

Od 8 lat o inżynierii piszemy z pasją!

Cena 24,90 zł (w tym 8% VAT)
Rok VIII marzec – kwiecień 2013, nr 2 (47)

Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

DROGI • GEOINŻYNIERIA • GEOTECHNIKA • HYDROTECHNIKA • INŻYNIERIA BEZWYKOPOWA • INŻYNIERIA ŚRODOWISKA • MOSTY • PRZEPUSTY • TUNELE

**TECHNOLOGIE
BEZWYKOPOWE
NA SZEŚCIU
KONTYMENTACH**

**WYPRAWY
MOSTOWE**

NOWY BILFINGER

CO NOWEGO W MOSTOWNICTWIE?



Przepusty według eurokodów



System BlueLine



Budowa tunelu pod Martwą Wisłą

20 mld zł na inwestycje drogowe w 2013 r.



TECHNOLOGIE WIERTNICZE



Śląskie Towarzystwo Wiertnicze
DALBIS Spółka z o.o.

ul. Strzelców Bytomskich 100
41-922 RADZIONKÓW
tel./fax. +48 (32) 289-67-39
lub +48 (32) 289-82-15
e-mail: info@dalbis.com.pl

 www.dalbis.com.pl

Usługi wiertnicze

- Wiercenia pionowe oraz poziome – z powierzchni oraz wyrobisk górniczych,
- Wiercenia hydrogeologiczne – poszukiwawcze i rozpoznawcze wraz z obsługą geologiczną
- Wiercenia otworów inżynieryjnych dla odwadniania wentylacji, podsadzania pustek, itp.,
- Wiercenia otworów wielkośrednicowych (do średnicy 2,0 m),
- Budowa studni.

Usługi geotechniczne

- Iniekcje cementowe i środkami chemicznymi,
- Kotwienie,
- Zabezpieczanie skarp, zboczy oraz nasypów,
- Wypełnianie pustek poeksploatacyjnych,
- Odwodnienia.

Oferujemy

Kompleksowe wykonawstwo robót wg projektów zleconych lub własnych z zastosowaniem nowoczesnych technologii robót wiertniczych i z wykorzystaniem własnego sprzętu.





KWH PIPE – Systemy PE i PP na co dzień i do zadań specjalnych

- ◆ Systemy grawitacyjne: Weholite, WehoDuo, WehoTripla dn110-3000mm
- ◆ Systemy ciśnieniowe: WehoPipe i WehoPipe RC/RC+ dn20-1800mm
- ◆ Moduły do renowacji VipLiner dn90-630mm
- ◆ Studzienki i zbiorniki Weho

www.kwh.pl



Member of the KWH Group

Drodzy Czytelnicy!

Z publikowanych właśnie sprawozdań rocznych spółek za 2012 r. poznamy faktyczną kondycję branży budowlanej. Jednak już teraz można stwierdzić, że rynek budowlany przeżył w ubiegłym roku głęboki wstrząs. Najdobitniej ilustrują to statystyki dotyczące upadłości. Według danych Euler Hermes w ub.r. upadłość ogłosiły 273 przedsiębiorstwa budowlane, podczas gdy w 2011 r. ich liczba wyniosła 146, a w 2010 r. – 90. Firmy budowlane przygotowują się do zmian na kurczącym się rynku zamówień publicznych w drogownictwie głównie przez reorganizację swoich struktur oraz redukcję zatrudnienia. Jak poinformował w jednym z wywiadów prezes zarządu Budimeks SA, Dariusz Blocher, w 2013 r. zatrudnienie będzie mniejsze, bo zmniejszy się sprzedaż. W 2012 r. Budimex SA podpisał znacznie mniej kontraktów, zwłaszcza w drogownictwie, i składa oferty na mniejsze kontrakty, a zatem konkuruje z mniejszymi firmami, z którymi trudniej jest wygrać. Zdaniem prezesa Blochera, również lata 2013–2014 będą bardzo trudne dla budownictwa, poprawa nadejdzie dopiero w 2015 r. Aby dotrzeć do lepszych czasów od 2015 r., trzeba będzie przetrwać jeszcze dwa chude lata. Pytanie, ile firm to wytrzyma.

Pomóc firmom w przetrwaniu do lepszych czasów mają rozwiązania wprowadzane przez Generalną Dyрекcyję Dróg Krajowych i Autostrad. Jeszcze w pierwszym półroczu tego roku zamierza ona ogłosić kilkanaście przetargów na nowe drogi, budowane już ze środków nowej unijnej perspektywy finansowej, która rozpocznie się w 2014 r. Dzięki temu ma nie być długiego przestoju w inwestycjach infrastrukturalnych. W ub.r. zbudowano 700 km dróg, w tym planuje się oddać do użytku 400 km.

Plan Generalnej Dyrekcji zakłada ogłaszanie 15–20 przetargów rocznie, tak aby uniknąć spiętrzenia postępowań, a co za tym idzie, wzrostu cen materiałów. Wśród zmian wprowadzanych przez GDDKiA – w rezultacie doświadczeń z kończącej się perspektywy finansowej – jest zaliczkowanie prac na poziomie 10%. Rozważony zostanie także postulat branży dotyczący waloryzacji cen kontraktowych. Większą rolę w projektach drogowych zaczną odgrywać instytucje finansowe, u których spółki budowlane muszą pozyskiwać kredyty i gwarancje. Banki i ubezpieczyciele, doświadczone przez problemy firm budowlanych, będą bardziej skrupulatnie przyglądać się kondycji tych podmiotów. Nie wiadomo, ile dokładnie pieniędzy będzie do wydania na drogi w ciągu najbliższych lat. W Parlamencie Europejskim wciąż trwają negocjacje unijnego budżetu. GDDKiA zakłada jednak, że do dyspozycji będzie kwota ok. 10 mld €.

Jeszcze w marcu powinniśmy poznać decyzję Komisji Europejskiej w sprawie odmrożenia refundacji środków dla Polski na budowę dróg. W związku z podejrzeniami o ustawianie przetargów Komisja Europejska w grudniu wstrzymała wypłatę refundacji 957 mln € (3,5 mld zł) na projekty drogowe w ramach programów Infrastruktura i Środowisko oraz Rozwój Polski Wschodniej. Komisja zażądała audytu wszystkich inwestycji drogowych realizowanych przez GDDKiA, które otrzymały dofinansowanie unijne. Dopóki nie będzie wyjaśnione, że nie doszło przy ich realizacji do zмовy przetargowej, dopóty nie będą refundowane także dalsze polskie wnioski o płatność – ok. 4 mld € (wraz ze wstrzymanymi płatnościami). Przypomnę, że na lata 2007–2013 w ramach programu operacyjnego Infrastruktura i Środowisko mamy do wykorzystania na projekty drogowe 11,5 mld €, z tego na projekty zarządzane przez GDDKiA przypada 10,3 mld €. Dotąd Polska wykorzystała 66–70% środków na drogi w ramach tego programu. Projekty drogowe mogą być też realizowane w ramach programu operacyjnego Rozwój Polski Wschodniej. Środki UE na drogi w ramach tego programu na lata 2007–2013 wynoszą 697 mln €, GDDKiA jest beneficjentem 10 projektów. Dotąd z całego programu wypłacono na drogi 315 mln €.



W numerze piszemy o zmianach organizacyjnych w polskiej spółce Bilfinger Berger Budownictwo SA, która zmieniła nazwę na Bilfinger Infrastructure SA, a w planach ma duże realizacje w Skandynawii i w Niemczech. Szeroką analizę rynku budowlanego znajdują Państwo w raporcie analityk rynku budowlanego Katarzyny Bednarz z firmy PMR. Analitycy PMR przewidują: „Najbliższe dwa lata dla branży będą raczej trudne, jednakże długoterminowy potencjał branży wciąż jest spory, co wynika przede wszystkim z dużych potrzeb, jakie generuje polska, wciąż niekompletna sieć drogowa”. I dalej: „Wraz z bolesnymi doświadczeniami rośnie świadomość podmiotów jak należy prowadzić dane przedsięwzięcie. Jeżeli najbliższe lata zostaną odpowiednio wykorzystane, to jakość pracy branży drogowej ulegnie znacznej poprawie”.

Ważnym wydarzeniem w życiu Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie było nadanie tytułu doktora honoris causa Lakshmiemu N. Mittalowi, prezesowi zarządu ArcelorMittal. Także i w tej branży kryzys daje się we znaki. Mittal skarżył się na kondycję rynku stalowego oraz rosnące koszty funkcjonowania koncernu w Polsce wskutek m.in. coraz wyższych cen energii i wysokiego opodatkowania wyrobów stalowych.

W styczniu na Politechnice Krakowskiej odbyło się wyjątkowe spotkanie środowiska mostowców. Okazją był wernisaz wystawy fotografii z XVIII Europejskiej Wyprawy Mostowej „Austria – Korsyka 2012”, połączony ze spotkaniem uczestników wypraw mostowych „Austria – Korsyka 2012” i „Zjednoczone Emiraty Arabskie 2012”. Było tłumnie, wesoło i kolorowo. Od wielu lat wyprawy mostowe organizuje Katedra Budowy Mostów i Tuneli Politechniki Krakowskiej, a ich opiekunem merytorycznym jest prof. Kazimierz Flaga. Relację z tej sympatycznej imprezy zamieszczamy na łamach.

W tym numerze inaugurujemy nowy cykl, realizowany z Polską Fundacją Technik Bezwykopowych (PFTT). Celem naszej wspólnej inicjatywy jest to, by w jeszcze większym stopniu niż dotychczas przybliżyć Państwu zagadnienia dotyczące światowych osiągnięć z zakresu technologii bezwykopowych. Co cztery miesiące w „NBI” będziemy zamieszczać informacje na temat najciekawszych urządzeń, rozwiązań materiałowych, technologii oraz inwestycji bezwykopowych prezentowanych w czasopiśmie „Trenchless International”. Jest to organ prasowy Międzynarodowego Stowarzyszenia Technologii Bezwykopowych (ISTT), a pośrednio także PFTT, która od 15 lat jest członkiem tej organizacji.

Pozostając przy tematyce technologii bezwykopowych, na zakończenie polecam artykuł opisujący regenerację sieci wodociągowej rękawem elastycznym o konstrukcji nośnej. System BlueLine opracowała firma Preuss Pipe Rehabilitation Polska Sp. z o.o., która z powodzeniem realizuje w tym zakresie projekty regeneracji infrastruktury podziemnej, czego potwierdzeniem jest opisywana inwestycja w Krakowie.

Życzę dobrej lektury.

Momius Karpinski-Rzepa

Systemy szalunków do wykopów – systemy dróg tymczasowych – produkty uzupełniające

Wynajem – sprzedaż - doradztwo



Poszukujecie ekonomicznych rozwiązań do prowadzenia prac ziemnych?

My zaproponujemy odpowiedni system!

