

Most Rędziński

w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia

Jan Biliszczuk, Jerzy Onysyk

Autostradowa Obwodnica Wrocławia (AOW) jest ważnym elementem planowanego układu komunikacyjnego aglomeracji, gdyż wraz z budowaną obecnie Drogą Wojewódzką (Bielany-Łany-Długołęka) stanowić będzie zewnętrzną trasę tranzytową dla ruchu samochodowego [1], [5]. Największym obiektem na odcinku zbudowanej AOW jest Most Rędziński, usytuowany nad stopniem wodnym Rędzin rzeki Odry. Przebieg autostrady przez obszar stopnia wodnego został wymuszony protestami społecznymi odnoszącymi się do innych, alternatywnych, przebiegów trasy. Skutkowało to koniecznością budowy mostu o dużych rozpiętościach przęsł pozwalających na swobodną modernizację stopnia wodnego Rędzin w przyszłości.



prof. dr hab. inż.
Jan Biliszczuk
Politechnika Wrocławska
Zakład Mostów
jan.biliszczuk@pwr.wroc.pl



dr inż. Jerzy Onysyk
Politechnika Wrocławska
Zakład Mostów
jerzy.onysyk@pwr.wroc.pl

Most zaprojektowano z trzech sekcji (rys. 1):

- estakady południowej E1 długości 610 m; jest to 11-przęsłowa belka z betonu sprężonego o przekroju skrzynkowym, długości przęsł są następujące: 40+2 x 52+56+6x60+50 m;
- mostu głównego M2 długości 612 m o konstrukcji podwieszanej do jednego pylonu; most zaprojektowano z betonu sprężonego, przęsła mają następujące rozpiętości: 50+2 x 256+50 m, pylon wysokości 122 m jest wspólny dla obu konstrukcji pomostu, konstrukcję nośną przęsł podwieszono dwustronnie co 12,0 m; most główny był realizowany w technologii nasuwania podłużnego;
- estakady północnej E3 długości 520 m w postaci 9-przęsłowej belki ciągłej z betonu sprężonego, przęsła 50+7 x 60+50 m.

W planie oś podłużna obiektu ma zmienny przebieg; prostoliniowy w przypadku estakady południowej E1 oraz mostu głównego i krzywoliniowy dla estakady północnej (rys. 1). W pionie niweleta mostu została zaprojektowana w łuku pionowym o promieniu 25 000 m i wierzchołku usytuowanym w osi pylonu. Spód konstrukcji wznosi się 15,5 m

nad poziomem najwyższej wody żeglownej rzeki Odry.

Ustrój nośny mostu (rys. 2) stanowią dwie oddzielne konstrukcje skrzynkowe z betonu sprężonego (każda pod jedną jezdnię autostrady) podwieszone do żelbetowego pylonu. Zaprojektowano żelbetowy pylon typu H wspólny dla obu konstrukcji nośnych. Wybrano takie rozwiązanie z uwagi na bardzo wąski pas terenu uzyskany pod budowę AOW. Wysokość pylonu wynosi 122,00 m. Ukształtowane architektoniczne gałęzie pylonu mają zewnętrzny obrys w postaci prostokąta zmieniający się wraz z wysokością od 6,00x7,00 w płaszczyźnie fundamentu, 4,00x4,00 m na wysokości rygla górnego i 4,00x6,00 na wierzchołku. Gałęzie pylonu powyżej pomostu mają skrzynkowy przekrój poprzeczny. Wysokość trójkomorowych dźwigarów skrzynkowych wynosi 2,575 m w osi konstrukcji, co stanowi 1/100 rozpiętości przęsł. Podpory przeprawy posadowiono w sposób zróżnicowany:

- przyczółki, filary estakad, na których zastosowano łożyska stałe i podpory mostu podwieszono posadowiono na palach wierconych średnicy 1,50 m różnej długości;
- pozostałe podpory posadowiono na wbijanych palach prefabrykowanych typu AARSLEFF.

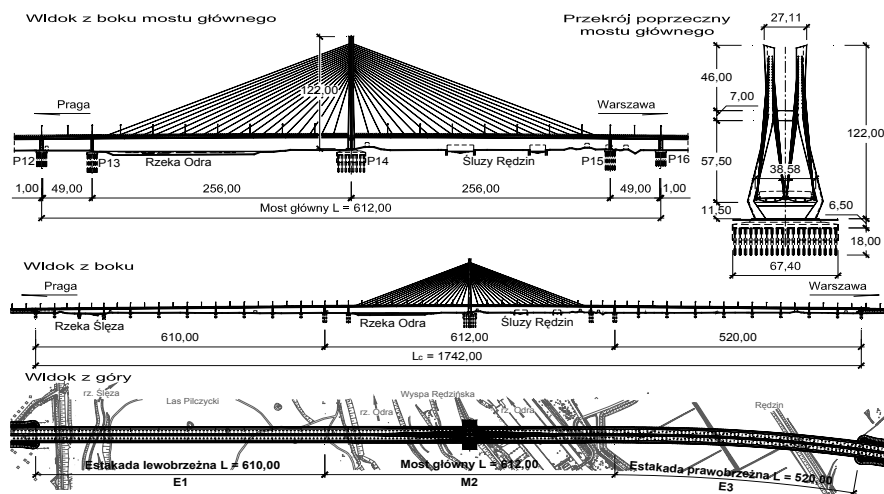
Starano się wkomponować most w atrakcyjny turystycznie obszar stopnia wodnego Rędzin, co zaowocowało wybraniem spokojnej architektonicznie formy obiektu i nieagresywnej, jasnej kolorystyki.

Pod względem długości przęsła podwieszono do jednego pylonu, zbudowany we Wrocławiu most, został sklasyfikowany na osiemnastym miejscu na świecie, cztertnastym w Europie i pierwszym w Polsce. Zawężając tę kategorię do mostów w pełni betonowych, nowy most we Wrocławiu będzie czwartą konstrukcją tego typu na świecie i drugą w Europie. W Polsce jest to największy most betonowy i drugi pod względem długości przęsła, most podwieszony.

