e-mosty

ISSUE 02 / JUNE 2016

Číslo 02 / ČERVEN 2016

Yavuz Sultan Selim Bridge (3rd Bosphorus Bridge)

Michel Virlogeux

Osman Gazi Bridge (Izmit Bay Bridge)

Editorial

Acknowledgement

Yavuz Sultan Selim Bridge (3rd Bosphorus Bridge)

Michel Virlogeux - Eminent Bridge Engineer

Osman Gazi Bridge (Izmit Bay Bridge)

Eurasphalt @Eurobitume Congress in Prague

Front Cover: *Yavuz Sultan Selim Bridge (3rd Bosphorus Bridge), 3kopru.com*
Back Cover: *Osman Gazi Bridge (Izmit Bay Bridge). Fatih Zeybek. NOMAYG JV*

Specialised interactive electronic English-Czech magazine about bridges „e-mosty“. Reviewed.

Number: 2/2016, June. Issued quarterly.

Year: II.

Publisher: PROF-ENG, s. r. o.
Velká Hraštice 112, 262 03 Malá Hraštice
Czech Republic VAT Id. Number: CZ02577933

Chief Editor: Magdaléna Sobotková
Editorial Board
Contact: info@professional-english.cz

E-MOSTY ISSN 2336-8179

Odborný interaktivní elektronický anglicko-česko čtvrtletní časopis o mostním stavitelství „e-mosty“. Recenzovaný.

Číslo: 2/2016, červen. Vydáván čtvrtletně.

Ročník: II.

Vydavatel: PROF-ENG, s. r. o.
Velká Hraštice 112, 262 03 Malá Hraštice
IČ: 02577933, DIČ: CZ02577933

Šéfredaktor: Magdaléna Sobotková

Kontakt: info@professinal-english.cz

E-MOSTY ISSN 2336-8179

©All rights reserved. Please respect copyright. When referring to information contained herein, please use the title of the magazine „e-mosty“, volume, author and page. In case of any doubts please contact us. Thank you.
Prosíme respektujte autorská práva. V případě pochybností nás kontaktujte. Děkujeme.

Dear All

This issue brings information about two significant and exceptional bridges: the Yavuz Sultan Selim Bridge (3rd Bosphorus Bridge) and the Osman Gazi (Izmit Bay) Bridge, both located in Turkey, close to each other. Both bridges are due to open in a very short time.

We also include our translation of an article from the magazine Structural Engineering International about Dr. Michel Virlogeux and a brief overview of his work. He also developed – together with Dr. Jean-François Klein – the design of the 3rd Bosphorus Bridge.

We have prepared this issue with deep respect and admiration towards all people and companies involved, towards their achievements, expertise and skills.

We very much thank you all who have participated and cooperated and helped us create this special issue. Thank you for your time, valuable comments, suggestions and patience with my passion for bridges.

For the future of our magazine we very much welcome cooperation of you all – companies, bridge designers, bridge builders, engineers - you all who love, create and build bridges.

We are also planning to extend our Editorial Board, create a team of consultants and start to search for partners willing to support us.

In case you are interested in cooperation with our magazine, please contact us, for which we thank you in advance.

I wish a great day to you all.

Vážení čtenáři,

Toto číslo našeho časopisu Vám přináší informace o dvou významných a výjimečných mostech: Yavuz Sultan Selim Bridge (3rd Bosphorus Bridge) a Osman Gazi (Izmit Bay) Bridge. Oba mosty se nacházejí v Turecku, blízko u sebe. Oba mosty budou v nejbližší době otevřeny pro dopravu.

Do časopisu jsme také zařadili překlad článku z časopisu Structural Engineering International o Dr. Michelu Virlogeuxovi a stručný přehled jeho díla v oblasti navrhování mostů. Společně s další skvělou osobností v této oblasti, Dr. Jean-Françoisem Kleinem – navrhl i 3rd Bosphorus Bridge.

Připravili jsme toto číslo s hlubokým respektem a obdivem vůči všem lidem a společnostem, kteří se podílejí na realizaci těchto unikátních mostů, vůči jejich úspěchům, odbornostem a znalostem.

Mnohokrát děkujeme vám všem, kdo jste se podíleli na přípravě tohoto čísla, děkujeme za vaši spolupráci a pomoc, za váš čas, cenné komentáře, doporučení a za vaši trpělivost s mým zaujetím mosty.

Do budoucna velmi uvítáme spolupráci vás všech – společností, projektantů i stavitelů mostů, inženýrů, zkrátka vás všech, kteří mate rádi mosty a stavíte je.

Také plánujeme rozšíření naší redakční rady, sestavení týmu konzultantů, a rovněž začneme hledat partnery, kteří nás v našem úsilí podpoří.

Máte-li zájem o spolupráci s naším časopisem, prosíme, kontaktujte nás. Děkujeme.

Přeji Vám všem hezký den.

Magdaléna Sobotková

Chief Editor of e-mosty

Acknowledgement / Poděkování

We would like to heartily thank to all people who participated and cooperated on preparation of this issue:
Rádi bychom na tomto místě srdečně poděkovali všem, kteří se podíleli na přípravě tohoto čísla časopisu:

The article about the 3rd Bosphorus Bridge:

Mr Jean François Klein, T engineering, Switzerland, *thank you very much for your time, information and useful suggestions*

Mr Roberto Sorge, Astaldi, Italy
Mr Jacopo D´Innocenzo, Astaldi, Italy
Thank you for your time, assistance and useful suggestions

Mr Fabio Brancaleoni, Professor at University of Rome, *thank you very much for your time and your independent review*

The article from SEI about Mr Michel Virlogeux:

Ms Sissel Niggeler, Ms Brindarica Bose, IABSE: *We thank for granting permission to publish the article about Mr Michel Virlogeux, for all photographs and cooperation*

The article about the Izmit Bay Bridge:

Mr Fatih Zeybek, Project Manager of the Izmit Bay Suspension Bridge, NOMAYG,Turkey, *thank you for providing the paper, the photos, additional information and excellent cooperation*

Mr Gia Jilani, Managing Director of Sigma International A. S., Consulting Engineers, *thank you for your valuable assistance, support and for providing the photos*

Mr Richard Cooke, Richard Cooke Concepts Ltd., *UK, thank you for checking and proof-reading of both English texts, for valuable comments and advice.*

Mr Ned Birley, Stirling Lloyd Polychem Ltd., *thank you for providing us photos of both bridges*

Mr Holger Svensson, Professor at Dresden University
Mr Michael Zimmermann, Managing Director, sbp France Sarl
Thank you for your support and assistance.

We thank for review and consultancy (Czech texts):

Mr Pavel Ryjáček, Assistant Professor, Czech Technical University in Prague: 3rd Bosphorus Bridge

Ms Jana Margoldová, the article: Eminent Structural Engineer: Michel Virlogeux

Mr Radim Nečas, Assistant Professor, University of Technology in Brno: Izmit Bay Suspension Bridge

YAVUZ SULTAN SELIM BRIDGE

(3rd BOSPHORUS BRIDGE)

Commencement of works: 2013

Opening of the bridge to traffic: 2016

Type: hybrid suspension cable stayed, for road and rail traffic

Length: 378 + 1,408 + 378m

Height of towers: over 322m

Width of deck: 58.5m

Design: Michel Virlogeux, Jean François Klein

Detailed design: T engineering

Subconsultants: Greisch, Lombardi, Grid, Temelsu, CSTB, Envico

Main Contractor: İçtaş – Astaldi Consortium

Design Manager: Roberto Sorge, Astaldi Spa

Construction Director: Gennaro Fiscina, Astaldi Spa

Project Manager: Samet Seyhan, IC ICTAS CONSTRUCTION

EPC Contractor: HDSK, a Korean joint venture between Hyundai E&C and SK E&C

Zahájení prací: 2013

Otevření mostu pro dopravu: 2016

Typ: hybridní visutý zavěšený, pro silniční a železniční dopravu

Délka: 378 + 1 408 + 378 m

Výška pylonů: přes 322 m

Šířka mostovky: 58,5 m

Návrh: Michel Virlogeux, Jean François Klein

Realizační projekt: T engineering

Projektanti : Greisch, Lombardi, Grid, Temelsu, CSTB, Envico

Hlavní zhotovitel: İçtaş – Astaldi Consortium

Manažer projektu: Roberto Sorge, Astaldi Spa

Ředitel výstavby: Gennaro Fiscina, Astaldi Spa

Manažer projektu: Samet Seyhan, IC ICTAS CONSTRUCTION

Generální dodavatel: HDSK, korejské joint venture Hyundai E&C a SK E&C

YAVUZ SULTAN SELIM BRIDGE

(3rd BOSPHORUS BRIDGE)

Magdaléna Sobotková

1. INTRODUCTION

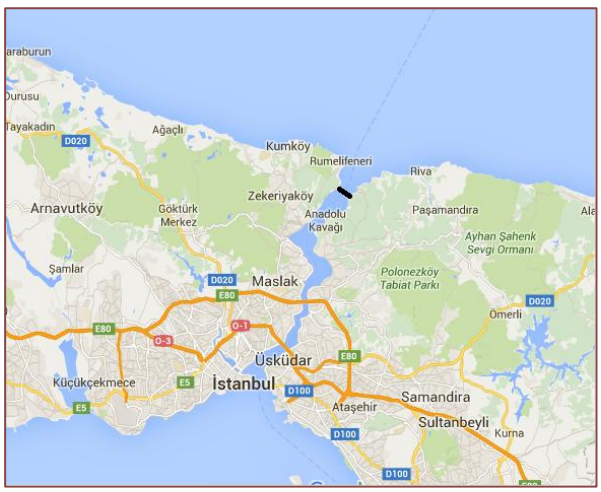
1.1 Location

The 3rd Bosphorus Bridge is located in the Odayeri – Paşaköy area of the Northern Marmara Motorway project. The railway system on the bridge will carry passengers from Edirne to İzmit and will be connected with the rail system which will integrate Marmaray and İstanbul Metro, Atatürk Airport, Sabiha Gökçen Airport and the 3rd Airport in the future.

1. ÚVOD

1.1 Umístění

3rd Bosphorus Bridge se nachází v oblasti Odayeri – Paşaköy projektu Northern Marmara Motorway. Železniční spojení bude sloužit cestujícím z Edirne do İzmitu a bude spojeno s železničním systémem, který propojí Marmaray a İstanbul Metro, letiště Atatürk a Sabiha Gökçen a v budoucnu i třetí letiště.



1.2 People and companies involved

The Northern Marmara Motorway and the 3rd Bosphorus Bridge are constructed with the "Build, Operate and Transfer" model.

The bridge concept design was developed by Dr. Jean Francois Klein and Dr. Michel Virlogeux, the detail design by T engineering, Switzerland/Turkey. Other companies provided specific design solutions.

The construction was awarded as a result of an international tender launched by KGM (Turkish Ministry of Transport) and is executed by ICA, a Turkish-Italian joint venture formed by Içtaş and Astaldi. It also includes operation of the project – which has an investment cost of 4.5 billion TL (1.5 billion US$) – by the IC İçtaş – Astaldi Consortium for 10 years, 2 months and 20 days which will be delivered to the Ministry of Transportation at the end of this period.

A Korean joint venture between Hyundai E&C and SK E&C named HDSK was selected as the EPC contractor for the bridge construction. A number of subcontractors dealt with specific tasks, such as Freyssinet for the stay cables.

1.2 Lidé a společnosti zapojení do projektu

Northern Marmara Motorway a 3rd Bosphorus Bridge jsou realizovány v režimu „Postav, Provozuj a Převeď".

Koncepční návrh mostu byl vyhotoven Dr. Jeanem Francoisem Kleinem a Dr. Michelem Virlogeuxem, projekt společností T engineering, Švýcarsko / Turecko. Další společnosti dodaly specifická řešení návrhu.

Realizace mostu byla zadána na základě výsledku mezinárodní veřejné soutěže tureckým ministerstvem dopravy KGM turecko-italskému konsorciu ICA tvořenému společnostmi Içtaş and Astaldi. Zahrnuje také provozování projektu – jedná se o investici v hodnotě 4,5 miliardy TL (1,5 miliardy USD) – konsorciem IC İçtaş – Astaldi po období 10 let, 2 měsíce a 20 dní. Na konci tohoto období bude projekt předán ministerstvu dopravy.

Korejské joint venture mezi Hyundai E&C a SK E&C s názvem HDSK bylo vybráno jako zhotovitel mostu v režimu EPC. Velké množství podzhotovitelů se podílelo na specifických činnostech, např. společnost Freyssinet pro závěsy.

2. STRUCTURAL SOLUTION OF THE BRIDGE AND OF THE HYBRID SYSTEM

2.1 Description

The bridge combines two different transport solutions - rail and road - within the same corridor and the same level, supported on a 58.5m wide steel deck. It will be the widest suspended bridge deck in the world. The main span is 1,408m in length, (world record for railway bridges) with two on-shore concrete towers 322m in height (the second highest concrete towers in the world), accommodating a two-carriageway motorway with four lanes in each direction, separated by a twin-track high-speed railway system in the centre. The bridge is also accessible to maintenance vehicles using the two walkways built along external edges of the deck which have a width of 2.5m.

2.2 The amount of materials:

Concrete: 230,000m^3
Cable: 28,000 tonnes
Structural Steel: 57,000 tonnes
Structural steel for the deck: 50,000 tonnes

2.3 Hybrid system

The 3rd Bridge is a suspension bridge combined with stay cables (stiffening cables), i. e. a hybrid solution, called HRSB (Highly Rigid Suspension Bridge).

2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ MOSTU A JEHO HYBRIDNÍ SYSTÉM

2.1 Popis

Most kombinuje dva druhy dopravy – železniční a silniční – ve stejném dopravním koridoru a na jedné úrovni. Doprava je vedena po 58,5 m široké ocelové mostovce, což ji činí nejširší zavěšenou mostovkou na světě. Rozpětí hlavního pole je 1 408 m (světový rekord pro železniční mosty) se dvěma betonovými pylony na pevnině vysokými 322 m (druhé nejvyšší betonové pylony na světě). Dálnice je vedena ve dvou směrech, každý ve čtyřech pruzích, a je v ose mostu rozdělena dvěma tratěmi pro rychlostní železniční dopravu. Most také umožňuje přístup obslužným vozidlům, která mohou použít chodníky po obou stranách mostovky. Každý je široký 2,5 m.

2.2 Množství materiálu:

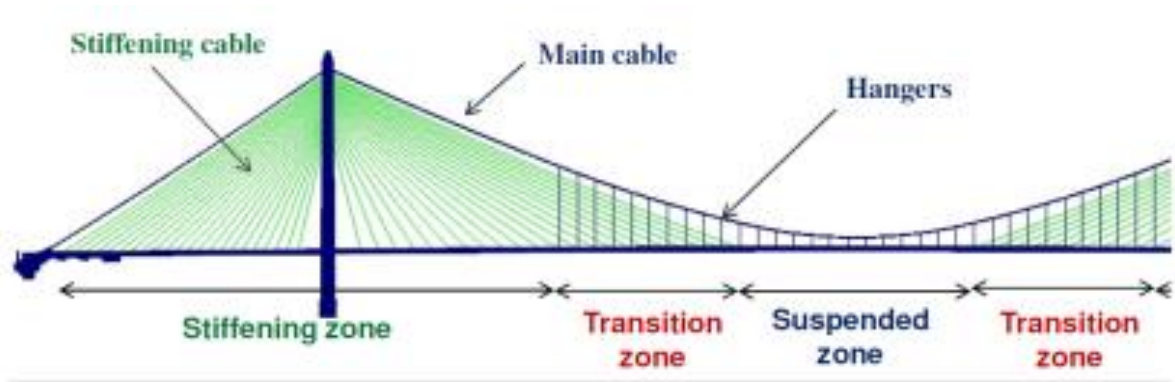
Beton: 230,000m^3
Závěsná lana: 28,000 tun
Konstrukční ocel: 57,000 tun
Konstrukční ocel pro mostovku: 50,000 tun

2.3 Hybridní systém

3rd Bridge je visutý most kombinovaný se závěsným, což je tzv. hybridní řešení.

By adopting the suspension system in the middle of the main span and the stay system in the sections near the towers, this bridge combines advantages of a suspension bridge for longer span capability and of a cable - stayed bridge which exhibits greater rigidity which is beneficial for railway traffic. The deck is divided into three zones depending on the type of support: stay cables in the stiffening zone, stays and hangers from the main cables in the transition zone and finally only hangers in the suspended zone.

Použití visutého systému uprostřed hlavního pole a zavěšeného systému v oblastech blízko pylonu kombinuje výhody visutého mostu při dlouhých rozpětích, a zavěšeného mostu, který vykazuje větší tuhost – což je dobré zejména pro železniční dopravu. Mostovka je rozdělena na tři zóny podle typu podpory: šikmé závěsy ve ztužující oblasti, šikmé závěsy a svislé závěsy hlavního lana v přechodové oblasti a oblast, kde jsou pouze svislé závěsy z hlavního visutého lana.



2.4 Mr Virlogeux and his role, cooperation on the realization of the bridge

Dr. Michel Virlogeux developed the concept design of the bridge together with Dr. Jean-François Klein from T engineering.

Through his close collaboration with T engineering and the design team he was involved in all design issues throughout the whole process. An indication of his contribution to the project is illustrated by the fact that he issued almost 200 technical notes.

2.4 M. Virlogeux, jeho úloha a spolupráce při realizaci mostu

Dr. Michel Virlogeux vyvinul koncepční projekt mostu společně s Dr. Jeanem Françoisem Kleinem ze společnosti T engineering.

Díky úzké spolupráci s T engineering a projekčním týmem byl zapojen do kompletní problematiky návrhu. Rozsah jeho podílu na projektu ukazuje skutečnost, že přišel s téměř 200 technickými nápady a řešeními.

3rd Bridge designer Dr. Michel Virlogeux: „We are building a unique masterpiece".
Autor návrhu mostu Dr. Michel Virlogeux: "Stavíme unikátní mistrovské dílo".

French bridge master Dr. Michel Virlogeux expressed that the 3rd Bosphorus Bridge will be a unique structure in many terms.

Highlighting the weight of the bridge, he said: "This bridge has to hold big loads due to the fact that there is a railway on it. In addition to this, the regular loading wil be extremly high, as a result of the heavy traffic in Istanbul. There are regular suspended cables and stiffening cables – which are stretched out with direct connection to the tower – in the design of the bridge. This is an extraordinary system for the purpose of the combined road/railway traffic. Similar bridges were built in the 19th century, but they did not have the same style. The 3rd Bosphorus Bridge has been developed with this philosophy from the beginning using all the actual capacity we have with modern computering. We can call it a hybrid structure. This adds additional feature to the bridge".

Dr. Michel Virlogeux stated that the bridge is the most important bridge project in the world, which is under construction at the moment. He also gave assurance to the dwellers of Istanbul on the matter of earthquake performance, he explained this by saying: "Earthquake is a big question mark in Turkey. Thankfully, the Bosphorus Region is more secure seismically when compared to the İzmit shoreline. It is at a level of one-third of the İzmit shoreline. Our bridge was designed in a way that it will not be affected by any earthquake thanks to its flexibility".

Dr. Michel Virlogeux also drew attention to the fact that the international characteristics of the project are very important in terms of experience stating: "We increased our experience and quality with the fact that people from all around the world come and work here.... It is a major advantage that talents and experience of many places come to here".

Proslulý francouzský mostař Dr. Michel Virlogeux řekl, že 3rd Bosphorus Bridge bude unikátní konstrukcí v mnoha ohledech.

S poukázáním na hmotnost mostu uvedl: „Tento most musí být schopen přenášet velká zatížení vzhledem k tomu, že je na něm umístěna železniční trať. Kromě toho bude následkem husté dopravy v Istanbulu extrémně vysoké i běžné zatížení. V návrhu mostu jsou zakomponována standardní visutá lana a ztužující lana – která jsou v přímém spojení s pylony. Tento jedinečný systém byl vytvořen kvůli kombinaci silniční a železniční dopravy. Podobné mosty byly stavěny již v 19. století, ale neměly stejné technické řešení.

3rd Bosphorus Bridge byl od úplného počátku vyvinut s touto filozofií, avšak s využitím všech soudobých možností, které nám dávají moderní výpočetní metody. Můžeme tomu říkat hybridní konstrukce. Tato vlastnost dodává mostu jeho jedinečnost".

Dr. Michel Virlogeux poznamenal, že tento most je nejdůležitějším mostním projektem na světě, který se v současné době realizuje. Také ujistil obyvatele Instanbulu v otázkách týkajících se zemětřesení, což vysvětlil slovy: „Zemětřesení je v Turecku velkým otazníkem. Naštěstí je oblast Bosporu seizmicky bezpečnější ve srovnání s pobřežím v oblasti Izmitu. Intenzita zemětřesení je na úrovni jedné třetiny té v oblasti Izmitu. Náš most byl navržen tak, že díky své pružnosti nebude ovlivněn žádným zemětřesením.

Dr. Michel Virlogeux také poukázal na skutečnost, že mezinárodní povaha projektu je velmi zajímavá a přináší nové zkušenosti: „Zvýšili jsme si naše zkušenosti a kvalitu díky tomu, že sem přišli pracovat lidé z celého světa …Je to velká výhoda, když se člověk setkává s talenty a zkušenostmi z mnoha míst".

Dr. Michel Virlogeux participated in the wind tests that were performed on the 14m long bridge model
Dr. Michel Virlogeux se účastnil testů ve větrném tunelu, které se dělaly na 14 m dlouhém modelu mostu.

2.5 Wind Tests

The durability and wind resistance tests for the bridge were executed by CSTB (Nantes – France) and POLITECNICO (Milan – Italy). A computer model was used to simulate how the bridge would behave in these conditions. Different construction stages of the bridge were considered and several tests were carried out on the models in a 6-7 month period. The bridge models were tested for the equivalent of a 300 km/h wind speed (on the top of the pylon). In the last 40 years the highest wind speed recorded in Istanbul was 130 km/h (at ground level).

2.5 Testování na zatížení větrem

Odolnost mostu při zatížení větrem se testovala společností CSTB (Nantes – Francie) a v POLITECNICO (Milan – Itálie). Byl použit počítačový model, na kterém se simulovalo chování mostu při zatížení vetrem. Byly testovány různé fáze výstavby a během 6-7 měsíců procházely modely mostu různými druhy zkoušek. Modely mostu byly testovány ve větrném tunelu na ekvivalent zatížení větrem o rychlosti 300 km/h (v horní části pylonu). Nejvyšší rychlost větru zaznamenaná v Istanbulu za posledních 40 let byla 130 km/h (na úrovni země).

3. CONSTRUCTION

3.1 Foundation

The ceremony for laying the first foundation was held on 29 May 2013. The groundworks for the bridge were commenced in the regions of Beykoz-Poyrazköy and Sarıyer-Garipçe.

3. VÝSTAVBA

3.1 Založení

Slavnostní položení prvních základů mostu se konalo 29. 3. 2013. Zemní práce pro založení mostu byly zahájeny v oblastech Beykoz-Poyrazköy a Sarıyer-Garipçe.

3.2 Towers

The towers are A-shaped. Each tower comprises of two cylindrical reinforced concrete shafts below ground and two triangular legs. The height of the towers is 322m, making it a world record for a suspension bridge. Concrete wall thickness is 1.5m at the base reducing to 1m at the height of 208m.

The legs of the towers are interconnected with a concrete cross-beam at a height of 61m above sea level just below deck level. Their completion required erection of giant scaffolds. After their completion the deck was placed on them. The depth of the girders between towers is 11 meters at the ends and in the middle it is 6.5m. It is possible to walk between the legs through passage ways and enter the bridge towers through doors constructed at the level of the connection girder and go up by elevator and stairs in the towers. The four elevators each have 1,000kg capacity, with 11 stopping stations and operate to suit the inclination of 6 degrees in the towers. They provide access for maintenance and service purposes.

3.2 Pylony

Pylony mají tvar písmene A. Každý pylon se skládá ze dvou kruhových železobetonových dříků pod zemí a dvou nohou s trojúhelníkovým průřezem. Výška pylonů je 322 metrů, což je světový rekord u visutých mostů. Tloušťka betonových zdí je 1,5 m u základu, snižuje se až na 1 m ve výšce 208 m.

Nohy pylonů jsou propojené betonovými trámy, které tvoří příčle ve výšce 61 m nad mořem, hned pod úrovní mostovky. Jejich zhotovení vyžadovalo postavení rozsáhlého lešení. Po jejich dokončení byla na ně uložená mostovka. Výška betonových trámů těchto příčlí je 11 metrů na konci a 6,5 m uprostřed. Mezi nohama pylonu je možné projít průchodem a vstoupit do pylonů na úrovni spojovacího trámu a vyjet nahoru výtahem a vystoupat po schodech uvnitř pylonu. Čtyři výtahy, každý s nosností 1 000 kg, projíždějí 11 stanicemi. Výtahy fungují ve sklonu 6 stupňů, který je uvnitř pylonů. Umožňují přístup pro údržbu a obsluhu mostu.

The towers were erected using two systems: To a height of approx 200m a sliding formwork system was used. Three heavy-duty lifting cranes operated non-stop at the legs of bridge towers on both the European and Asian sides. The sliding formwork moved upwards using 60 hydraulic jacks. It started directly from the top of the concrete shaft. The dimension of the legs at the base is approx 18 m (triangle height) and is tapered gradually. The sliding formwork system had to be adjusted as it was rising. Tower cranes attached to the bridge towers moved upwards in 30m intervals. At 208m above the sea level the transition to a climbing form system was made.

Pylony byly realizovány s použitím dvou systémů: do výšky cca 200 metrů bylo použito posuvné bednění. Tři jeřáby určené pro zvedání těžkých břemen byly nepřetržitě v provozu na nohách pylonů na obou stranách – evropské i asijské. Posuvné bednění se pohybovalo směrem vzhůru za pomoci 60 hydraulických zařízení. Začalo se přímo z betonové šachty. Rozměry nohou pylonu u jejich základny jsou cca 18 m (do trojúhelníku) a postupně se zužují. Bednění bylo tedy třeba přizpůsobit. Jeřáby připevněné k pylonům se pohybovaly v 30ti metrových úsecích. Ve výšce 208 m nad mořem se přešlo na šplhací bednění.

The mounting operation of the sliding form began at ground level. Montáž posuvného bednění začala na úrovni země.

The climbing formwork had 6 storeys and work operations continued efficiently with the use of access stairs rising through the formwork.

For structural stability, geometrical control and safety reasons until permanent girders, main cables and other cables were installed, temporary support girders were placed between the towers. There were five temporary girders in total, the weight of each girder is up to 103 tonnes. The girders were used to limit the temporary bending moments in the bridge towers caused by the inclination of the towers during construction.

Šplhací bednění mělo 6 pater a pracovní operace efektivně pokračovaly s využitím přístupových schodišť, které procházely skrz bednění.

Mezi pylony byly umístěny dočasné podpůrné trámy do doby, než byly instalovány trvalé trámy, hlavní lana a další lana, a to zejména aby bylo dosaženo konstrukční stability, umožněna kontrola geometrie, a také z bezpečnostních důvodů. Dočasných trámů bylo pět, každý s hmotností až 103 tun. Byly použity také pro snížení ohybových momentů v pylonech, které byly způsobeny náklonem pylonů během výstavby.

The anchorage boxes (top right picture) for the stiffening cables were placed in the bridge towers from a height of 208m upto 304m above sea level. There are 176 anchorage boxes in total in the four bridge tower legs - ie 44 per leg. The biggest of these boxes is 65 tonnes, approx. 14m high, the smallest one is 36 tonnes.

The overall height of the reinforced concrete towers is 304.6m. The tower saddles which house the main cables were assembled at the deck level and lifted in one piece.

Kotevní boxy (obrázek vpravo nahoře) pro instalaci závěsů byly umístěny v pylonech od výšky 208 m až do 304 m nad mořem. Celkem bylo v nohách pylonů umístěno 176 boxů – tj. v každé noze 44. Největší váží 65 tun a je cca 14 m vysoký, nejmenší má 36 tun.

Celková výška železobetonové části pylonů je 304,6 m. Sedla na pylonech pro umístění hlavních visutých lan byla smontována na mostovce a vyzvednuta jako jeden kus.