Dla Polski północnej osobą do kontaktu jest:

Piotr Szukała

Tel.: +48 (0)61 8164699

Fax: +48 (0)61 8164699

Mobil: +48 668 348 818

E-Mail: piotr.szukala@thyssenkrupp.com

Dla Polski południowej osobą do kontaktu jest:

Łukasz Ossowski

Tel.: +48 68 3275186

Fax: +48 68 3275186

Mobil: +48 691 855 795

E-Mail: lukasz.ossowski@thyssenkrupp.com



40 Budowa nowego mostu Trojskiego w Pradze

11-12 **W SKRÓCIE**

13 **Kalendarium**

14 **Nowy Bilfinger**
Mateusz Gdowski

16 **RAPORT**
20 mld zł na inwestycje drogowe w 2013 r.
Katarzyna Bednarz

18 **Wyprawy mostowe we wspomnieniach**
Anna Brodzka



21 **Przeprawa mostowa przez Wisłę koło Kwidzyna**
Piotr Michalski

24 **Zabezpieczenie skarp głębokich wykopów przy budowie obwodnicy Przemyśla**
Robert Sołtysik

28 **Innowacyjne technologie w budownictwie, cz. 1**
Krzysztof Berger, Janusz Tadla

32 **Co nowego w mostownictwie?**
Grażyna Czopek

34 **Projekt tunelowy Blanka w Pradze czeskiej**
Anna Siedlecka

40 **Budowa nowego mostu Trojskiego w Pradze**
Jan L. Vítek, Ladislav Šašek,
Robert Brož, Vladimír Janata

48 **PFTT**
Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach

Andrzej Kuliczkowski,
Dominika Lichosik

52 **VI konkurs PFTT rozstrzygnięty**
Andrzej Kuliczkowski





11-12 W SKRÓCIE

Lakshmi N. Mittal doktorem honoris causa AGH
Kluczowe problemy prawne sieci wod-kan
Powstał Małopolski Klaster Wodny
Współczesne metody budowy, wzmocnienia i przebudowy mostów
Tunel pod Bałtykiem
Dzień Dyplomanta na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH



24



34

54 Innowacje w branży technologii bezwykopowych nagrodzone Expertami 2012

Andrzej Kuliczkowski,
Justyna Lisowska

57 Celność kretów TERMA

Krzysztof Dydel

58 System BlueLine – regeneracja sieci wodociągowej rękawem elastycznym o konstrukcji nośnej w Krakowie

Christoph Pietryja

60 Budowa tunelu drogowego pod Martwą Wisłą

Iwona Żygowska, Adam Łosiński

62 Infrastruktura Polska

Katarzyna Bandyra

64 Największa inwestycja kolejowa w Małopolsce i na Podkarpaciu

PKP Polskie Linie Kolejowe SA

66 Modyfikacja podłoża gruntowego pod niskimi nasypami – kolumny MSC (Menard Supple Columns)

Norbert Kurek, Adam Zaremba



48

70 Trwałość ścian oporowych z gruntu zbrojonego

Magdalena Zawisza

72 Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz. 13

Adam Wysokowski, Jerzy Howis



64

80 Targi WOD-KAN coraz bliżej

Dorota Jakuta

82 Wizytownik



70



16 **20 mld zł na inwestycje drogowe w 2013 r.**

11-12 BRIEF

13 Schedule

14 New Bilfinger

Mateusz Gdowski

Bilfinger Berger Budownictwo SA continues its expansion on foreign markets. Under a new, simplified name, Bilfinger Infrastructure, the Polish company will implement prestigious project in Scandinavia and Germany. Bilfinger's new strategy aims to improve the efficiency and profitability of individual business entities.

16 PLN 20 billion for road investments in 2013

Katarzyna Bednarz

Since Poland joined the European Union the road construction's share in the total construction has been rising uninterruptedly, reaching 28% in 2011. 2012 was the first year of downturn, with the road industry share dropping to 22%. The next two years will be relatively difficult for the industry, however, the long-term potential remains strong and is based mainly on high demand generated by the still incomplete Polish road network.

18 Memories of bridge trips

Anna Brodzka

On January 12th 2013 in the conference room of Cracow University of Technology an exhibition was opened, featuring photos from the 18th European Bridge trip "Austria – Corsica 2012" by Jan Zych. The opening was followed by the meeting of participants of bridge trips "Austria – Corsica 2012" and "United Arab Emirates 2012". The event was attended by 80 persons.

21 Bridge crossing over Vistula near Kwidzyn

Piotr Michalski

Near Kwidzyn, Pomeranian Voivodeship, a bridge over Vistula is under construction, long-awaited by citizens on both banks of the river. The bridge will connect two large regions of the Pomeranian Voivodeship – Kociewie and Powiśle.

24 Protection of slopes of deep excavations for the construction of the ring road of Przemyśl

Robert Sołtysik

This paper presents the history of the application of modern soil nailing in Poland in varied soil conditions. It discusses the use of self-drilling soil nailing system Titan, installed for slope protection, on the example of ring road of Przemyśl. The paper confirms the usefulness of nailing system in terms of loose soil.

28 Innovative technologies in construction engineering, part 1

Krzysztof Berger, Janusz Tadla

The paper presents the contemporary construction engineering technologies on the ex-

ample of operations of Freyssinet Polska Sp. z o.o. This section outlines the technologies supplied by the company. Section two, which will be published in the next issue of *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*, will present the example applications of those technologies in completed facilities.

32 What's new in the bridge construction industry?

Grażyna Czopek

For the last seven years the Lesser Poland Branch of the Polish Association of Bridge Engineers has organized trainings on issues related to road and bridge construction.

34 The Blanka tunnel project in Prague, Czech Republic

Anna Siedlecka

The largest underground investment currently under way in Czech Republic is, without doubt, the Blanka complex in Prague. This vast project, implemented as part of the construction of the northwestern section of the city beltway, will have the total length of 6,382 m and complete the already open, 17-km section of the beltway with the Zlíchovský, Mrázovka i Strahovský.

40 Construction of the new Troja Bridge in Prague

Jan L. Vítek, Ladislav Šašek,
Robert Brož,
Vladimír Janata

The new Troja Bridge in Prague represents a significant original hybrid structure crossing the Vltava River. The network steel arch with the deck made of prestressed concrete forms the main span of the bridge 200.4 m long. The side span made of prestressed concrete is about 40 m long. The construction was started by incremental launching of the bridge deck using temporary supports in the river. After casting of the slab of the bridge, the arch was assembled. The final stage will be the installation and prestressing of the hangers. Then, the temporary supports will be removed and the bridge will be completed.

48 Trenchless technologies across six continents

Andrzej Kuliczkowski,
Dominika Lichosik

Polish Foundation for Trenchless Technology (PFTT), together with editors of *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne (Modern Building Engineering)* magazine is going to go to an even greater extent than before to familiarize the readers with global world achievements in the field of trenchless technologies. The joint initiative will be based on publishing in "Modern Building Engineering" four monthly information on the most interesting equipment, material solutions and trenchless technology investments presented in the international magazine *Trenchless International*.

52 The 6th PFTT (Polish Foundation for Trenchless Technology) Competition Concluded

Andrzej Kuliczkowski

The contest for the best 2012 Master's Thesis promoting trenchless technologies has been concluded by the Management Board of the Polish Foundation for Trenchless Technology (PFTT). PFTT is a member of the International Society for Trenchless Technology (ISTT), headquartered in London, bringing together over 20 affiliated societies which actively use trenchless technology.

54 Expert 2012 awards for innovations in trenchless technology industry

Andrzej Kuliczkowski, Justyna Lisowska

The organizers of the 5th Jubilee International Conference on Trenchless Technologies NO-DIG Poland 2012, which was held in Kielce-Cedzyna between 17th and 19th April 2012 gave the Expert 2012 awards and distinctions to the firms which, between 2010 and 2011, placed innovative devices and products on the domestic market, as well as completed innovative projects related to the trenchless technology industry.

57 TERMA moles - Focus on accuracy

Krzysztof Dydel

TERMA – Poland's leading manufacturer of trenchless technology moles – ground piercing tools - used for installation or refurbishment of water, sewage, gas, electrical and other systems – is developing a brand new range of products. Our machines are acclaimed on the market for their accuracy, efficiency, economical performance, environmental friendliness and ease of use. We are on the market since 1990 and we are still promoting trenchless technology worldwide.

58 Blue Line System – regeneration of water pipe network using flexible sleeve with incorporated load bearing structure in Kraków

Christoph Pietryja

Highly urbanized municipal and industrial areas, dense development and constantly rising vehicle traffic volume favour the increasing popularity of trenchless regeneration of water pipes with load-bearing sleeve. Preuss Pipe Rehabilitation (PPR) Polska Sp. z o.o. is successfully conducting underground infrastructure regeneration projects.

60 Construction of road tunnel under Martwa Wisła

Iwona Żygowska, Adam Łosiński

The construction of the road tunnel under Martwa Wisła is an element of a comprehensive project described as Connection of the Airport with the Seaport in Gdańsk – Słowacki Route. The investment, worth PLN 1.420 million, is financed

in 85% by EU funds under the Operational Programme Infrastructure and Environment. The beneficiary of the subsidy is the City of Gdańsk commune.

62 Infrastruktura Polska (Polish Infrastructure) conference

Katarzyna Bandyra

The 2013 Infrastruktura Polska (Polish Infrastructure) conference was an opportunity for representatives of contracting authorities and contractors to meet in a single time and place, on neutral ground. After dramatic upheavals of 2012 we expected much discussion. However, instead of heated and pointless arguing, the meeting proved an unexpectedly constructive and businesslike exchange of opinions on both sides.

64 The largest railway investment in Lesser Poland and Subcarpathia

PKP Polskie Linie Kolejowe SA

Modernization of the Kraków – Rzeszów railway is a chance for development of the entire region. The modernized railway will make life easier for both passengers travelling between those cities, and the companies exporting their goods through Eastern and Western borders. Trains will be able to travel at 160 km/h on the modernized line, thus reducing the travel time by 71 minutes.

66 Modification of the ground subsoil under low embankments – MSC (Menard Supply Columns) columns

Norbert Kurek, Adam Zaremba

This article discusses the MSC technology which can be used to improve the soil under low embankments. The article focuses on the elements that influence the choice of soil improvement technology. The authors outline the technical and economic aspects of Menard Supply Column in comparison to the traditional method of soil replacement. Design works and trials were performed to estimate the bearing capacity and settlements of the modified soil. The trials have confirmed the validity of the design basis and the technical capability of using MSC columns as foundation for the low embankments such as car parks and service roads.

70 Durability of Mechanically Stabilized Earth Walls System

Magdalena Zawisza

ViaCon Polska offers four wall systems, including ViaWall A type 1. In the entire structure of the retaining wall the element most vulnerable to deterioration of parameters during operation is the steel component. This type of structure has been introduced and largely used worldwide already in the 1970s. The structures have been examined for loss of thickness of reinforcement during operation. Test results have indicated

that the actual losses of thickness of reinforcement in relation to calculation assumptions are considerably smaller, even if the backfill parameters do not meet the standard value.

72 Culverts in transport infrastructure - Part 13. Design culverts using Eurocodes. Part I – Introduction

Adam Wysokowski, Jerzy Howis

In recent years European standards for design of transport infrastructure structures have become the yardstick for the industry. This also applies to construction of road and railway culverts and passages for animals. Large number of modern culverts have been designed and constructed with the use of those new standards. As is well known, in 2010 the European standards – Eurocodes – have been introduced in our country. Eurocodes are a set of harmonized international standards for the design of building and civil engineering structures. The objective of Eurocodes is to unify engineering knowledge related to the design and construction of structures, as well as to enable the wider use of new materials and technology in the Member States of the European Union.