Pylon

Geomorfologicznie analizowany obszar to dolina Odry o szerokości około 10 km wypełniona plejstoceńskimi i heloceńskimi osadami rzecznyymi. W rejonie obrysu fundamentu pylonu wykonano 6 otworów badawczych o głębokości od 30 do 50 m. Szczegółowo warunki geotechniczne opisano w pracy [8].

Spód stopy pylonu umieszczono na poziomie 107,5 m, czyli 5,71 m poniżej powierzchni terenu (rys. 3). Swobodne zwierciadło wody



1. Most autostradowy przez Odrę w ciągu AOW; podstawowe dane geometryczne [5]

gruntowej stwierdzono na poziomie 107,6 m. Od rzędnej 103,5 m do 71,0 m (32,5 m) zalega warstwa ilów w stanie półzwarłym do twardoplastycznego ($IL < 0,05$), z tym, że w osi pylonu stwierdzono na rzędnej 87,0 nieciągłe przewarstwienie (soczewkę) z piasków plastycznych i pyłów piaszczystych, w których występuje woda pod znacznym ciśnieniem.

Po wszechstronnej analizie i konsultacjach z zespołem prof. E. Dembickiego [8] zdecydowano się na zmianę sposobu posadowienia, przyjętego w projekcie budowlanym (84 pale o $l=30$ m i $\phi 1,80$ m). Postanowiono nie przebijać soczewki zawierającej wodę pod ciśnieniem i posadowić podstawy pali na rzędnej 89,5 m, czyli około 2 m nad stropem soczewki.

Fundament pylonu stanowi stopa żelbetowa o wymiarach w planie 67,4x28,0 m i zmiennej grubości od 2,5 do 6,5 m, w której zamocowano 160 pali żelbetowych o długości 18,0 m i średnicy 1,50 m. Założono wykonanie pali technologią wiertniczą w wyciąganych rurach stalowych. Po związaniu betonu klasy B25 przewidziano iniekcję cementową podstawy pali w celu ograniczenia ich osiadań. Przenoszenie obciążeń przez fundament odbywa się zarówno przez pale, jak i grunt pod płytą stopy fundamentowej [8]. Przy wszystkich rozpatrywanych układach obciążeń stopa jest dociskana do podłoża (brak odrywań).

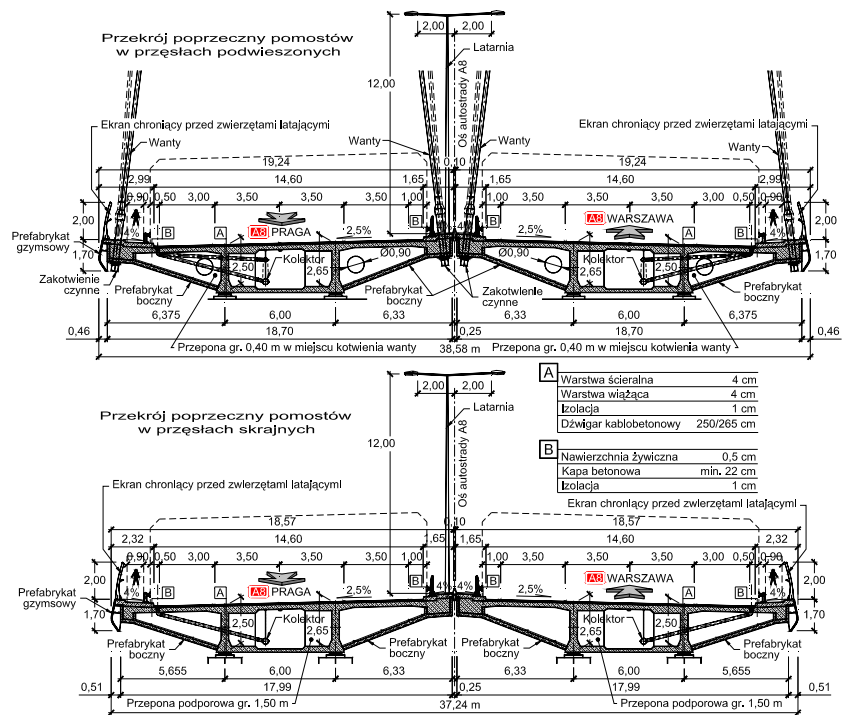
Stopę wieńczącą pale zaprojektowano jako płytę żelbetową z betonu klasy C30/37 (B35). Zastosowano cement CIII/A32,5N-LH/HSR/NA o niskim cieple hydratacji. Płyta ma zmienną grubość od 2,5 m przy krawędziach zewnętrznych do 6,5 m w strefie mocowania w niej nóg pylonu. W sumie masa zbrojenia stopy wynosi 2458 t, a objętość betonu 8098,5 m³. Sposób wykonania stopy opisano w pracy [9]. Procedura przewidywała stały monitoring temperatury w 36 punktach pomiarowych wewnątrz stopy. Maksymalna temperatura w maszywie nie przekroczyła 65°C, a gradient temperatury 20°C/m.

Pylon ma konstrukcję hybrydową i składa się z różnych elementów:

- nogi pylonu i dolna część gałęzi (od dolnego rygla do rzędnej 151,54 m) są żelbetowe;
- górne części ramion mają konstrukcję zespoloną;
- rygiel dolny jest betonową belką sprężoną;
- rygiel górny to sprężona konstrukcja zespolona.