Left: After topping out of the bridge towers at 304.6 meters, climbing formworks were removed.
Right: A lower panel of the tower upper beam, consisting of 7 parts with a weight of 208 tonnes, length 28m, was placed at a height of 268m with the help of high-capacity cranes. Upper beam panels were welded to steel plates which were embedded into the tower concrete. After the lifting operation the welding quality was checked by performing non-destructive testing.

Vlevo: Po dosažení vrcholu pylonů ve výšce 304,6 bylo šplhací bednění odstraněno.
Vpravo: Dolní panel horního dílu pylonu, skládající se ze 7 částí o hmotnosti 208 tun, s délkou 28 m, byl jeřábem umístěn do výšky 268 m. Horní panely byly přivařeny k ocelovým deskám, které byly předem připraveny v pylonech. Po jeho osazení byla nedestruktivními zkouškami zkontrolována kvalita svarů.

3.3 Anchorage blocks

The anchorage blocks were excavated to a depth of almost 35m. The sides were supported by rock bolt systems and shotcrete. 24,000 cubic meters of concrete, weighing 60,000 tonnes, was poured into each anchorage block. The blocks anchor the tensile load induced by the main bridge cables. The anchorages on both the Asian and European sides have a bearing capacity of 100,000 tonnes each. Together with the reinforced concrete and backfill, the total structural weight of each anchor block is approximately 150,000 tonnes.

3.3 Kotevní bloky

Stavební jáma pro kotevní bloky byla vyhloubena až do téměř 35 m. Stěny jámy byly zajištěny tyčovými kotvami a stříkaným betonem. Pro každý blok bylo použito 24 000 m3 betonu, s hmotností 60 000 tun. Kotevní bloky slouží pro zakotvení tahové síly od hlavního visutého lana. Bloky na obou stranách – asijské a evropské – mají únosnost 100 000 tun každý. Společně s železobetonem a obsypem je celková konstrukční hmotnost každého kotevního bloku cca 150 000 tun.

After completion of the concrete works, drainage, waterproofing and back-filling works were performed. Meanwhile the anchor block concrete was post tensioned using 45,000m of post-tensioning cables with a steel strength up to 1,860 MPa and the distribution saddles were finished.

Po dokončení betonáže bylo provedeno odvodnění, izolace a obsyp. Mezitím byl beton v kotevních blocích dodatečně přepjatý za použití 45 000 metrů předpínacích kabelů z ocele s pevností až 1 860 MPa a byla dokončena roznášecí sedla.

3.4 Deck

The bridge has a streamlined steel orthotropic deck which improves the aerodynamic performance and aesthetic appearance in the main span. The shorter side spans are constructed using concrete which act as a counterweight to the main span.

The total length of steel span is 1,360m. It is composed of prefabricated steeel segments, each 58,5m wide and upto 24m long. Steel segments were manufactured in

3.4 Mostovka

Hlavní pole mostu má aerodynamickou ortotropní ocelovou mostovku, která zlepšuje jeho aerodynamické vlastnosti i estetický dojem. Kratší vedlejší pole mají mostovku betonovou, která působí jako protizávaží hlavnímu poli.

Celková délka ocelového pole je 1 360 m. Skládá se z prefabrikovaných ocelových segmentů, každý je 58,5 m široký a 24 m dlouhý. Ocelové segmenty byly vyrobeny

sections, assembled from 44 different panels. The deck has 59 steel segments, the lightest being 300 tonnes, two segments exceed 450 tonnes and the remaining 56 are 800 to 860 tonnes. The steel bridge segments were manufactured in three different places.

z dílů, které se skládají ze 44 různých panelů. Mostovka má 59 ocelových segmentů, nejlehčí má 300 tun, dva segmenty mají přes 450 tun a zbývajících 56 má 800 až 860 tun. Ocelové segmenty byly vyrobeny na třech různých místech.

Bridge segment construction of 860 tons. Vvýroba segmentu s hmotností 860 tun.

The bridge segments were brought to the site via ship. For the first steel deck lifting operations in the main span, steel segments were transferred to the land first, and lifted to their final level using cranes. The process started from both of the towers and then extending out over the sea using the cable stayed cantilever method.

Segmenty mostu byly na staveniště dopraveny lodí. Pro montáž prvních segmentů v hlavním poli byly nejprve přepraveny na pevninu a vyzdviženy do finální podoby jeřábem. Takto se postupovalo z obou stran pylonu, a pokračovalo dál přes moře metodou letmé montáže s vyvěšováním.

Approach viaducts, containing anchorage blocks which hold the bridge cables, were connected to the towers over the tower crossbeam. Backspan acting as counterweight to the main span.

Přístupová pole s kotevními bloky, do kterých jsou zakotvena hlavní lana, byly k pylonům připojeny nad příčlí pylonu. Vedlejší zavěšená pole působí jako protizávaží poli hlavnímu.

Later the method changed as the segments were lifted directly from the sea using “Derrick Cranes”. The cranes with pulley wheels held the bridge segments on two sides. They lift the bridge segments from sea level before securing them to the previously placed deck using temporary attachment points to ensure the correct alignment. The stiffening cables were then installed to anchor the deck back to the towers. 44 of the 56 segments were lifted by these cranes extending the cantilevers over 500 metres. Assembly works on the Asian and European sides took place simultaneously.

Později se metoda změnila – segmenty byly zvedány přímo z moře jeřáby typu derik. Jeřáby s kladkou držely segmenty ze dvou stran. Takto je vyzvedly z moře a následně je připevnily k již přimontovaným segmentům mostovky s využitím dočasných úchytů, které sloužily pro připevnění do správné polohy. Následně byly instalovány závěsy, kterými se připevnil segment mostovky k pylonu. 44 z 56 segmentů bylo vyzdviženo těmito jeřáby, konzoly mostovky přesáhly 500 metrů. Montážní práce probíhaly současně na evropské i asijské straně.

Assembly of steel bridge segments progressing from a tower and showing the Derrick Crane.

Montáž ocelových segmentů mostu od pylonu s derikem.

The cantilever construction progressed over 500 metres from each tower through the stiffening zone and the transition zone. When the remaining gap between the sides was only 343 meters a different method was used to lift the remaining 12 segments. 3,000 tonne capacity "Lifting Gantry" cranes were used lifting the steel decks directly from the main suspension cables. All of these processes including steel deck lifting works were carried out simultaneously on the European and Asian sides.

Práce pokračovaly až do okamžiku, kdy konzoly na obou stranách pylonů přesáhly 500 m přes oblast závěsů a přechodovou oblast. Když byla zbývající mezera mezi oběma stranami 343 m, pro vyzdvižení zbývajících 12 segmentů byl použit jiný postup. Byly použity jeřáby s nosností 3 000 tun, které byly umístěny na hlavní nosné lano, a z něj byly zdvíhány segmenty. Všechny tyto procesy včetně vyzdvižení segmentů byly prováděny souběžně na evropské i asijské straně.

Placing a steel bridge segment: the giant steel bridge segment was first lifted from the sea barge to the land and then connected to the end of the previous steel bridge segment after checking the alignment geometry. It was one of the heaviest segments in the project.
Umístění ocelového segmentu mostu: obrovský segment byl nejprve vyzdvižen ze člunu na moři, umístěn na pevninu a následně po ověření geometrie připojen na konec již instalovaných ocelových segmentů. Toto byl jeden z nejtěžších segmentů celého projektu.

3.5 Cables

The hybrid suspension system has three main parts:

176 stay (stiffening) cables
2,420m long suspension (main) cables
34 pairs of vertical hangers, supporting the central section of the deck from the suspension cables

3.5.1 Stay (stiffening) cables (PSS – parallel strand system)

176 stiffening cables have lengths ranging from 154 to 597m and diameters between 225 and 315mm. There are 65 to 151 strands in each cable and each strand has 7 wires with a diameter of 5.2mm. The total wire length is 121 thousand kilometers which would stretch three times around the Earth. Wire strength is 1,960 MPa. Each tower leg has 22 cables on the land side which anchor the 22 cables on the main span side.

3.5 Lana

Hybridní systém zavěšení mostu má tři části:

176 závěsů (ztužující lana)
2 420 m dlouhá visutá hlavní nosná lana
34 párů svislých závěsů, které podpírají středovou část mostovky přímo z hlavních visutých lan

3.5.1 Závěsy (PSS – rovnoběžné pramence)

176 závěsů má délku od 154 do 597 metrů a průměr mezi 225 a 315mm. V každém laně je 65 až 151 pramenců a každý pramenec se skládá ze 7 drátů o průměru 5,2 mm. Celková délka drátů je 121 tisíc kilometrů, což by třikrát obepnulo zeměkouli. Pevnost drátů je 1 960 MPa. Každá noha pylonu má 22 lan směrem k pevnině, které zakotvují 22 lan hlavního pole.

One end of the stiffening cable is connected to anchorages in the connection tubes located on the edges of the steel bridge segments while the other end is connected to the anchorage boxes in the towers.

Jeden konec závěsů je protažen průchodkami na stranách ocelových segmentů a zakotven, druhý konec je připevněn ke kotevním boxům v pylonech.

176 stiffening cables were installed in the short period of 11 months due to good planning and hard work.
176 závěsů bylo instalováno během pouhých 11 měsíců díky dobrému plánování a velkému úsilí.

3.5.2 Main cables (PPWS – pre-fabricated parallel strand system)

Two main cables weighing a total of 12,882 tonnes were produced in a specialized factory in South Korea in less than a year. The main cables carry 34 steel deck segments, each of which has a weight of upto 860 tonnes. In total, 68 hangers weighing approximately 170 tonnes and having a material strength of 1,860 MPa were used.

The main span cables have a diameter 723mm and comprising 113 strands. In the side spans the main cable has a diameter 752mm and has 122 strands. Each strand has 127 galvanized wires of 5.4mm diameter which are arranged in a hexagonal pattern.

3.5.2 Hlavní lana (PPWS – prefabrikované rovnoběžné pramence)

Dvě hlavní lana váží celkem 12 882 tun a byly vyrobeny ve specializované továrně v Jižní Koreji za méně než rok. Hlavní lana podpírají 34 ocelových segmentů mostovky, z nichž každý váží až 860 tun.

Celkem bylo použito 68 svislých závěsů s hmotností cca 170 tun a s pevností 1 860 MPa.

Hlavní lana v hlavním poli mají průměr 723 mm a skládají se ze 113 pramenců. Hlavní lana vedlejšího pole mají průměr 725 mm a mají 122 pramenců. Každý pramenec se skládá ze 127 galvanizovaných drátů o průměru 5,4 mm, které jsou uspořádany do tvaru šestihranu.

Four huge steel saddles each weighing approximately 120 tonnes were lifted and positioned on bridge towers at a height of around 300m.
Čtyři obrovská ocelová sedla s hmotností cca 120 tun byla vyzdvižena a umístěna na pylony ve výšce okolo 300 m.

The saddles were produced in Italy by AFC (Cividale del Friuli). Two 150 tonne capacity jacks were used to lift them into position with 280m long cables each having 20 strands (10 per jack). From temporary scaffolds built on the towers, the jacking cables were lowered onto the concrete deck and connected to the tower saddle on the ground with the help of a lifting beam. Then the lifting operation for each saddle was achieved in 16 hours.

After the saddles were secured, a messenger cable was installed between the towers, followed by erection of the temporary catwalks.

Sedla byla vyrobena v Itálii společností AFC v Cividale del Friuli. Pro jejich vyzdvižení a umístění byla použita dvě zdvihací zařízení s kapacitou 150 tun, s 280 metrů dlouhými lany, z nichž každé mělo 20 pramenců (10 na každé zdvihací zařízení). Zdvihací lana byla odvinuta z dočasného lešení na pylonech a poté na mostovce připevněna k sedlům s využitím zdvihacího trámu. Celá operace trvala u každého sedla 16 hodin.

Po zajištění sedel do dané pozice na pylonu bylo nataženo vodící lano mezi pylony, následovala instalace montážních lávek.

Before catwalk construction, messenger cable was spanned (left)

The main cable PPWS strands are pulled into position along the catwalks and over the steel saddles using a hauling rope system. The pre-assembled cables are unrolled from drums located on the European side and then pulled to the Asian side one by one before fixing to the anchorage blocks and prestressed.

Prefabrikované rovnoběžné pramence hlavního lana jsou potom odvíjeny souběžně s lávkami a přes ocelová sedla za použití navíjecího systému. Předem připravená lana jsou jedno po druhém odvíjena z bubnů na evropské straně, a před přetažením na asijskou stranu jsou upevněna do kotvících bloků a předpjata.

After construction of the catwalks, main cabling started. For the 2 main cables, which weigh a total of 13,000 tonnes, operations took place simultaneously on both European and Asian sides. *Po instalaci montážních lávek začalo navíjení hlavního lana. Operace u obou hlavních lan, která celkem váží 13 000 tun, probíhaly současně na evropské a asijské straně.*

Finally the completed cables were compressed using compaction machines, followed by the hanger clamps and cable wrapping operations. The cable wrapping comprises two parts: firstly galvanized steel wires with a diameter of 3.5mm are spun around the circumference of the cable followed by a waterproof elastomeric rubber membrane which has heat sealed joints.

When main cable cabling operations were completed, subsequent works included painting the outer surface with slip resistant paint, safety rail installation, establishing and testing the cable dehumidification system and installation of lighting and mechanical systems. All of these features will assist with future maintenance and repair operations on the main cable. On completion the catwalks were dismantled and removed.

Nakonec byla hlavní lana pomocí speciálního zařízení uspořádána do požadovaného tvaru, následně byly upevněny svorky na lanech a posléze byla lana opatřena vrchním obalem. Toto obalování probíhá ve dvou krocích: nejprve jsou okolo obvodu lana navíjeny galvanizované dráty s průměrem 3,5 mm, následuje vodotěsná gumová membrána, jejíž spoje jsou zataveny.

Když byly dokončeny všechny práce na hlavním laně, následovaly práce jako nátěr vnějšího povrchu vrstvou proti skluzu, instalace bezpečnostního zábradlí, instalace a testování dehumidačního systému a instalace osvětlení a dalších systémů. Všechna tato zařízení budou sloužit při budoucí údržbě a opravě hlavního lana.

Po dokončení všech prací byly montážní lávky rozmontovány a odstraněny.

Left: Main cable Right: Installation of cable-stay stiffening hangers

Photos pp 5 – 16: 3kopru.com

3.5.3 Hangers – PWS (parallel wire system)

The hangers are the vertical cables that support the bridge deck from the main cables in the transition and suspended zones of the main span. In the transition zone the 11 bridge deck segments are also supported by the stiffening cables. In the suspended zone, 13 steel bridge segments are supported directly. There are 68 hangers in total, with lengths from 13 to 106 metres, diameter 100 – 175mm, with a total weight 171 tonnes and characteristic strength 1,770 MPa.

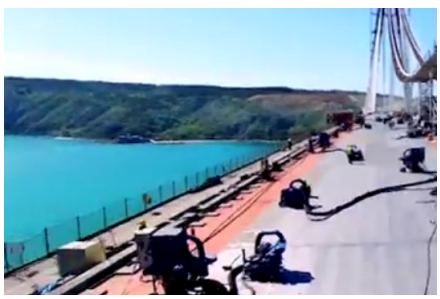
3.5.3 Svislé závěsy – PWS (rovnoběžné dráty)

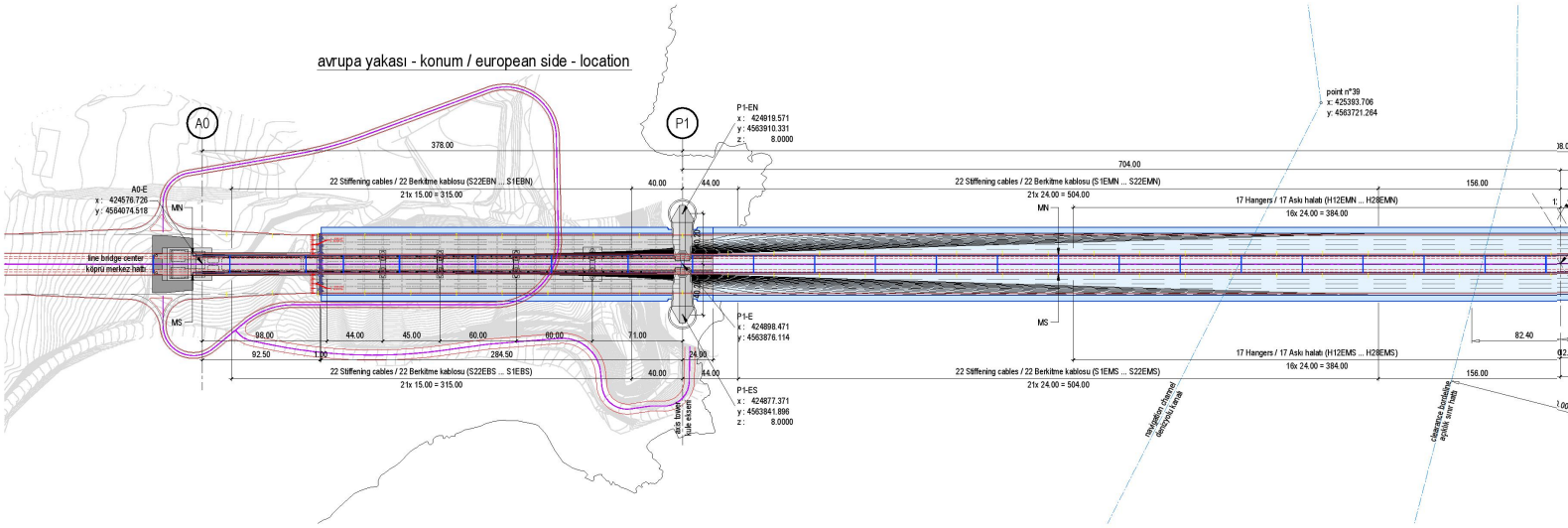
Svislé závěsy jsou lana, která podpírají mostovku v přechodové a visuté části hlavního pole. Jsou připevněny k hlavnímu lanu. V přechodové oblasti je 11 segmentů mostu rovněž podpíráno závěsy. Ve visuté oblasti je 13 mostních segmentů podpíráno přímo. Celkem je na mostě použito 68 svislých závěsů, s délkou od 13 do 106 metrů, s průměrem 100 – 175 mm, s celkovou hmotností 171 tun a charakteristickou pevností 1 770 MPa.

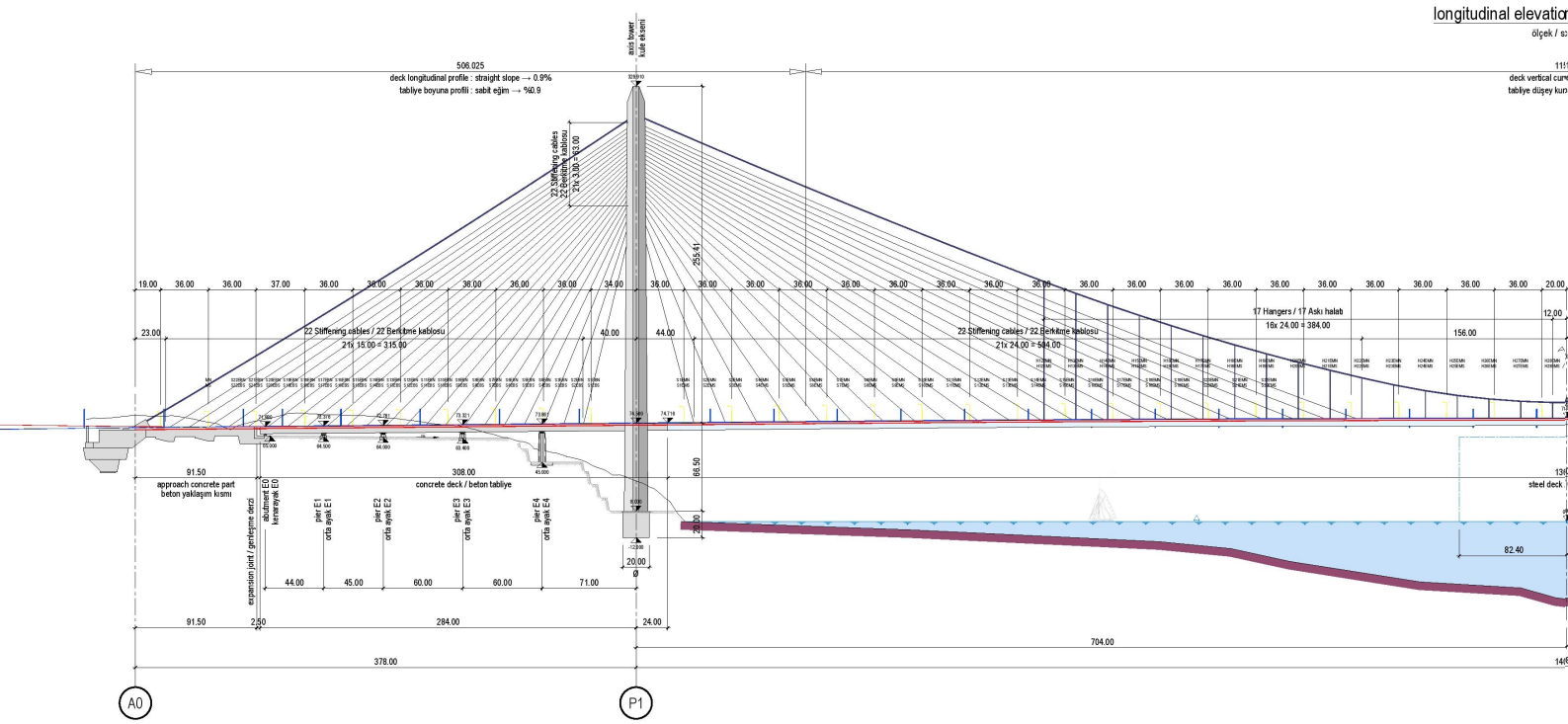
Completed bridge. *Photo: Stirling Lloyd Polychem Ltd.*

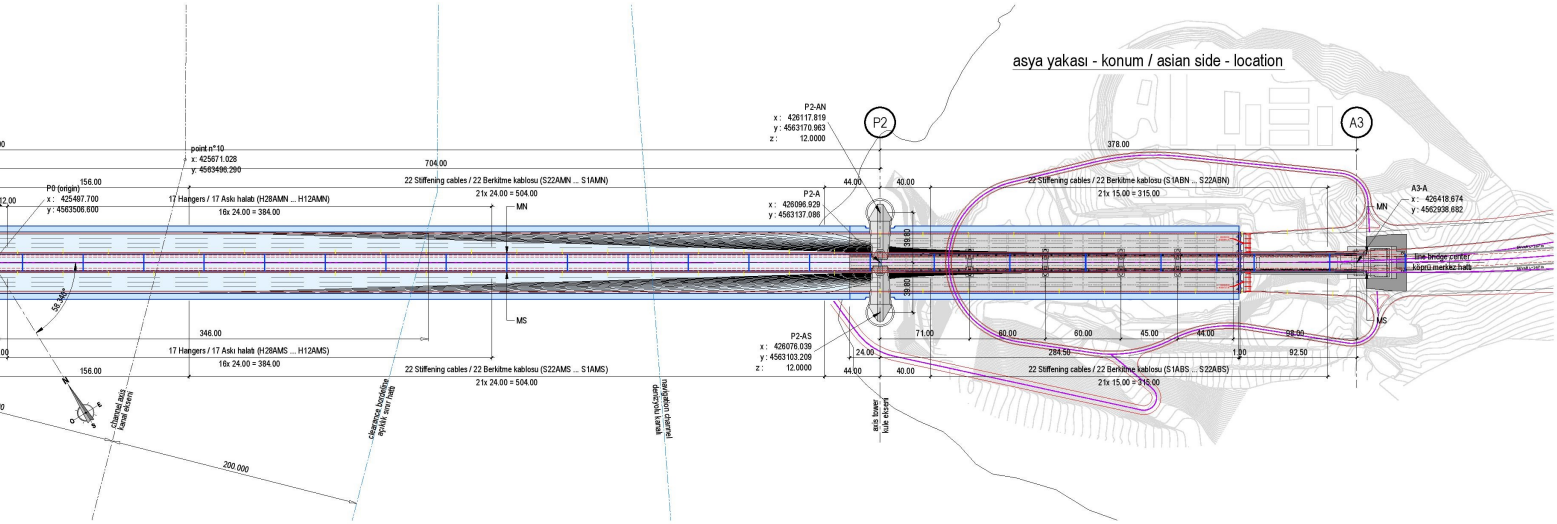
Source:

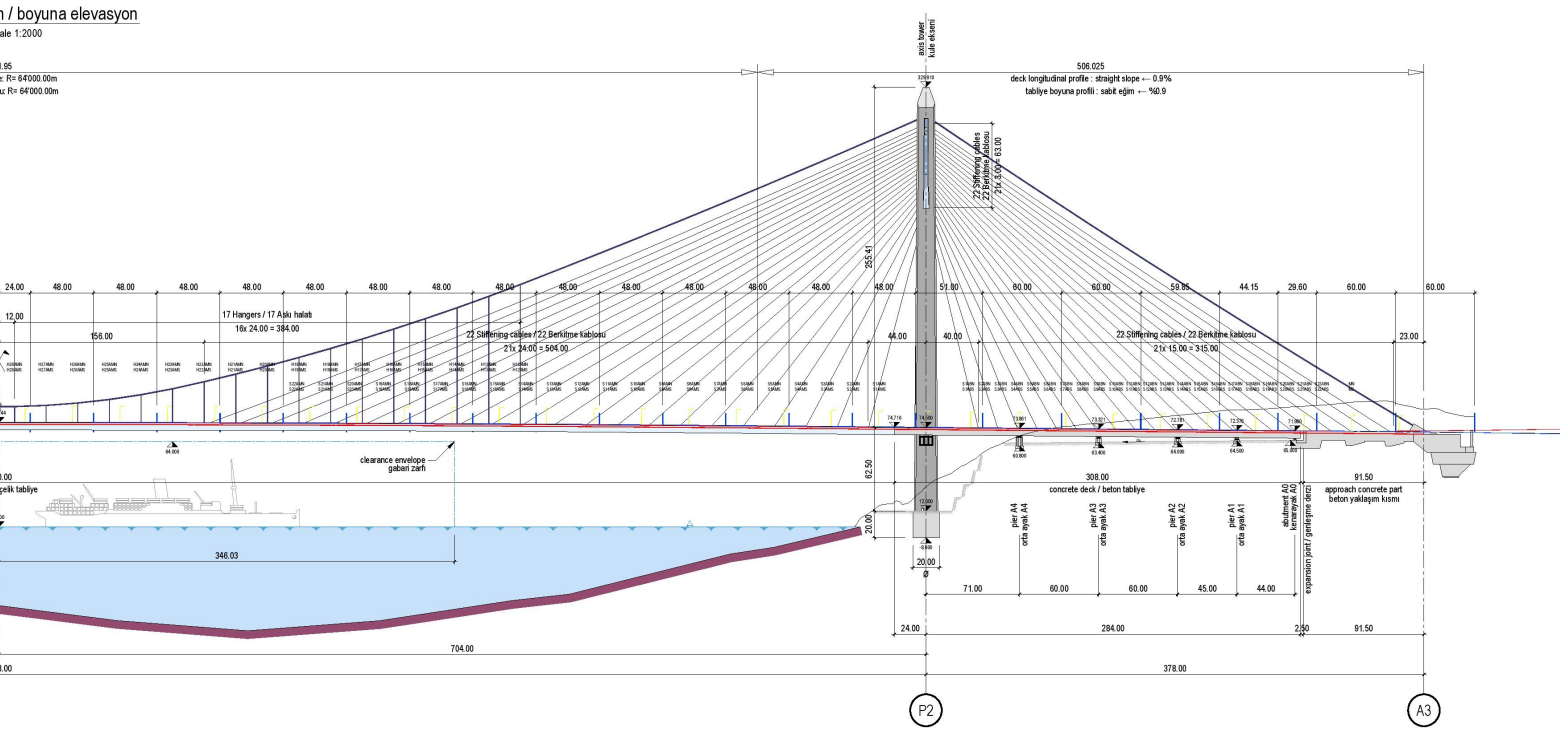
Drawings and information provided by Astaldi
T engineering - Switzerland
3kopru.com
astaldi.it
freyssinet.com
ICCE 2016 – 35th Conference on Coastal Engineering, Turkey