80 The WOD-KAN Trade Fair approaching

Dorota Jakuta

82 Card holder



DCS Poland
Drilling Chemicals Service

www.dcspoland.com

Maszyny DRILLTO TRENCHLESS do wierceń horyzontalnych



WYDAWCA

Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne (NBI)
Mariusz Karpiński-Rzepa

Redakcja:

Anna Karpińska-Rzepa (szef biura)
ul. Zakopiańska 9/101, 30-418 Kraków
tel.: 12 292 70 70, fax: 12 292 70 80
redakcja@nbi.com.pl
www.budownictwoinzynieryjne.pl

REDAKCJA



Redaktor naczelny:

Mariusz Karpiński-Rzepa
mariusz.karpinski@nbi.com.pl



Redaktor wydania:

Lena Beldan
lena.beldan@nbi.com.pl



Redaktor językowy:

Anna Biedrzycka
szef działu dziennikarzy
anna.biedrzycka@nbi.com.pl



Bernarda Ambroża-Urbanek



Reklama i marketing:

Anna Karpińska-Rzepa
szef działu
tel. kom: 784 086 077
anna.karpinska@nbi.com.pl



Lidia Pobidyńska
tel kom: 666 834 087
lidia@nbi.com.pl



Redaktor statystyczny:

Krzysztof Sikora



ICT & Internet Manager:

Łukasz Jezierski
biuro@jezierski.IT



Serwis internetowy:

Damian Karpiński
portal@nbi.com.pl

Redaktor tematyczny: dr inż. Emilia Kulickowska

Studio graficzne: Ararat Design Studio

Prenumerata: Redakcja, Kolporter, Garmond Press
oraz RUCH

Sprzedaż: Salony EMPIK oraz redakcja

Dystrybucja: Teresa Siedlecka, Morion Free
prenumerata@nbi.com.pl

Okładka: fot. Bilfinger Infrastructure SA, Adam
Wysokowski, Gdańskie Inwestycje
Komunalne Sp. z o.o., Ralfik D - Fotolia.com

RADA NAUKOWA

prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie

prof. dr hab. inż. Tadeusz Słomka

rektor Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława
Staszica w Krakowie

prof. dr hab. inż. Kazimierz Furtak

rektor Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza
Kościuszki w Krakowie

prof. dr hab. inż. Stanisław Strzycek

Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii
Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH

prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczowski

prezes Polskiej Fundacji Technik Bezwykopowych;
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych, Wydział
Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki
Politechniki Świętokrzyskiej

prof. dr hab. inż. Jan Biliszczuk

Zakład Mostów, Instytut Inżynierii Lądowej
Politechniki Wrocławskiej

dr hab. inż. Marek Cała, prof. AGH

Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH

dr hab. inż. Lidia Dąbek, prof. PŚK

Wydział Inżynierii Środowiska,
Geomatyki i Energetyki
Politechniki Świętokrzyskiej

prof. dr hab. inż. Józef Dubiński

Główny Instytut Górnictwa

prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga

Katedra Budowy Mostów i Tuneli
Wydział Inżynierii Lądowej
Politechniki Krakowskiej

prof. dr hab. inż. Andrzej Gonet

Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii
Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH

prof. dr hab. inż. Kazimierz Gwizdała

Katedra Geotechniki, Geologii i Budownictwa
Morskiego, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechniki Gdańskiej

prof. dr hab. inż. Zbigniew Kledyński

Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki
Warszawskiej

dr hab. inż. Kazimierz Kłosek, prof. PŚI

Zakład Dróg i Kolei
Wydział Budownictwa Politechniki Śląskiej

prof. dr hab. inż. Wiesław Koziół

Katedra Górnictwa Odkrywkowego
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH

dr hab. inż. Marek Łagoda, prof. PL

Katedra Dróg i Mostów
Wydział Budownictwa i Architektury
Politechniki Lubelskiej;
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

prof. dr hab. inż. Maciej Mazurkiewicz

Katedra Ekologii Terenów Górniczych
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH

prof. dr hab. inż. Krystian Probiez

Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej

prof. dr hab. inż. Jakub Siemek

Katedra Inżynierii Gazowniczej
Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH

prof. dr hab. inż. Andrzej Wichur

Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii AGH

dr hab. inż. Adam Wysokowski, prof. UZ

Zakład Dróg i Mostów
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Uniwersytetu Zielonogórskiego

dr inż. Justyna Lisowska

Zakład Wodociągów i Kanalizacji
Wydział Inżynierii Środowiska,
Geomatyki i Energetyki
Politechniki Świętokrzyskiej

PRENUMERATA >>> NIE PRZEGAP OKAZJI!!!



Szczegóły na www.budownictwoinzynieryjne.pl

Poglądy wyrażone w artykułach są osobistymi przekonaniami ich autorów i nie zawsze są zgodne z zapatrywaniami wydawcy. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam, artykułów firmowych, sponsorowanych i ogłoszeń oraz zastrzega sobie prawo do skracania i redakcji nadesłanych tekstów i opatrywania ich własnymi tytułami. Materiałów redakcyjnych wydawnictwo nie przesyła do autoryzacji. Materiały niezamówione nie są zwracane. Jakiegokolwiek wykorzystywanie w całości lub we fragmencie materiałów zawartych w ogólnopolskim magazynie branżowym „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” bez zgody wydawcy jest zabronione. Zabroniona jest bezumowna sprzedaż czasopisma po cenie niższej od ceny detalicznej ustalonej przez wydawcę, sprzedaż numerów aktualnych i archiwalnych po innej cenie jest nielegalna i grozi odpowiedzialnością karną. © Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, Kraków, 2013

P A R T N E R Z Y M E R Y T O R Y C Z N I



Akademia
Górnictwa, Hutnicza
im. Stanisława Staszica
w Krakowie

Wydział
Wiertnictwa, Nafty
i Gazu AGH

Politechnika
Krakowska

Politechnika
Świętokrzyska

Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa
i Geologii

Związek Mostowców
Polskiej

Związek Mostowców
Oddział Małopolski

Instytut Badawczy
Dróg i Mostów

Polska Fundacja
Technik
Bezwykopowych

Stowarzyszenie
Inżynierów i Techników
Komunikacji Rzeczo-
politej Polskiej Oddział
w Krakowie

Polski Komitet
Geotechniki - Oddział
Małopolski

Polski Kongres
Drogowy

LAKSHMI N. MITTAL DOKTOREM HONORIS CAUSA AGH

11 stycznia 2013 r. w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie odbyło się uroczyste posiedzenie Senatu Akademii poświęcone nadaniu godności doktora honoris causa Lakshmiemu N. Mittalowi, prezesowi zarządu ArcelorMittal.

Senat AGH podjął uchwałę o nadaniu tytułu doktora honoris causa Lakshmiemu N. Mittalowi 31 października 2012 r. Wniosek, zgłoszony przez Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej, uzyskał pozytywne recenzje Senatów Politechniki Śląskiej i Politechniki Częstochowskiej. Promotorem postępowania był prof. Mirosław Karbownik, a recenzentami prof. Zygmunt Nitkiewicz z Politechniki Częstochowskiej oraz prof. Leszek Blacha, prorektor ds. Organizacji i Rozwoju Politechniki Śląskiej, Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii. „Nasza uczelnia jest często przedstawiana jako wzór współpracy z biznesem, dzięki której absolwenci AGH świetnie radzą sobie na rynku pracy. Jednym ze sztan-dardowych przykładów w tej kwestii jest nasza ścisła współpraca z firmą Arcelor-Mittal” – powiedział podczas ceremonii prof. Tadeusz Słomka, rektor AGH.

Lakshmi N. Mittal pochwalił AGH za wkład w rozwój branży stalowej oraz podkreślił związki z Krakowem. „To właśnie tutaj znajduje się najnowocześniejsza w Europie walcownia gorąca, którą wybudowaliśmy za 1,2 mld zł” – powiedział.

Były też gorzkie słowa. Mittal skarżył się m.in. na kondycję rynku stalowego oraz wzrastające koszty funkcjonowania koncernu. „Wynikają one m.in. z rosnących cen energii. Taką sytuację będziemy musieli zrekompensować cenami naszych produktów” – przyznał. – „Koszty energii to jednak tylko jeden z kilku czynników, które mają wpływ na naszą działalność. Inną ważną kwestią jest stawka podatku VAT”. ↵



foto. AGH

KLUCZOWE PROBLEMY PRAWNE SIECI WOD-KAN

10 stycznia 2013 r. w warszawskim hotelu Sheraton odbyła się konferencja *Kluczowe problemy prawne sieci wodociągowo-kanalizacyjnej*, zorganizowana przez Izbę Gospodarczą „Wodociągi Polskie” (IGWP) oraz kancelarię prawną WKB Wierciński, Kwieciński, Baehr. W spotkaniu uczestniczyło ponad 70 przedstawicieli przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych.



foto. IGWP

Prelekcje wygłosili: prof. dr hab. Bartosz Rakoczy, radca prawny IGWP, który omówił problemy prawne związane z definicją przyłącza i umową przyłączeniową, dr Jerzy Baehr z kancelarii WKB przedstawił problem przyłączenia do sieci – sposoby ograniczania ryzyk prawnych, dr Bartosz Turno (kancelaria WKB) zreferował zagadnienia dotyczące prawa antymonopolowego w kontekście przyłączeń do sieci wod-kan, dr Sergiusz Urban (kancelaria WKB) porównał Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych z dyrektywą 271/91/EWG (ściekową), dr Tadeusz Rzepecki, prezes IGWP i prezes Tarnowskich Wodociągów Sp. z o.o., przedstawił problemy praktyczne związane z przyłączeniami do sieci. ↵



foto. Marcin Chochlew - Fotolia

POWSTAŁ MAŁOPOLSKI KLASTER WODNY

18 stycznia 2013 r. w siedzibie Wodociągów Krakowskich (przy ul. Senatorskiej 1 w Krakowie) odbyło się pierwsze posiedzenie Małopolskiego Klastra Wodnego, w którym uczestniczyli przedstawiciele partnerów założycieli.

Na spotkaniu uchwalono skład Rady Partnerów oraz jednogłośnie wybrano jej prezesa w osobie Ryszarda Langer, prezesa zarządu, dyrektora naczelnego MPWiK SA w Krakowie. Rada Partnerów (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji SA w Krakowie oraz partnerzy honorowi: Prezydent Miasta Krakowa i Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego) uchwaliła Regulamin, a następnie zatwierdziła skład Zespołu Sterującego, którego działaniem będzie przewodniczył Piotr Ziętara, dyrektor zarządzający MPWiK SA w Krakowie. Omówiono także strategię planowaną na najbliższe lata oraz przewidywane kierunki działań Małopolskiego Klastra Wodnego. ↵



foto. MPWiK w Krakowie SA

WSPÓŁCZESNE METODY BUDOWY, WZMACNIANIA I PRZEBUDOWY MOSTÓW

Inżynierii Lądowej Politechniki
Poznańskiej przy współpracy Oddziału
Wielkopolskiego Związku Mostowców
Rzeczypospolitej Polskiej organizują



fot. Jan Zwoliński - Fotolia

XXIII seminarium *Współczesne metody
budowy, wzmocnienia i przebudowy
mostów* w terminie 4 i 5 czerwca 2013
r. w Rosnówku (hotel Delicjusz) koło
Poznań.

Poruszona zostanie następująca tematyka:
ciekawe rozwiązania konstrukcyjno-
-technologiczne budowy nowych obiektów,
wzmacnień, napraw i remontów obiektów
inżynierskich, przydatność określonych
materiałów do budowy, wzmocnień
i napraw obiektów mostowych, wyniki
prac studialnych związanych z technologią
budowy nowych obiektów, podnoszeniem
nośności, naprawami i remontami, ocena
aktualnej nośności obiektów mostowych,
projektowanie i wykonywanie zabezpieczeń
antykorozyjnych, wymiana doświadczeń
związanych z wprowadzaniem do
mostownictwa systemu norm PN-EN
oraz ich stosowanie w projektowaniu,
ocenie nośności, budowie i przebudowie
istniejących mostów. Więcej informacji:
www.seminarium-mostowe.pl ☞

TUNEL POD BAŁTYKIEM

W Szwecji i w Niemczech powstaje
wstępna koncepcja podmorskiego
tunelu kolejowego łączącego brzegi obu
tych krajów. Tunel przewidywany jest
dla szybkiej kolei kursującej między



fot. NBI

Sztokholmem a Berlinem. Odcinek
bałtycki ma liczyć ok. 100 km i będzie
najdłuższym tunelem podmorskim na
świecie.