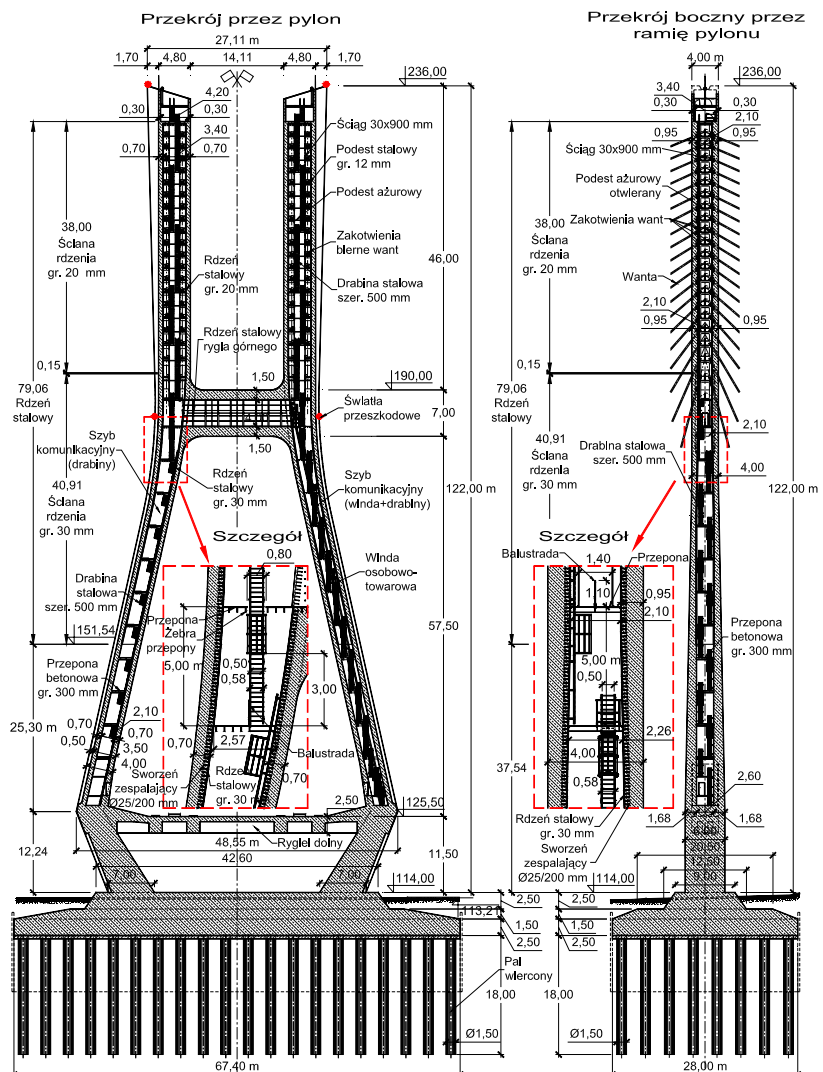
Wewnątrz pylonu został umieszczony rdzeń stalowy (rys. 3), który stanowi wewnętrzne dekowanie tracone oraz wspomaga płaszczyznę żelbetową w przenoszeniu sił pionowych i momentów zginających. W strefie wpięcia want rdzeń przenosi siły poziome przekazywane na ściany pylonu przez wanty oraz stanowi stelaż umożliwiający precyzyjne ustawienie rur szalunkowych systemu podwieszenia (rys. 4). Rdzeń stalowy zespolono z żelbetowym płaszczem za pomocą stalowych dybli [1], [7].

Ważnym elementem pylonu jest górny rygiel (ściskany i skręcany), który został sprężony dwukierunkowo i mocno zabroniony (rys. 5).

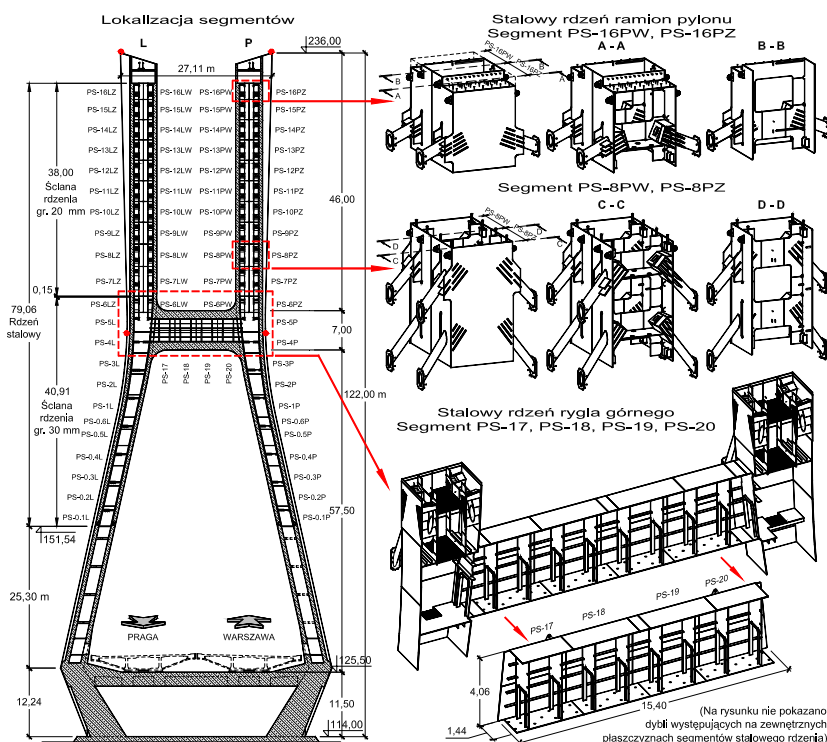


2. Przekroje poprzeczne mostu przez Odrę w ciągu AOW-A8

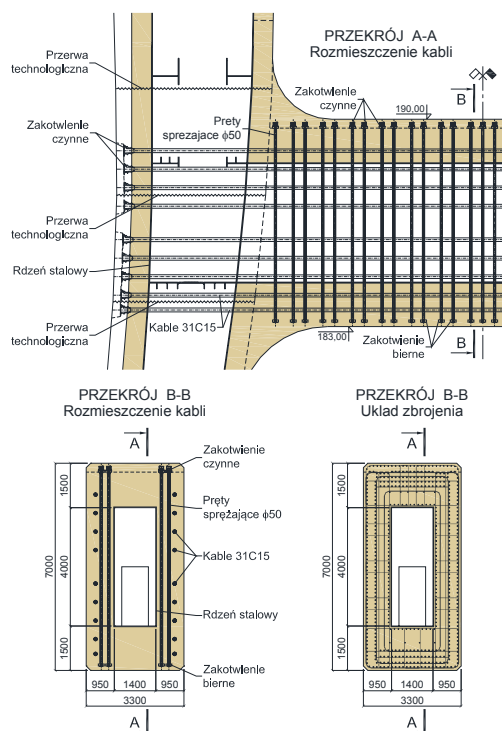
Zespolony stalowy rdzeń pylonu



3. Konstrukcja pylonu



4. Prefabrykowane elementy rdzenia stalowego pylonu



5. Układ sprężenia i zbrojenia rygla górnego pylonu (górny rysunek). Montaż rdzenia stalowego rygla górnego wraz z częścią zbrojenia (zdjęcia dolne)

Zewnętrzne powierzchnie rygla pokryto dwoma warstwami mat z włókien węglowych, co ma podnieść jego trwałość.

