poddawana jest przebudowie, a nawet rozbiórce. Przyczyną destrukcji w takich przypadkach jest z reguły niekorzystne oddziaływanie środowiska (nasłonecznienia, opadów deszczu i śniegu przy silnym wietrze, zmian temperatury-przejść przez zero) przy małym wysięgu wsporników w stosunku do wysokości dźwigarów. Potwierdzeniem tej hipotezy mogą być mosty dwudźwigarowe i skrzynkowe, w których, przy znacznym wysięgu wsporników w stosunku do wysokości dźwigarów, nie obserwuje się tego typu destrukcji. W naszych warunkach klimatycznych kształtowanie swobodnych krawędzi przęseł powinno zatem być uzależnione przede wszystkim od kryterium trwałości, tj. skutecznego zabezpieczania skrajnych dźwigarów od bezpośredniego działania czynników atmosferycznych. W pracy przedstawiono przykłady właściwego i błędnego ukształtowania wsporników i gzymsów. W zakończeniu podano propozycje kształtowania swobodnej krawędzi przęseł, m.in. przyjmowania wysięgu wsporników w funkcji wysokości dźwigarów i gzymsów czy stosowania gładkich powierzchni zewnętrznej skrajnych dźwigarów.

Słowa kluczowe: kształtowanie gzymsów, wsporniki mostów, swobodne krawędzie płyt pomostów

PRINCIPLES OF SHAPING THE FREE EDGES OF BRIDGE SPANS

Witold Wołowicki, Krzysztof Karpiński

Faculty of Civil and Environmental Engineering
Poznan University of Technology
Marii Skłodowskiej-Curie str. 5, 60-965 Poznań

In the girder and slab bridges cantilevers end in the form of free edges of decks. Sometimes cantilevers are reduced only to cornices. There are also known cases of complete elimination of cornices. In these cases edges of spans are limited only by side surfaces of external girders.

The basic task of the cornices is removal of rainwater from their side surfaces as well as protection of side surfaces of the girders against water. Furthermore through choice of the appropriate shape of cornices we can change the appearance of whole bridge.

The cantilevers length is determined by aesthetic and construction criteria. For aesthetic reason short cantilevers are recommended (shadow should not hide all side surfaces of the girders). It is also recommended to determine cantilevers length as 0.3-0.7 of spacing between two neighbouring girders.

According to well-known guidelines, cantilever length do not refer to the girder or slab height. In many bridges in our country (especially prefabricated prestressed concrete bridges) many signs of destructions of concrete or prestressing tendons are observed on the side surfaces of extreme girders. Some structures of these kind are repaired, while the others are intended to demolition. In many cases, environmental influence (such as sunlight, rain as well as snow with strong wind, temperature changes, etc.) are sufficient reasons for destruction of bridges with short cantilevers. In our climate, designing of free edges of decks should depend on the durability criterion, especially on protection of the extreme girders.

In this paper, examples of correct and faulty shaping of cantilevers and cornices are presented. At the end of the paper some proposals of shaping free edges of decks are given. Designing cantilevers length should refer to the girder height or should at least provide the smooth surface of the side of extreme girders.

Keywords: shapes of cornices, bridge cantilevers, free edges of decks

TRADYCJA I NOWOCZESNOŚĆ W KONSTRUOWANIU STALOWYCH PRZEPUSTÓW I MOSTÓW GRUNTOWO-POWŁOKOWYCH

Adam Wysokowski[1], Jerzy Howis[2]

[1] Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Uniwersytet Zielonogórski
ul. Prof. Z. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra
[2] Infrastruktura Komunikacyjna Badania-Szkolenia-Konsulting Sp. z o.o. Żmigród
ul. Przemysłowa 2, 55-140 Żmigród