Prace studyjne nad przyszłą inwestycją
prowadzą m.in. specjaliści ze znanej
również w Polsce szwedzkiej firmy
budowlanej Skanska. Koszt budowy tunelu
szacowany jest na 12 mld €. Zainteresowanie udziałem w powstaniu
tunelu wyrazili też Norwegowie. Ich zdaniem powinna powstać
transkontynentalna linia kolejowa łącząca
Oslo, Göteborg, Sztokholm, Kopenhagę,
Pragę, Berlin Monachium i Wenecję. Koszt
budowy byłby podzielony pomiędzy
wszystkie zainteresowane nią państwa.
Ze względu na wielkość inwestycji oprócz
pieniędzy publicznych konieczne jest
zaangażowanie prywatnego kapitału.
Obecnie najdłuższy podmorski tunel ma
ponad 50 km. Biegnie nim linia kolejowa
łącząca dwie japońskie wyspy: Honshu
i Hokkaido. Niemal równie długi jest
Eurotunel – tunel pod kanałem La Manche
o długości ok. 50 km, uruchomiony
w 1994 r. ☞



fot. Stanisław Szafran

DZIEŃ DYPLOMANTA NA WYDZIALE WIERTNICTWA, NAFTY I GAZU AGH

25 stycznia 2013 r. w auli Akademii
Górniczno-Hutniczej w Krakowie odbyło
się uroczyste dyplomatorium, na którym
zostały wręczone dyplomy ukończenia
studiów ubiegłorocznym absolwentom
Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH
(WNIg).

Na uroczystość przybyło liczne grono
przedstawicieli przemysłu, instytucji
naukowych, dydaktycznych i organizacji
pozarządowych. Przemówienia pożegnalne
do absolwentów Wydziału wygłosili: prof. dr
hab. inż. Andrzej Gonet, dziekan Wydziału,
prof. dr hab. inż. Andrzej Tytko, prorektor
AGH, a także przedstawiciel przemysłu oraz
samorządu studentów.

Prodziekan Wydziału dr inż. Jan Ziaja
przyjął od absolwentów ślubowanie
o następującej treści: „Ślubuję uroczysto,
że jako absolwent Akademii Górniczno-
Hutniczej im. Stanisława Staszica
w Krakowie będę: wykorzystywał
zdobytą w czasie studiów wiedzę dla
rozwoju nauki, gospodarki i kultury
narodowej; wzbogacał nadal swoją wiedzę
ogólną i zawodową; dbał o należyty mojej
Uczelni autorytet w kraju i za granicą
oraz kultywował Jej tradycje; poczuwał
się do więzi z kolegami studentami,
absolwentami i pracownikami naszej
Almae Matris”. Uroczystość była też
okazją do wręczenia zasłużonym osobom
współpracującym z Wydziałem medali za
zasługi dla Wydziału WNIg AGH.
Uroczystości Dnia Dyplomanta na WNIg
2013 zostały zakończone wieczornym
spotkaniem koleżeńskim przy kuflu piwa. ☞

Gala Konkursu PONTIFEX CRACOVIENSIS

14 III 2013, Kraków

Związek Mostowców
Rzeczypospolitej Polskiej Oddział
Małopolski
www.pontifex.krakow.pl

XII Seminarium Geotechnika dla inżynierów GŁĘBOKIE WYKOPY 2013

21 III 2013, Warszawa

Institut Badawczy Dróg i Mostów,
Polskie Zrzeszenie Wykonawców
Fundamentów Specjalnych
www.ibdim.edu.pl

Szkoła Górnictwa Odkrywkowego

21–22 III 2013, Kraków

Katedra Górnictwa Odkrywkowego
Akademii Górniczo-Hutniczej
w Krakowie
www.kgo.agh.edu.pl

III Ogólnopolska Studencka Konferencja Naukowa EUROINŻYNIER

12–14 IV 2013, Kraków

Studenckie Koło Naukowe SKNKŻ
Conkret Politechniki Krakowskiej
www.euroinzyner.edu.pl

Seminarium Konstrukcje siatkowe w drogownictwie i geotechnice

24 IV 2013, Warszawa

Institut Badawczy Dróg i Mostów,
Maccaferri, Konsport, PPH
TEX-1, Nector, Betafence, Dawid,
ArcelorMittal Poland
www.ibdim.edu.pl

International Student Petroleum Congress and Career Expo

24–26 IV 2013, Kraków

Polska Sekcja Studencka SPE
(Society of Petroleum Engineers)
www.spe.net.pl

XXI Międzynarodowe Targi Maszyn i Urządzeń dla Wodociągów i Kanalizacji WOD-KAN

7–9 V 2013, Bydgoszcz

Izba Gospodarcza „Wodociągi
Polskie”
www.targi-wod-kan.pl

XI Międzynarodowe Targi GEOLOGIA GEO-EKO-TECH 2013

8–9 V 2013, Warszawa

Zarząd Targów Warszawskich SA
www.geologia.info.pl

XIX Międzynarodowe Targi Budownictwa Drogowego AUTOSTRADA POLSKA

21–24 V 2013, Kielce

Targi Kielce SA
www.targikielce.pl

Konferencja Innowacyjne technologie wykonywania i monitorowania drogowych budowli ziemnych na przykładzie autostrady A1, odcinek Pyrzowice – Maciejów

21 V 2013, Kielce, podczas

Targów AUTOSTRADA POLSKA

Institut Badawczy Dróg i Mostów,
Politechnika Śląska w Gliwicach
www.ibdim.edu.pl

Konferencja Identyfikacja i ważenie pojazdów przeciążonych

22 V 2013, Kielce, podczas

Targów AUTOSTRADA POLSKA

Institut Badawczy Dróg i Mostów
www.ibdim.edu.pl

Konferencja Przyszłość dróg zależy od Ciebie – nie myśl szablonowo

22 V 2013, Kielce, podczas

Targów AUTOSTRADA POLSKA

BLL Sp. z o.o.
www.bll-gdynia.pl

Konferencja Wykorzystaj w trakcie, nie żałuj po fakcie

22 V 2013, Kielce, podczas

Targów AUTOSTRADA POLSKA

BLL Sp. z o.o.
www.bll-gdynia.pl

XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna Awary Budowlane 2013

21–24 V 2013, Szczecin –

Międzyzdroje

Komitet Inżynierii Łądowej i Wodnej PAN, Komitet Nauki PZITB, Institut Techniki Budowlanej, Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Budownictwa i Architektury Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
www.awarie.zut.edu.pl

XXIII Seminarium Współczesne metody budowy wzmacniania i przebudowy mostów

4–5 VI 2013, Rosnówko

Institut Inżynierii Łądowej Politechniki Poznańskiej
www.seminarium-mostowe.pl

XXIV Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna DRILLING-OIL-GAS AGH 2013 – Gaz ziemny paliwem XXI wieku

11–13 VI 2013, Kraków

Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie
www.oil-gas.pl

III Problemowa Konferencja Geotechniki Współpraca budowlanej z podłożem gruntowym

26–28 VI 2013, Białystok

Sekcja Geotechniki i Infrastruktury Podziemnej Komitetu Inżynierii Łądowej i Wodnej PAN, Polski Komitet Geotechniki, Oddział Białostocki Polskiego Komitetu Geotechniki, Zakład Geotechniki Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej, Fundacja na Rzecz Rozwoju Politechniki Białostockiej
www.wspolpraca2013.pb.edu.pl

VI Międzynarodowe Targi Infrastruktury Wodno-Ściekowej, Odwodnień i Melioracji TIWS

18–20 IX 2013, Kielce

Targi Kielce SA, Forum Dyskusyjne Wodociągów Polskich
www.targikielce.pl

59. Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Łądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB KRYNICA 2013

Budownictwo na obszarach wiejskich – nauka, praktyka, perspektywy

15–20 IX 2013, Krynica

Komitet Inżynierii Łądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk, Komitet Nauki Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa, Wydział Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej
www.krynica2013.pollub.pl

X Jubileuszowe Międzynarodowe Targi Kolejowe TRAKO

24–27 IX 2013, Gdańsk

Międzynarodowe Targi Gdańskie SA, Grupa PKP SA
www.mtgsa.com.pl

XXV Międzynarodowe Targi Ochrony Środowiska POLEKO

7–10 X 2013, Poznań

Międzynarodowe Targi Poznańskie Sp. z o.o.
www.poleko.mtp.pl

XI Targi Budownictwa Drogowego, Kolejowego oraz Zarządzania Ruchem INFRASTRUKTURA 2013

22–24 X 2013, Warszawa

MT Targi Sp. z o.o.
www.infrastruktura.info

Targi Urzędzeń i Technologii Branży Wodociągowo-Kanalizacyjnej HydroSilesia 2013

23–24 X 2013, Sosnowiec

Expo Silesia Sp. z o.o.
www.exposilesia.pl

Świąteczna Drogowo-Mostowa Żmigrodzka Konferencja Naukowo-Techniczna Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej

11–12 XII 2013, Żmigród

Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne
www.nbi.com.pl/tagi-przepusty

Wydawca nie ponosi odpowiedzialności za odwołanie lub przesunięcie terminu imprezy.



Most Phu My przez rzekę Sajgon, Wietnam

Nowy Bilfinger



tekst: **MATEUSZ GDOWSKI**, zdjęcia: **BILFINGER INFRASTRUCTURE SA**

Bilfinger Berger Budownictwo SA kontynuuje ekspansję na zagraniczne rynki. Pod nową, prostszą nazwą – Bilfinger Infrastructure – polska firma będzie prowadzić prestiżowe projekty w Skandynawii i w Niemczech. Nowa strategia grupy Bilfinger ma na celu poprawę efektywności poszczególnych jednostek biznesowych oraz zwiększenie ich rentowności.

Koncern Bilfinger Berger 25 września 2012 r. zmienił nazwę na Bilfinger i stopniowo wprowadza nową identyfikację wizualną. W przyszłości wszystkie spółki należące do koncernu będą występować na rynkach świata pod wspólnym mianownikiem Bilfinger, co pozwoli zauważyć szerokie spektrum jego działalności. W ramach zmian w Grupie Bilfinger również polski oddział firmy będzie się posługiwać nową nazwą – Bilfinger Infrastructure SA – i nowym logo.

Bilfinger Infrastructure

Pięć lat działalności Bilfinger Berger Budownictwo SA pokazało ogromny potencjał i doświadczenie firmy. Przypomnijmy, że jest głównym wykonawcą nagradzanych projektów, m.in. południowej obwodnicy Gdańska, tunelu Okęcie, Dworca

Warszawa Stadion, trasy tramwajowej Franowo w Poznaniu, mostów w Koninie czy Kędzierzynie-Koźlu. Bilfinger to także wykonawca większych i mniejszych projektów budownictwa kubaturowego, jak Matecznik Mazowsze, biurowiec Wolf Żurawia, budynek Wolf Bracka, czy Zebra Tower w Warszawie. „Wszystkie te przedsięwzięcia udało się nam zrealizować dzięki doświadczeniu i zaangażowaniu zespołu inżynierów oraz wszystkich naszych pracowników” – podkreślił Piotr Kledzik, prezes zarządu Bilfinger Infrastructure SA.

Bilfinger Infrastructure należy do grupy Bilfinger SE – jednego z największych koncernów usługowo-inżynierskich w Europie, z blisko 130-letnią historią. Bilfinger Infrastructure jako część koncernu budowlanego o szerokim wachlarzu usług ma więc nieograniczony dostęp do najnowocześniejszych tech-



The Squire na lotnisku we Frankfurcie

nologii, a także korzysta z efektu synergii wszystkich spółek grupy. „Zdecydowaliśmy się na pojęcie »Infrastructure«, gdyż to dobrze obrazuje zakres naszej działalności i podkreśla jej międzynarodowy charakter. Jednocześnie pozostajemy takimi, jakimi nas Państwo znają – specjalistami w zakresie budowy nie tylko obiektów infrastrukturalnych” – powiedział Piotr Kledzik.