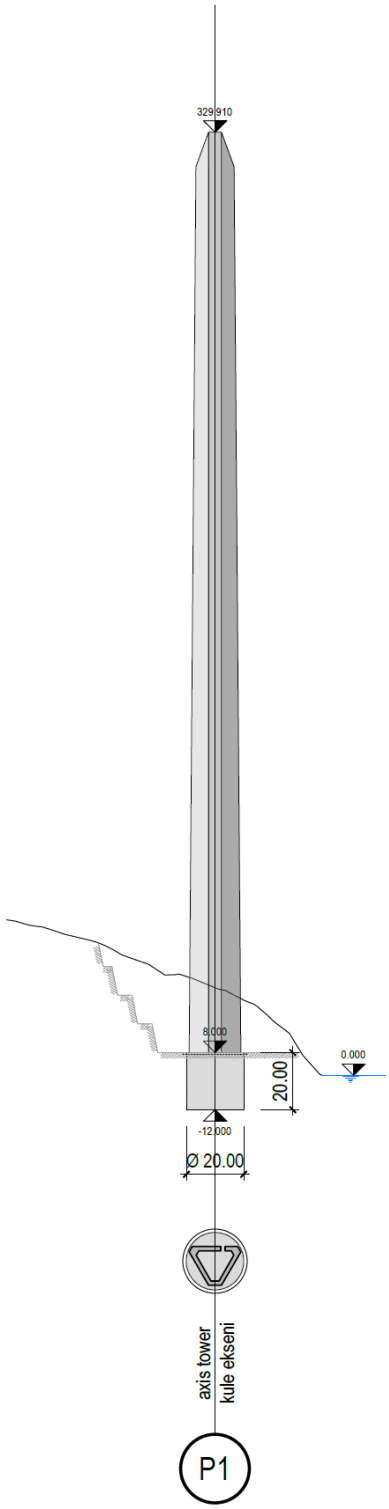


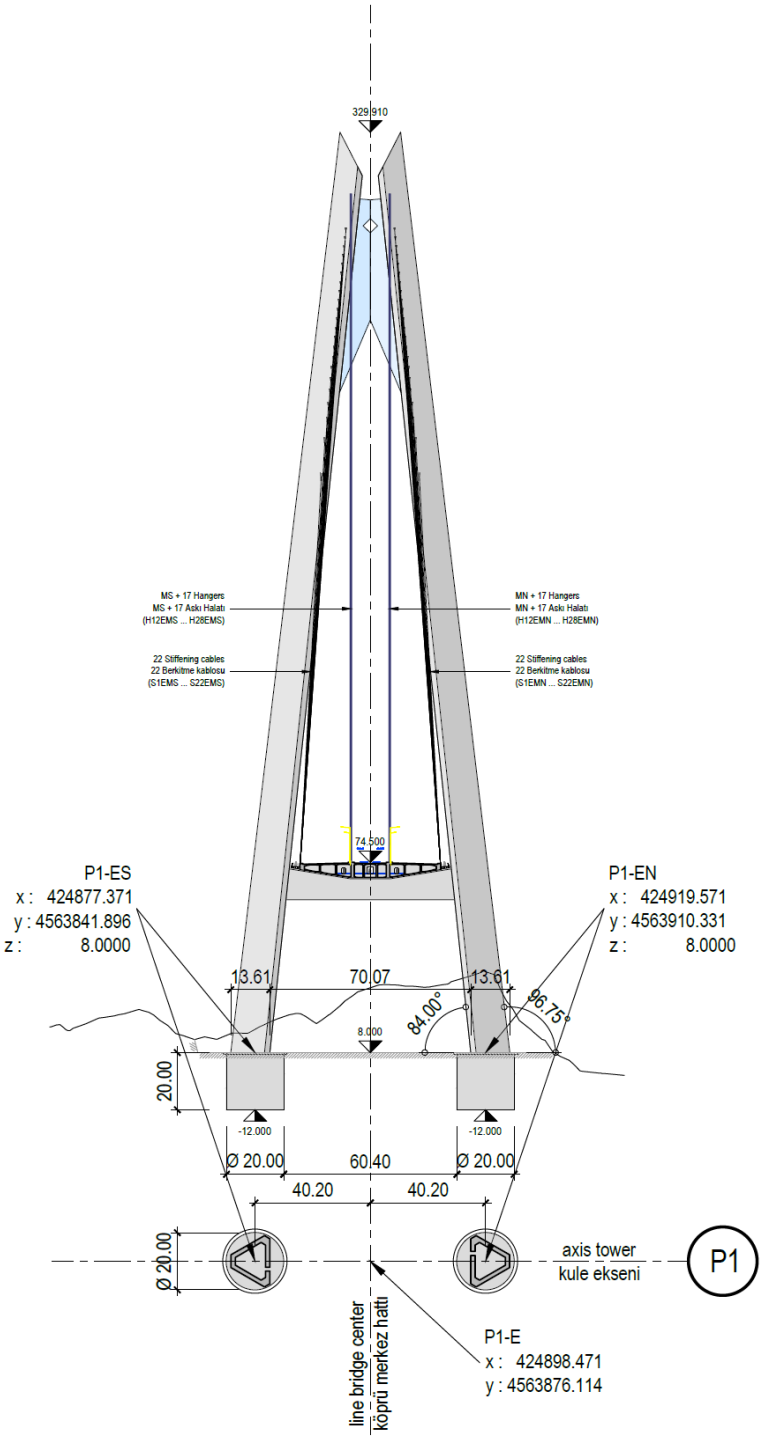

avrupa yakası - konum / european side - location
A0
P1
A0-E
x : 424576.726
y : 4564074.518
P1-EN
x : 424919.571
y : 4563910.331
z : 8.0000
P1-E
x : 424898.471
y : 4563876.114
P1-ES
x : 424877.371
y : 4563841.896
z : 8.0000
point n°39
x: 425393.706
y: 4563721.264
378.00
704.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu (S22EBN ... S1EBN)
21x 15.00 = 315.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu (S1EMN ... S22EMN)
21x 24.00 = 504.00
17 Hangers / 17 Aski halatı (H12EMN ... H28EMN)
16x 24.00 = 384.00
17 Hangers / 17 Aski halatı (H12EMS ... H28EMS)
16x 24.00 = 384.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu (S22EBS ... S1EBS)
21x 15.00 = 315.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu (S1EMS ... S22EMS)
21x 24.00 = 504.00
line bridge center
köprü merkez hattı
MN
MS
axis tower
kule ekseni
navigation channel
deniz yolu kanalı
navigation channel
deniz yolu kanalı


longitudinal elevation
506.025
deck longitudinal profile : straight slope → 0.9%
tabliye boyuna profili : sabit eğim → %0.9
axis tower
kule ekseni
22 Stiffening cables
22 Berkitme kablosu
24x 13.00 = 312.00
255.41
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu
21x 15.00 = 315.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu
21x 24.00 = 504.00
17 Hangers / 17 Aski halatı
16x 24.00 = 384.00
91.50
approach concrete part
beton yaklaşım kısmı
308.00
concrete deck / beton tabliye
66.50
20.00
82.40
expansion joint / genleşme derzi
abutment E0
kıyı ayağı E0
pier E1
orta ayak E1
pier E2
orta ayak E2
pier E3
orta ayak E3
pier E4
orta ayak E4
284.00
24.00
704.00
378.00
A0
P1


asya yakası - konum / asian side - location
P2
A3
P2-AN
x : 426117.819
y : 4563170.963
z : 12.0000
P2-A
x : 426098.929
y : 4563137.086
P2-AS
x : 426076.039
y : 4563103.209
z : 12.0000
A3-A
x : 426418.674
y : 4562938.682
P0 (origin)
x : 425497.700
y : 4563506.800
point n°10
x : 425671.028
y : 4563496.290
378.00
704.00
156.00
346.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu (S22AMN ... S1AMN)
21x 24.00 = 504.00
17 Hangers / 17 Askı halatı (H28AMN ... H12AMN)
16x 24.00 = 384.00
17 Hangers / 17 Askı halatı (H28AMS ... H12AMS)
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu (S22AMS ... S1AMS)
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu (S1ABN ... S22ABN)
21x 15.00 = 315.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu (S1ABS ... S22ABS)
MN
MS
44.00
40.00
39.80
71.00
60.00
45.00
58.00
284.50
1.30
92.50
24.00
200.000
axis tower
kule ekseni
navigation channel
deniz yolu kanalı
clearance envelope
gabari zarfı
line bridge center
köprü merkez hattı

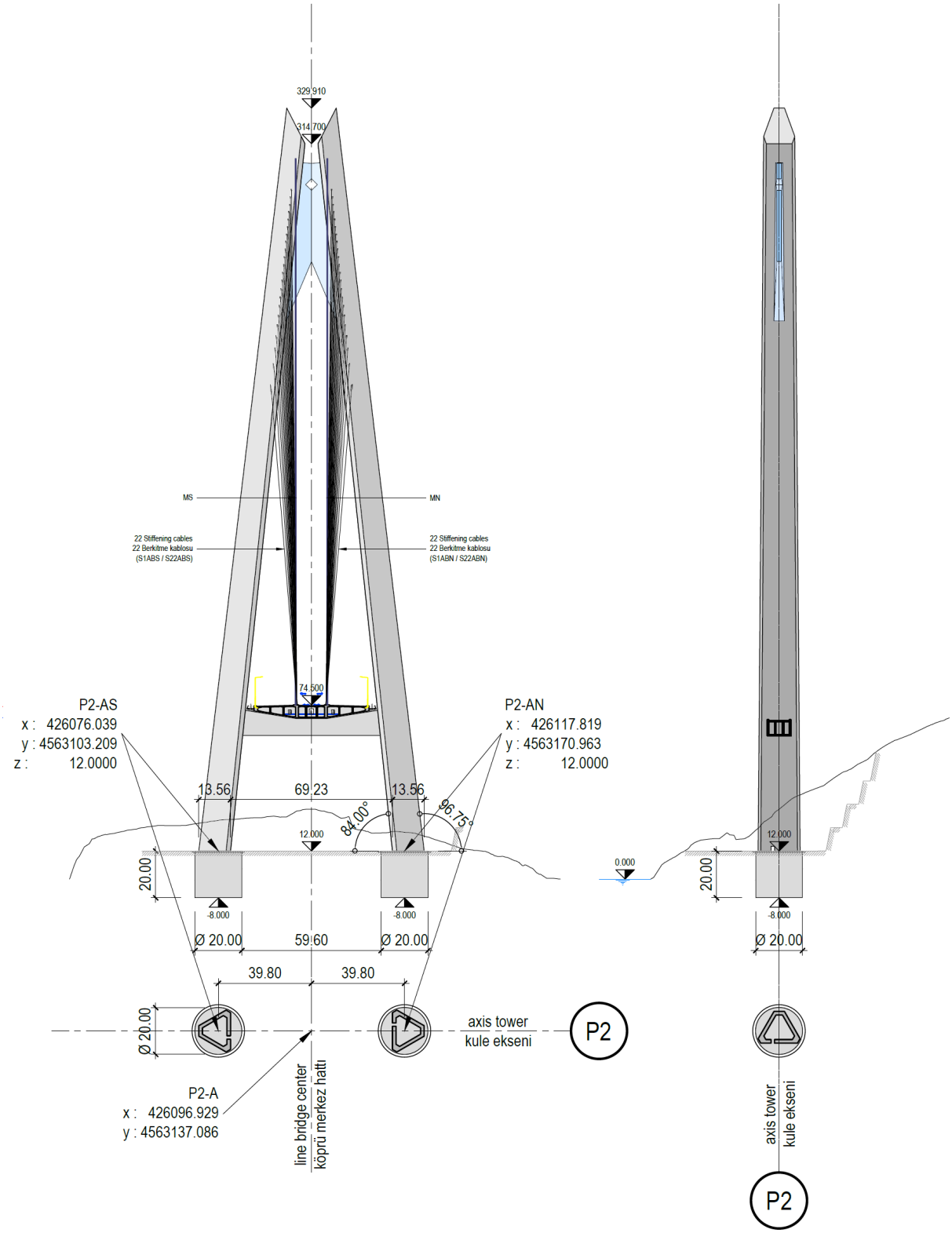

n / boyuna elevasyon
ale 1:2000
506.025
deck longitudinal profile : straight slope ← 0.9%
tabliye boyuna profili : sabit eğim ← %0.9
axis tower
kule ekseni
22 Stiffening cables
22 Berkitme kablosu
21x 3.00 = 63.00
265.41
17 Hangers / 17 Askı halatı
16x 24.00 = 384.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu
21x 24.00 = 504.00
22 Stiffening cables / 22 Berkitme kablosu
21x 15.00 = 315.00
156.00
44.00
40.00
23.00
24.00
48.00
51.00
60.00
59.85
44.15
29.60
clearance envelope
gabari zarfı
62.50
20.00
308.00
91.50
concrete deck / beton tabliye
approach concrete part
beton yaklaşım kısmı
pier A4
orta ayak A4
pier A3
orta ayak A3
pier A2
orta ayak A2
pier A1
orta ayak A1
abutment A0
kenarayak A0
expansion joint / genleşme derzi
346.03
704.00
378.00
71.00
60.00
45.00
44.00
284.00
2.50
P2
A3





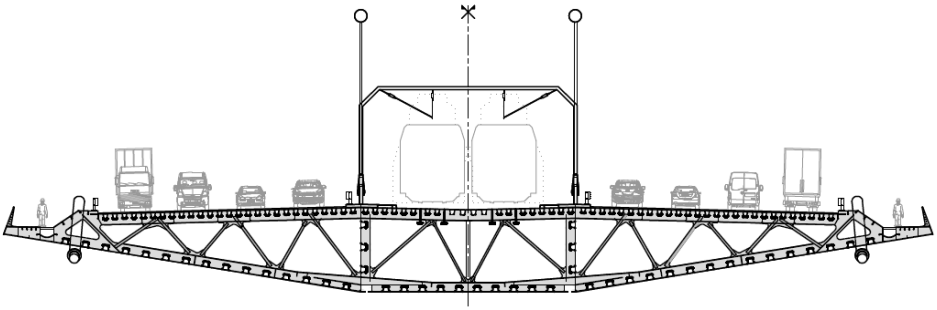
calibre 0 5 10cm

engineering


329.910
314.700
MS
MN
22 Stiffening cables
22 Berkitme kablosu
(S1ABS / S22ABS)
22 Stiffening cables
22 Berkitme kablosu
(S1ABN / S22ABN)
74.500
P2-AS
x : 426076.039
y : 4563103.209
z : 12.0000
P2-AN
x : 426117.819
y : 4563170.963
z : 12.0000
13.56
69.23
13.56
84.00°
96.75°
12.000
20.00
-8.000
Ø 20.00
59.60
39.80
39.80
Ø 20.00
axis tower
kule ekseni
P2
P2-A
x : 426096.929
y : 4563137.086
line bridge center
köprü merkez hattı
0.000
12.000
20.00
-8.000
Ø 20.00
axis tower
kule ekseni
P2

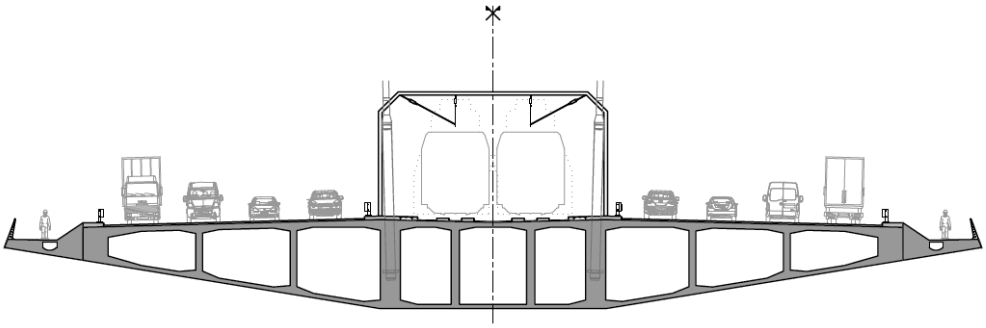
steel deck / çelik tabliye

ölçek / scale 1:500



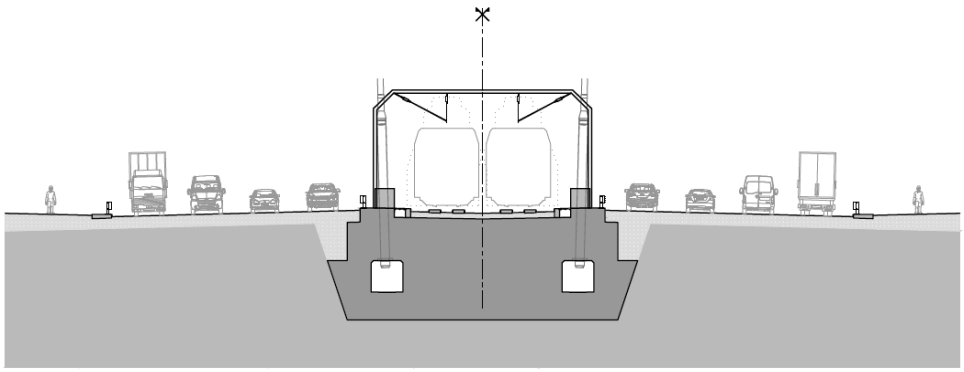
concrete deck / beton tabliye

ölçek / scale 1:500

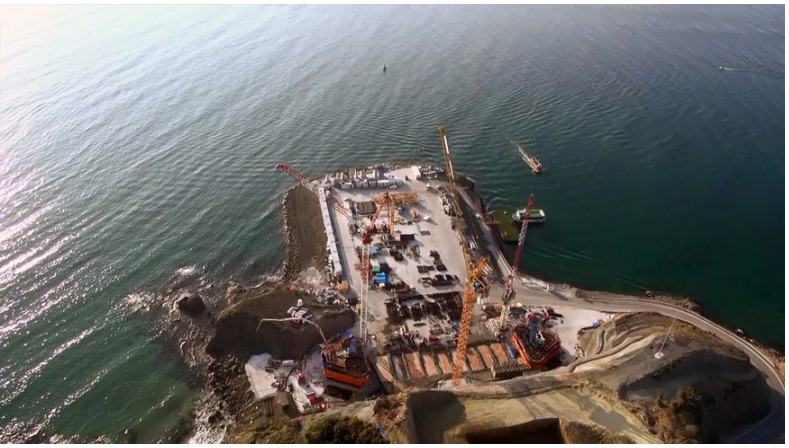


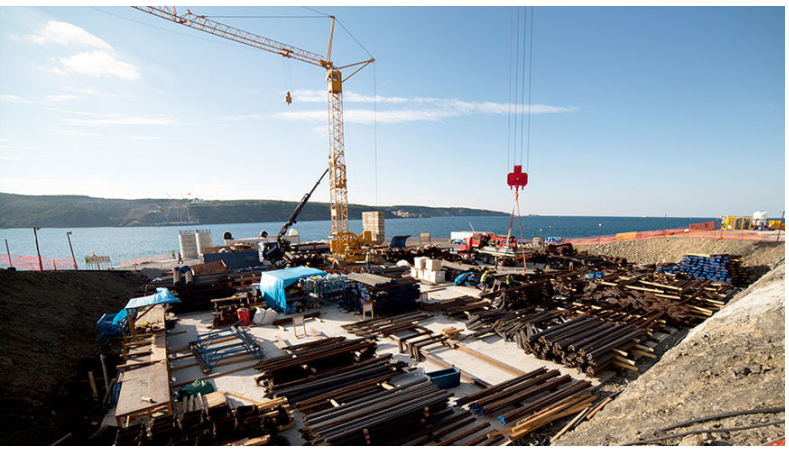
approach concrete part / beton yaklaşım kısmı