Nogi i ramiona pylonu zostały wykonane w 34 etapach. Pierwsze 3 etapy obejmowały: wykonanie elementów nóg pylonu wychylonych od osi mostu oraz rygla dolnego. Elementy te zostały wykonane w indywidualnie zaprojektowanych rusztowaniach. Rygiel dolny (rozciągany) sprężono trzydziestoma kablami 31L15,7. Sprężenie przeprowadzono w 4 etapach w dostosowaniu do narastającej siły rozciągającej ten element.

Pozostałe etapy (segmenty) zostały wykonane w samowspinającym się deskowaniu firmy PERI [11]. Wysokość segmentów waha się od 2,682 do 3,70 m. Z uwagi na pochyle nie (od poziomu rygla dolnego) do wewnątrz ramion pylonu niezbędne było zastosowanie trzech rozpór tymczasowych. Rozpory te ograniczały zginanie ramion pylonu i pozwalały na prawidłowe kształtowanie geometrii.

Wysokość segmentów rdzenia stalowego (rys. 4) była dostosowana do wysokości etapów betonowania. Styki segmentów rdzenia zaprojektowano jako spawane. Montaż segmentów rdzenia wyprzedzał betonowanie poszczególnych odcinków (rys. 6). Żuraw samojezdny „HERKULES” podawał segmenty rdzenia wraz z ułożonym na nich zbrojeniem (maksymalna masa 87 ton) na miejsce wbudowania. Dużym problemem dla ekip budujących pylon była ilość zbrojenia, którą należało ułożyć w elementach smukłego pylonu. Aby utrzymać rozsądny cykl budowy, segment (~3,70 m) musiał być wykonywany w ciągu 6-8 dni. Przyspieszyć roboty można było wyłączenie skracając czas układania zbrojenia. Wszystkie strzemię zakładano na stalowy rdzeń na dole. Łącznie 90% prętów pionowych odbywało się na zakład. Sposób budowy pylonu pokazano na rysunkach 6 i 7. Beton do wysokości 40 m podawano za pomocą pomp, a wyżej kublami. Pylon ukończono w styczniu 2011 roku.

Z uwagi na kompatybilny kształt przekrojów poprzecznych ustrojów nośnych estakad E1 i E3 oraz mostu M2, początkowo przyjęto, że obiekt będzie wykonany w technologii nasuwania podłużnego z użyciem podpór tymczasowych. Z uwagi na bardzo krótki termin realizacji obiektu – 30 miesięcy – plan skorygowano i przyjęto, że estakada E1 zostanie wykonana na rusztowaniach przestawnych. Ideę budowy przeprawy pokazano na rys. 8, natomiast na rys. 9 przedstawiono technologię budowy mostu głównego.

Przewidziano 3 stanowiska wytwórcze dla metody nasuwania podłużnego:

a) Stanowisko ST1 usytuowane w pobliżu podpory P20 estakady E3, z którego zostały wykonane kolejno obie nitki tej estakady. Usytuowanie stanowiska w środku długości estakady wynika z faktu, iż jest ona położona w planie na krzywej przejściowej i łuku kołowym o $R = 3160$ m. Obie części różnią się geometrią osi podłużnej. W pierwszej

kolejności wykonano część północną nasuwając konstrukcję w kierunku przyczółka P25, a później część południową (nitki wschodniej) nasuwając w kierunku podpory grupowej P16. Po nasunięciu obu części, zostały one połączone. Po wykonaniu nitki wschodniej stanowisko zostało przemieszczone poprzecznie i w sposób analogiczny wykonano nitkę zachodnią.

b) Bliźniacze stanowiska wytwórcze ST2 i ST3 usytuowano między podporami P11 i P12. Przy ich wykorzystaniu był wykonywany most główny M2 (rys. 9).

c) Zastosowano dwa zestawy (stanowiska) rusztowań przestawnych dla realizacji estakady E1 [6].

Produkcja segmentów estakad i mostu głównego przebiega w czterech podstawowych fazach [1]:

- układanie prefabrykatów bocznych;
- betonowanie płyty dolnej i środników (przekrój „U”);
- betonowanie płyty górnej;
- napięcie kabli centrycznych i wysunięcie segmentu.

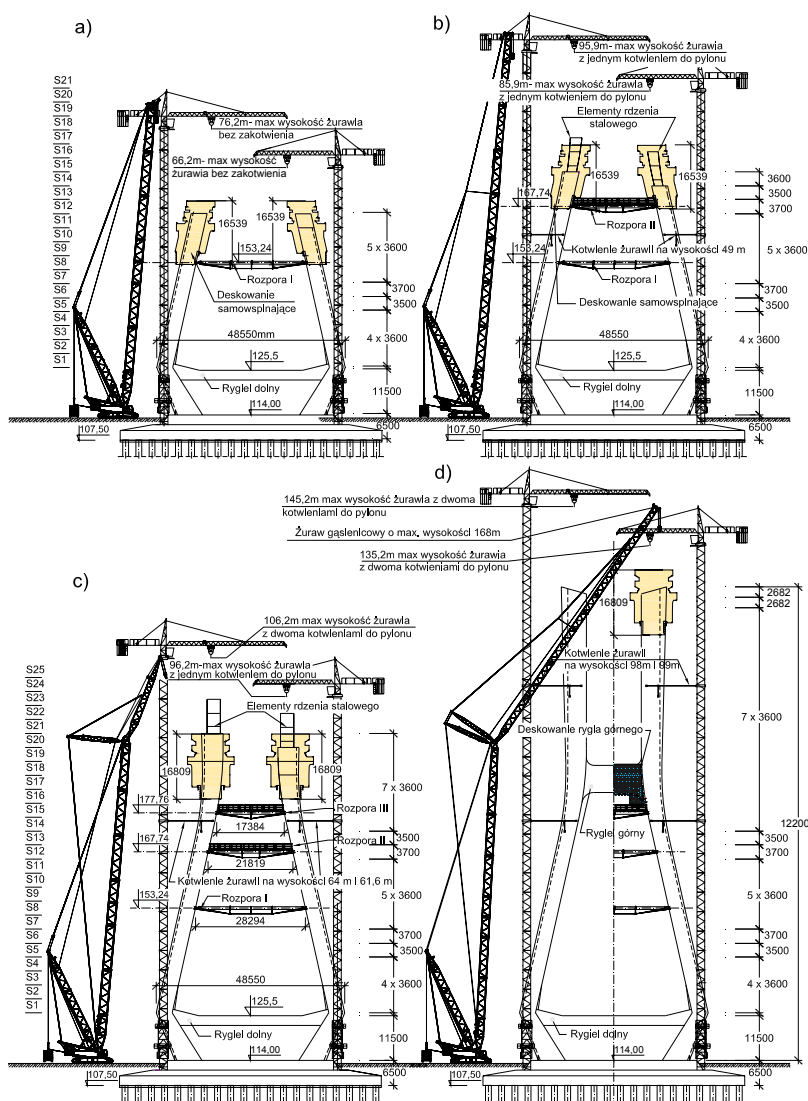
Czas wykonania jednego segmentu o długości od 14,0÷24,0 m wynosił od 9 do 14 dni. Widok gotowego segmentu pokazano na rys. 11. Po nasunięciu konstrukcji wykonane zostały dodatkowe prace związane z uzupełnianiem betonowaniem niektórych elementów (np. segmentów łącznikowych w estakadach, pogrubienie płyty dolnej, w segmentach podporowych, itp.) oraz osadzaniem dolnych zakotwień want w moście. Następnie zainstalowano i napięto zewnętrzne sprężenie docelowe.