Na mocy decyzji koncernu firmie Bilfinger Infrastructure przypadła w udziale specjalizacja infrastrukturalna i realizacja prestiżowych kontraktów na rynkach, gdzie Bilfinger jest już obecny, m.in. Norwegii i Niemczech. Obecnie realizowany jest kontrakt w Skandynawii na budowę mostu w miejscowości Transfjord. „To dla nas duże wyróżnienie i wyraz zaufania – praca polskiego oddziału Bilfinger została doceniona przez centralę koncernu, dlatego powierzono nam strategiczne z punktu widzenia koncernu projekty” – ocenił prezes.

Top Profesjonaliści

W budownictwie najważniejsza jest jakość i najwyższe standardy pracy – to zasady, którymi kieruje się Bilfinger Infrastructure SA. Dzięki konsekwentnej realizacji tych wytycznych prezes zarządu firmy, Piotr Kledzik, znalazł się na prestiżowej Liście Top Profesjonaliści tygodnika „Wprost” – zestawieniu najlepszych menedżerów z różnych branż. Nagrody zostały wręczone 10 grudnia 2012 r. w Warszawie.

Lista Top Profesjonaliści tygodnika „Wprost” powstała z przekonania, że liczy się jakość produktów i usług, zadowolenie klientów, profesjonalizm zespołu. „Na wybór Redakcji wpłynęła ocena przemysłowej strategii działania, konsekwentnego rozwoju i proklienckie podejście” – napisano w uzasadnieniu. Całą listę opublikowano w „Business Gate”, biznesowym dodatku tygodnika „Wprost”.

Nagroda specjalna trafiła w ręce Mikołaja Budzanowskiego, ministra skarbu państwa, docenionego za odwagę i konsekwencję w działaniu na stanowisku szefa tego resortu, a wcześniej na stanowisku wiceministra skarbu.

W budownictwie wyróżnienie otrzymał Piotr Kledzik, szef firmy Bilfinger Infrastructure SA, który zaczynał pracę jako inżynier stażysta i przeszedł przez wszystkie szczeble budowniczego kariery. „W biznesie kompromisy są nieuniknione, z jednym wyjątkiem – gdy chodzi o jakość. Realizując inwestycje infrastrukturalne, kierujemy się zawsze kryterium najwyższej



Most w Puente Centenario, niedaleko miasta Panama

jakości, opartej na ponad stuletnim, międzynarodowym doświadczeniu naszej firmy. Tym bardziej cieszą nas wyróżnienia dla realizowanych przez nas dużych inwestycji. Wspomnę m.in. o moście na Odrze w ciągu obwodnicy Kędzierzyna-Koźla, uhonorowanym w 2011 r. Platynowym Wiertłem – prestiżową nagrodą dla najlepszych wykonawców budowlanych w Polsce, i o Grand Prix Ministra Infrastruktury za obwodnicę Gołdapi” – powiedział Piotr Kledzik.

Dodał też, że firma jako wykonawca stara się łączyć międzynarodowe doświadczenie z profesjonalizmem polskiej kadry inżynierskiej. „To dzięki tej synergii powstają w szybkim tempie nowe drogi. Warto przypomnieć, że Bilfinger przed terminem ukończył główną część prac na południowej obwodnicy Gdańska, zapewniając tym samym przejezdność trasy przed finałami Euro 2012” – podkreślił.

Na liście Top Profesjonalistów znaleźli się także: Jacek Krawiec, prezes PKN Orlen SA, Maciej Witucki, prezes Orange Polska (wcześniej Telekomunikacja Polska SA), Zbigniew Jagiełło, prezes PKO BP SA, Artur Radwan, prezes Kolei Mazowieckich Sp. z o.o., Grażyna Piotrowska-Oliwa, prezes Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa SA, Jolanta Augustyniak, OSG Polska Sp. z o.o. Wyróżnienia przyznano również w branżach, które są ważne z punktu widzenia rozwoju go w Polsce, wspierających biznes. Wśród wyróżnionych znalazły się więc także Hanna Zdanowska, prezydent Łodzi, oraz Bożena Lublińska-Kasprzak, szefowa Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości.



20 mld zł na inwestycje drogowe w 2013 r.

tekst: **KATARZYNA BEDNARZ**, analityk rynku budowlanego, PMR

Od czasu wejścia Polski do Unii Europejskiej wkład budownictwa drogowego w branżę budowlaną rósł nieprzerwanie, osiągając w 2011 r. udział na poziomie 28%. Rok 2012 był pierwszym okresem spowolnienia, a wkład drogownictwa spadł do 22%. Najbliższe dwa lata dla branży będą raczej trudne, jednakże długoterminowy potencjał wciąż jest spory, co wynika przede wszystkim z dużych potrzeb, jakie generuje polska, wciąż niekompletna, sieć drogowa.

Według najnowszego raportu firmy badawczej PMR, zatytułowanego *Budownictwo drogowe w Polsce 2013 – prognozy rozwoju na lata 2013–2015*, po spadkowym 2012 r., kiedy to wartość rynku budownictwa drogowego skurczyła się o ok. 19%, także rok 2013 przyniesie spadek produkcji w tym segmencie – do ok. 20 mld zł. Obecnemu spowolnieniu w branży drogowej towarzyszy znaczne pogorszenie sytuacji finansowej firm wykonawczych, co jest związane z malejącą liczbą przetargów na nowe przedsięwzięcia.

Budownictwo drogowe znajduje się obecnie w punkcie zwrotnym, a ostateczny scenariusz będzie zależał od kilku czynników. Dalszy rozwój branży może ułatwić planowana poprawa standardów współpracy między zamawiającymi a wykonawcami inwestycji. Spory toczący się pomiędzy stronami doprowadził do rozwiązania wielu umów oraz wydłużenia terminów realizacji inwestycji. Co więcej, konieczność przeprowadzania nowych przetargów pociąga za sobą dodatkowe koszty oraz opóźnia oddawanie tras do użytku.

Obecnie stosowane praktyki, oparte na funkcjonujących zapisach prawnych, przyczyniły się do upadłości wielu firm budowlanych. W 2012 r. zbankrutowało ok. 300 przedsiębiorstw budowlanych, a jako jedną z głównych przyczyn takiego stanu rzeczy wymienia się niski poziom cen oferowanych przez firmy w przetargach i brak możliwości późniejszej ich waloryzacji. Nowe zasady opracowywane dla postępowań przetargowych mają wejść w życie wraz z projektami przewidywanymi na kolejny okres finansowania unijnego. Przyszłe ramy prawne powinny



fot. Ralfik D - Fotolia.com



Przejście dla zwierząt, fot. A. Wysokowski

zagwarantować bardziej zrównoważony podział ryzyk pomiędzy stronami umowy, a gwałtowne zmiany cenowe, które dla wielu przedsiębiorstw stały się powodem poważnych trudności, mają zostać zniwelowane (jeśli nie zupełnie wykluczone) przez zastosowanie waloryzacji cen materiałów. W trakcie ustaleń są także regulacje dotyczące kwestii podwykonawców. Istnieje zatem realna szansa, by szara strefa w budownictwie została znacznie ograniczona.

Istotny jest fakt, że wraz z bolesnymi doświadczeniami rośnie świadomość podmiotów jak należy prowadzić dane przedsięwzięcie. Jeżeli najbliższe lata zostaną odpowiednio wykorzystane, to jakość pracy branży drogowej ulegnie znacznej poprawie.

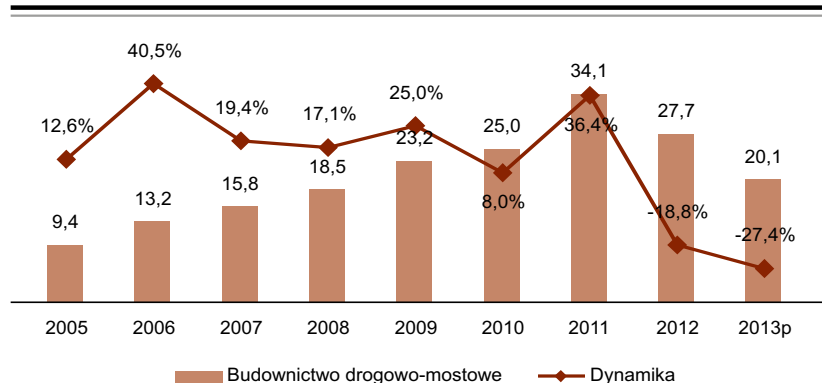
Kluczową kwestią, która stanowi bazę wyjściową dla dalszej sytuacji branży, jest zapewnienie środków finansowych na realizację planowanych przedsięwzięć. Według naszych szacunków, obecnie na różnym etapie przygotowania znajdują się projekty o wartości ok. 85 mld zł. Jednakże z pewnością nie uda się zrealizować wszystkich zamierzeń, a ostateczny kształt programu inwestycyjnego planowanego przez GDDKiA będzie uzależniony od porozumienia osiągniętego na szczycie UE. Wstępnie wynegocjowana

wielkość budżetu na lata 2014–2020, zakładającego środki dla Polski na zbliżonym do obecnego budżetu poziomie, powinny przynieść branży inżynierskiej kilka lat stabilnej odbudowy potencjału.

Budujący dla drogowców może być fakt, że GDDKiA zapowiada rozpoczęcie pierwszych przetargów w ramach nowej perspektywy już w 2013 r. Dodatkowo, racjonalne rozłożenie tych postępowań w czasie pozwoli uniknąć spiętrzenia zadań w jednym okresie i gwałtownych zmian cenowych na rynku, co miało miejsce w przypadku pakietu inwestycyjnego na Euro 2012.

Bardzo dobrym rozwiązaniem jest również przekazywanie utrzymania dróg w ręce prywatnych przedsiębiorców na mocy umów zawieranych na określony czas. Segment ten jest co prawda zbyt mały, by wypełnić lukę po wielomilionowych przetargach na roboty budowlane, jednak stanowi dodatkowy rynek dla firm wykonawczych, a przy tym generuje oszczędności dla inwestora oraz gwarantuje odpowiedni stan nawierzchni dla użytkowników. Obecnie umowy dotyczą ok. 830 km tras krajowych, natomiast docelowo mają objąć wszystkie trasy zarządzane przez GDDKiA.

Wartość (mld zł) i dynamika (% r/r) produkcji budowlano-montażowej z tytułu budownictwa drogowo-mostowego w Polsce, 2005-2013



p – prognoza
 Źródło: Raport „Budownictwo drogowe w Polsce 2013”
 – Prognozy rozwoju na lata 2013-2015”, PMR, 2013



Wyprawy mostowe we wspomnieniach

Ryc. 1. Słynny most Europabrücke w Tyrolu, Austria

tekst: **ANNA BRODZKA**, Biuro Turystyczne Anitour
zdjęcia: **JAN ZYCH, KAZIMIERZ FLAGA, ZBIGNIEW PILCH**

12 stycznia 2013 r. w sali konferencyjnej Politechniki Krakowskiej odbył się wernisaż wystawy fotografii z XVIII Europejskiej Wyprawy Mostowej „Austria – Korsyka 2012” autorstwa Jana Zycha oraz spotkanie uczestników wypraw mostowych „Austria – Korsyka 2012” i „Zjednoczone Emiraty Arabskie 2012”. Przybyło 80 osób.