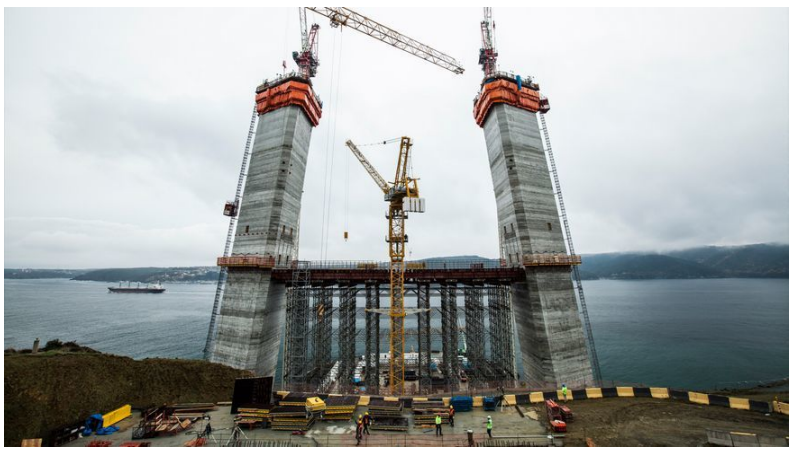
ölçek / scale 1:500

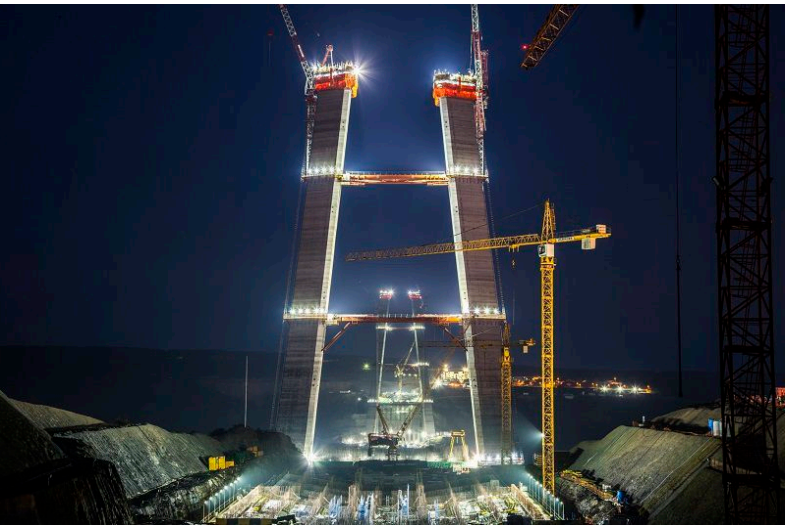


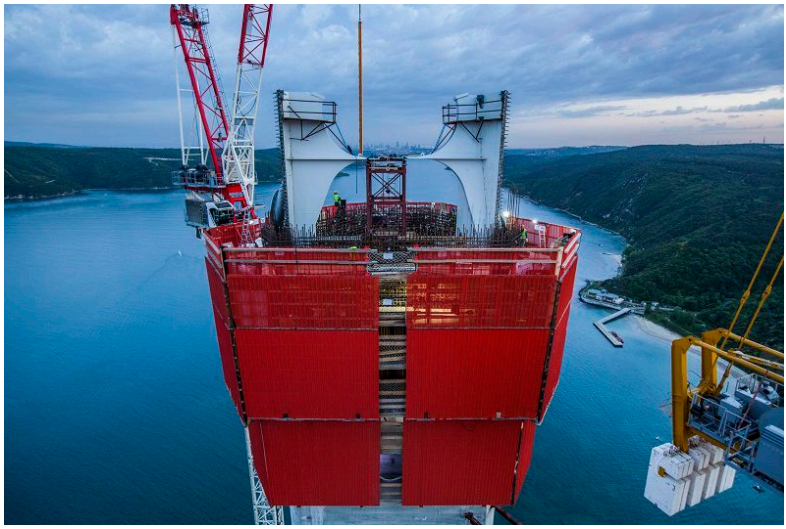
PHOTOGALLERY

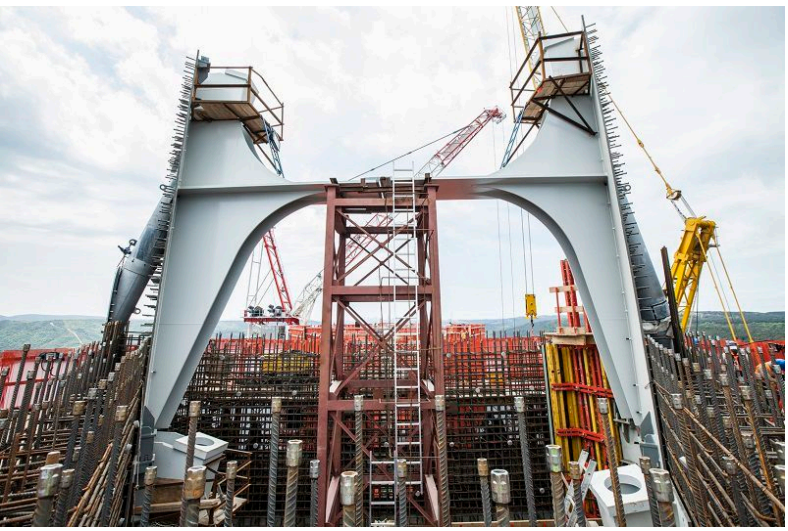


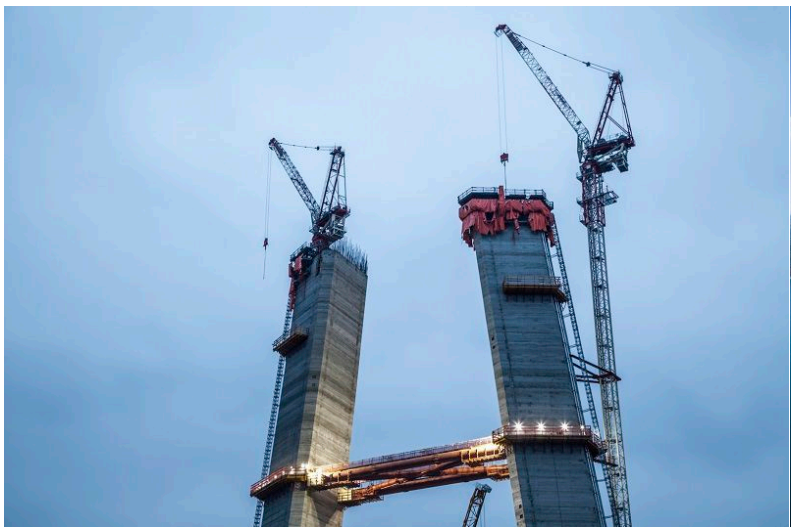


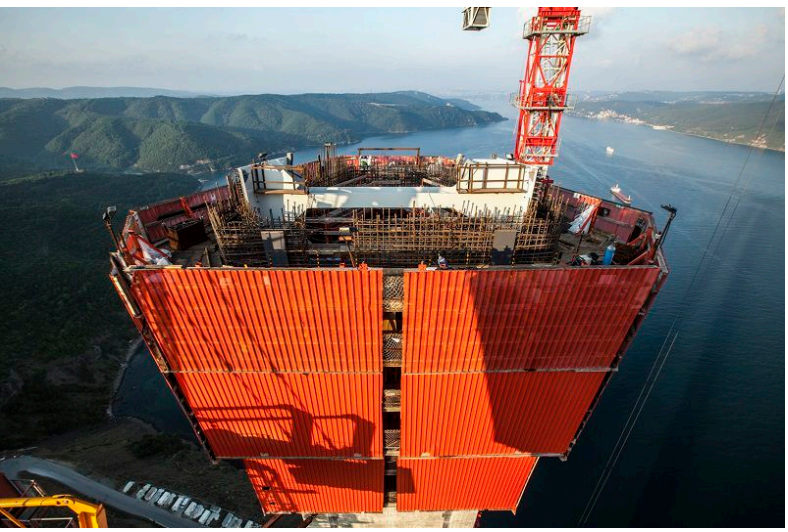


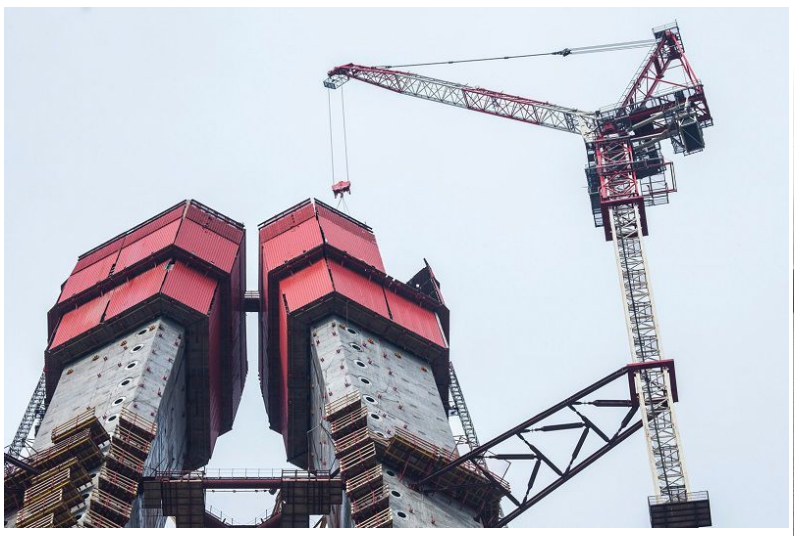


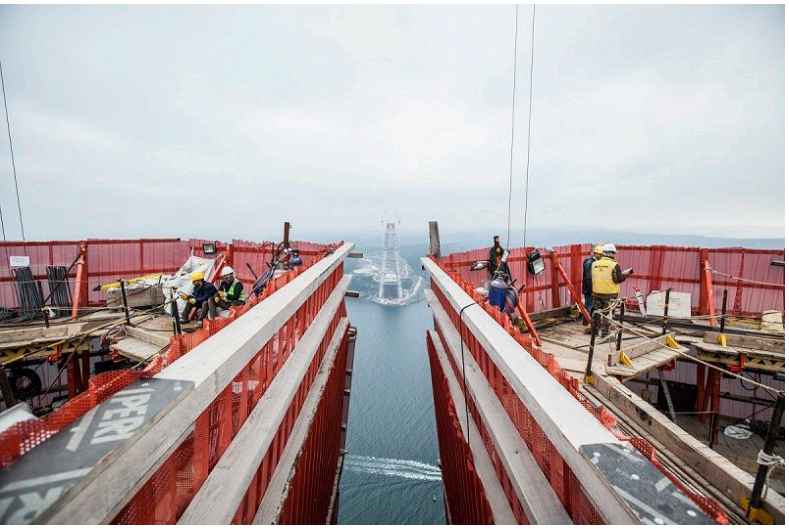


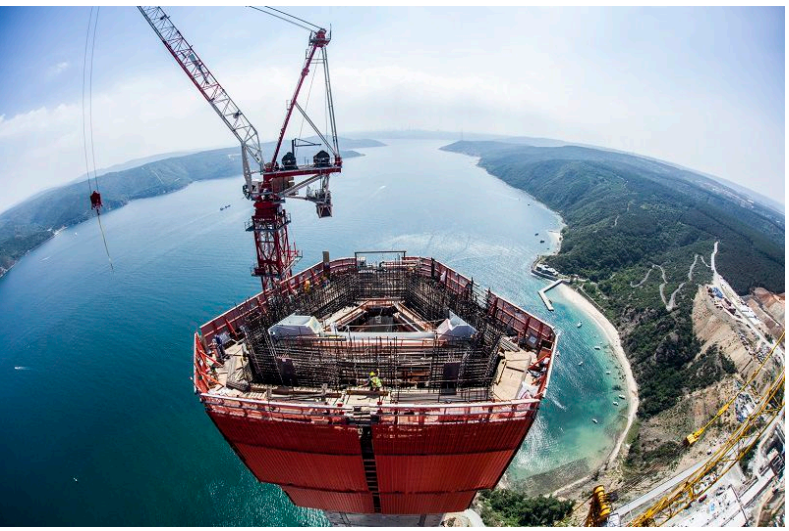


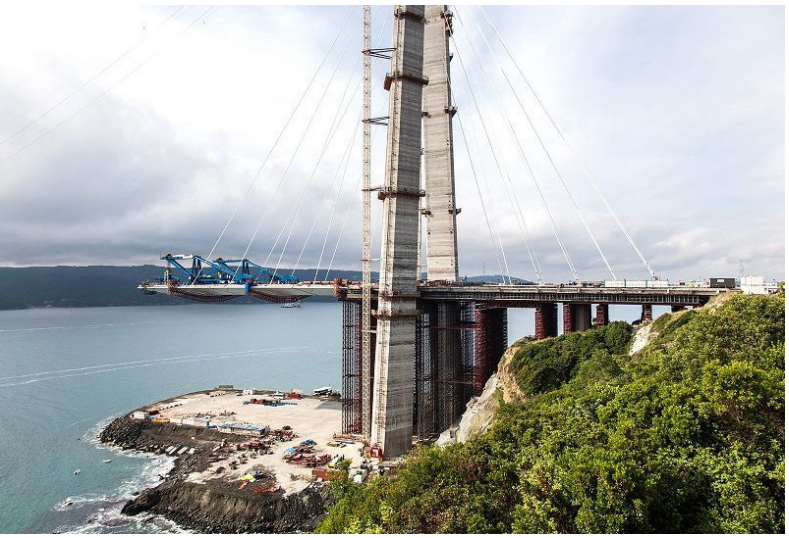


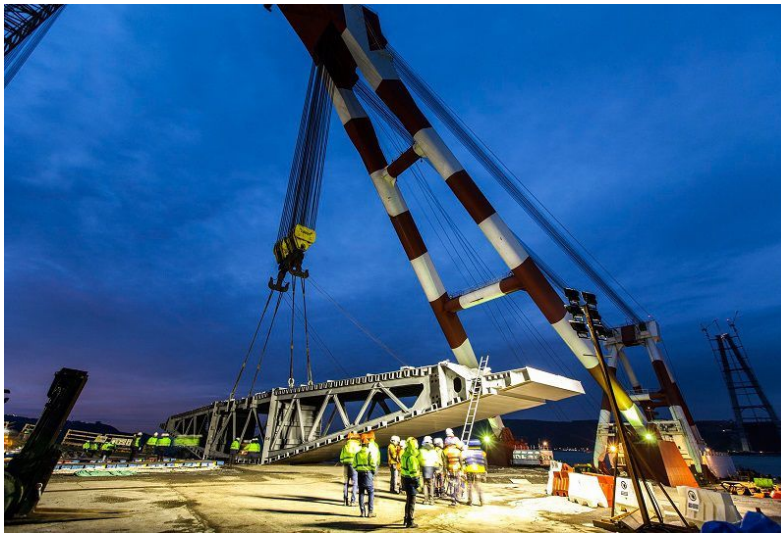


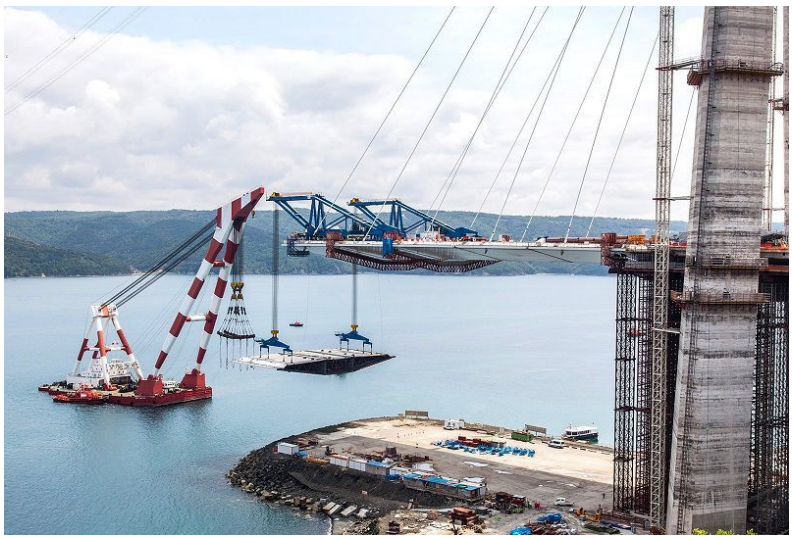


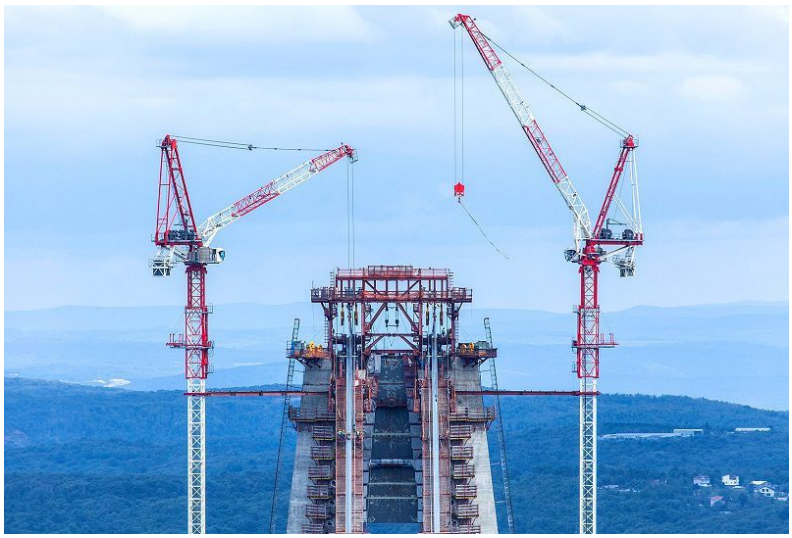


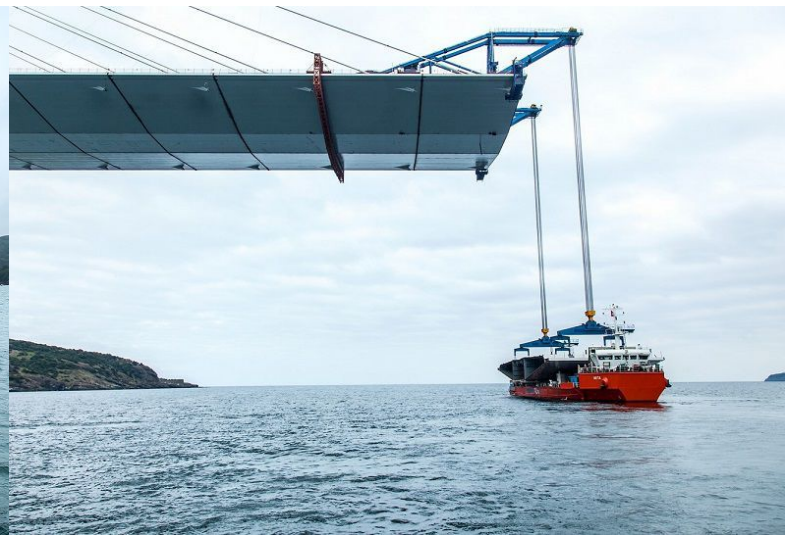


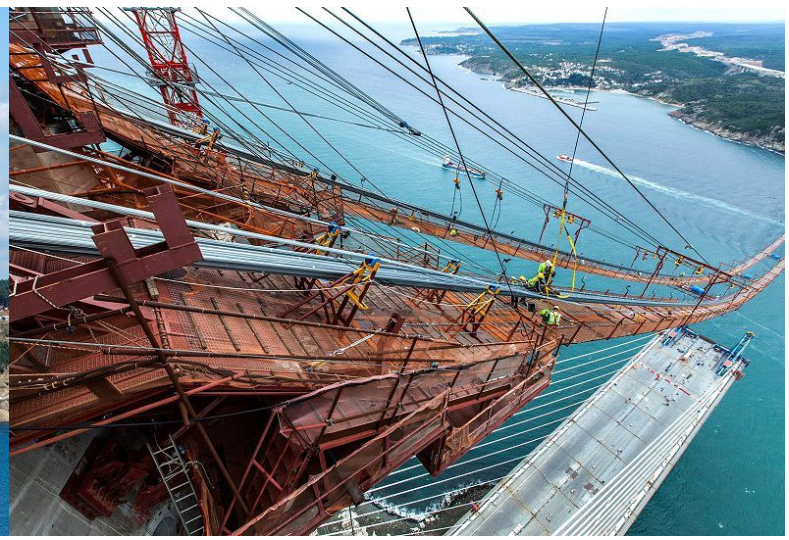


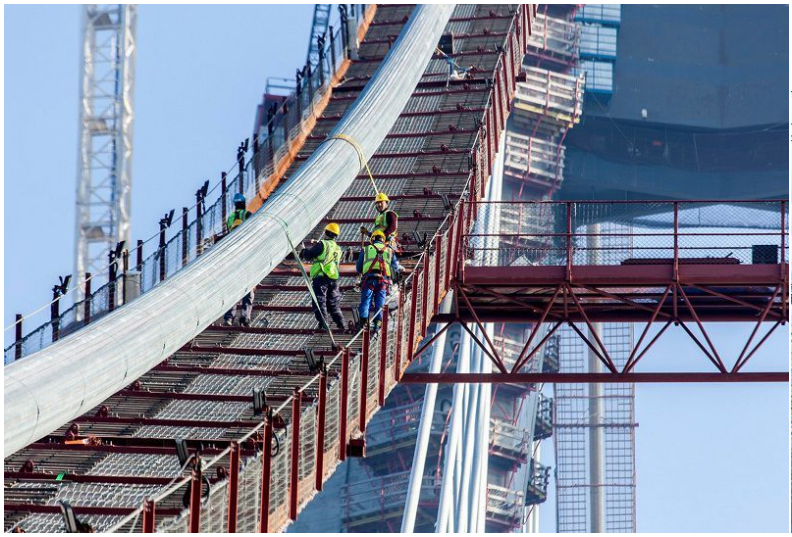


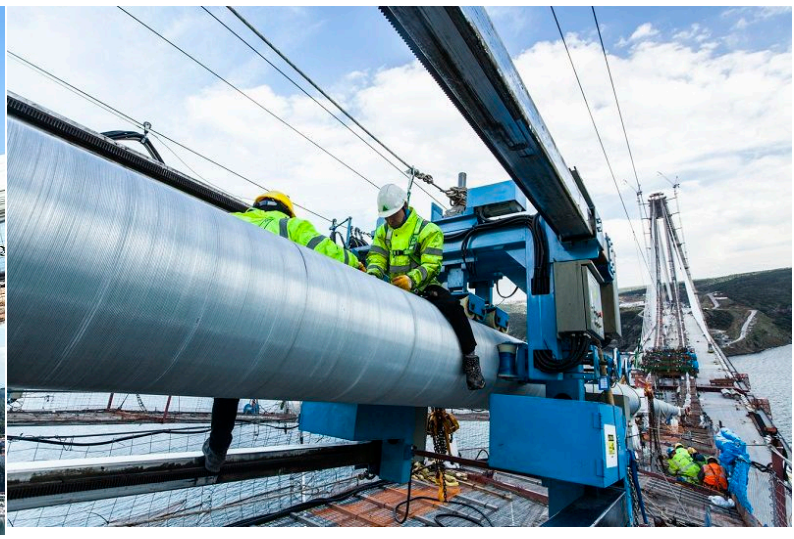


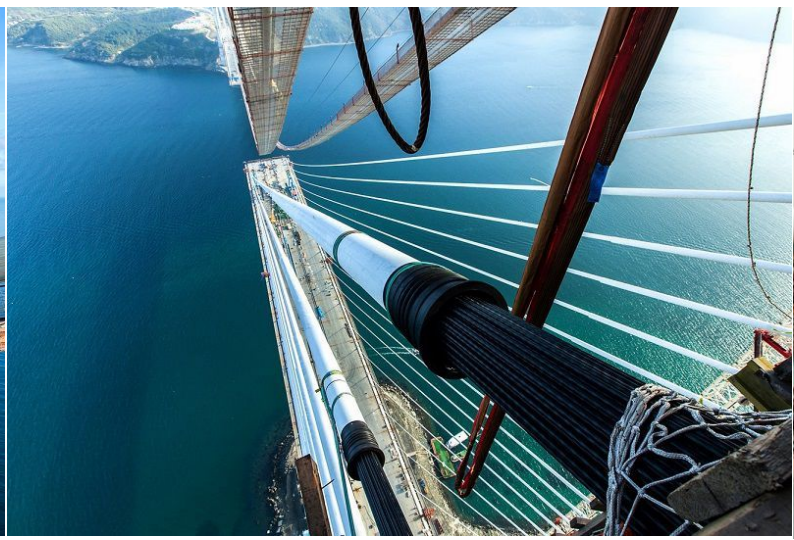


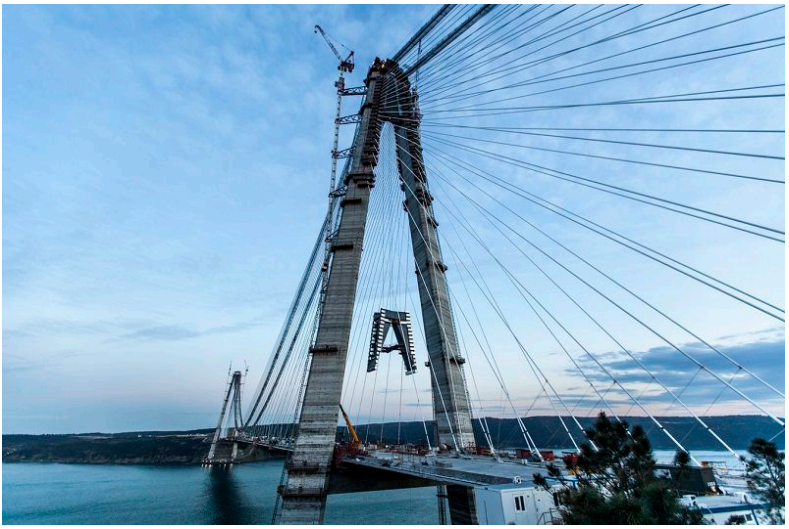


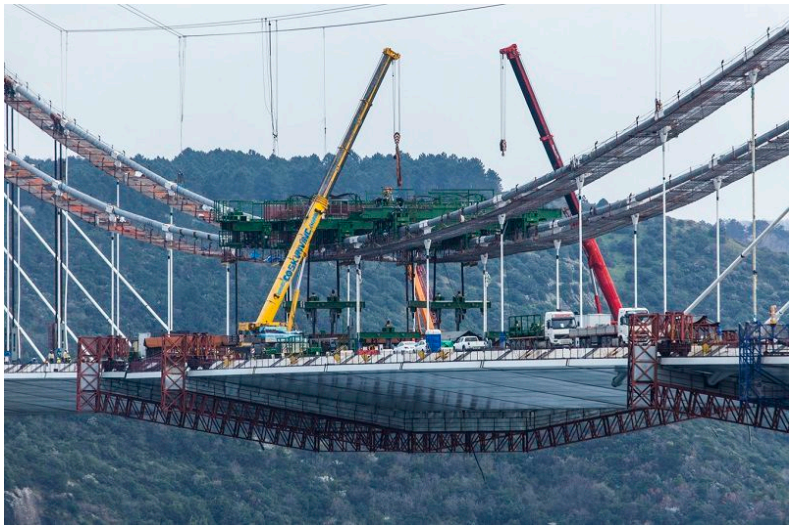


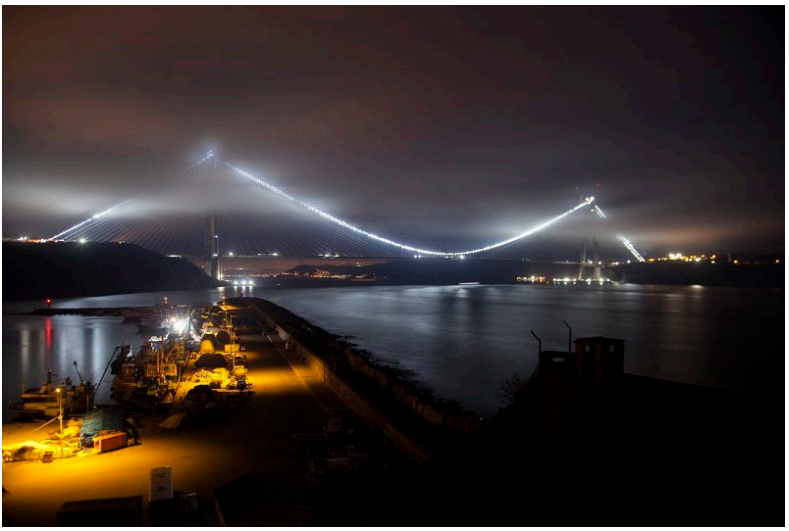


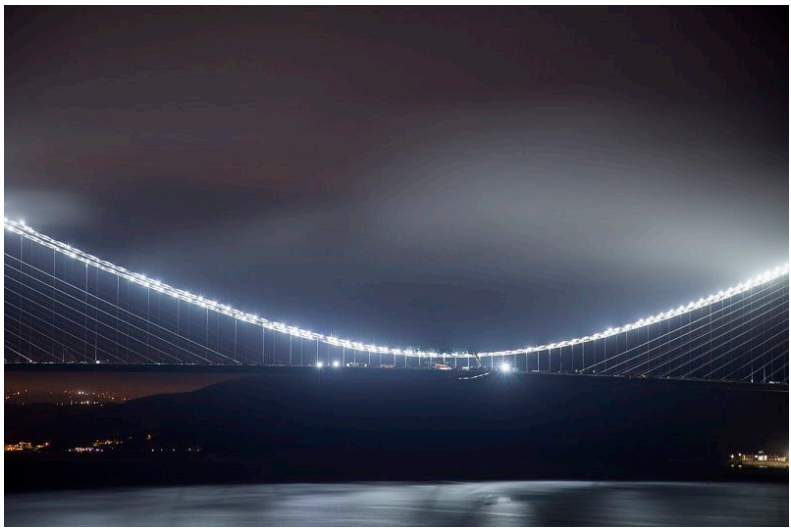


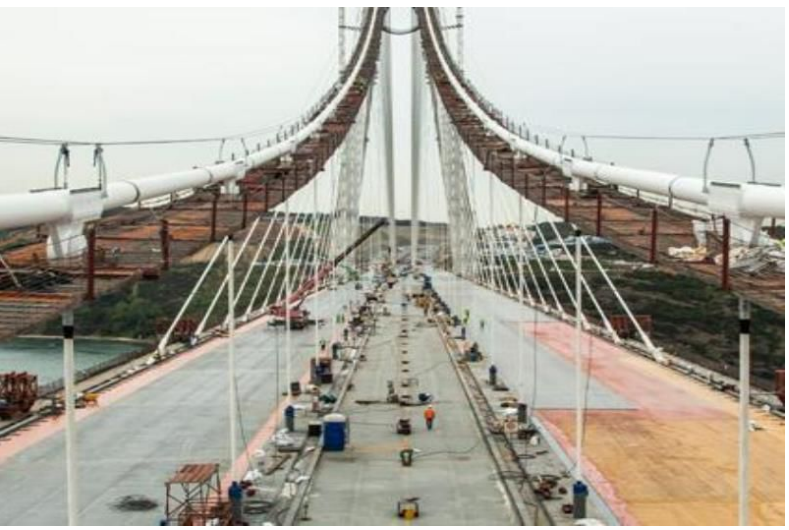












All photos: 3kopru.com

EMINENT STRUCTURAL ENGINEER: MICHEL VIRLOGEUX – STRUCTURAL ARTIST OF MODERN FRENCH BRIDGES

VYNIKAJÍCÍ PROJEKTANT: MICHEL VIRLOGEUX – UMĚLEC V NAVRHOVÁNÍ MODERNÍCH FRANCOUZSKÝCH MOSTŮ

You may remember an article from the magazine SEI (published by IABSE) from 2013 and you may also realize that this significant bridge engineer celebrates this year his 70th birthday. That is why we asked SEI for permission to publish Czech translation of this article which is an excellent overview of Mr VIrlogeux´s life and work.

The article was published in the magazine Structural Engineering International 3/2013, pp. 350 – 353.

Možná si někteří čtenáři časopisu SEI (vydává IABSE) pamatují článek publikovaný v roce 2013 a také jste si možná uvědomili, že letos tento významný mostní inženýr slaví kulaté životní výročí. Proto jsme požádali redakci SEI o svolení k publikování českého překladu zmíněného článku, ve kterém jsou zachyceny významné body profesního života jubilanta.

Článek byl uveřejněn v časopise Structural Engineering International 3/2013, str. 350 – 353.

Allison Beth Halpern: PhD Candidate, Civil and Environmental Engineering, Princeton university, Princeton, USA;

David Perking Billington, Gordon Y.S. Wu Prof Engineering, Emeritus; Prof., Civil and Environmental Engineering, Emeritus, Princeton University, Princeton, USA. Contact: abphalper@princeton.edu

DOI: 10.2749/101686613X13627347099836

	Brief CV	Stručný životopis
1946	Born in July in Vichy, France	v červenci se narodil ve francouzském Vichy
1967	Graduates from the École Polytechnique in Palaiseau, France	promuje na École Polytechnique v Palaiseau, Francie
1970	Graduates from the École Nationale des Pont set Chaussées in Champs-sur-Marne, France	promuje na École Nationale des Pont set Chaussées v Champs-sur-Marne, Francie
1970	Becomes an Ingénieur des Ponts et Chaussées of the French Civil Service and works in Tunisia until 1973	stává se mostním inženýrem a do roku 1973 pracuje v Tunisu
1973	Completes the Docteur Ingénieur degree from the Pierre et Marie Curie University in Paris	dokončuje doktorská studia na pařížské Pierre et Marie Curie University
1973-1993	Works as a Professor of Bridge Design at the École Spéciale des Travaux Publics in Paris, France	působí jako profesor navrhování mostů na Ecole Speciale des Travaux v Paříži
1974	Joins the Bridge Department of SETRA, the technical service of the French Highway Administration in Bagneux, France	nastupuje do SETRA, oddělení mostů, technické služby French Highway Administration v Bagneux
1974	Starts designing the Chateaubriand Bridge, but the project is abandoned from 1976 – 1978 for financial reasons and is not started until 1986, when he proposed with Jacques Mathivat an arch bridge for the final design	začíná pracovat na návrhu Chateaubriand Bridge, projekt je však v období 1976 – 1978 z finančních důvodů přerušen, znovu zahájen až 1986, kdy s Jacquesem Mathivatem navrhl obloukový most

1979	Completes his first major work, the Ottmarsheim Bridge – a classical cantilever bridge in lightweight concrete	dokončuje své první velké dílo, Ottmarsheim Bridge – klasický letmo betonovaný most z lehkého betonu
1978-1991	Works as a Professor of Structural Analysis at the École Nationale des Ponts et Chaussées in Champs-sur-Marne, France	působí jako profesor konstrukční analýzy na Ecole Nationale des Ponts et Chaussées v Champs-sur-Marne
1980	Promoted to Head of the Concrete Bridge Division of SETRA	povýšení na pozici vedoucího divize betonových mostů v SETRA
1983	Awarded the inaugural IABSE Prize	mu byla udělena Inaugural IABSE Prize
1984	Becomes Ingénieur en Chef of the French Civil Service	stává se hlavním inženýrem French Civil Service
1985-2006	Works as a Professor of Stability of Concrete Structures at the Centre des Hautes Etudes de la Construction in Arcueil, France	působí jako profesor statiky betonových konstrukcí v Centre des Hautes Etudes de la Construction v Arcueil, Francie
1987	Promoted to Head of the Large Bridges Division, Steel and Concrete, of SETRA	povýšení na pozici vedoucího divize velkých ocelových a betonových mostů, SETRA
1987	Completes work on his first vehicular cable-stayed bridge, the Seyssel Bridge, which crosses the Rhône River in Seyssel, France	dokončuje práce na svém prvním silničním zavěšeném mostě Seyssel Bridge, přes řeku Rhonu v Seyssel, Francie
1994	Works as a consultant for the Highways Direction at the École Nationale des Ponts et Chaussées in Champs-sur-Marne, France	pracuje jako konzultant pro Highways Direction at the École Nationale des Ponts et Chaussées v Champs-sur-Marne, Francie
od 1995	Starts work as a private consultant engineer	působí jako soukromý konzultační inženýr
2003	Awarded the IABSE International Award of Merit in Structural Engineering	mezinárodní cena IABSE International Award of Merit in Structural Engineering
od 2008	Works as a Professor of Bridge Design and Construction at the École Nationale des Ponts et Chaussées in Champs-sur-Marne, France	působí jako profesor navrhování a konstrukcí mostů na École Nationale des Ponts et Chaussées v Champs-sur-Marne, Francie
2009	Receives Doctor in Technology Honoris Causa, Loughborough University	udělení čestného doktorátu na Loughborough University

Úvod

Přinášíme Vám tento článek u příležitosti třicátého a desátého výročí udělení Inaugural IABSE Prize v roce 1983 a IABSE International Award of Merit in Structural Engineering v roce 2003. Cena za zásluhy byla udělena jako uznání „vynikajícího přispění v oblasti navrhování, s obzvláštním přínosem pro společnost“ [1]. Tento článek zdůrazňuje profesní myšlenky profesora Virlogeuxe, které charakterizují různorodost jeho návrhů mostů, a zároveň jeho příspěvek k inženýrskému vzdělávání.