Obie nitki mostu były realizowane równolegle. Maksymalna rozpiętość przęseł w fazie nasuwania mostu M2 wynosiła 33,35 m.

Ustrój nośny był wykonywany z 27 segmentów o maksymalnej długości do 24 m. Inną geometrię i konstrukcję mają segmenty przęsłowe, a inną niepodwieszone segmenty podporowe. Z uwagi na duże naprężenia ścisające występujące w dolnej płycie, została ona wzmocniona zespoloną z nią wstawką stalową.

Zastosowano następujące rodzaje sprężenia ustroju nośnego (pomostu) mostu M2:

- sprężenie centryczne dostosowane do warunków technicznych nasuwania konstrukcji (przy maksymalnej rozpiętości podparć montażowych równej 32,5 m), złożone z kabli wewnętrznych prowadzonych w środnikach i płytach (dolnej i górnej) przekroju skrzynkowego (rys. 11); kable te są napinane przed rozpoczęciem kolejnych faz nasuwania;
- sprężenie przęseł bocznych i nadpodporowych części ustroju skrzynkowego (nad podporami P13, P14 i P15) kabli zewnętrznych; sprężenie to zostało wykonane po nasunięciu konstrukcji przed jej podwieszeniem;
- sprężenie belek krawędziowych, w których są kotwione wanty, pojedynczymi kablami



6. Wybrane fazy budowy pylonu: a) montaż I rozpory; b) montaż II rozpory; c) montaż III rozpory; d) wykonanie rygla górnego i końcowa faza budowy

Tab.1: Rodzaje betonów stosowanych do budowy mostu w ciągu AOW

Lp.	Przeznaczenie	Klasa betonu	Objętość [m ³]	Rodzaj cementu	Kruszywa
1.	Beton wyrównawczy	B15	1 025	CEM I 32,5 R	żwir rzeczny
			961	CEM III/A 32,5 N-LH/HSR/NA	
2.	Pale	B50	3 522	CEM I 32,5 R	grys granitowy
		B25	13 459	CEM III/A 32,5 N-LH/HSR/NA	żwir rzeczny
3.	Fundamenty	B35	11 924	CEM I 42,5 N-MSR/NA	grys granitowy
			8 099	CEM III/A 32,5 N-LH/HSR/NA	
4.	Przyczółki i filary słupowe (podpory bez P14)	B45	5 018	CEM I 42,5 N-MSR/NA	grys granitowy
5.	Podpora P14	B60	3 546,05	CEM I 42,5 R	grys granitowy
			843,62	CEM III/A 42,5 N-LH/HSR/NA	
6.	Ustroje nośne	B60	37 856	CEM I 42,5 R	grys granitowy
				CEM I 42,5 N-MSR/NA	
7.	Kapy chodnikowe	B45	2 852,24	CEM I 42,5 N-MSR/NA	grys granitowy
8.	Konstrukcje pomocnicze	B30		CEM III/A 32,5 N-LH/HSR/NA	żwir rzeczny



7. Zdjęcia obrazujące proces budowy pylonu

19L15,7 – rys. 11; kable te zostały napięte po zabetonowaniu nisz mieszczących rury obciążeniowe want.

System podwieszenia

Oba ustroje nośne podwieszono do centralnie usytuowanego pylonu za pomocą 80 par want. Ciężna są zamocowane w skrajnych belkach pomostów co 12,00 m i w gałęziach pylonów w rozstawie co 1,80 m. Zakotwienia bierne przewidziano w pylonie, a czynne – w pomoście. Postawiono wymaganie, by logarytmiczny dekrement tłumienia drgań dla want był większy od 3%, co wymaga zastosowania tłumików.

Podwieszenie stanowią kable firmy Freyssinet z 7-drurowych lin (L15,7 mm) o wytrzymałości charakterystycznej 1860 MPa. Zabezpieczenie antykorozyjne stanowi galwanizacja drutów, osłona liny z HDPE i wypełnienie wolnych przestrzeni w osłonie woskiem. Liny stanowiące kabel (w liczbie od 24 do 48) są poprowadzone w rurach zewnętrznych z HDPE koloru białego mających spiralne żebro zapobiegające wzbudzeniu deszczowo-wiatrowemu drgań cięgien.

Po nasunięciu konstrukcji i jej sprężeniu nastąpiła korekta niwelety belek skrzynkowych (uniesienie lub opuszczenie na podporach montażowych) i napięcie want. Napinanie want odbywało się metodą „na długość” [4].