W dawnych latach przepusty stalowe wykorzystywane były stosunkowo rzadko. Przekroje rur stalowych stosowane były o grubych ściankach z uwagi na nieuwzględnianie współpracy obudowy z gruntem zasypki. Obecnie konstruuje się je jako gruntowo-powłokowe z cienkich stalowych blach karbowanych. Ten sposób konstruowania umożliwił budowanie w tym systemie również mostów, w tym przejść dla zwierząt o dużych rozpiętościach. Duża liczba badań nowoczesnych konstrukcji gruntowo-powłokowych z blach falistych wykonywanych, m.in. z udziałem autora niniejszego referatu prowadzi do lepszego poznania ich zachowania się pod obciążeniami statycznymi, dynamicznymi i zmęczeniowymi (w tym dla kolei dużych prędkości). Badania w skali naturalnej tych konstrukcji umożliwiają optymalizowanie i projektowanie bardziej bezpiecznych i ekonomicznych obiektów mostowych. Ważne jest również, aby uzyskane wyniki badań wskazały jak projektować przedmiotowe konstrukcje również przy zmniejszonym naziomie pod dużymi obciążeniami ruchomymi (transport drogowy i kolejowy). Metody obliczeń i budowy tych konstrukcji w dalszym ciągu są optymalizowane. Przyczynia się to do zwiększenia efektywności konstrukcji gruntowo-powłokowych, trwałości i ekonomii tych rozwiązań. W artykule przedstawiono, jak wyniki poszczególnych badań wpłynęły na sposób konstruowania przepustów i przejść dla zwierząt wykonywanych jako konstrukcje gruntowo-powłokowe. Rezultaty przeprowadzonych badań pozwoliły również na opracowanie odpowiednich zaleceń dla projektowania tego typu budowli [1]. Jednak zalecenia te były oparte na wcześniej przeprowadzonych badaniach i nie uwzględniają najnowszych badań i analiz. Dlatego, zdaniem autorów, muszą zostać uaktualnione pod kątem najnowszych wyników badań, chociażby dotyczących parametrów zasypki gruntowej. Zbyt mało uwagi poświęca się jednak uwzględnianiu rezultatów przedmiotowych badań w odpowiednim konstruowaniu i wyposażaniu przejść dla zwierząt. Jest to ważne dla tych obiektów pod względem ich sztywności, dynamiki – drgania, hałasu itp.

[1] Rowińska W., Wysokowski A., Pryga A., 2004. Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z blach falistych. GDDKiA – IBDiM, Żmigród.

Słowa kluczowe: konstrukcje gruntowo-powłokowe, badania, mosty, przepusty, przejścia dla zwierząt

TRADITION AND MODERNITY IN THE CONSTRUCTION MANNER OF SOIL-STEEL CULVERT AND BRIDGES

Adam Wysokowski[1], Jerzy Howis[2]

[1] Faculty of Civil and Environmental Engineering
University of Zielona Góra
Prof. Z. Szafrana str. 1, 65-516 Zielona Góra
[2] Infrastruktura Komunikacyjna Badania-Szkolenia-Konsulting Sp. z o.o. Żmigród
Przemysłowa str. 2, 55-140 Żmigród

In past years, steel culverts have been used relatively rarely. Cross-sections of steel tubes were used with thick walls due to not taking into account the interaction with the soil backfilling. Currently, it is constructed as a soil-steel composite structures with thin corrugated steel sheets. This method of construction allowed build also bridge system, including animal passages with larger spans. A large number of testing of modern flexible soil-steel structures with corrugated steel plates made between other with the participation of the author of this paper leads to a better understanding of their behavior under static, dynamic and fatigue loads (including high-speed railway). The full scale testing of structures will help us to optimize and design more safety and economic structures. It is of importance to obtain high quality test results when designing the flexible structures with minimum backfilling for live heavy loads (road and railway).
On this basis, methods of calculation and building of these structures are still improving. Those aspects contribute to increase the efficiency of flexible soil-steel structure including corrugated sheets in terms of capacity, durability, and economics of these solutions. In the paper is described how some of the results of provided testing influenced on manner of constructing culverts and animals passage made as buried flexible steel structures. The results of these tests also allowed to develop appropriate recommendations for the design of this type of structures [1]. However, these recommendations were based on early results of research and do not include the latest research results and analysis. Therefore, among other, need to be updated taking into account the suggestion contained in this paper. Too little attention, however is taking into account, the results of this type of research and testing in constructing and equipping a suitable animal crossings. This is important for these objects in terms of their stiffness, dynamics - vibration, noise, etc. These issues are discussed by the authors in this paper.

[1] Rowińska W., Wysokowski A., Pryga A., 2004. Recommendations for design and technology of susceptible engineering structures of corrugated sheets. General National Road and Highways Directorate GDDKiA – Road and Bridge Research Institute IBDiM, Żmigród Poland.

Keywords: soil-steel structures, tests results, bridges, culverts, animal passages

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Główna UTP w Bydgoszczy
99986