V návaznosti na skvělou francouzskou tradici konstruktérů mostů, jako např. Gustave Eiffel v 19. století a Eugène Freyssinet v první polovině 20. století, se také Michel Virlogeux v posledních třech dekádách 20. století stal významnou osobností francouzského mostařství, a s neměnným zápalem pokračuje ve své práci i v 21. století. Na počátku roku 1974 začal Virlogeux pracovat pro SETRA, společnost zajišťující technické služby Francouzské správě dálnic, a ve svých 28 letech již navrhoval významné stavby. Krátce po získání svého PhD v roce 1973, v roce 1975 studoval a navrhl řešení konstrukce z lehkého betonu pro své první velké dílo – Ottmarsheim Bridge, který byl dokončen v roce 1979. Od té doby, mezitím co působil v hlavních vzdělávacích institucích, dostával opakovaně příležitost navrhovat významné francouzské mosty.

Aktivity ve vzdělávání

Činnost Michela Virlogeuxe ve vzdělávání v oblasti navrhování mostů daleko přesahuje rámec akademické oblasti. Publikováním mnoha článků o svých mostních projektech, což je v jeho profesi ojedinělé, nás Virlogeux učí z úhlu pohledu projektanta. Rozpoznal důležitost povýšení role inženýra na roli projektanta a zdůraznil tak díla skvělých inženýrů, např. Maillarta, Ammanna, Menna[2] i jednotlivých projektantů a společností, které významně přispěly k úspěchům jeho návrhů mostů, a označuje Jacquese Mathivata a Reného Walthera jako přímé zdroje své profesní inspirace. Virlogeux také

vroucně apeluje na inženýry, aby při navrhování mostů vzali v úvahu i estetickou stránku v rámci efektivity, hospodárnosti a elegance. Zároveň je povzbuzuje, aby spolupracovali s těmi architekty, kteří ctí konstrukční hodnoty, např. s Charlesem Lavignem.

Prostřednictvím svých článků Virlogeux také poskytuje vhled do svého vlastního procesu navrhování, používání ručně kreslených obrázků a zjednodušených teoretických výpočtů, které jsou okamžitě srozumitelné čtenářům, inženýrům na různých úrovních. Důraz na rukou kreslené výkresy návrhů je zřejmý napříč celou jeho kariérou: od hrubě načrtnutých koncepčních návrhů až k jejich pečlivě vykresleným specifickým detailům. Virlogeux také používá ručně kreslená schémata směru působení sil v konstrukci, aby zdůraznil vztah mezi analýzou konstrukce a jejím návrhem, např. jak účinky sil v závěsech ovlivňují tvar pylonů mostu.

Nadjezdy

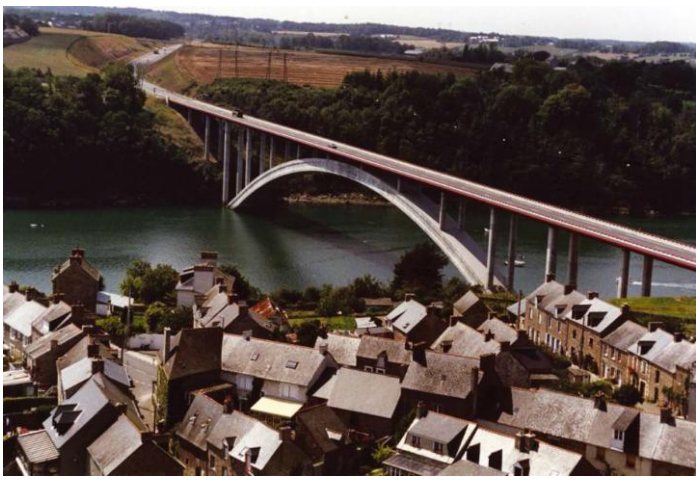
Modernizace silnice Route Nationale 9 v letech 1975 až 1986 a následný rozvoj dálnice A75 v roce 1986 ve Francii vyžadovaly realizaci mnoha mostů, od dálničních mostů malých rozpětí až po velké viadukty. Protože se SETRA významně podílela na návrhu této silniční trasy, Michel Virlogeux, jako vedoucí divize betonových mostů v roce 1980 a vedoucí divize velkých mostů v roce 1987, působil na těchto mostních projektech jako projektant nebo konzultant[3]. Realizace dálnice A75 vyžadovala průchod Massif Central a nadjezdy, jako např. Antrenas a Truc de la Fare, opět spojily silnice přerušené vyhloubením dálnice. Pro tyto dva mosty podobného rozpětí a místních podmínek Virlougeux navrhl dvě odlišná řešení. Antrenas Bridge (1994, obr. 2) je ocelový trubkový segmentový oblouk - segmenty zlepšují chování v ohybu - s rozpětím 56 m, spojený s betonovou mostovkou pro zlepšení podélné stability ocelovou příhradovinou z trubek. Ve vzdálenosti 8 km od Antrenas Bridge na jih se nachází Truc de la Fare Bridge s rozpětím 53 m (1993, obr. 3), je to spřažená konstrukce tvořená příhradovým nosníkem s konstantním napětím a předpjatou betonovou mostovkou spojenou se spodními předpjatými kabely pomocí příčných rozpěr ve tvaru V.[4]

Obr. 2: Antrenas overpass

Obr. 3: Truc de la Fare overpass

Oblouky

Železobetonové oblouky Chateaubriand Bridge[5] (1991, obr. 4) a Morbihan Bridge (1995, obr. 5), které navrhl s Jacquesem Mathivatem, jsou dalším přispěním do jeho portfolia návrhů mostů. Přestože oba mosty mají železobetonové mostovky, mostovka Chateaubriand Bridge je spřažená se dvěma ocelovými plnostěnnými nosníky rozepřenými ocelovými ztužidly. Mostovka Morbihan Bridge má ocelový komorový nosník s do boku vyloženými trojúhelníkovými ocelovými konzolami. Při svém dokončení byl Chateaubriand Bridge s rozpětím 250 m osmý nejdelší železobetonový obloukový most na světě, zatímco Morbihan Bridge má 200 m. Kromě vzhledu mají mosty ještě jednu společnou věc: oba mosty byly navrženy, aby ulehčily dopravnímu provozu, a proto nahradily stárnoucí visuté mosty postavené na konci padesátých let. Zatímco oba visuté mosty měly po stranách chodníky, pouze Morbihan Bridge má prostor pro chodce. Virlogeux byl inspirován japonským Kintai Bridge, řadou pěti dřevěných obloukových mostů sloužících i jako lávka, a lávku umístil vně obou stran oblouku.



Obr. 4: Chateaubriand Bridge

Obr. 5: Morbihan Bridge

Zavěšené mosty

První zavěšený most pro silniční dopravu byl Seyssel Bridge s rozpětím 220 m (1987, obr. 6), který Michel Virlogeux navrhl v době svého působení v SETRA. Představuje počátek přetrvávající jedinečnosti Virlogeuxe jako předního projektanta zavěšených mostů. Předběžné studie pro Normandie Bridge byly provedeny v letech 1976 až 1979; v době, kdy Virlogeux pracoval pro SETRA jen pár let a podílel se pouze na návrhu pylonů. Ekonomická krize v roce 1979 zpozdila projekt, který byl obnoven až na podzim roku 1986. Krátce po znovuzahájení prací na projektu byl Virlogeux povýšen na pozici vedoucího divize velkých mostů a byl odpovědný za návrh celého mostu. Normandie Bridge (obr. 7) byl při svém dokončení nejdelším zavěšeným mostem světa, a to jak délkou hlavního pole – 856 m – tak i celkovou

Obr. 6: Seyssel Bridge

Obr. 7: Normandie Bridge

délkou – 2 141 m. Normandie Bridge byl takto ojedinělý až do dokončení Tatara Bridge (1999) s rozpětím hlavního pole 890 m a Rion-Antirion Bridge (2004) s celkovou délkou 2 880 m. U tohoto mostu působil Virlogeux jako konzultant koncepčního návrhu spojité, plně zavěšené mostovky.

Normandie Bridge přinesl významné inovace v návrhu zavěšených mostů plynoucí z náročného výzkumu únavy, odolnosti proti korozi, snižování vibrací a umístění tlumičů, působení účinků větru a deště, a parametrické excitace (buzení). Rozsáhlé zkoušky ve větrném tunelu pomohly k návrhu aerodynamického příčného řezu s vylepšenou aerodynamickou stabilitou při silném větru. Pro přístupová pole a konzolovou 116 m dlouhou část od obou pylonů směrem k hlavnímu poli použil Virlogeux předpjatý beton, než přešel na ortotropní ocelovou mostovku. Tímto novátorským návrhem dosáhl hospodárnosti využití materiálu a vyšší aerodynamické stability při štíhlém a odlehčeném návrhu, a elegance konstrukce konstantním průřezem bez ohledu na změny materiálů.[6]

S návrhem 2 460 m dlouhého a 343 m vysokého Millau Viaduct (2004, obr. 8) Virlogeux přešel od navrhování klasických zavěšených mostů dlouhých rozpětí k výzvám, které představují zavěšené mosty o více polích. V článku s názvem „Bridges with Multiple Cable-Stayed Spans“ vysvětluje: „Nebylo by možné navrhnout Millau Viaduct bez zkušeností získaných realizací Normandie Bridge“ [7]. Návrh Millau Viaduct jako zavěšeného mostu s více poli Virlogeux vymyslel v roce 1990 v rámci předběžné studie, během posledních let jeho spolupráce se SETRA. Tato studie nakonec v roce 1993 vyústila ve vypracování předběžného návrhu.

Výběr požadovaného řešení návrhu mostu vyšel ze soutěže o návrh, kterou organizoval v roce 1996 silniční úřad, kdy Virlogeux doprovázel vítězný tým jako autor návrhu v roli nezávislého konzultanta. Rozsáhlé zkušenosti v oblasti návrhů na účinky zatížení větrem vedly Virlogeuxe k tomu, že odradil tým od použití aerodynamicky nevhodného řešení mostovky, a tím ovlivnil realizaci ve prospěch aerodynamického trapézového tvaru. Úzkou spoluprací s týmem architekta Sira Normana Fostera zajistil, že výsledný návrh Millau Viaduct nejenom vyhověl všem konstrukčním požadavkům, ale reflektuje i estetické hodnoty. Zrcadlový obraz pylonů a pilířů vytváří konstrukčně věrnou formu, jež odráží tok sil za současného dodržení stejného tvaru všech pilířů, tím dává mostu jednotný estetický ráz.

Obr. 8: Millau Viaduct

Více informací o Millau Viaduct naleznete v našem časopise e-mosty „Francouzské mosty“ červen 1/2015
More information about the Millau Viaduct you can find in our magazine e-mosty „French Bridges“, June 1/2015

Térénez Bridge (2011, obr. 9) je nejnovější počin v návrhu zavěšených mostů. Výrazným rysem tohoto mostu zejména v porovnání s přímým visutým mostem, který se nachází 80 m proti proudu, a který již není v provozu, je směrově zakřivená mostovka. Pylony Térénez Bridge mají tvar podobný řeckému písmeni lambda a naklání se směrem ven, mimo 285 m dlouhé zakřivené hlavní pole. Závěsy jsou zakotveny v hlavách pylonů. Virlogeux vybral tento tvar pylonů, protože jejich náklon odráží výsledný směr sil ze závěsů na pylony a vytváří tak účinnou, snadnou pochopitelnou formu. [6]

Obr. 9: Térénez Bridge

Závěr

Ukončení výstavby visutých mostů ve Francii uprostřed dvacátého století určilo začátek moderního období v navrhování mostů. Michel Virlogeux ukázal cestu k estetickému návrhu francouzských mostů, kterou představují nejen dva betonové oblouky, Normandie Bridge a Térénéz Bridge, tvořící alternativy nebo náhrady stárnoucích visutých mostů z poloviny dvacátého století, ale také svou účastí v procesu navrhování více než 100 mostů jen ve Francii samotné. Michel Virlogeux navrhl dlouhou řadu různých mostů dle zásad konstrukčního umění, a proto ho druhé vydání knihy „The Tower and the Bridge“ prohlasilo umělcem v navrhování moderních francouzských mostů. [8]

Při svém vystoupení na konferenci obhajoval myšlenku, že inženýr by měl ocenit estetickou stránku věci i rozmanitost v navrhování mostů: „Věnoval jsem celý svůj profesní život – a mohl bych říct velkou většinu svého života – navrhování mostů. Možná jsem měl štěstí, že jsem měl tolik příležitostí – a nikdy nepřišly náhodou – ale vždy jsem se snažil vytvořit hezký most… stále se přikláním ke kvalitě a eleganci, aniž bych vždy musel mít za cíl inovaci nebo originalitu. A to se budu snažit dělat i v dalších letech, a to je směr, kterým by se podle mého názoru měli inženýři ubírat“. [9]

Poděkování

Autoři děkují Dr. Michelu Virlogeuxovi za svolení, že mohli použít všechny údaje uvedené v článku.

Použitá literatura:

1 Peters TF. *IABSE. The first 80 Years.* Zürich: International Association for Bridge and Structural Engineering, 2011.

2 Virlogeux, M. Great engineers. *Struct. Eng.* 2007; **85**(2): 25 - 31

3 Virlogeux, M, Gillet G, Bouchon E. L´autoroute A.75 et ses grands ouvrages. *Formes et Struct.* 1994; 1er trimestre: 1-10.

4 Allen E, Zalewski W. *Form and Forces. Designing Efficient, Expressive Structures.* John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, 2010.

5 Virlogeux M. Structural and architectural design of bridges. *Struct. Eng. Int.* 1996; **6**(2): 80-83

6 Halpern A. *Michel Virlogeux and the Evolution of French Bridge Design*, Master´s thesis. Princeton University, Princeton. NJ, 2010.

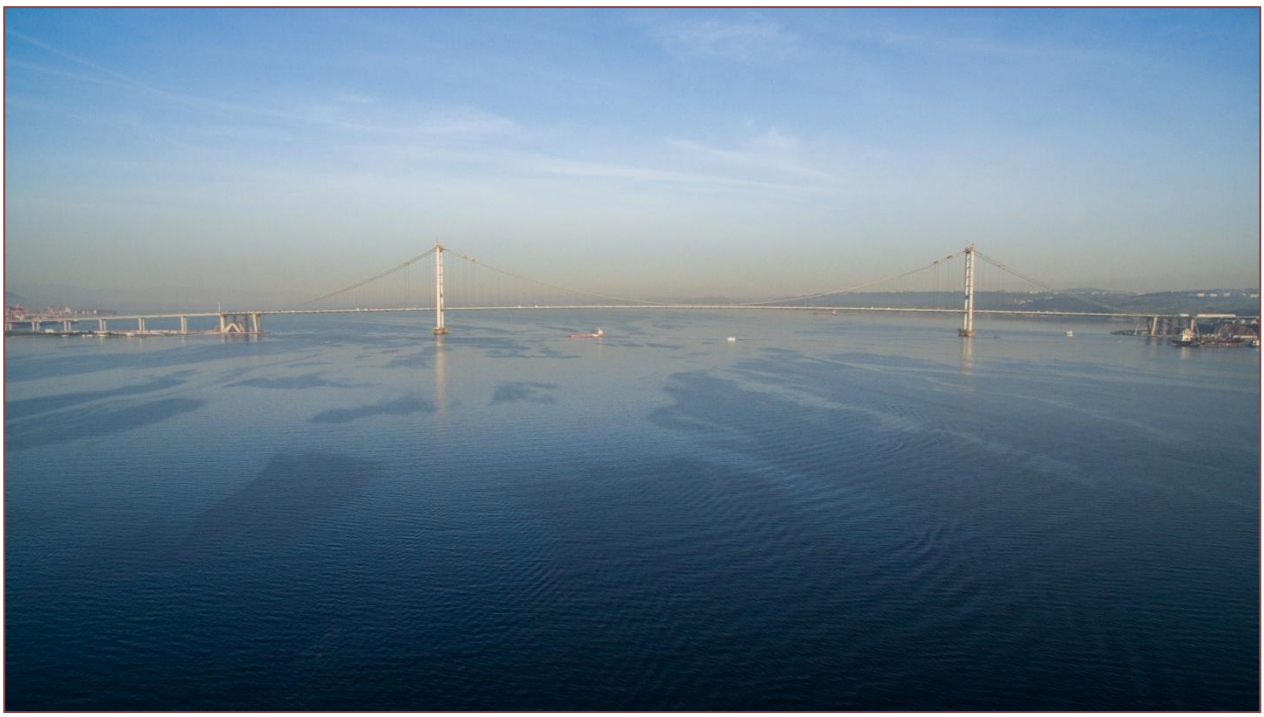
7 Virlogeux, M. Bridges with multiple cable-stayed spans. *Struct. Eng. Int.* 2001; **11**(1): 61-82.

8 Billington DP. *The Tower and the Bridge*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1983.

9 Virlogeux, M. Bridge Architecture Today. *Concrete 95: Toward Better Concrete Structures,* 1995: 337 - 346

OSMAN GAZI BRIDGE

(IZMIT BAY SUSPENSION BRIDGE)



Credits: Fatih Zeybek

Commencement of works: 2013

Opening of the bridge to traffic: 2016

Type: suspension

Length: 566 m + 1550 m + 566 m

Detailed design: COWI

Concessionaire: OTOYOL YATIRIM ve İŞLETME A.Ş

Main Contractor: NOMAYG JV

Bridge SubContractor: IHI-ITOCHU Consortium

Zahájení prací: 2013

Otevření mostu: 2016

Typ: visutý

Délka: 566 m + 1550 m + 566 m

Návrh: COWI

Koncesionář: OTOYOL YATIRIM ve İŞLETME A.Ş

Zhotovitel: NOMAYG JV

Podzhotovitel mostu: IHI-ITOCHU Consortium

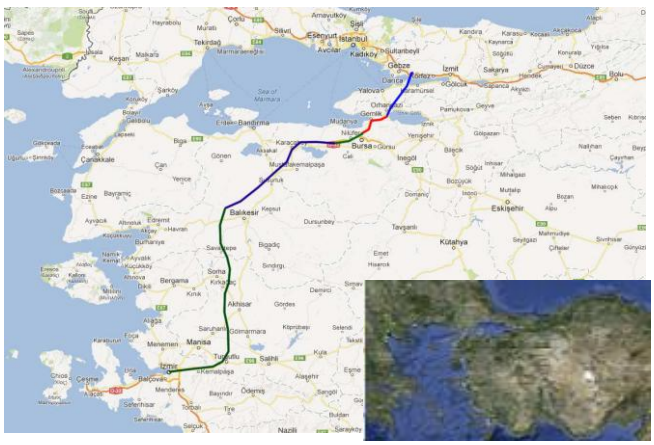
OSMAN GAZI (IZMIT BAY)
SUSPENSION BRIDGE

Fatih Zeybek
Suspension Bridge Project Manager

1. INTRODUCTION

The Izmit Bay Suspension Bridge carries the new Gebze-Orhangazi-Izmir motorway across the Sea of Marmara at the Bay of Izmit in northern Turkey. The 420 kilometer motorway was contracted by Turkish State General Directorate of Highways to **"OTOYOL YATIRIM ve İŞLETME A.Ş."** which was formed by Nurol, Ozaltin, Makyol, Astaldi and Gocay as a Build-Operate-Transfer (BOT) concession project for 22 years and 4 months in September 2010. The NOMAYG joint venture was formed by the same five companies as OTOYOL, acting as the EPC implementing body to construct the motorway including the Izmit Bay Suspension Bridge. The tender process for the bridge construction started in 2010.

The geotechnical investigation was conducted by Fugro between November 2010 and April 2011 under a contract from OTOYOL AS in order to assess the local geology and site conditions around the proposed bridge foundations and specifically the presence of seismic faulting. Construction of the Suspension Bridge was contracted in July 2011 to a consortium of IHI Infrastructure System and Itochu as EPC contractor. IHI-ITOCHU employed COWI to undertake the detailed design of the bridge, and HALCROW as Independent design checker.



1. ÚVOD

Visutý most převádí novou dálnici Gebze-Orhangazi-Izmir přes Marmarské moře v zátoce Izmit na severu Turecka – viz mapa. Realizace nové dálnice Gebze-Orhangazi-Izmir byla zadána v září 2010 státním úřadem Turkish State General Directorate of Highways společnosti **"OTOYOL YATIRIM ve İŞLETME A.Ş.",** která je tvořena společnostmi Nurol, Ozaltin, Makyol, Astaldi a Gocay, v režimu projektu Build-Operate-Transfer (BOT). Joint Venture NOMAYG bylo vytvořeno stejnými pěti společnostmi jako OTOYOL v režimu EPC za účelem výstavby 420 km dlouhé trasy silnice včetně visutého mostu v Izmit Bay. Veřejná zakázka na realizaci mostu byla vypsána v roce 2010.

Fugro realizovalo geotechnický průzkum v listopadu 2010 až dubnu 2011 na základě smlouvy s OTOYOL AS. Cílem tohoto průzkumu bylo stanovení místních rizik selhání, geologie a podmínek v místě základů a budoucího staveniště mostu. V červenci 2011 byla uzavřena smlouva se sdružením IHI Infrastructure System a Itochu jako zhotoviteli v režimu EPC. Projektová dokumentace byla zhotovena společností COWI, IHI-ITOCHU působila jako dozor a HALCROW bylo zadáno nezávislé ověření projektu.

Visutý most Izmit Bay je spojitý most se třemi poli. Hlavní pole má 1 550 metrů a společně se dvěma přístupovými poli se stane v době svého dokončení v roce 2016 čtvrtým nejdelším visutým mostem na světě.

The Izmit Bay Suspension Bridge consists of a three span continuous suspension bridge having the main span of 1550m which will be the world's fourth longest span suspension bridge at completion in 2016.

2. DETAILED DESIGN

2.1 Wind Tunnel Tests

A series of wind tunnel tests was carried out to obtain the design data and to ensure aerodynamic stability of the bridge during both construction and in-service conditions.

The **deck sectional model** at a geometric scale of 1:65 was tested in smooth and turbulent flow by FORCE Technology in Denmark. The tests investigated aerodynamic stability, vortex induced vibration, static load co-efficient and aerodynamic derivatives on the deck section with different types of traffic barrier and with/without traffic. The testing verified the performance of the deck section as well as the incorporation of monitoring equipment to collect all necessary data, for construction and in-service conditions.

The **tower aerodynamic model** at a geometric scale of 1:70 was tested in smooth and turbulent flow in BLWTL in Canada to investigate aerodynamic stability, vortex induced vibration and static load coefficient for construction and in-service conditions.

The **full bridge model** at a geometric scale of 1:220 was tested in smooth and turbulent flow by Politecnico di Milano in Italy to provide overall confirmation of the aerodynamic stability of the suspension bridge during construction and in-service conditions.

The fundamental basic wind velocity is 25.4 m/s and derived from the measured wind data at three meteorological stations near the construction site. The critical wind velocity for deck instability is 58 m/s for horizontal wind.

2. PROJEKT

2.1 Testy ve větrném tunelu

Údaje potřebné pro návrh a zjištění aerodynamické stability v průběhu výstavby a provozu byly získány provedením série testů ve větrném tunelu.

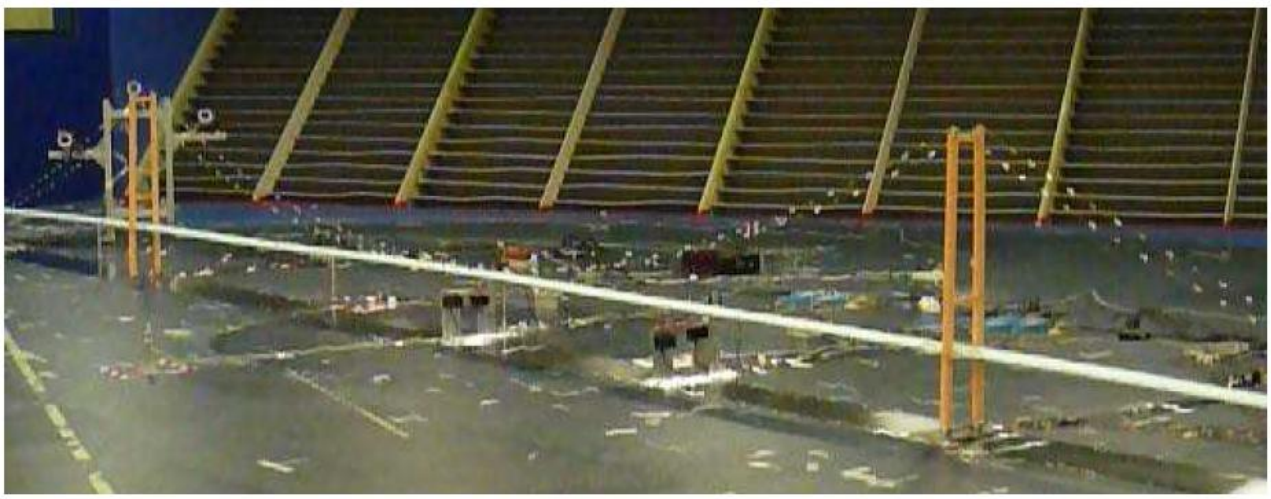
Předběžný průzkum aerodynamické stability byl proveden v Dánsku, kde byl testován **model mostovky** v měřítku 1:65 na zatížení laminárním a turbulentním prouděním zahrnujícím vibrace způsobené odtrháváním vírů, součinitele statického a aerodynamického zatížení na řezu mostovky s různými typy záchytných zařízení s/bez zatížení dopravou včetně sběru všech nezbytných údajů pro období realizace i v podmínkách provozu.

Aerodynamický model pylonu v měřítku 1:70 byl testován na laminární a turbulentní proudění ve větrném tunelu s atmosférickou mezní vrstvou v Kanadě za účelem ověření aerodynamické stability zahrnujícím rovněž vibrace způsobené odtrháváním vírů i součinitele statického zatížení pro období výstavby i provozu.

Model celého mostu v měřítku 1:220 byl testován v laminárním a turbulentním proudění v Politecnico di Milano v Itálii za účelem konečného potvrzení aerodynamické stability visutého mostu během výstavby a v podmínkách provozu.

Základní rychlost větru 25,4 m/s je stanovena na základě dat naměřených na třech meteorologických stanicích blízko místa staveniště.

Kritická rychlost větru ovlivňující stabilitu je 58 m/s v případě horizontálního proudění.



Full Bridge Wind Tunnel Test

2. 2 Seismic Design

A performance based seismic design approach was adopted by using three different ground motions with different return periods as shown in Table 1.

Seismic horizontal time histories at competent soil/rock interface level are provided in the PSHA undertaken by Fugro based on the soil investigations carried out in 2010. The response spectra of the three ground motions are illustrated in the figure below with comparison with the 1999 Marmara Earthquake.

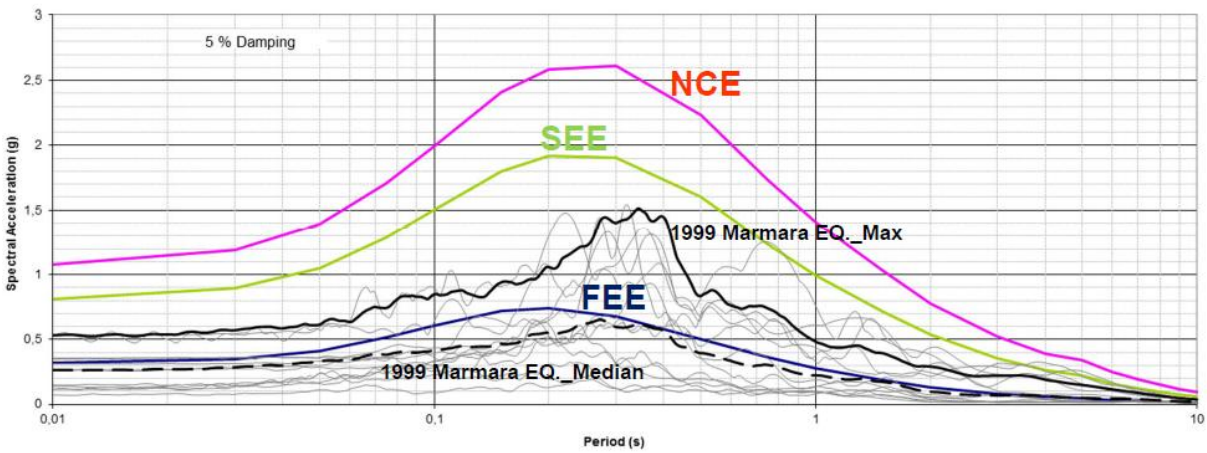
2.3 Seizmické zatížení

Při návrhu na seizmické zatížení byl aplikován přístup s použitím tří různých pohybů země s různými obdobími návratu, viz tabulka 1.