Tradycyjnie, spotkanie zaczęło się od wernisażu wystawy fotograficznej Jana Zycha, który swoimi fotografiami przypomniał XVIII Wyprawę do Austrii i na Korsykę. Uroczystego otwarcia dokonał organizator wszystkich wypraw prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga w to-

warzystwie rektora Politechniki Krakowskiej prof. dr hab. inż. Kazimierza Furtaka, dziekana wydziału Inżynierii Lądowej dr. hab. inż. Tadeusza Tatara, prof. PK oraz Grażyny Czopek, przewodniczącej Oddziału Małopolskiego Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej.

W dalszej części spotkania dwie prezentacje przywołały wspomnienia. Pierwsza – z wyprawy „Austria – Korsyka 2012”, przygotowana przez zespół pod wodzą Dominiki Salwy i Michała Hoszowskiego, druga – z V Światowej Wyprawy Mostowej „Zjednoczone Emiraty Arabskie 2012”, w wykonaniu prof. Barbary Rymszy.

Następnym punktem programu były zawsze oczekiwane z dużym napięciem obrony prac i przyznawanie tytułów Euro-mostowca 2012 i Mostowca Świata 2012. Ten pierwszy tytuł w „muzycznym” stylu

wywalczyła uczestniczka wszystkich 18 wypraw europejskich mgr inż. Maria Flaga. W prezentacji *Mosty w piosence* przeniosła zgromadzonych mostowców w świat dzieciństwa i młodości, przekazując równocześnie ciekawe informacje na temat słynnych mostów: awiniońskiego, londyńskiego i na rzece Kwaí. W trakcie obrony pracy wybuchła gorąca dyskusja na temat „zielonego mosteczka”. Poruszono w niej problemy komfortu użytkownika i związane z nim problemy konstrukcyjne („uginą się”), estetyki mostów („róże sadził”), jak również zasadności budowy obiektu w tym miejscu („odprowadził Cię do lasa”) i ogólnego przeznaczenia – może to przejście dla zwierząt, a może obiekt zaniedbany („trawka na nim rośnie”). W trakcie obrony przyjętej z wielkim aplauzem i zakończonej pozytywną oceną Kapituły Tytułu pojawił się żartobliwy wniosek o nadanie pani Marii



Ryc. 2. Prof. Kazimierz Flaga, prof. Kazimierz Furtak otwierają wystawę; ryc. 3. i ryc. 4. Uczestnicy wernisażu i spotkania powyprawowego; ryc. 5. Zespół wyprawowy pod wodzą Dominiki Salwy i Michała Hoszowskiego śpiewa piosenkę XVIII Wyprawy Mostowej; ryc. 6. Euromostowiec Roku 2012 - Maria Flaga, prof. Barbara Rymysz i „trzy gracie” V Wyprawy Światowej – Maria Ponikiewska, Lidia Żakowska i Krystyna Głowacka; ryc. 7. Prof. Kazimierz Flaga wręcza dyplom Mostowca Świata 2012 Franciszkowi Bartmanowiczowi

tytułu honoris causa za całokształt wkładu w realizację wszystkich wypraw mostowych.

Mgr inż. Franciszek Bartmanowicz w trakcie obrony pracy na tytuł Mostowca Świata 2012 przeniósł słuchaczy w egzotyczny świat Nepalu, dzieląc się zarówno swoimi przeżyciami w pokonywaniu nepalskich obiektów mostowych, jak i bardzo interesującą informacją o programie budowy mostów w Nepalu oraz realiach życia w tym himalajskim kraju. Było to też ciekawe nawiązanie do dyskusji, jaka toczyła się w trakcie V Wyprawy do Emiratów, gdy Nepal był

wymieniany jako jeden z celów kolejnej wyprawy światowej. Druga część obrony dotyczyła niezwykłych w formie projektów Zahy Hadis, z przykładami których spotkaliśmy się w Abu Dhabi w formie mostu szejka Zayed. Ten obiekt wywołał też żywą dyskusję co do interpretacji jego ciekawej formy. Czy jest nawiązaniem do pustynnej przeszłości Emiratów (forma pustynnych wydm), czy fali prowadzącej nas do Boga symbolizowanego przez znajdujący się na przedłużeniu osi mostu meczet. Problem pozostał nierozstrzygnięty, tak jak i problem „feminizmu” w sztuce słynnej architektki pochodzącej z Iraku.

Rozstrzygnięcie przyniósł natomiast werdykt Kapituły, która jednogłośnie nadała Franciszkowi Bartmanowiczowi tytuł Mostowca Świata 2012.

Równie mocno jak obrony prac, oczekiwany był kolejny punkt spotkania – prezentacja propozycji wypraw w 2013 r. Zasłona tajemnicy opadła i wiemy już, że:

- XIX Europejska Wyprawa Mostowa „Bałkany – Karpaty 2013” poprowadzi nas przez Czechy, Węgry, Bośnię i Hercegowinę, Serbię, Czarnogórę, Albanie, Macedonię, Bułgarię, Rumunię, Ukrainę i Słowację.



Ryc. 8. Uczestnicy V Światowej wyprawy mostowej „Zjednoczone Emiraty Arabskie 2012”; a) na tle nowoczesnych wieżowców Abu Dhabi oglądanych z brzegu zatoki; b) na tle mostu szejka Zayed w Abu Dhabi



Ryc. 9. Most kolejowy projektu Gustave'a Eiffela w dolinie rzeki Vecchio, Korsyka; w tle kamienny most łukowy Ponte Vecchio

- VI Światowa Wyprawa Mostowa „Nowa Zelandia i Australia 2013” będzie wiodła przez Hongkong, Północną i Południową Wyspę Nowej Zelandii, Australię z jej interiorom, rafą koralową, szczytem Strzeleckiego, Melbourne, Sydney i Brisbane, Singapur i Kuala Lumpur.

W zakładkach „Wyprawy Europy” i „Wyprawy Świat”, umieszczonych na stronie www.wyprawymostowe.pl, znajdują Państwo szczegółowy program obu tych wypraw.

XVIII Wyprawa Mostowa „Austria – Korsyka 2012”

Trwała od 4 do 17 lipca 2012 r. Była to wyprawa autokarowa, a jej trasa o długości ok. 4000 km prowadziła przez Czechy, Austrię, północne Włochy na Korsykę i z powrotem przez północne Włochy, Austrię, Czechy, Słowację do Polski. W planach było zwiedzenie – w celach dydaktyczno-szkoleniowych – charakterystycznych obiektów mostowych na trasie. W sumie zwiedzono 56 obiektów mostowych, z czego osiem w Polsce, dwa w Czechach, pięć na Słowacji, 16 w Austrii, 10 we Włoszech i 15 na Korsyce.

V Światowa Wyprawa Mostowa „Zjednoczone Emiraty Arabskie 2012”

Tym razem 60 miłośników zwiedzania mostów za cel podróży obrało sobie Zjednoczone Emiraty Arabskie. Wyprawa trwała od 10 do 18 października 2012 r. Do Dubaju, stolicy emiratu o tej samej nazwie, uczestnicy dotarli w dwóch grupach drogą lotniczą.

Podczas tej wyprawy zwiedzano następujące obiekty mostowe: przeprawa na łodziach Abra przez kanał rzeczny Dubai Creek, tunel w Dubaju, kładka w Dubaju z zastrzałami rurowymi, kładka „nad tańczącą wodą” (nazwa konkursowa) przed Burdż Chalifa, kładka przy kaskadach za Burdż Chalifa, most Business Bay Crossing, most Al Garhoud, most pływający przez Dubai Creek, wiadukt żelbetowy na dojeździe do mostu Al Maktoum, most Al Maktoum, kładka między wieżowcami nad Dubai Creek, estakada kolejki jednoszynowej na wyspę Palm Jumeraih, tunel na wyspę Palm Jumeraih, kładka wisząca na stoku narciarskim w Mall of the Emirates, estakady linii metra (linia zielona i czerwona), most stalowy, belkowo-łukowy w Sharjah, kładka dla pieszych

pod estakadą metra w Dubaju, most kratownicowy (tymczasowy) na wyspę Yas (bez dojazdów), most trójobiektowy na wyspę Yas, wiadukt ramowy obok powyższego mostu nr 19, most szejka Khalifa w Abu Dhabi, drewniana kładka w Wiosce Dziedzictwa w Abu Dhabi, wiadukt kratownicowy o pasie górnym krzywoliniowym nad torem Formuły 1 w Abu Dhabi, kładka w hotelu Formuły 1, kładka powłokowa nad torem Formuły 1, tunel pod torem Formuły 1, most stalowy (dwuobiektowy), łukowy (stary), ze wspornikami z jazdą dołem w Abu Dhabi, most szejka Zayed (nowy) w Abu Dhabi, kładka ogrodowa nad kanałem nawadniającym w Al Ain, most nad suchym korytem, belkowy, siedmioprzęsłowy w Al Ain, kładka trapowa (kratownica W) w Dibba Al Hisn oraz most nad zatoką w stolicy emiratu Ras Al Khaimah.

Wyprawy mostowe są organizowane przez Katedrę Budowy Mostów i Tuneli Politechniki Krakowskiej, opiekunem merytorycznym jest prof. Kazimierz Flaga. Za logistykę odpowiedzialne jest Biuro Turystyczne Anitour z Czechowic-Dziedzic, szefem projektu jest Franciszek Brodzki.

Przeprawa mostowa

przez Wisłę koło Kwidzyna

tekst: **PIOTR MICHALSKI**

zdjęcia: **GENERALNA DYREKCJA DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD ODDZIAŁ W GDAŃSKU**

W województwie pomorskim koło Kwidzyna powstaje długo wyczekiwana przez mieszkańców obu brzegów Wisły przeprawa. Połączy ona dwa duże regiony województwa – Kociewie z Powiślem.

Dotychczas w pobliżu istniała jedynie przeprawa promowa, której funkcjonowanie było ograniczone ze względów pogodowo-hydrologicznych. Prom rozpoczął kursowanie pod koniec kwietnia, a kończył pod koniec października. Ograniczeniem kursowania był zbyt niski lub zbyt wysoki stan wody. Na przykład, w 2012 r. prom kursował jedynie do lipca. Ponadto zabierał tylko trzy samochody. Osoby, które chcą przedostać się na drugą stronę, są zmuszone nadkładać kilkadziesiąt kilometrów, by przeprawić się przez mosty w Grudziądzu lub Knybawie pod Tczewem.

Inwestorem nowego mostu koło Kwidzyna jest gdański oddział Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Obiekt jest budowany po nowym śladzie w ciągu drogi krajowej nr 90. Ma spiąć oba brzegi oraz zapewnić szybki i bezpieczny przejazd między drogami krajowymi nr 55 i 91. To bardzo ważne dla prężnie rozwijającego się Kwidzyna, bo dzięki przeprawie miasto zyska połączenie przez drogę krajową nr 91 i drogę wojewódzką nr 231 z autostradą A1.

W zleconym przez GDDKiA studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowym wskazano konstrukcję typu extradosed jako najbardziej optymalną w tym miejscu. Jest to konstrukcja bardzo nowoczesna, nieco tańsza w budowie, a do tego mniej ingerująca w środowisko. To ostatnie było szczególnie istotne, ponieważ dolina Wisły jest objęta ochroną w ramach sieci Natura 2000. Projekt wykonał Transprojekt Gdański Sp. z o.o.

Most sprężony typu extradosed

Dążenie konstruktorów do zwiększenia efektywności sprężania zaowocowało stworzeniem nowego układu nośnego, tzw. mostu typu extradosed (z ang. *extradosed prestressed bridge* – EPB), łączącego ideę mostu podwieszono-belkowego sprężonego. W tego typu konstrukcjach część kabli sprężających poprowadzona jest nad podporami (poza przekrojem dźwigara), które wykonane w formie niskich pylonów, pełnią rolę tzw. dewiatorów. Rozpiętości przęseł mostów typu extradosed wynoszą najczęściej od 100 do 200 m.