Po podwieszeniu i instalacji wyposażenia niwelety obiektu będą wypiętrzone w przęsłach podwieszonych ponad projektową niweletę drogową. Ostateczną niweletę zgodną z projektem drogowym przęsła osiągną po około 10 latach, gdy zakończą się procesy reologiczne. Szczegółowy opis sposobu napinania want zawarto w pracy [10].

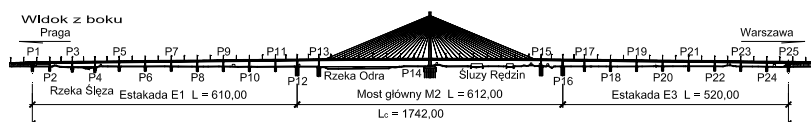
Rodzaje betonów stosowane do budowy obiektu

Zbudowany obiekt składa się z wielu betonowych elementów konstrukcyjnych wykonywanych w różnych technologiach i poddanych działaniu zróżnicowanych obciążeń i oddziaływań środowiska.

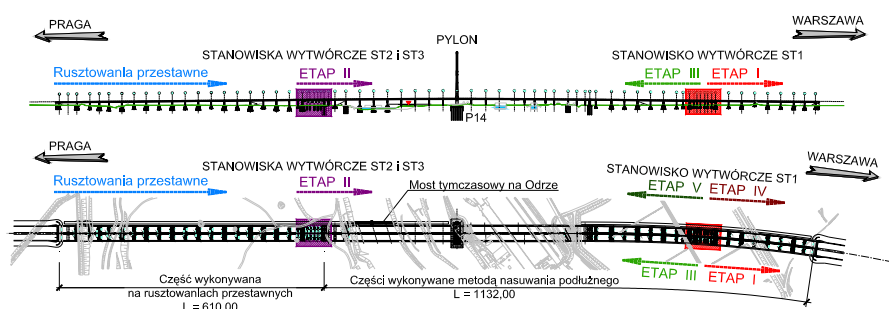
Generalnie elementy mostu można podzielić na dwie grupy:

- elementy prefabrykowane wykonane w wytwórniach poza placem budowy; są to żelbetowe pale prefabrykowane, żelbetowe prefabrykaty płytowe kształtujące ustrój nośny oraz polimerobetonowe elementy gzymsowe;
- elementy wykonywane na budowie (monolityczne) z różnych rodzajów betonu dostarczonego z certyfikowanych zewnętrznych wytwórni; beton monolityczny jest stosowany na elementy żelbetowe i sprężone; elementy monolityczne są wykonywane w systemowych deskowaniach firmy PERI [11].

Rodzaj betonu - oraz cementu, na którym wykonywano mieszankę - dobierano biorąc pod uwagę następujące czynniki:



SCHEMAT REALIZACJI KONSTRUKCJI



8. Schemat realizacji mostu i estakad

- rodzaj wykonywanego elementu, jego wielkość oraz klasę ekspozycji (pale, stopy fundamentowe, trzony podpór, ustroje nośne, elementy wyposażenia, itp.);
- czas transportu mieszanki betonowej;
- metodę układania betonu (pompowanie, podawanie kubłami);
- ciepło hydratacji cementu [9];
- czas dojrzewania, po którym następuje obciążenie konstrukcji (w przypadku nasuwania podłużnego wynosił on tylko od 48 do 60 godzin).

W tab. 1 zestawiono rodzaje betonów stosowanych na budowie przedmiotowego mostu. Betony na podpory i ustroje nośne wykonywano na łamanym kruszywie granitowym stosując różne rodzaje cementów oraz dodatków w postaci pyłu krzemionkowego w ilości od 2 do 6% masy cementu. Stosowano superplastyfikatory firmy Sika. W tab. 2 zestawiono wybrane wyniki badań niektórych mieszanek betonowych stosowanych na budowie mostu. Uzyskane rezultaty odnośnie cech wbudowanych betonów są pozytywne.

Należy podkreślić, że betony klasy C50/60 wykonane na kruszywie granitowym przy zastosowaniu środków napowietrzających mają niższą masę objętościową - $\sim 2,36 \text{ t/m}^3$ i niższy od normowego moduł sprężystości (tab. 2) od wartości normowych.

Monitoring konstrukcji mostu

Zaprojektowano system stałego monitoringu elektronicznego stanu konstrukcji mostu M2. System będzie wyposażony w:

- czujniki pomiaru sił w wantach;
- akcelerometry do pomiaru przyspieszeń ruchu want;
- inklinometry do pomiaru wychyleń gałęzi pylonu i pomostu;
- czujniki pomiaru prędkości i kierunku wiatru;
- czujniki do pomiaru temperatury konstrukcji i otoczenia;
- tensometry do pomiaru odkształceń w pylonie i pomoście;
- centrum gromadzenia danych.

Dane o stanie konstrukcji będą automatycznie przesyłane do centrum zarządzania AOW i analizowane za pomocą specjalnego oprogramowania. Nieprawidłowości w pracy konstrukcji będą natychmiast sygnalizowane.

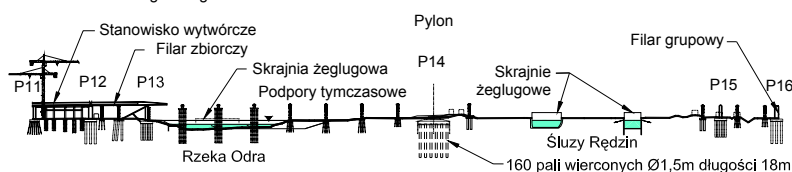
Zakończenie

Próbne obciążenie obiektu wykonał zespół Politechniki Wrocławskiej pod kierunkiem prof. Jana Binia [3]. Wyniki badań były pozytywne. Koszt mostu wyniósł ponad 570 mln. zł, co daje średni koszt 1 m^2 na poziomie 8 400,- zł.

Most został oddany do użytku 31 sierpnia 2011 roku. Do końca grudnia 2011 roku przejechało przez przeprawę ponad 4 000 000 pojazdów.

Konstrukcja mostu spotkała się z bardzo pozytywnym odbiorem mieszkańców Wrocławia.