Fugro na základě průzkumu půdy, který byl proveden v roce 2010, zpracovalo údaje seizmických vodorovných zatížení v příslušných vrstvách zeminy / horniny dle PSHA. Spektrum odezvy pro tři různé směry pohybu země jsou ukázány v grafu níže, ve srovnání se zemětřesením Marmara v roce 1999.

Table 1. Seismic Performance Criteria

Place	Ground Motion Return Period	Seismic Performance Level	Damage Performance Level
Functional Evaluation Earthquake (FEE)	150 years (50% in 100 years)	Immediate Access	No Damage
Safety Evaluation Earthquake (SEE)	1000 years (10% in 100 years)	Limited Access	Repairable Damage
No Collapse Earhquake (NCE)	2475 years (4% in 100 years)		No collapse, life safety Damage



Response spectra of the input ground motions for 5% damping.

2. 3 Live Loads and Load Combinations

The verification was carried out for serviceability limit and ultimate limit states respectively for different load combinations in accordance with Eurocode design standards. Additionally accidental design situations such as ship impact, rupture of hanger cable, collision with the vehicle restraint system, fire and tsunami are also considered. Traffic loads were determined based on EN 1991-2 by using the notional lane approach. A constant total of 82kN/m traffic load was applied across the whole deck and was independent of the loaded length.

2.3 Nahodilá zatížení a kombinace zatížení

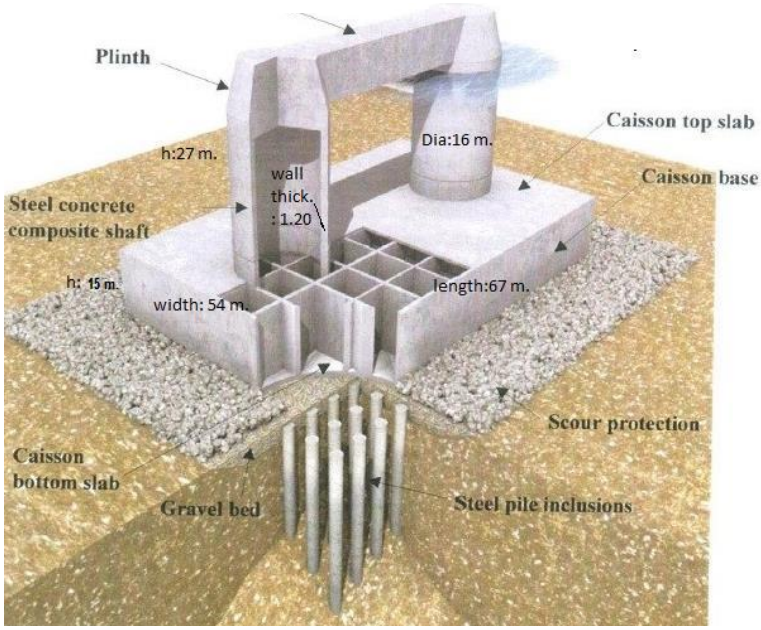
Ověření bylo provedeno pro mezní stavy použitelnosti a únosnosti pro různé kombinace zatížení. Dodatečně byly zkoumány i mimořádné návrhové situace, např. náraz lodě, prasknutí visutého lana, náraz do svodidel, požár a bylo také uváženo i tsunami. Navrhovaná zatížení dopravou jsou převzata z EN 1991-2 s využitím národní přílohy. Celá délka mostovky byla zatížena konstantním spojitým rovnoměrným zatížením o celkové hodnotě 82 kN/m (nezávislé na zatěžovací délce).

2. 4 Tower Foundations

The tower foundations are designed as concrete caissons placed on a 5 meter thick gravel bed on improved soil at -40 m and -35 m below sea level for the north and south foundations. This allows the tower foundation to slide during a strong earthquake without transferring a huge seismic force into the bridge system. The soil below the caisson is improved by 2m diameter steel inclusion piles driven to a depth of about 35m below the sea bed providing the required bearing capacity and eliminating potential risk of liquefaction during earthquake. The 5 m thick gravel bed separates the improved soil and the concrete caisson to provide a controlled sliding surface during seismic events. The purpose of the gravel layer is to act as a 'fuse' under seismic loading by limiting the maximum interface shear friction and thereby reducing the seismic loads on the structure for high amplitude earthquakes.

2.4 Založení pylonů

Pro založení pylonů byl navržen betonový keson umístěný na štěrkovém loži na zlepšených zeminách v hloubce 40 m (severní část) a 35 metrů (jižní část) pod hladinou moře. Tento způsob založení umožňuje pohyb základů pylonů při silném zemětřesení, jehož účinky tak nebudou přenášeny na hlavní nosnou konstrukci mostu. Zemina pod kesony byla zlepšena vetknutím ocelových pilot o průměru 2 m do hloubky cca 35 m pod úrovní dna moře. Toto opatření poskytlo požadovanou únosnost a snížilo riziko ztekucení během zemětřesení. Pět metrů silná štěrková vrstva odděluje zlepšené zeminy od betonových kesonů a poskytuje řízený kluzný povrch během seizmických událostí. Štěrková vrstva působí jako pojistka při seizmickém zatížení tím, že sníží maximální plochu smykového tření a tím sníží seizmické zatížení konstrukce při zemětřeseních velkých amplitud .



3. CONSTRUCTION

3. 1 Tower Foundations

The two tower foundation caissons were partially constructed in a -7.8 meters deep dry dock with the base slab and outer walls fully cast in three stages, and the inner walls being partially built. After floating, they were then towed to the wet dock, where the inner walls were completed, the top slab cast and the steel shafts installed, the lower part also having its concrete cast. To achieve the 100 year design life requirement, very high concrete quality is needed, with a low chloride migration ratio, low permeability and low heat of hydration. Following the completion

3. VÝSTAVBA

3.1 Založení pylonů

Pro založení pylonů byly v suchém doku v hloubce -7,8 m částečně sestaveny dva kesony, se základovou deskou a obvodovými zdmi plně betonovanými ve třech etapách, a s částečně zabudovanými vnitřními příčkami. Potom byly přetaženy do zaplaveného doku, kde byly dokončeny vnitřní příčky, vybetonována horní deska a instalovány ocelové šachty. Také byly dobetonovány spodní části. Protože je návrhová životnost 100 let, bylo třeba použít velmi kvalitní beton s nízkým obsahem chloridů, nízkou propustností a pomalým vývojem hydratačního tepla. Po dokončení

of caissons in the dry and wet docks, the caissons are towed to their final positions, sunk and placed on the gravel bed at -40 m below sea level.

While caisson construction was proceeding, dredging works were carried out at the foundation locations by a grab dredger over an area of 87 m by 74 m and up to 5 m depth. Some 195 inclusion piles of 2.00 meter diameter and up to 35 meters long were driven by an underwater hydraulic hammer. The gravel bedding was placed using a tremie pipe mounted on a floating barge crane, and the surface of the gravel was levelled by specially manufactured hydro-mechanical levelling equipment.

kesonů v suchém a zaplaveném doku byly kesony umístěny do finální pozice, zaplaveny a uloženy na štěrkové lože v hloubce 40 metrů pod úrovní hladiny moře.

Než se dokončily kesony, byl v místě základů vybagrován prostor o rozloze 87 x 74 m, s hloubkou až pět metrů. Pro zlepšení základové půdy bylo pod vodou pomocí hydraulického beranidla do podloží vetknuto cca 195 pilot o průměru 2 metry, s délkou až 35 metrů. Roznášecí štěrkové lože bylo vytvořeno pomocí betonářské roury osazené na člunu s plovoucím jeřábem a povrch štěrku byl vyrovnán speciálně vyrobeným hydromechanickým vyrovnávacím zařízením.

Sinking of caisson tower foundation

Submerging the caisson, including the steel shaft, is carried out by pumping in ballasting water as the caisson is kept in position. The caisson is divided into a number of cells. The cells at four corners are filled with water to provide stability.

The plinth and tie-beam construction is the final stage of the construction of the tower foundation and is carried out in the following sequence: concrete casting of the upper part of the steel shaft, placing prestressed concrete cover inside the steel shaft followed by concrete casting of the plinth up to +2.0m, installation of the anchor bolts to connect the steel tower to the foundation, concrete casting of the plinth to its final height, and construction of the tie-beam.

Keson včetně ocelové šachty byl po umístění do stanovené pozice ponořen zatížením balastní vodou. Keson je rozdělen do velkého množství komor. Komory ve všech rozích jsou naplněny vodou a tím dávají kesonu stabilitu.

Spodní část (podstavec) a ztužidla jsou zhotoveny v poslední fázi realizace založení pylonů souběžně s betonáží horní částí ocelové šachty, následované betonáží podstavce až do +2,0 metrů, instalací kotevních šroubů pro připojení ocelových pylonů k základům. Nakonec proběhla betonáž podstavce až do finální výšky a realizace ztužidel.

3.2 Steel Tower

The 252m tall H-shaped towers are stiffened steel plate construction. They were fabricated in steel due to demands for high seismic loads and short construction time. Closed box sections were used for both legs and cross beams. The slightly tapered tower legs are single-cell box steel structures over their full height measuring 7.0 m x 8.0 m at elevation +10.075 meters and 7.0 m x 7.0 m at elevation +245.500 meters. The legs are inclined, being 36.2 m apart at the base and 30.1 m at the top. They are braced using two cross-beams.

Each tower leg was divided into 22 segment blocks to suit the lifting capacity of the crane used for erection. The blocks were connected to each other at horizontal joints using welding for the perimeter plates and high strength friction grip bolts for the vertical stiffeners. Mass dampers were provided to mitigate wind vortex induced vibrations during construction and in-service condition.

The fabrication process consisted of panel fabrication, segment assembly and trial assembly. The trial assembly was undertaken in a horizontal position, where the design alignment and root gap at the horizontal joint were achieved within the specified tolerance. After the trial assembly, the tower leg segments were dismantled/unbolted to each block and then to four panels where applicable to suit erection and for shipment to the site.

The tower leg segments no. 1 thru. 11 and the lower cross beam were erected using a floating crane, while the tower legs segments no.12 thru. 22 and the upper cross beam were erected by using a self-climbing crane mounted on the support structure connected to the lower crossbeam as shown in the figure below.

The tower leg segment or panels were lifted and placed onto the segment previously erected and are

3.2 Ocelové pylony

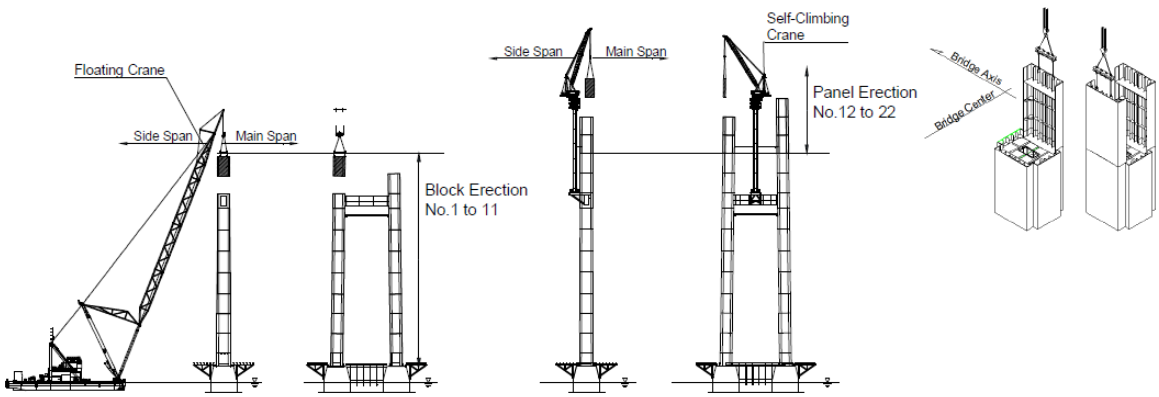
252 metrů vysoké pylony ve tvaru H jsou tvořeny plnostěnnou konstrukcí, vyrobenou z oceli s ohledem na vysokou odolnost na seizmicitu a požadavky na krátký čas výstavby. Pro stojky i příčníky jsou použity uzavřené komorové průřezy. Od založení po sedla kabelů jsou pylony tvořeny jednokomorovým průřezem. Příčle spojující stojky pylonů mají délku 30,1 m v horní části a 36,2 m v dolní části. Stojky pylonů mají příčný rozměr 7 x 8 m ve výšce +10,075 m a 7 x 7 m ve výšce +245,500 m.

Každá stojka pylonu je s ohledem na nosnost jeřábu rozdělena na 22 segmentů. Jednotlivé segmenty byly vzájemně spojovány ve vodorovných spárách, obvodové pláty svařováním, svislé výztuhy pomocí třecích spojů. Pro snížení vibrací způsobených odtrháváním vírů během realizace i v provozních podmínkách byly osazeny tlumiče.

Proces výroby zahrnoval výrobu panelů, montáž segmentů a zkušební montáž. Zkušební montáž byla prováděna ve vodorovné poloze, kdy navrhované uspořádání a spára u horizontálního spoje dosáhnou požadované tolerance. Po zkušební montáži byly stojky pylonů rozpojeny na jednotlivé segmenty a později dále na čtyři části, které byly montovány na staveništi.

Segmenty č. 1 – 11 a spodní příčel byly instalovány pomocí plovoucích jeřábů, segmenty č. 12 – 22 a horní příčel byly osazeny pomocí samošplhacího jeřábu osazeného na podpůrné konstrukci připevněné ke spodní příčli – viz obrázek.

Segmenty (jejich části) pylonu byly vyzdviženy a umístěny na již osazené segmenty pylonu. Tyto segmenty na sebe plně dosedají. Po ověření geometrie jsou segmenty pylonu připevněny k předchozím částem předpjatými šrouby na všech svislých výztuhách pomocí dočasných styčníkových desek.



supported by temporary matching pieces with full contact. After the geometry is confirmed, the tower leg segment or panels are connected to the segment below with preloaded bolts and temporary splice plates on all vertical stiffeners to maintain the geometry then the matching pieces are removed prior to final welding of the perimeter plates.

3.3 Cable works

The main span cables are each made up of 110 strands of pre-fabricated parallel wire strand (PPWS). Each strand consists of 127 No. 5.91 mm diameter cable wires having the breaking strength of 1760Mpa. The side span cables have 112 strands.

In order to carry out the erection of the main cable, an aerial walkway (catwalk) equipped with a hauling and tramway system was provided as shown in figure below.

The PPWS were pulled by the hauling system, then clamped by the tensioning system at each cable saddle, connected to the cross head slab at the anchorage and adjusted to its design length by sag control.

Upon completion of the erection of the PPWS, the cables were compacted in order to obtain a circular shape with the specified void ratio. Initially this was done with a simple tool then with the compacting machine. The erection of the cable clamps and the hanger ropes were then carried simultaneously by using a bogie running on the main cable.

Před přivařením obvodových desek jsou kontaktní části odebrány.

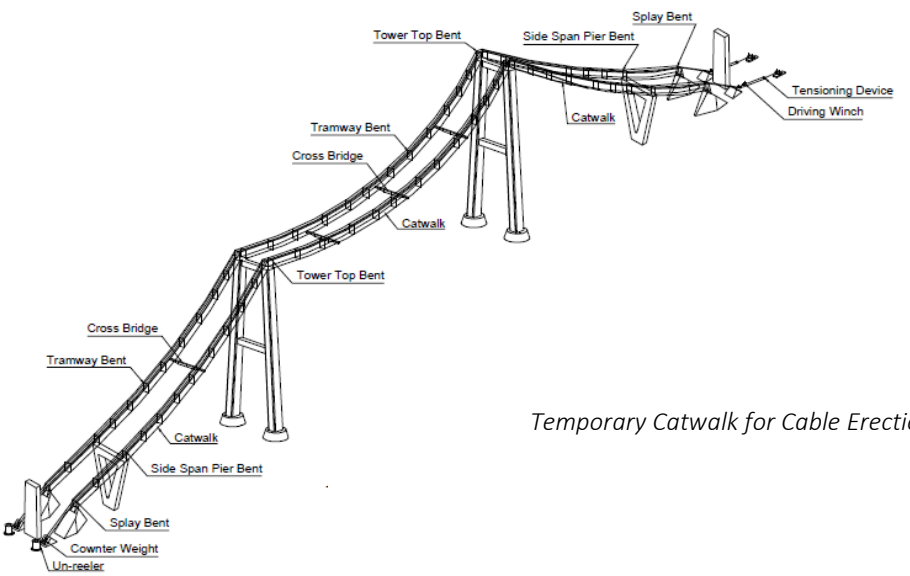
3.3 Instalace lan

Hlavní visuté lano je tvořeno 110 předem vyrobenými rovnoběžnými pramenci (PPWS). V hlavním poli se každý pramenec skládá ze 127 drátů o průměru 5,91 mm s pevností 1 760 Mpa. Dva totožné pramence jsou navíc přidány v krajních polích.

Pro realizaci hlavního visutého lana byla zhotovena lávka (catwalk), vybavená systémem pro navíjení lana, viz obrázek níže.

PPWS byly tímto systémem navíjeny, následně připevněny k předpínacímu zařízení v každém sedle pylonu, připojeny k příčným deskám v místě jejich ukotvení a rektifikovány pro dosažení navrhované délky a průhybu.

Po dokončení montáže pramenců PPWS byly visuté kabely uspořádány do požadovaného kruhového tvaru se specifikovaným stupněm mezerovitosti. Uspořádání bylo provedeno nejprve jednoduchým nástrojem, posléze zpevňovacím strojem. Následně byly upevněny svorky na lanech a závěsy pomocí speciálního zařízení, které pojíždí po visutém laně.



Temporary Catwalk for Cable Erection

3.4 Deck Works

The suspended deck is a 30.1m wide and 4.75m deep single stream-lined orthotropic steel box girder deck. 2.8m inspection and maintenance walkways are cantilevered on both edges. The suspended deck is 2682m long over 3 spans and restrained transversely at the towers and at the deck ends. Vertical support is through the cable hangers and at the deck end piers.

The general fabrication process consisted of panel fabrication, segment assembly and trial assembly. Each completed deck segment was matched with its adjacent deck segments using trial assembly.

After trial assembly, the deck segments were dismantled, stored at the storage yard, and finally transported in sequence to site on a barge. Barge transit time to the site was approximately 3 hours from the fabrication yard.

The deck erection was carried out by two different methods for the unsuspended and suspended parts of bridge. A floating crane having 1600 ton lifting capacity was used for the unsuspended transition spans and the suspended deck segments were lifted using a lifting device having a 350 ton lifting capacity.

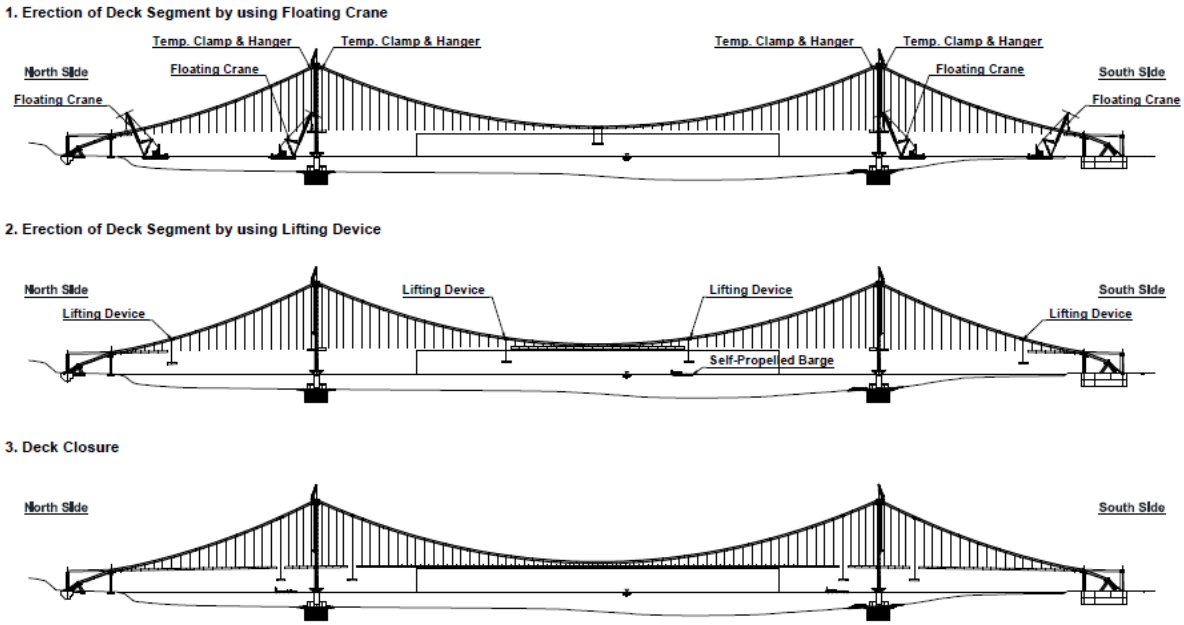
3.4 Mostovka

Zavěšená mostovka, tvořená aerodynamickým ortotropním komorovým nosníkem s 2,8 metrů širokou inspekční lávkou na obou stranách, je 30,1 metrů široká a 4,75 vysoká. Spojitá zavěšená mostovka celkové délky 2 682 m je podepřena příčně v místě pylonů a na svém konci. Svisle je podepřena lany a na krajních opěrách.

Proces výroby zahrnoval: výrobu panelů, montáž segmentů a zkušební montáž. Každý dokončený segment musel v rámci zkušební montáže lícovat k předchozímu segmentu.

Po zkušební montáži byly segmenty mostovky rozmontovány, uloženy, a posléze přepraveny na člunech na stavbu podle předepsaného harmonogramu. Přeprava trvala tři hodiny.

Montáž mostovky byla realizována dvěma odlišnými metodami pro nezavěšené a zavěšené části mostu. Nezavěšené části byly zdvihány plovoucím jeřábem s kapacitou zdvihu 1 600 tun a zavěšené části byly zdvihány zdvihacím zařízením s kapacitou 300 tun.



Erection of Deck

The suspended deck segments are erected by lifting devices as shown in below pictures.
Obrázek níže ukazuje zdvihání jednotlivých segmentů mostovky.

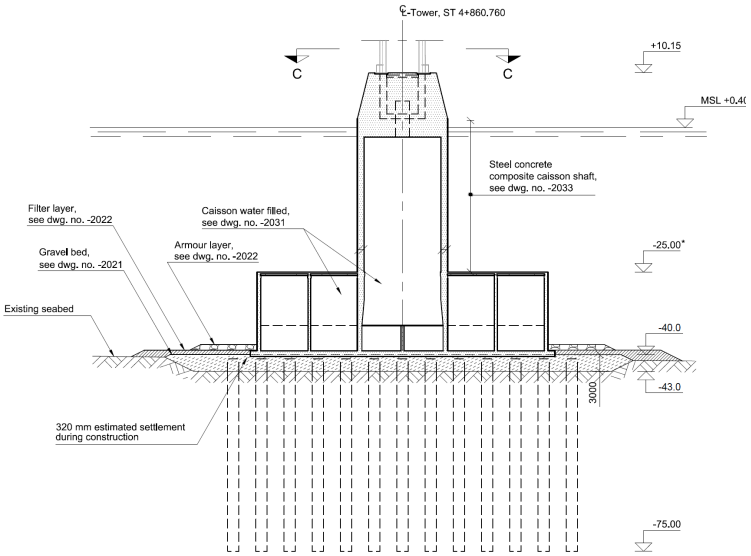
For both installation methods temporary connections were achieved using the matching pieces prepared for both the top and bottom plates to re-establish the deck alignment measured at the trial assembly. The temporary connections prepared on the nose plate took vertical shear force and the top plate took horizontal forces that would occur under wind conditions.

The works continued with final welding of the decks, waterproofing and mastic asphalt paving, stone mastic asphalt wearing surfacing and electro-mechanical installations. The bridge is due to open to traffic by June 2016.

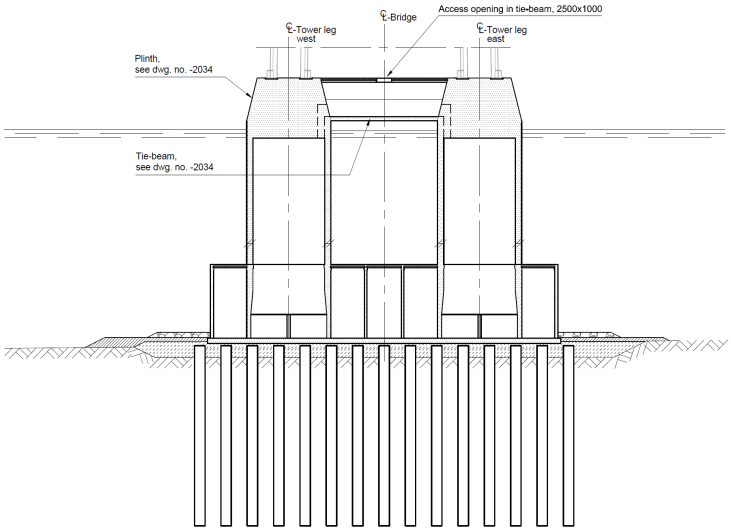
U obou metod dočasné styky, tj. lícování v horní i spodní části, znovu vytvořily uspořádání mostovky tak, jak bylo vytvořeno při zkušební montáži. Dočasné styky připravené na čele přenášejí svislé smykové síly, a v horní části přenášejí síly, které by se mohly vyskytnout při zatížení větrem.

Práce pokračovaly svařováním mostovky, izolací a pokládáním asfaltového povrchu a elektrickými instalacemi. Otevření mostu pro dopravu je plánováno na červen 2016.