Dużą zaletą tego typu rozwiązania (w porównaniu z obiektami wantowymi) jest znacznie mniejszy koszt budowy, wynikający z konstruowania niższych pylonów.

Pod względem atrakcyjności architektonicznej konstrukcje te zazwyczaj znacznie przewyższają mosty belkowe. Ma to znaczenie w przypadku tej przeprawy, ponieważ będzie ona doskonale widoczna z pobliskiego Kwidzyna. Jako ciekawostkę można podać fakt, że już teraz budowa stanowi miejsce weekendowych wycieczek pieszych mieszkańców Kwidzyna (wysoki wał przeciwpowodziowy to doskonały punkt widokowy).

Mosty typu extradosed wyglądem przypominają mosty podwieszono-belkowe, ale ich parametry konstrukcyjne odpowiadają mostom belkowym. W widoku ogólnym charakteryzują się m.in. tym, że wysokości konstrukcyjne dźwigarów głównych są znacznie mniejsze niż w zwykłych mostach belkowych, a py-



Montaż pierwszych want na moście głównym, luty 2013 r.

lony są ponad dwukrotnie niższe niż w klasycznych mostach podwieszonych.

Na tle Europy i świata

Budowany most przez rzekę Wisłę koło Kwidzyna wraz z estakadami dojazdowymi stanowi główny element projektowanej trasy – nowego przebiegu drogi krajowej nr 90. Łączna długość przeprawy wraz z dojazdami będzie miała niespełna 12 km. Nowa droga jest budowana według klasy GP.

Po wybudowaniu, przy rozpiętościach głównych przęseł 2 x 204 m oraz długości całkowitej $L_c = 808,5$ m, obiekt będzie największym mostem tego typu w Europie, a także jednym z największych w świecie. Najdłuższy dotychczas obiekt w Europie (o rozpiętości przęsła 140 m i długości całkowitej 526 m) został zbudowany w Szwajcarii (most Sunniberg).

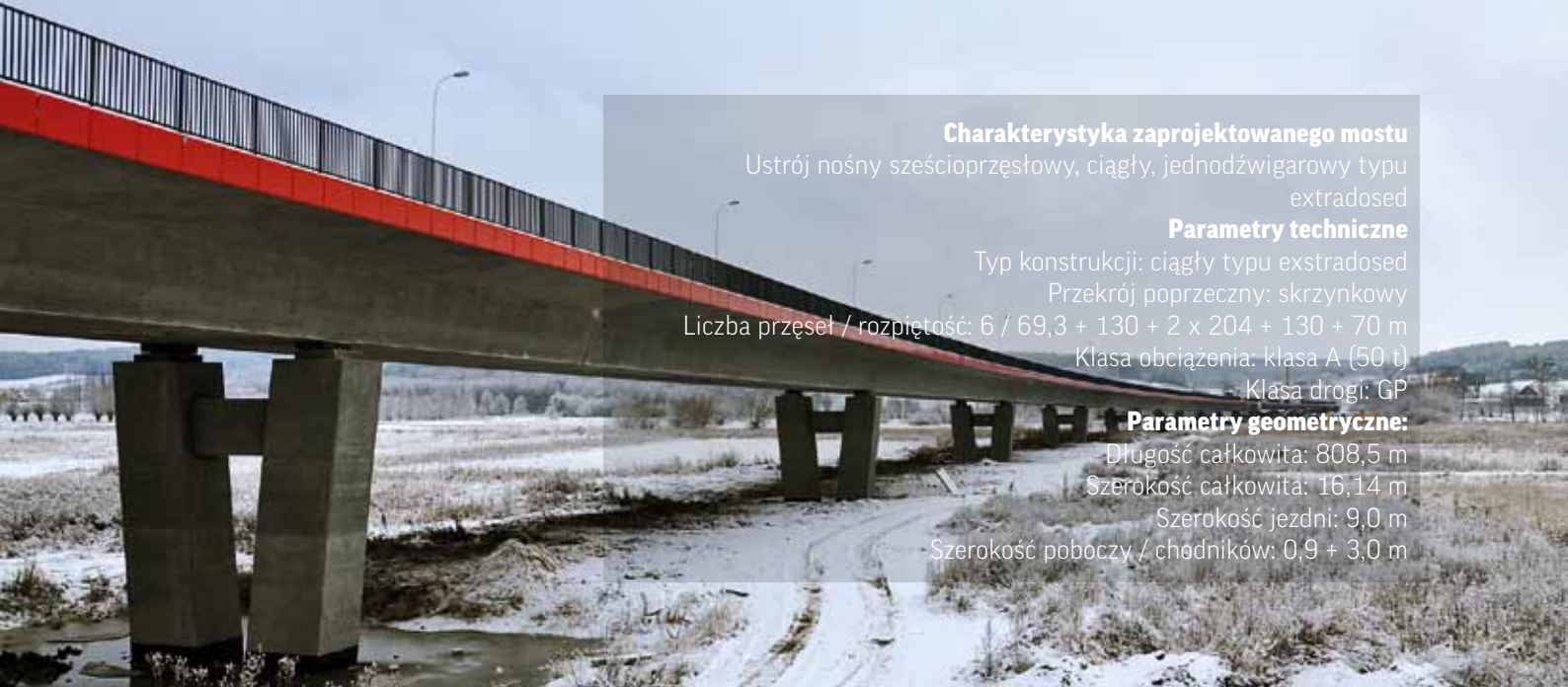
W 2001 r. wybudowano w Japonii obiekt stanowiący szczytowe osiągnięcie w mostach typu extradosed zarówno pod względem rozpiętości, konstrukcji, jak i technologii wykonania. Mosty nad rzekami Ibi i Kiso posiadają rekordowe rozpiętości przęseł, wynoszące odpowiednio 271,5 i 275 m oraz szerokość pomostu 33 m.

Kategoria geotechniczna i warunki posadowienia

Istniejące warunki geotechniczne zaliczono do złożonych, a zaprojektowany obiekt do drugiej kategorii geotechnicznej. W związku z powyższym posadowienie obiektu zaprojektowano na palach. Podpory nurtowe stoją na palach wierconych wielkośrednicowych DN 1800 z betonu klasy B30, wykonane w obrysie



Montaż pierwszych want na moście głównym, luty 2013 r.



Charakterystyka zaprojektowanego mostu

Ustrój nośny sześcioprzęsłowy, ciągły, jednodźwigarowy typu extradosed

Parametry techniczne

Typ konstrukcji: ciągły typu extradosed

Przekrój poprzeczny: skrzynkowy

Liczba przęseł / rozpiętość: 6 / 69,3 + 130 + 2 x 204 + 130 + 70 m

Klasa obciążenia: klasa A (50 t)

Klasa drogi: GP

Parametry geometryczne:

Długość całkowita: 808,5 m

Szerokość całkowita: 16,14 m

Szerokość jezdni: 9,0 m

Szerokość poboczy / chodników: 0,9 + 3,0 m

Widok na estakadę najazdową mostu głównego od strony zachodniej, luty 2013 r.

ścianki szczelnej, a pozostałe podpory – prefabrykowane pale wbijane o przekroju 40 x 40 cm – z betonu klasy B50, proste i ukośne, wykonane w obrysie ścianki szczelnej.

Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe

Ustrój nośny mostu jest sześcioprzęsłowy, ciągły, jednodźwigarowy. Dźwigar cienkościenny skrzynkowy wykonano z betonu sprężonego klasy B80. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że most koło Kwidzyna jest pierwszą w Polsce konstrukcją, gdzie zastosowano ten rodzaj betonu. Szerokość skrzynki dołem wynosi 6,1 m, a wysokość konstrukcyjna 3,5 m. Wsporniki pochodnikowe o wysięgu 5,05 m są zakończone żelbetowymi belkami oraz dodatkowo podparte płytą o grubości 0,18 m. Kable sprężające, zapewniające nośność konstrukcji w fazie budowy, są rozmieszczone w środnikach (kable wewnętrzne, iniektowane). Kable na obciążenia użytkowe sprężono zewnętrznie, kotwione z jednej strony w pylonie w sposób bierny (przez zastosowanie siodła) i z drugiej – w belkach betonowych na końcach wsporników (zakotwienie czynne). Wysokość pylonów ponad poziomem górnej powierzchni przęsła to 17,2 m. Pylony o przekroju zmiennym mają od 3,0 x 2,2 m u podstawy do 3,0 x 1,8 m na szczycie. Poprzecznice podporowe w miejscu pylonów monolityczne o grubości 3,0 m i szerokości 17,70 m.

Filary dwusłupowe zbudowano z betonu klasy B40. Słupy o przekroju prostokątnym są spięte rygłem poprzecznym. Wysokość słupów jest zmienna i wynosi od 10,0 m do 18,5 m. Przyczółek od strony Kwidzyna o korpusie zatopionym w gruncie, żelbetowy, monolityczny, z betonu klasy B40, o przekroju ceowym, z podwieszonymi skrzydłami oraz pilastrem podłożyskowym.

Światło pionowe pod obiektem:

- najwyższy stan wieloletni (1%): 9,60 m
- wysoka woda żeglowna: 13,00 m
- średnia woda żeglowna: 17,00 m
- nad terenem: minimum 3,6 m (wał przeciwpowodziowy). Łożyska są garnkowe, a dylatacje – palczaste, o przesuwie + 220 mm.

Technologia wykonania

Ustrój nośny mostu jako konstrukcja kablobetonowa – ze względu na uwarunkowania środowiskowe ograniczające do



Budowa mostu głównego metodą rusztowania przestawnego od strony wschodniej, styczeń 2012 r.

minimum czas, w którym możliwa będzie realizacja robót w rzece, oraz uzgodnienia zarządcy rzeki wykluczające możliwość „zarusztowania” czynnego szlaku żeglownego – wykonany został metodą rusztowania przestawnego oraz nasuwania podłużnego, z wykorzystaniem tymczasowych podpór montażowych, rozstawionych co ok. 50 m.

Realizacja i ograniczenia środowiskowe

Bardzo istotny wpływ na realizację mostu mają wytyczne zapisane w decyzji środowiskowej. W celu uniknięcia zniszczenia lęgów ptaków chronionych na terenie obszaru Natura 2000 rozpoczęcie prac budowlanych na terenie ostoji nastąpiło poza okresem lęgowym ptaków, który określono na 1 marca – 31 sierpnia. Prace budowlane w korycie rzeki Wisły mogły być realizowane poza okresem rozrodu i letnio-jesiennych migracji ryb i minogów, czyli z robót wyłączone były okresy od 1 kwietnia do 15 czerwca oraz od 1 sierpnia do 30 listopada. Te fakty oraz skomplikowana konstrukcja mostu głównego stanowi wyzwanie dla wykonawców mostu – konsorcjum firm Budimex SA (lider) i Ferrovia Agroman SA (partner).

Obecnie część drogowa przeprawy jest niemal skończona, prace wykonawcy koncentrują się na moście głównym przy montażu want do pylonów. Do połowy lutego 2013 r. zostało zamontowanych osiem z 54 want. Każda z nich ma po 75 cięgien. Zaawansowanie rzeczowe na koniec stycznia wyniosło 88%. Pierwsze samochody przejadą nową drogą krajową nr 90 w połowie 2013 r. Łączny koszt inwestycji (prace przygotowawcze i roboty) wynosi 362 mln zł.

Zabezpieczenie skarp głębokich wykopów

przy budowie obwodnicy Przemyśla



Obwodnica Przemyśla

tekst: **ROBERT SOŁTYSIK**, zdjęcia: **SOLEY SP. Z O.O.**

Od kilku lat przy realizacji licznych kontraktów drogowych w Polsce dla zabezpieczenia skarp głębokich wykopów coraz powszechniej stosuje się metodę gwoździowania gruntu. Pierwsze duże realizacje zabezpieczeń skarp w tej technologii miały miejsce przy budowie drogi ekspresowej S69 na odcinku Żywiec – Zwardoń.