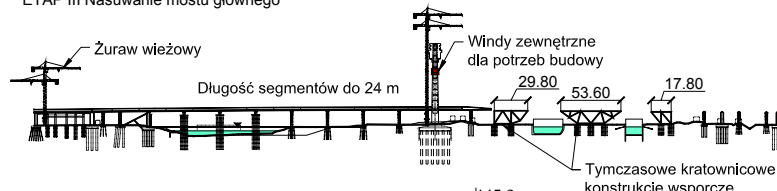
ETAP I Budowa podpór docelowych i tymczasowych, nasuwanie mostu głównego



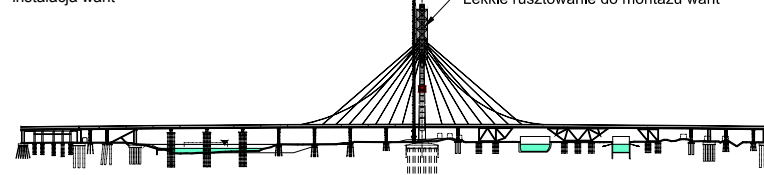
ETAP II Nasuwanie mostu głównego



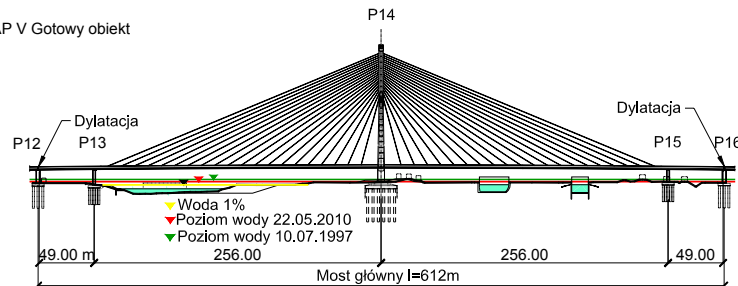
ETAP III Nasuwanie mostu głównego



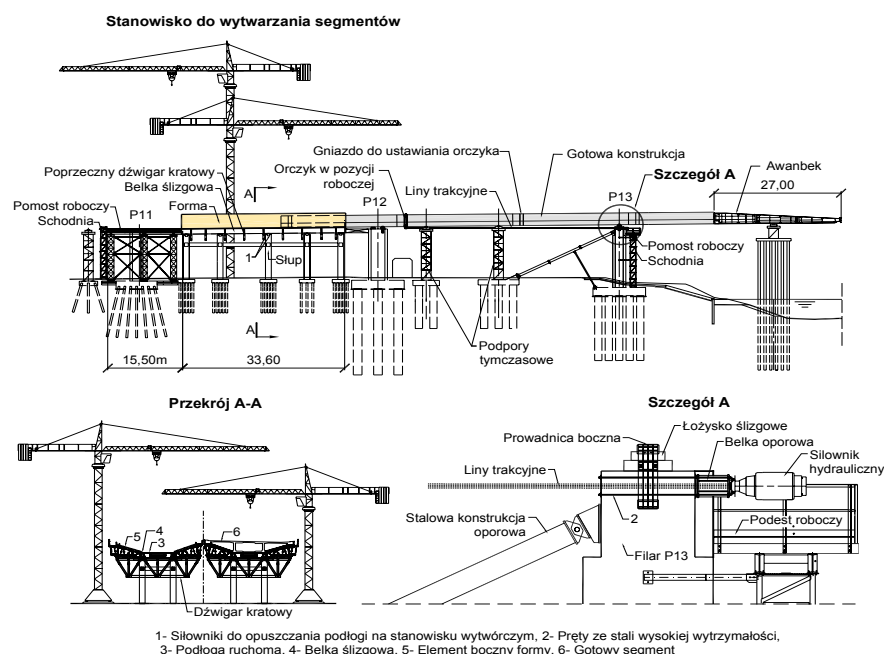
ETAP IV Regulacja wysokościowa ustroju nośnego, instalacja want



ETAP V Gotowy obiekt



9. Technologia budowy mostu głównego M2



10. Konstrukcja stanowisk ST2 i ST3 do wytwarzania segmentów mostu M2. Urządzenia trakcyjne.



11. Przekrój mostu w przęśle balastowym 15-16



12. Zdjęcia wybranych etapów budowy mostu i widok gotowego obiektu

Na rys. 13 pokazano widoki gotowego obiektu. Jest to czwarty na świecie, co do rozpiętości głównego przęsła, betonowy most podwieszony do jednego pylonu (tab. 3). ◀

Współpraca: mgr inż. Wojciech Barcik, mgr inż. Przemysław Prabucki, mgr inż. Mariusz Sułkowski, mgr inż. Jacek Szczepański, dr inż. Robert Toczkiwicz, mgr inż. Marcin Tomiczek, mgr inż. Artur Tukendorf, mgr inż. Kamil Tukendorf, mgr inż. Aurelia Ast (Zespół Badawczo-Projektowy Mosty-Wrocław)

Uczestnicy procesu inwestycyjnego:

Zamawiający: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Oddział we Wrocławiu

Projekt budowlany: Arcadis-Profil Warszawa, BBKS Projekt Wrocław, Zespół Badawczo-Projektowy MOSTY-WROCŁAW i MOSTY KATOWICE, projekt konstrukcji mostu opracował ZB-P Mosty-Wrocław s.c.

Projekt wykonawczy: konsorcjum ZB-P Mosty-Wrocław s.c., Freyssinet Polska Sp. z o.o. przy współpracy Nadolny s.c.