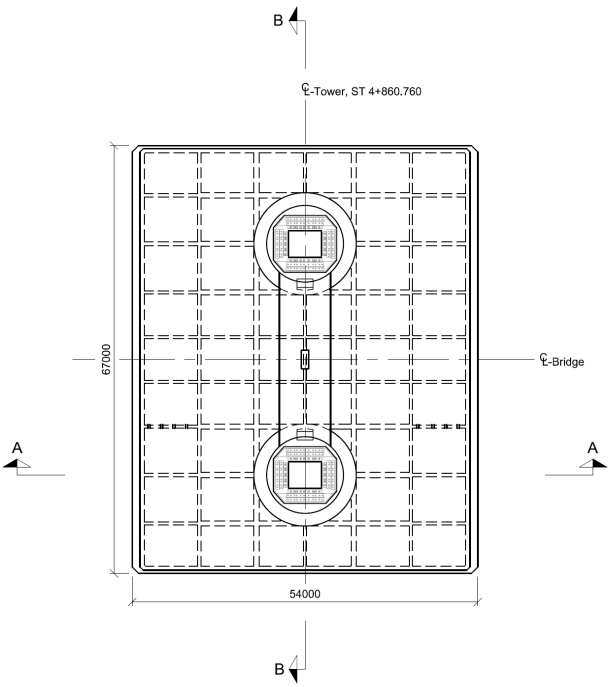
Tower Foundation North



Section A-A, 1:500

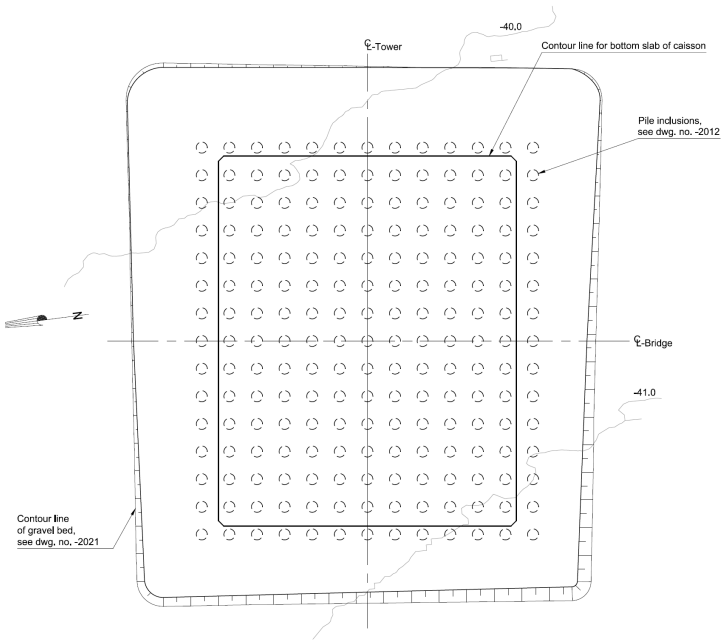


Section B-B, 1:500



Plan of caisson (section C-C), 1:500

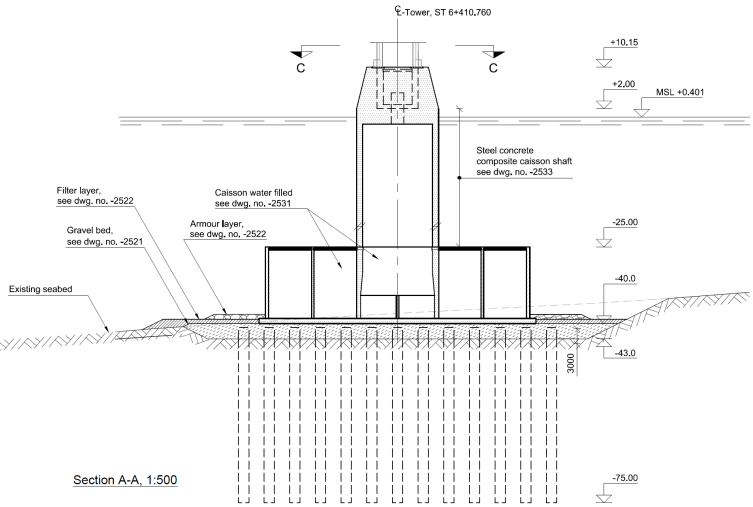
Pile inclusions not shown



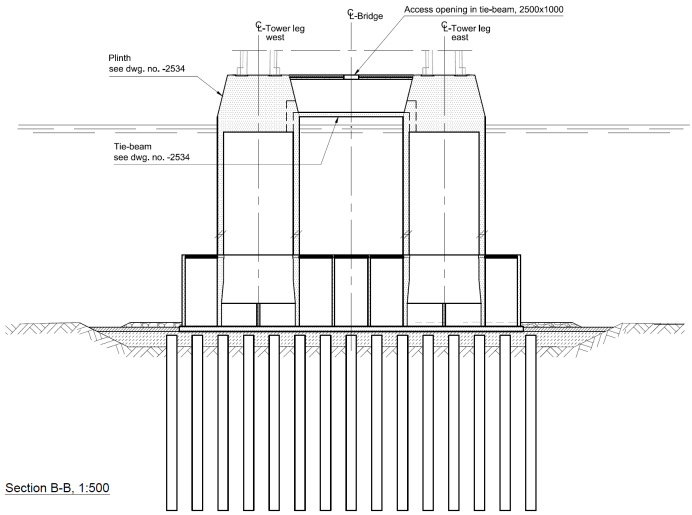
Plan - pile inclusions and gravel bed, 1:500

Scour protection around caisson not shown

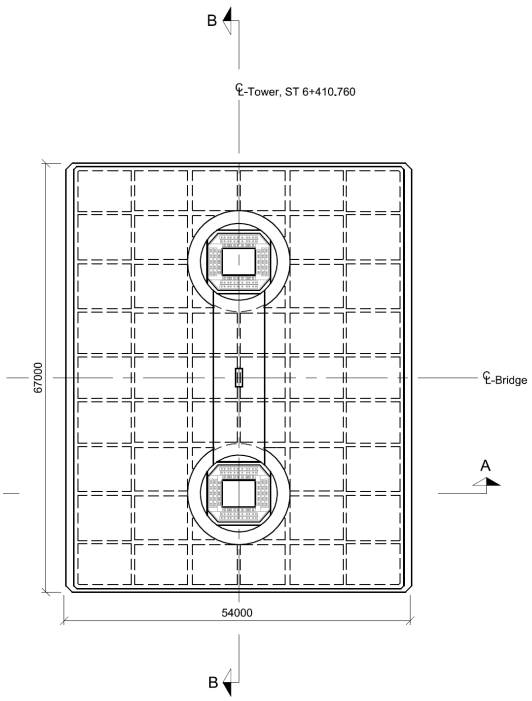
Tower Foundation South



Section A-A, 1:500

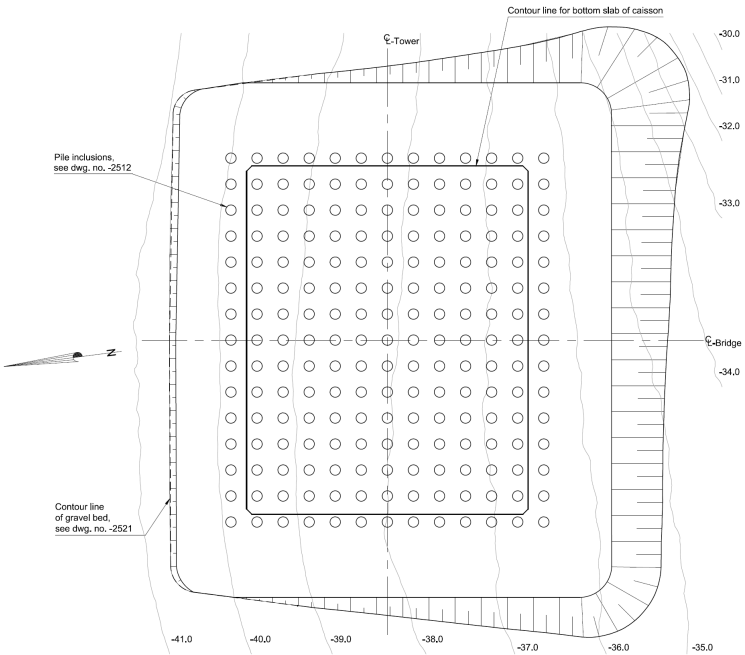


Section B-B, 1:500



Plan of caisson (section C-C), 1:500

Pile inclusions not shown

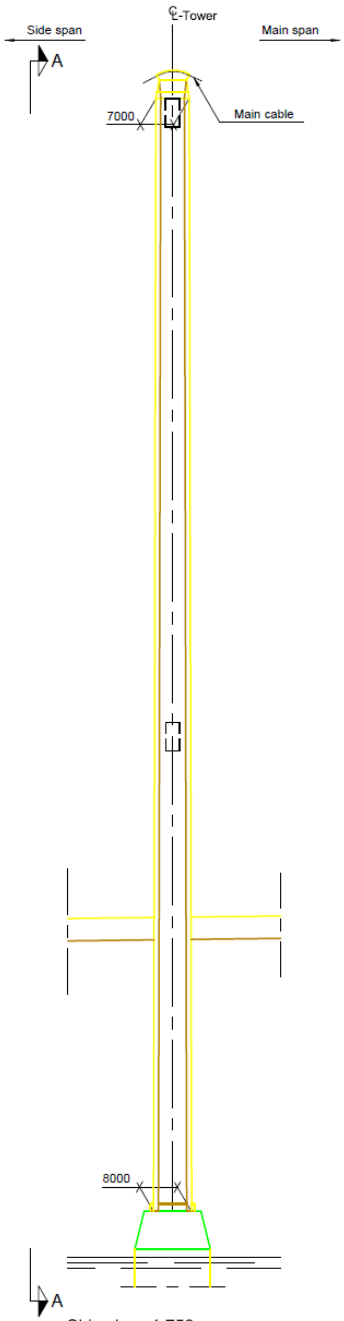


Plan - pile inclusions and gravel bed, 1:500

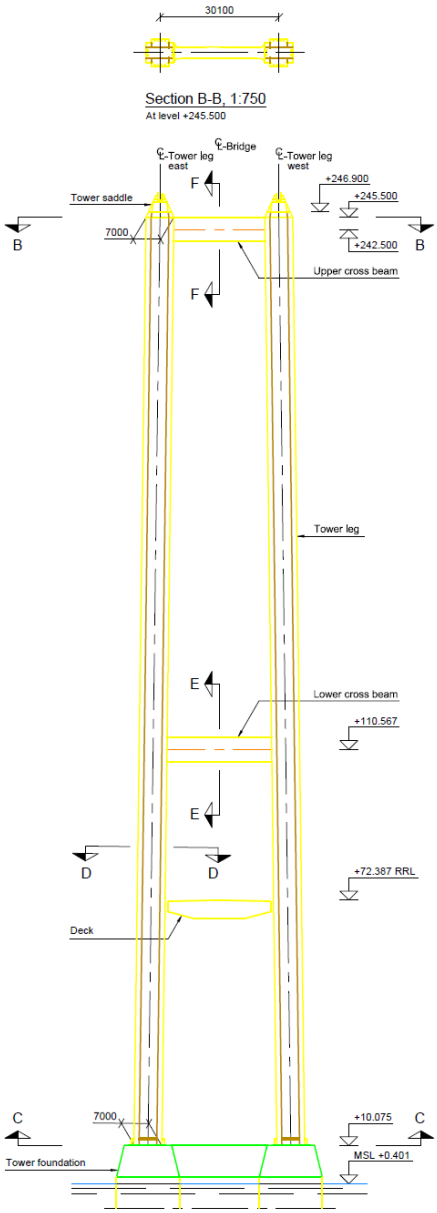
Scour protection around caisson not shown

Legend:

- In-situ concrete
- Precast concrete
- Steel
- Gravel bed
- Armour layer
- Filter layer
- Seabed
- Construction joint

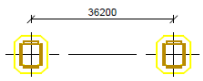


Side view, 1:750
North tower shown, south tower mirrored about CL main span

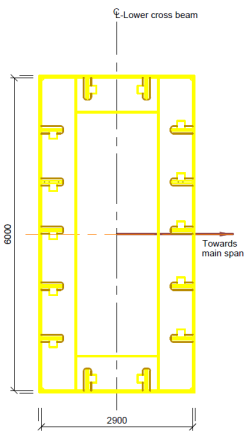


Section B-B, 1:750
At level +245.500

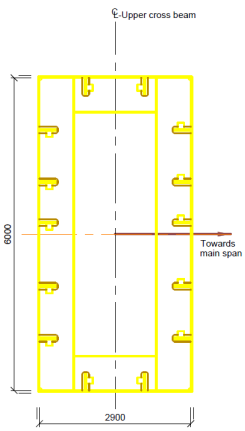
Section A-A, front view, 1:750



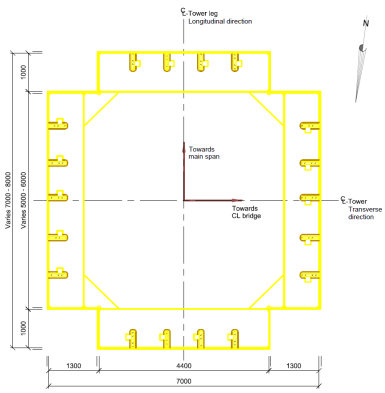
Section C-C, 1:750
At level +10.075



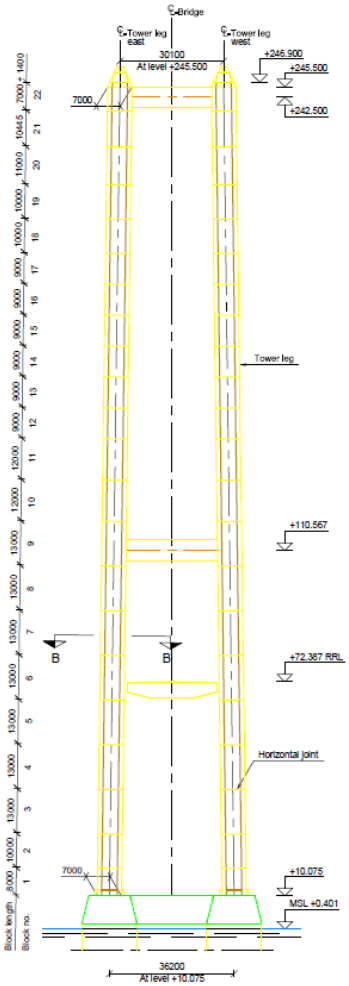
Section E-E, 1:50
Lower cross beam



Section F-F, 1:50
Upper cross beam



Section D-D, 1:50
Block type 1 in east tower leg shown, west tower leg mirrored about CL bridge.
Section perpendicular to tower leg.



Section A-A, front view, 1:750

North tower looking south

Block	Block length along CL leg (see notes) mm	Tapered panel width a mm	Elevation horizontal joint m
1 *	8000	6000	10,075
2	10000	5966	18,074
3	13000	5924	28,073
4	13000	5868	41,072
5	13000	5813	54,071
6	13000	5758	67,070
7	13000	5703	80,069
8	13000	5647	93,068
9	13000	5592	106,067
10	12000	5537	119,066
11	12000	5486	131,065
12	9000	5435	143,064
13	9000	5397	152,063
14	9000	5359	161,062
15	9000	5320	170,062
16	9000	5282	179,061
17	9000	5244	188,060
18	10000	5206	197,059
19	10000	5163	207,058
20	11000	5121	217,058
21	10445	5074	228,057
22 **	7000 * 1400	5030	238,501
		5000	245,500 245,900

* Block length for block no. 1 is including the base plate.
** Block no. 22 consists of an inclined and a vertical part.

Table 1: Tower block dimensions

Notes:

Dimensions: Dimensions are in millimetres unless otherwise noted.
Levels are in metres (TUDKA).

Layout: North tower shown, south tower mirrored about CL main span unless otherwise noted.
For layout of blocks, see dwg.no. 3080.
Block lengths are measured along CL tower leg.

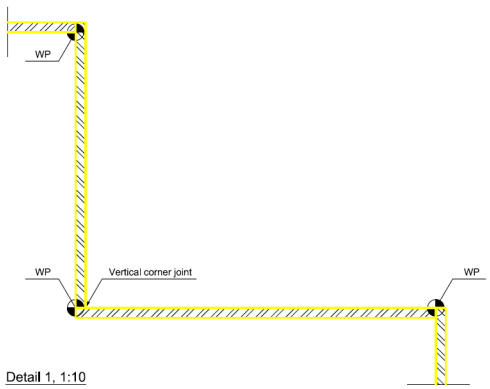
Materials: Steel grade S460 unless otherwise noted.

Block overlengths: Overlengths corresponding to elastic deformations of legs shall appropriately be taken into account.
Summary of elastic deformations of legs:
28 mm between base and top of block no. 5.
25 mm between top of block no. 5 and top of block no. 8.
78 mm between top of block no. 8 and top of block no. 21.
9 mm between top of block no. 21 and top of saddle.
The assumed settlements of concrete substructure and soil shall be evaluated by regularly measurements during construction of the entire concrete substructure.
Necessary adjustment to the assumed settlement shall be done at the concrete plinths of tower foundation.

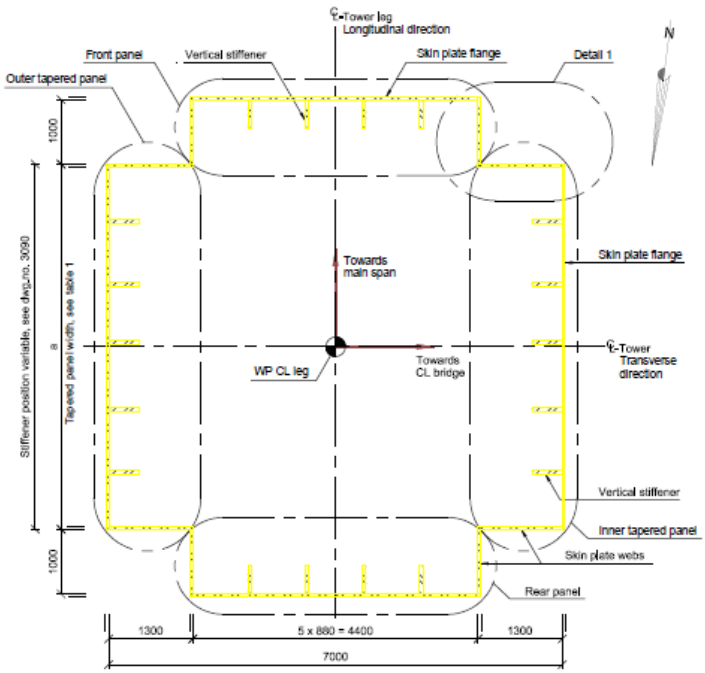
Legend:

Steel

Work point

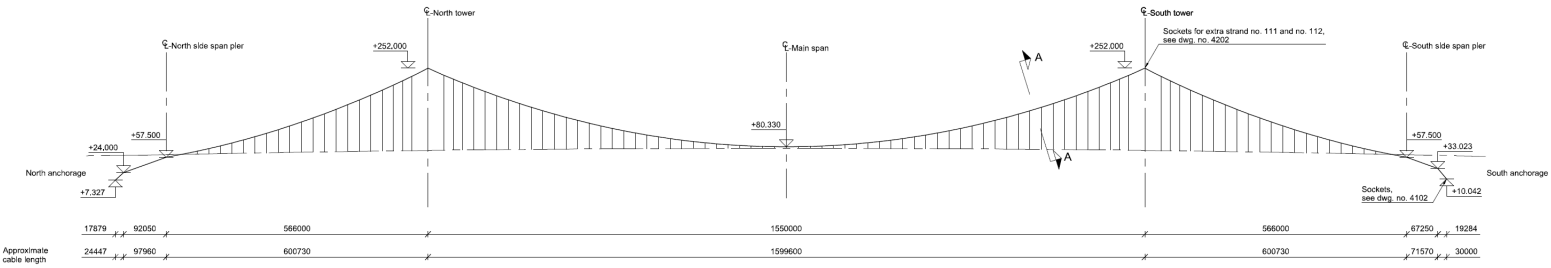


Detail 1, 1:10

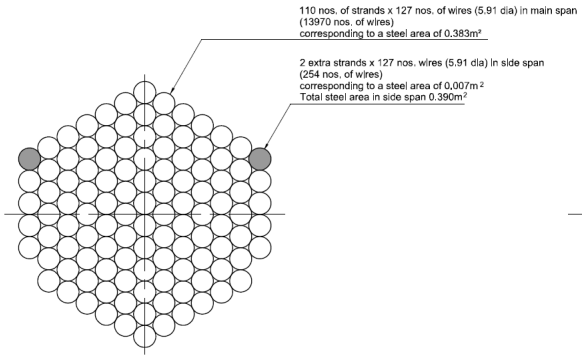


Section B-B, 1:50

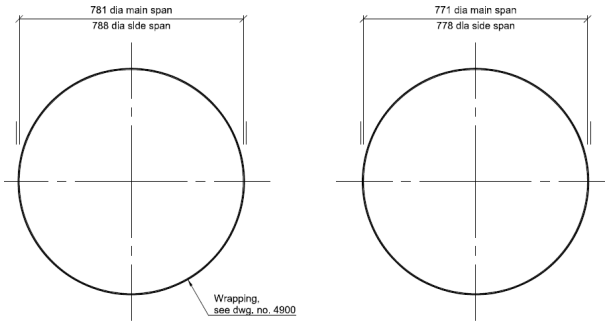
Block type 1 in east tower leg shown, west tower leg mirrored about CL bridge,
Section perpendicular to tower leg



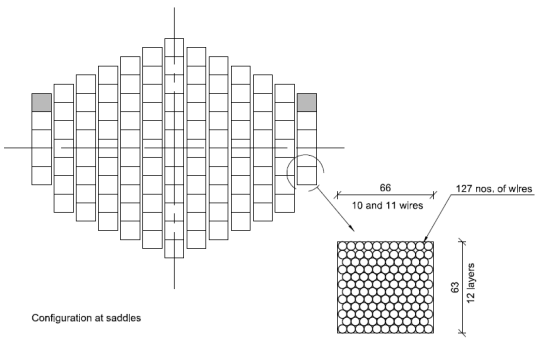
Elevation, 1:5000



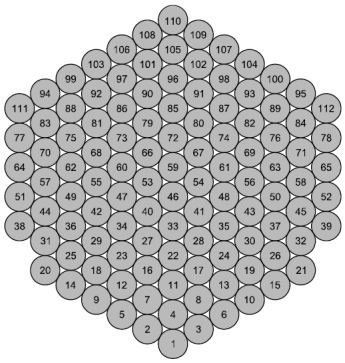
Before compaction



Cross sections, 1:10

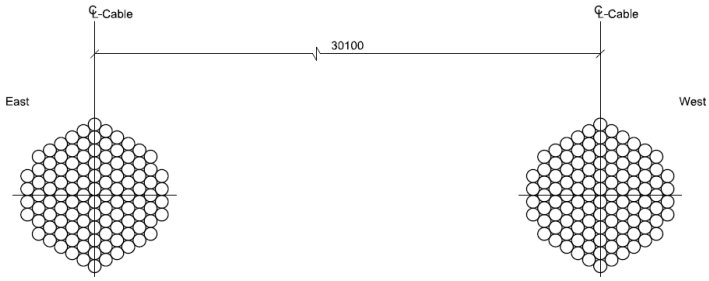


Configuration at saddles

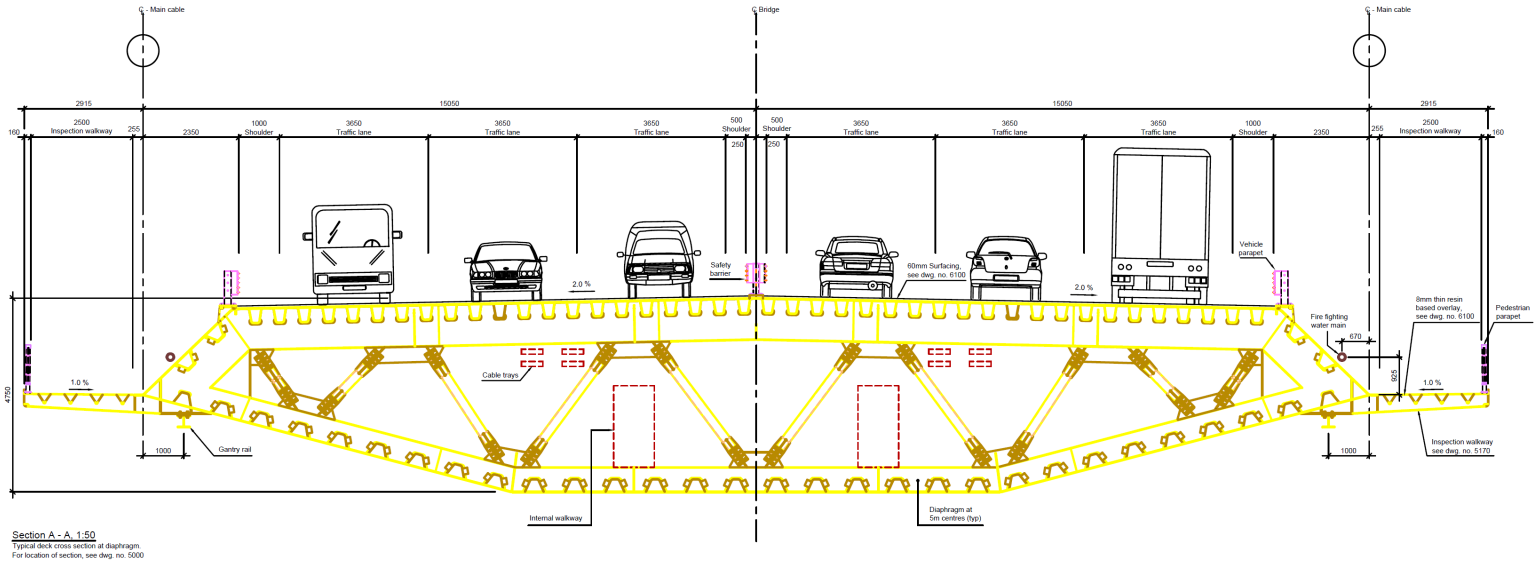


Strand numbering

West cable looking towards south, east cable mirrored image



Section A-A, 1:20



Section A - A 1:50
Typical deck cross section at diaphragm
For location of section, see dwg. no. 5000

Notes:

Dimensions:

Dimensions are in millimetres unless otherwise noted.
Levels are in metres (TUDKA).
Angles are in degrees (0°-360°)
Overall dimensions are given to the work points (WP)

EPC CONTRACTOR: IHI ITOCHU IHI Infrastructure Systems Co., Ltd.	OWNER: TCK REPUBLIC OF TURKEY MINISTRY OF TRANSPORTATION GENERAL DIRECTORATE OF HIGHWAYS	APPOINTED COMPANY: OTOYOL YATIRIM VE ISLETME A.S. OTOYOL INVESTMENT AND OPERATION CORPORATION	EMPLOYER: NÖMAYG ORTAKLISI NOMAYG JOINT VENTURE	PROJECT: Gebze-Izmir Highway and Izmit Bay Crossing Project
DESIGNER: COWI COWI A/S			EMPLOYER'S CONSULTANT: AECOM URS AECOM-URS JOINT VENTURE	

PHOTOGALLERY

For the south anchor block first a diaphragm wall was made with a depth of 32m to enable the excavation of anchorage in dry conditions. With the help of the diaphragm wall the excavation went up to -14.50 meters depth safely and without any support in semi circular section. The south anchor block was designed as a massive guitar-shaped concrete structure serving as anchorage and foundation for the south transition pier and the side span pier. The soil was sand and gravel layers and such foundation type provided a solution to control differential settlements.

Pro jižní kotevní blok byla nejprve realizována podzemní stěna, s hloubkou 32 m, která umožnila vyhloubení jámy v suchých podmínkách. S pomocí podzemní stěny dosáhla hloubka jámy bezpečně až -14,5 m, a to bez jakékoliv podpory. Jižní kotevní blok je navržen jako masivní betonová konstrukce ve tvaru kytary, slouží jako kotevní blok a základ pro jižní pilíř a pro pilíř bočního pole. Zeminy byly tvořeny vrstvami písku a štěrku a tento typ založení byl řešením, jak kontrolovat rozdílné sedání konstrukce.

↓ Dry dock and reclamation
→ Caisson towing from dry dock

CABLE SPINNING

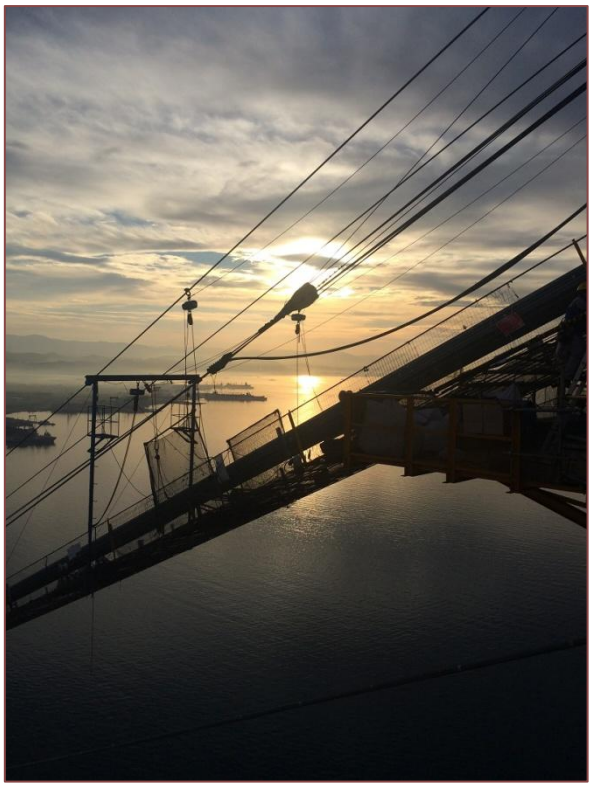
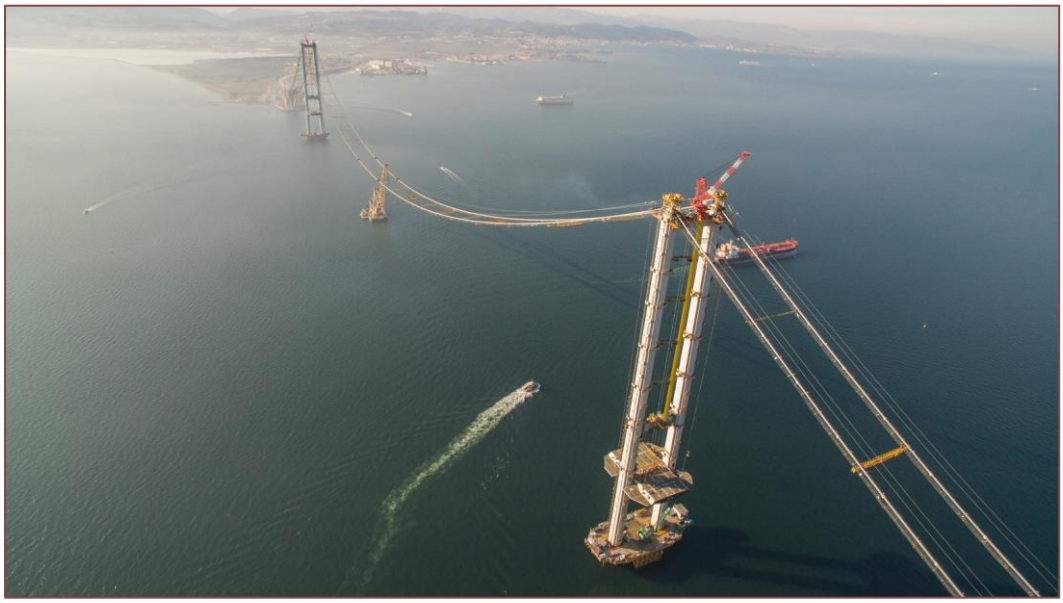
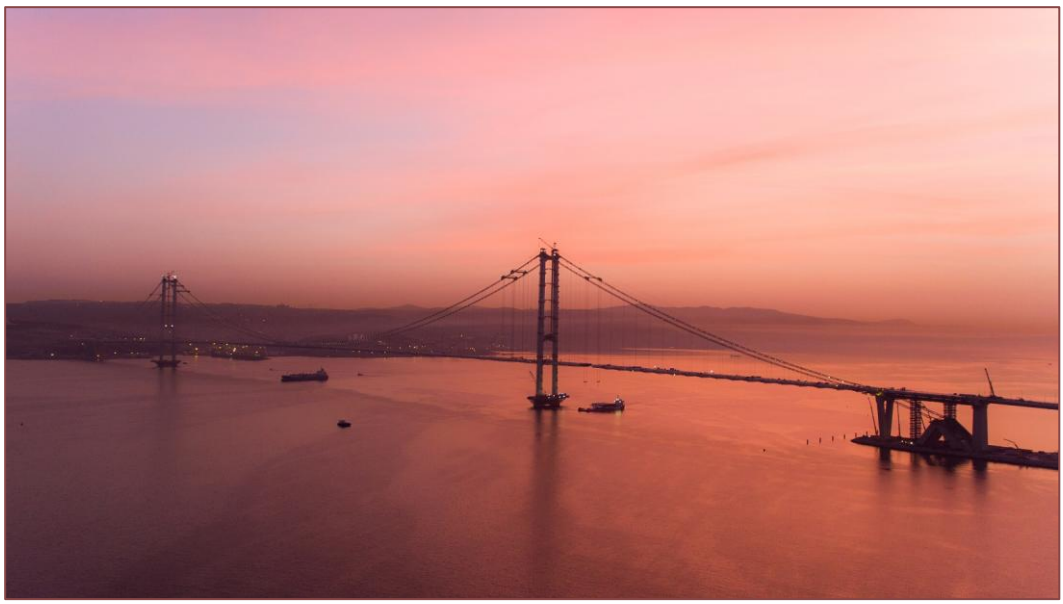
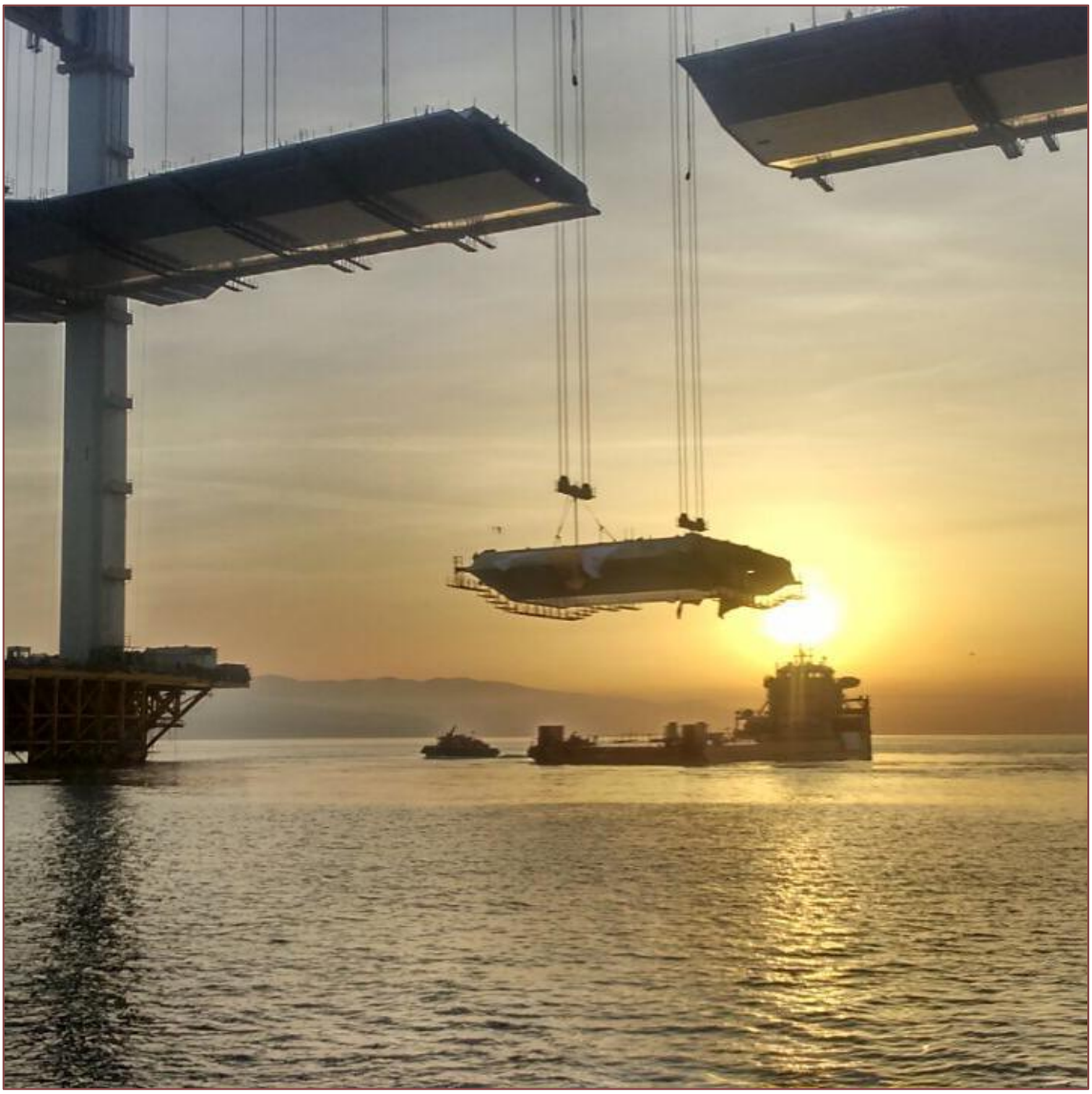


Photo: Fatih Zeybek

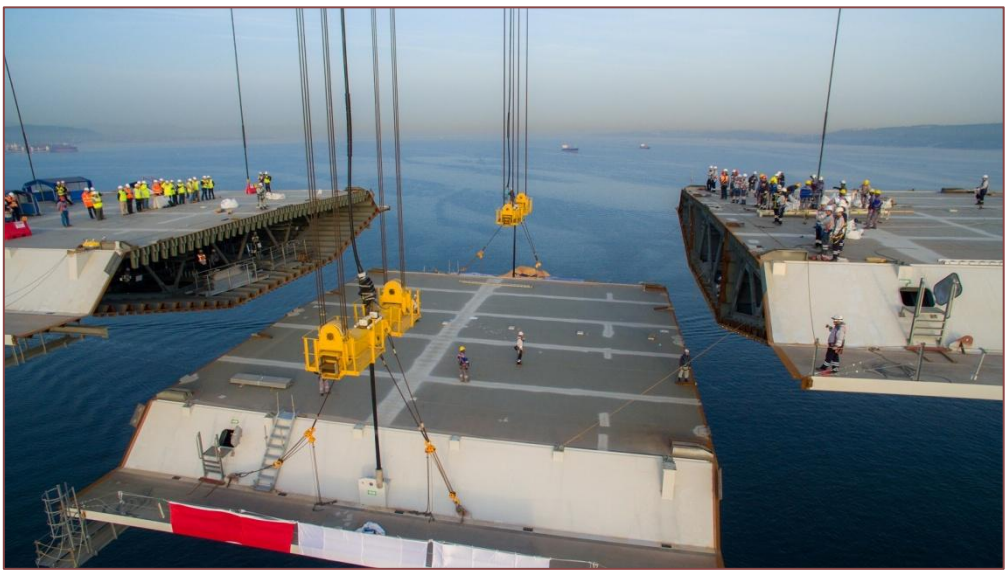




Photos: Fatih Zeybek



Lifting of last segment in early hours. Credits: Gia Jilani



Last deck segment. Credits: Gia Jilani

Official Ceremony on the deck closure, 21 April 2016. Credits: Fatih Zeybek

Completed deck. Credits: Gia Jilani

Fully bonded waterproofing system applied as a spray at 2mm in one coat.

A cold spray applied high performance waterproofing membrane is applied to the bridge deck. The system is based on proprietary polymer resin technology, mixed with methacrylate monomers to produce an acrylic resin system for the protection of concrete and steel structures from the corrosive effects of water and chloride ions. It provides a tough, flexible seamless membrane. To meter, mix and apply the product, airless spray equipment was used. The system can be amended to accommodate both high and low ambient temperatures without any detriment to the performance. On Osman Gazi Bridge over 5000m2/day of full system was successfully applied.

Na mostovku je postřikem za studena nanesena vysoce účinná hydroizolační membrána. Systém je založen na technologiích polymerových pryskyřic smíchaných s metakrylátovými monomery. Takto vytvořený systém akrylátových pryskyřic slouží pro ochranu betonových a ocelových konstrukcí proti účinkům koroze a chloridových iontů. Vytváří pružnou, odolnou bezešvou membránu. Pro dávkování, míchání a aplikaci bylo použito postřikovací zařízení. Systém může být přizpůsoben jak vysokým, tak nízkým teplotám beze změny jeho účinnosti. Na Osman Gazi Bridge byla plně ošetřena plocha 5 000 m2 za den.

Photos: Stirling Lloyd Polychem Ltd.

E&E CONGRESS 2016 PRAGUE

The Eurasphalt and Eurobitume (E&E) congress is a unique event organised every four years since 1996 by the European bitumen and asphalt industry in a well-known European city.

The congress aims to raise the awareness across a wide scope of the industry about key drivers in the market environment, to share best practices and technology, and also to respond with solutions to future challenges. This successful platform allows the bitumen and asphalt industry to work together and respond to these challenges identified by showcasing how they are contributing with solutions through their extensive network of experts and professionals.

Kongres Eurasphalt & Eurobitumen (E&E) je významná akce, která se již od roku 1996 koná jednou za čtyři roky v některém z evropských měst a jejímž organizátorem jsou výrobci asfaltu a asfaltových směsí.

E&E kongres slouží jako široká platforma pro výměnu názorů a poznatků týkajících se celé řady nejrůznějších témat, jako jsou například otázky trhu, nejlepší postupy a technologie či řešení zaměřená na budoucí rozvoj. Kongres nabízí mimořádnou příležitost pro spolupráci v rámci daného oboru a prostřednictvím rozsáhlé sítě odborníků i ostatních profesionálů se snaží přispět k hledání nových a zajímavých řešení.

Congress Centre in Prague

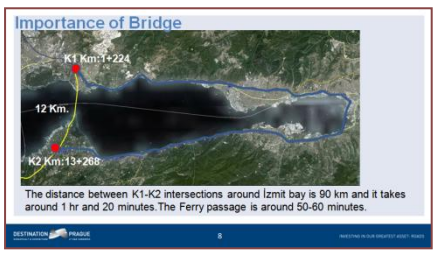
OTOYOL Stand with Izmit Bay Bridge presentation

Fatih Zeybek, Izmit Bay Suspension Bridge Project Manager at OTOYOL / NOMAYG, had a presentation at Session 6B „Smart management of road infrastructure“ focusing mainly on:

- Financing of the **Gebze-Izmir Motorway Project** which is one of the largest infrastructure projects in Turkey
- Suspension Bridge – 4th longest in the world – **Osman Gazi Bridge (Izmit Bay Suspension Bridge)**

Fatih Zeybek, manažer projektu realizace visutého mostu Osmana Gaziho (Izmit Bay) z OTOYOL / NOMAYG, se při své prezentaci zaměřil zejména na:

- Financování dálnice **Gebze-Izmir**, což je jeden z největších infrastrukturních projektů v Turecku
- **Visutý most Osman Gazi Bridge – čtvrtý nejdelší na světě**



Fatih Zeybek

at E&E Congress in Prague

8th International Conference on Arch Bridges

ARCH 2016

October 5-7, 2016, Wrocław, Poland

On behalf of the Organizing Committee we have a great pleasure to inform you that Wrocław University of Technology is organizing the **8th International Conference on Arch Bridges (ARCH 2016)**, which will take place in **Wrocław, Poland, on 5th - 7th October, 2016** with the general topic: **"Arch Bridges in Culture"**.

The main idea of the cyclic ARCH conference is the international meeting of scientists, experts, designers, contractors and all those who are interested in problems of arch bridge structures aimed at effective exchange of experiences and dissemination of specialist knowledge and information in this field.

We are pleased to invite you!

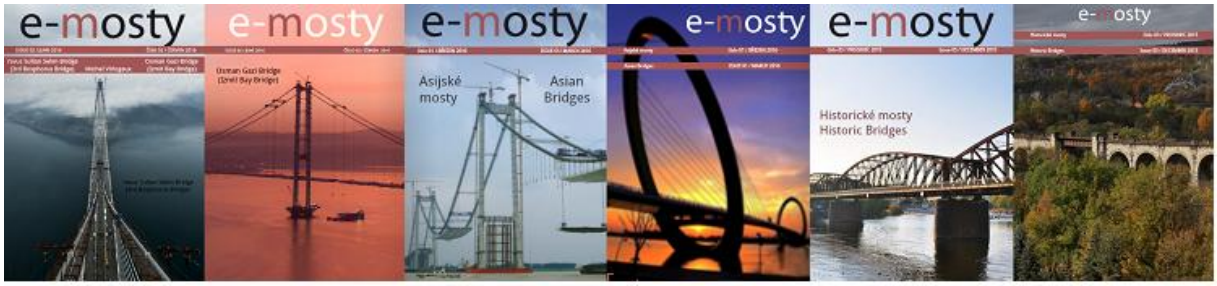
Jan Bień
Chairman of the Scientific Committee

Jan Biliszczuk
Chairman of the Organizing Committee

Paweł Hawryszków
Co-Chairman of the Organizing Committee

Tomasz Kamiński
Co-Chairman of the Organizing Committee

ARCH 2016 Secretariat
Wrocław University of Technology
27 Wybrzeże Wyspiańskiego St.
Wrocław 50-370, Poland
Tel: +48 71 320 45 40, 48 71 320 45 62
Fax: +48 71 320 35 45
Email: arch16@pwr.edu.pl
www.arch16.pwr.wroc.pl



e-mosty

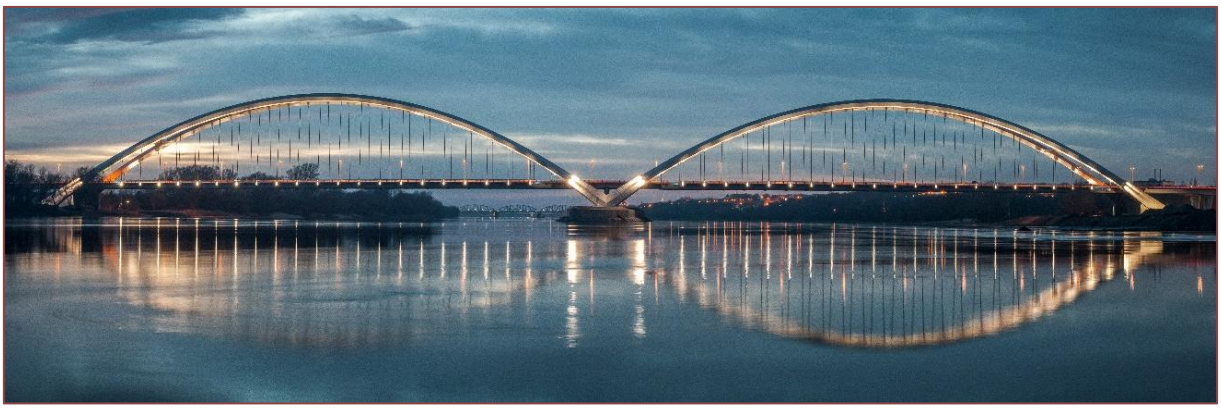
Interactive reviewed English-Czech quarterly magazine about bridges.

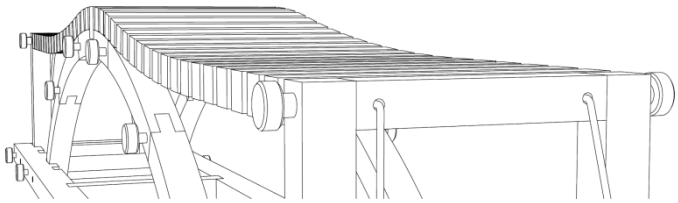
We welcome papers on arch bridges for our December issue.
Please contact us.

WE ARE HAPPY TO PROVIDE MEDIA PATRONAGE

Wrocław University of Technology
Faculty of Civil Engineering

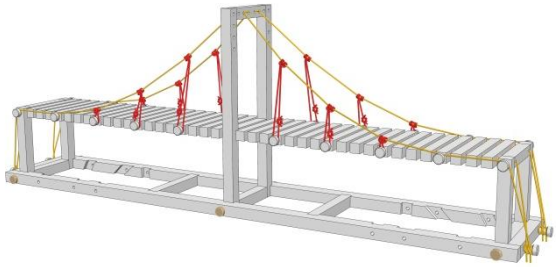
8th International Conference on Arch Bridges
2016 ARCH
October 5-7, 2016, Wrocław, Poland





vesele mosty

dřevěná stavebnice,
14 skutečných modelů

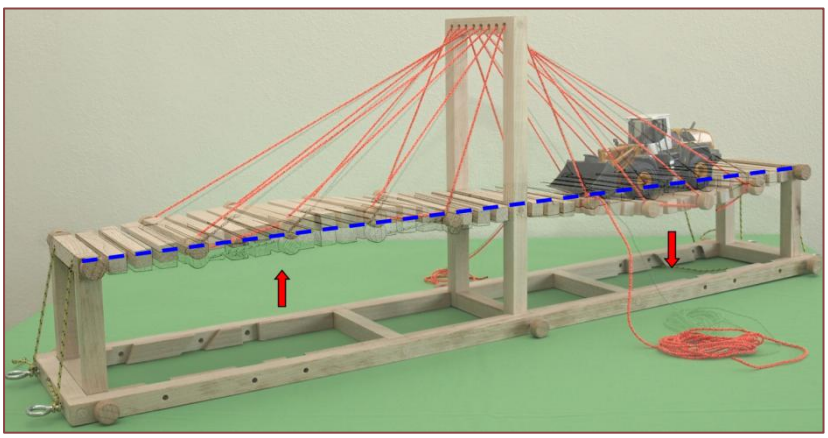


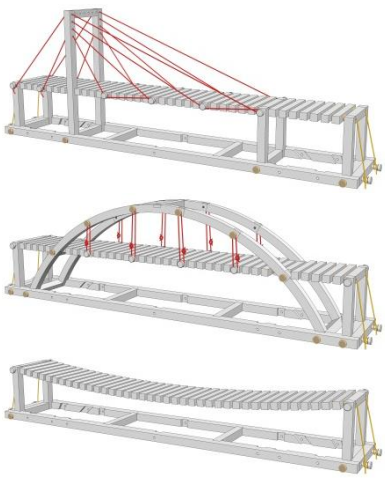
Máte možnost shlédnout stavebnici, jejíž jednotlivé díly lze poměrně snadno sestavit do celkem 14 modelů typově odlišných mostních konstrukcí, které věrně napodobují reálné mosty včetně jejich základního statického působení. Stavebnice tak může sloužit nejen jako ***hračka****, ale také jako* ***výuková pomůcka****, neboť na jednotlivých typech mostů mohou být velmi jednoduše vysvětleny a pochopeny základní statické a dynamické principy jednotlivých typů konstrukcí.*

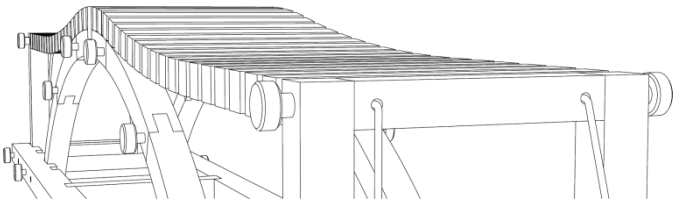
Stavebnice je také vhodnou pomůckou pro rozvoj kreativního konstrukčního myšlení, neboť jednotlivé prvky stavebnice umožňují sestavení také dalších variant konstrukcí dle fantazie dětí i dospělých, přičemž úspěšné sestavení nosného systému bez dodatečných podpor (prvků, které nejsou součástí stavebnice) rozvíjí statické myšlení.

Sestavení jednotlivých modelů mostů navíc neklade žádné počáteční vysoké požadavky na odborné znalosti jejich „konstruktérů“, neboť nesprávné pochopení principů chování konstrukce a tedy nesprávné seskládání jednotlivých prvků se na modelu okamžitě projeví viditelnou nefunkčností konstrukce. I metodou „pokusů a omylů“ tak lze jednoduše usoudit, které řešení je správné a proč.

Konstrukce a design stavebnice jsou chráněny CZ užitným vzorem č. 24734 a CZ průmyslovými vzory č. 35354 a č. 35350. Pro více informací navštivte www.veselemosty.cz







funny bridges

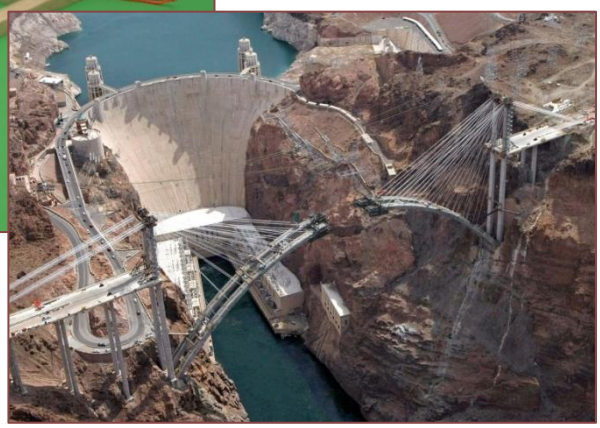
wooden construction set,
14 models of real bridges

We would like to present to you a box of construction set whose individual parts can be easily assembled into 14 different models; each model contains different bridge construction. These models represent faithful replicas of real bridges including their basic statics. The construction set may therefore serve as a toy as well as a teaching aid, since the individual types of bridges may provide a simple illustration of elementary static and dynamic principles of the different types of constructions.

The construction set is also a suitable aid for development of creative construction thinking, as the individual parts of the set allow for assembling of many other different types of construction, depending on the imagination of children and adults as well. In addition to that, successful assembly of the support system without further supportive elements (that are not part of the set) develops static thinking.

Assembling individual models of bridges does not place any high initial demands on the expertise of their "constructors" - inaccurate understanding of the construction principles, in other words the incorrect assembly of individual components, immediately becomes apparent in visible malfunction of the construction. Even applying "trial-and-error method" will ultimately determine which solution is the correct one and why.

The set is based on real principles of bridge engineering. The construction and design of the set are protected by Czech utility model number 24734 and by Czech industrial models number 35354 and 35350. Please go to www.veselemosty.cz for more information.



Společnost PROF-ENG, s. r. o. je **specializovaná jazyková a překladatelská agentura** v oblasti anglického jazyka, která nabízí vysoce kvalitní služby pro obory **právo a stavebnictví**, se specializací zejména na mostní stavitelství, zakládání staveb, vodohospodářské stavby a související obory.

V oblasti právních překladů se zaměřuje na překlady smluv, memorand, obchodní korespondence atd.

Více informací o společnosti a službách, které nabízí, reference a další informace naleznete na stránkách www.professional-english.cz.

professional-english.cz

The company PROF-ENG, s. r. o. is a specialised language and translational agency in Czech and English languages that offers its high quality services in the fields of law and civil engineering, especially bridge engineering, foundation of structures, water engineering and related fields.

In the field of law the company offers translations of contracts, memoranda, commercial correspondence etc.

More information about the company and services it offers, references and other information you can find on www.professional-english.cz

e-mosty 3/2016: Santiago Calatrava. Bridges.

It will be released on 20 September

MARGARET MC DERMOTT BRIDGE, DALLAS, USA (left)
MARGARET HUNT HILL BRIDGE, DALLAS USA (right)

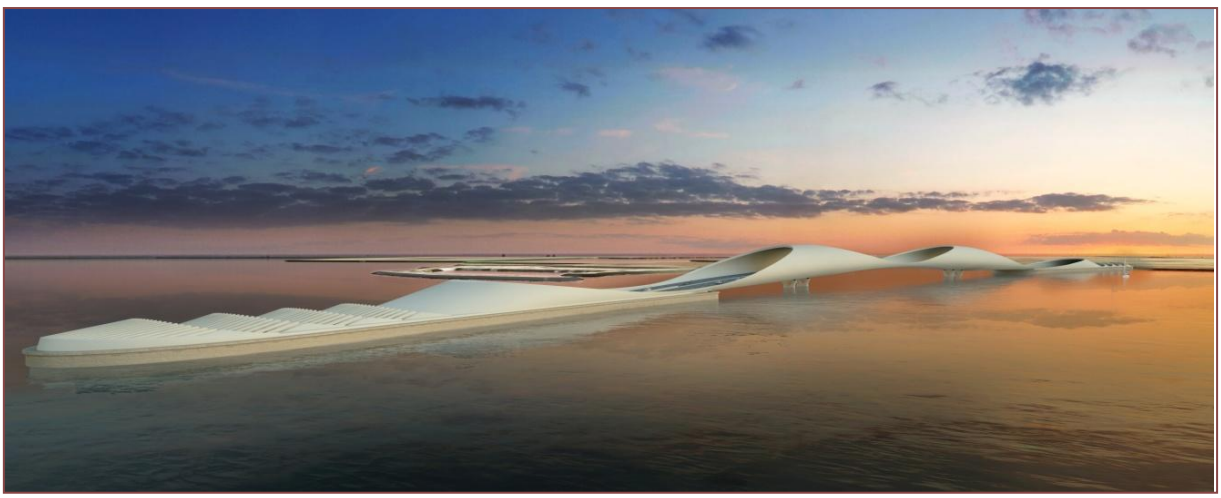
REGGIO NELL'EMILIA BRIDGES, ITALY

BRIDGE OF STRINGS, JERUSALEM, ISRAEL

SHARQ CROSSING, DOHA, QATAR

Cultural City Bridge

West Bay Bridge



Al Sharq Bridge

To make this issue more complex and show more bridges, we welcome cooperation with you who have participated in detailed design and construction of other Mr Santiago Calatrava´s bridges. We would appreciate more detailed structural and construction information, drawings, pictures etc.

Please contact us: redakce@e-mosty.cz

We have already collected some information, in cooperation with Santiago Calatrava LLC, the City of Dallas, Dallas Horseshoe Project etc. - mainly about the bridges above.

e-mosty

ISSUE 02 / JUNE 2016

Číslo 02 / ČERVEN 2016

Osman Gazi Bridge
(Izmit Bay Bridge)