Doradztwo naukowe Zamawiającego: konsorcjum Politechnika Warszawska i Politechnika Gdańska

Nadzór: EgisRoute – Scetauroute S.A., Oddział w Polsce, Biprogeo Projekt

Wykonawca: Mostostal Warszawa S.A. i Acciona

Materiały źródłowe

- [1] ABRAMSKI M., BARCIK W., BERGER A., BILISZCZUK J., BOGDALCZYK M., KOTOWSKI A., MROCZEK A., SAWICKI L., SKOWRON J.: Most podwieszony w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia – realizacja. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe Obiekty mostowe na autostradach i drogach ekspresowych. 26-27 listopada 2009. DWE, Wrocław 2009.
- [2] Badanie modelowe w tunelu aerodynamicznym i obliczenia aerodynamiczne mostu podwieszonego MA21 przez Odrę w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia. Eksperymentalne wspomaganie projektowania przy wpływach środowiskowych na budowę i ludzi. (Praca zbiorowa pod redakcją A. Flaga). Polskie Stowarzyszenie Inżynierii Wiatrowej. Kraków 2011, s. 299-313.
- [3] BIEN J., KUŻAWA M., KAMIŃSKI T., RAWA P., ZWOLSKI J.: Most Rędziański we Wrocławiu – próbne obciążenia w procesie inwestycyjnym. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe Aktualne realizacje. 24-25 listopada 2011. DWE, Wrocław 2011.
- [4] BILISZCZUK J.: Mosty podwieszone. Projektowanie i realizacja. Arkady, Warszawa 2005.
- [5] BILISZCZUK J., ONYSYK J., SADOWSKI K., BARCIK W., PRABUCKI P., RUDZE J., SZCZEPAŃSKI J., SUŁKOWSKI M.: Obiekty mostowe w ciągu autostradowej obwodnicy Wrocławia. Inżynieria i Budownictwo, nr 1-2/2008.

Tab.2: Właściwości betonów

Element	f _{ck,28}	γ [t/m ³]	Rodzaj cementu	f _{cm,56} [MPa]	E _{cm} [GPa]
Konstrukcyjna	C50/60	2,362	CMI 42,5R	91,89	34,4
Pylon	C50/60	2,358	CMI 42,5R	85,34	32,9

- [6] BILISZCZUK J., TOCZKIEWICZ R.: Prognozowanie podniesień wykonawczych dla estakady z betonu sprężonego realizowanej na rusztowaniach mobilnych. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe Aktualne realizacje. 24-25 listopada 2011. DWE, Wrocław 2011.
- [7] BILISZCZUK J.: at al. Technological Aspects of construction of a concrete cable-stayed bridge along the Highway Ring Road of Wrocław. Concrete engineering for excellence and efficiency. Fib Symposium. 8-10 June 2011 Prague. Edited by V. Sruma. Proceedings, v1 p.427-430.
- [8] CUDNY M., KRASIŃSKI A., DEMBICKI E., ZAŁĘSKI K.: Fundament pylonu mostu podwieszonego w ciągu Autostradowej Obwodnicy Wrocławia (A8). Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe Obiekty mostowe na autostradach i drogach ekspresowych. 26-27 listopada 2009. DWE, Wrocław 2009.
- [9] CZKWANIANC A., PAWLICA J., WALENDZIAK R.: Technologia betonowania fundamentu pod pylon mostu przez rzekę Odrę w ciągu autostrady A8. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe Obiekty mostowe na autostradach i drogach ekspresowych. 26-27 listopada 2009. DWE, Wrocław 2009.
- [10] HAWRYSZKÓW P., HILDEBRAND M.: Montaż największego system podwieszenia w Polsce- Most Rędzński we Wrocławiu. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe Aktualne realizacje. 24-25 listopada 2011. DWE, Wrocław 2011.
- [11] IGNATOWSKI P.: Technologie wychodzące naprzeciw wymaganiom - przykłady realizacji obiektów na AOW. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe Aktualne realizacje. 24-25 listopada 2011. DWE, Wrocław 2011.
- [12] ŻÓŁTOWSKI K., ROMASZKIEWICZ T., WASILEWSKI B.: Wybrane problemy teoretyczne związane z projektowaniem i budową Mostu Rędzńskiego we Wrocławiu. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe Obiekty mostowe na autostradach i drogach ekspresowych. 26-27 listopada 2009. DWE, Wrocław 2009.
- [13] ŻURANSKI J.A.: Obciążenie wiatrem mostu podwieszonego przez rzekę Odrę we Wrocławiu w ciągu autostrady A8. Warszawa, Sierpień 2006.



13. Widoki gotowego obiektu

Tab.3: Zestawienie mostów o najdłuższych na świecie przęsłach podwieszonych do jednego pylonu

L.p.	Lokalizacja (nazwa), przeszkoda	Najdłuższe przęsło, m	Materiał pomost / pylon	Rok ukończenia
1.	Rosja, Surgut (Сургутский), Ob	408,00	stal / stal	2000
2.	Serbia, Belgrade (Сава), Sava	376,00	stal / beton	2011
3.	Niemcy, Düsseldorf (Fleherbrücke), Rhein	368,00	stal / beton	1979
4.	Niemcy, Wesel (Rheinbrücke), Rhein	334,82	stal / beton	2009
5.	Tajlandia, Kaohsiung-Pintung (Kao Ping Hsi), Kao-Pin	330,00	stal / beton	2000
6.	Niemcy, Düsseldorf (Rheinkniebrücke), Rhein	319,00	stal / stal	1969
7.	Łotwa, Riga (Vanšu tilts), Daugava	312,00	stal / beton	1981
8.	Norwegia, Porsgrunn (Grenlandbrug), Frierfjorden	305,00	beton lekki / beton	1996
9.	Chorwacja, Dubrovnik (Franjo Tuđman), Adriatic	304,05	zespólny / beton	2002
10.	Słowacja, Bratislava (Nový Most), Danube	303,00	stal / stal	1972
11.	Niemcy, Köln (Severinsbrücke), Rhein	301,67	stal / stal	1961
12.	Ukraina, Kiev (Московский), Dniepr	300,00	stal / beton	1976
13.	Tajlandia, Bangkok (Rama VIII Bridge), Chao Phraya	300,00	zespólny / beton	2002
14.	Niemcy, Mannheim (Kurt Schumacher Brücke), Rhein	287,00	stal / stal	1971
15.	Holandia, Rotterdam (Erasmusbrug), Meuse	284,26	stal / stal	1996
16.	USA, Huntington (East Huntington Bridge), Ohio	274,32	beton-stal / beton	1985
17.	Ukraina, Kiev (Южный), Dniepr	270,00	stal / stal	1993
18.	Chiny, Ningbo (Zhaobaoshan), Yongjiang	258,00	beton-stal / beton	2001
19.	Niemcy, Düsseldorf (Oberkasselerbrücke), Rhein	257,75	stal / stal	1973
20.	Polska, Wrocław (Rędzński), Odra	256,00	beton / beton	2011