Po początkowych, niezbyt udanych, próbach zastosowania gwoździ gruntowych zbrojonych pełnymi prętami stalowymi, firma Soley Sp. z o.o. realizująca zabezpieczenie trzech wysokich skarp głębokiego wykopu w Zwardoniu przy granicy ze Słowacją zastosowała gwoździe systemu samowiercącego Titan. System wykorzystujący do wiercenia, iniekcji wstępnej, iniekcji końcowej, jak i do zbrojenia gwoździ zestaw tych samych elementów, gwintowanych na całej długości rur ze specjalnie

dobranej stali o podwyższonej odporności na korozję, uzbrojonych w jednorazowe koronki wiertnicze, okazał się strzałem w dziesiątkę. Wykonywanie nowoczesnych gwoździ systemu Titan w bardzo złożonych warunkach geologicznych fliszu karpackiego wdrażane było pod osobistym nadzorem twórcy systemu i autora patentu na pierwsze w świecie rozwiązanie tego typu, Ernsta Ischebecka.

Zaletą gwoździowania i jego istotą jest zmiana, polepszenie parametrów górotworu in situ, bez konieczności prowadzenia klasycznych robót ziemnych poza wyznaczoną geometrią skarpy. Ta właściwość jest nieoceniona na etapie projektowania i wykonawstwa, zwłaszcza przy ograniczonej dostępności terenu w planie przebiegu nowej lub rozbudowywanej trasy. Wszelkie poszerzenia dróg biegnących w wykopach, przy konieczności zachowania istniejących tuż za koroną skarpy obiektów, a więc przy braku lub ograniczeniu możliwości przesunięcia na zewnątrz górnej krawędzi skarpy, predestynują do zasto-



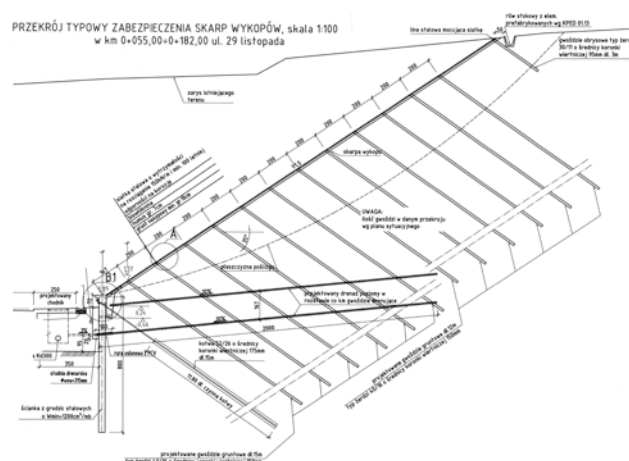
sowania metodę gwoździowania. Tworzenie struktury gruntu zbrojonego metodą *top-down*, czyli od góry do dołu w miarę pogłębiania wykopu z równoczesnym jej zabezpieczeniem, pozwala uzyskać wysoki współczynnik stateczności i daje szerokie możliwości projektowe, stanowiące doskonałe uzupełnienie palety wcześniej stosowanych metod. Gwoździowanie gruntu umożliwia zabezpieczenie skarp w dużym zakresie nachylenia. W realizacjach firmy Soley Sp. z o.o. znaleźć można zarówno skuteczne ustabilizowanie „niesfornych” skarp o niegroźnym nachyleniu 1:2, które okazały się odporne na wszelkie wcześniejsze próby ich zabezpieczania, jak i pionowe ściany wykopów o wysokościach do 17 m. Oczywiście, w każdym z tych przypadków zastosowano odmienne systemy oblicowania, dostosowane tak do warunków gruntowych, jak i geometrii skarp. Gwoździowanie oparte na systemie samowiercącym możliwe jest we wszystkich rodzajach gruntów. Specjalnie zaprojektowane, systemowe końcówki wiertnicze dedykowane są oddzielnie do gruntów skalistych, piaszczystych, spoiстых



Widok skarp w trakcie realizacji prac zabezpieczających



Widok zabezpieczonych skarp w dniu odbioru 10 listopada 2011 r.



Przekrój zabezpieczenia skarp wykopów

Podwykonawcą zabezpieczeń skarp metodą gwoździowania została firma Soley Sp. z o.o. z Balic koło Krakowa.

Projekt zabezpieczenia głębokich wykopów drogowych przewidywał dwa zasadnicze schematy zabezpieczeń. Pierwszy z nich to standardowe już rozwiązanie polegające na sukcesywnym w miarę pogłębiania wykopu wykonywaniu gwoździ gruntowych, ze stopniowym zabezpieczaniem lica skarpy przed erozją powierzchnią przez rozwijanie od korony skarpy rolek stalowej siatki podścielonej biomatą z wplecionymi w nią nasionami trawy. Rozwijana siatka napinana jest głowicami gwoździ po upływie 5–7 dni od wykonania kolejnego poziomu gwoździowania. U podstawy skarpy wykonuje się jeden poziom drenów wgłębnych, a w przypadku tego kontraktu drenaż realizowany był w postaci specjalnych gwoździ drenujących. Bardziej rozbudowane zabezpieczenie zaprojektowane zostało dla skarp zagrożonych zjawiskami osuwiskowymi. Górne części takich skarp zabezpieczane były w sposób opisany powyżej, ale u ich podstaw przewidziano wprowadzenie na głębokość 8 m ścianek z grodzic stalowych z żelbetowymi oczepami i dwoma poziomami głębokich drenów. Schemat przyjętego rozwiązania zamieszczono powyżej.

Do wykonania zaprojektowanych prac Soley Sp. z o.o. użyła wielokrotnie sprawdzonych wcześniej materiałów: samowierzących gwoździ gruntowych systemu Titan oraz do obliczania skarp stalowej siatki wysokiej wytrzymałości systemu Tecco firmy Geobrugg.

W ramach kontraktu wykonano łącznie prawie 55 000 m.b. gwoździ i kotew gruntowych, w tym ok. 30 000 m.b. gwoździ Titan 30/11, ok. 20 000 m.b. gwoździ Titan 40/16, ok. 2000 m.b. kotew Titan 52/26, ok. 3000 m.b. gwoździodrenów Titan 40/27 oraz ok. 16 000 m² elastycznego oblicowania skarp przy zastosowaniu romboidalnej siatki stalowej wysokiej wytrzymałości Tecco Geobrugg.

Całość zaprojektowanych prac wykonano z powodzeniem. Niewielkiej korekty polegającej na wykonaniu odcinka palisady u podstawy wymagał fragment jednej ze skarp, przewidzianej pierwotnie do zabezpieczenia „typu łżejszego”, z uwagi na znacząco większą wilgotność gruntu tworzącego podcinane zbocze niż się spodziewano.

Końcowy efekt wykonanych prac dowiódł przydatności metody gwoździowania skarp głębokich wykopów i skarp osuwiskowych w pylastych gruntach lessopodobnych.

i innych. Odpowiednio dobrane koronki wiertnicze radzą sobie, jeśli zajdzie taka potrzeba, z różnymi warstwami geotechnicznymi w trakcie wiercenia jednego gwoźdźca gruntowego.

Po zrealizowaniu z powodzeniem trudnych zadań w warunkach fliszu karpacciego, samowierzący system Titan został zastosowany w dalszej kolejności przy budowach autostrad i dróg ekspresowych w różnych częściach kraju, w rejonach, gdzie zabezpieczane wykopy przebiegały w gruntach piaszczystych lub spoistych. Tam również wykonanie mocnych, trwałych zabezpieczeń przez gwoździowanie nie nastręczało kłopotów. Kolejnym miejscem weryfikującym możliwości gwoździowania skarp stał się rejon przejścia autostrady A1 przez Górny Śląsk na odcinku od Bytomia do Pyrzowic. Mocno złożone warunki gruntowe – zalegające naprzemiennie piaskowce karbońskie, iłowce i gliny często w stanie półplastycznym lub nawet plastycznym – stanowiły duże wyzwanie dla kilku firm wykonawczych realizujących równocześnie to ogromne zadanie. Gwoździowanie wszystkich zabezpieczanych tą metodą skarp zakończyło się powodzeniem, mimo trudności występujących na odcinkach realizowanych przez mniej doświadczonych firmy.

Kłopoty wykonawcze wynikające z braku doświadczenia firmy realizującej pierwsze na Podkarpaciu zabezpieczenie skarpy drogowej w technologii gwoździowania w ciągu modernizowanej drogi krajowej nr 4 spowodowały, że w środowisku projektantów pojawiła się wątpliwość co do przydatności tej metody w utworach pylastych, lessowych i lessopodobnych.

Gdy Pracownia Projektowa Promost Consulting T. Siwowski Sp.j. z Rzeszowa zaproponowała w ramach projektu budowy obwodnicy Przemyśla zabezpieczenie skarp najgłębszych wykopów drogowych w technologii samowierzących gwoździ gruntowych, pojawiła się możliwość zweryfikowania przydatności tej metody w lokalnych warunkach gruntowych – pyłach lessopodobnych budujących przemyskie wzgórza.

Inwestorem zadania był Zarząd Dróg Miejskich w Przemyśle, a w wyniku przetargu publicznego generalnym wykonawcą została firma Mota Engil Central Europe SA z siedzibą w Krakowie.



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



WYKONAWCA SPECJALISTYCZNYCH PRAC BUDOWLANYCH W DZIEDZINACH:

NOWE KONSTRUKCJE

- ▶ sprężanie monolitycznych konstrukcji żelbetowych
- ▶ projektowanie i sprężanie stropów
- ▶ wykonanie sprężonych płyt na gruncie
- ▶ podwieszanie konstrukcji mostowych
- ▶ dostawa materiałów specjalistycznych, łożysk i urządzeń dylatacyjnych

NAPRAWY KONSTRUKCJI INŻYNIERSKICH

- ▶ sprężanie zewnętrzne – Niskotarciowy System Sprężania NSS
- ▶ pręty sprężające

GEOTECHNIKA

- ▶ grunt zbrojony
- ▶ konstrukcje TECHSPAN - łukowe obiekty inżynierskie

TECHNOLOGIE BUDOWY

- ▶ nasuwanie podłużne
- ▶ betonowanie metodą wspornikową
- ▶ montaż segmentów
- ▶ podnoszenie ciężkich elementów



FREYSSINET POLSKA Sp. z o.o. Tel.: 22 203 17 00; Fax: 22 203 17 22; e-mail: biuro@freyssinet.pl; www.freyssinet.pl

A1

PYRZOWICE – PIEKARY – MACIEJÓW

**INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW ORAZ POLITECHNIKA ŚLĄSKA
ZAPRASZAJĄ NA KONFERENCJĘ**

**INNOWACYJNE TECHNOLOGIE WYKONYWANIA I MONITOROWANIA
DROGOWYCH BUDOWLI ZIEMNYCH
NA PRZYKŁADZIE AUTOSTRADY A1
ODCINEK – PYRZOWICE – PIEKARY ŚLĄSKIE – MACIEJÓW**

Kielce, 21 maja 2013 r.



Organizatorzy:



Sekretariat Konferencji:

Dział Promocji IBDiM, ul. Instytutowa 1, 03-302 Warszawa
tel. (22) 814 26 09, 814 26 14, fax (22) 814 13 39,
e-mail: promotion@ibdim.edu.pl, www.ibdim.edu.pl



Innowacyjne technologie w budownictwie, cz. 1

tekst: **KRZYSZTOF BERGER, JANUSZ TADLA**, Freyssinet Polska Sp. z o.o.

zdjęcia: **FREYSSINET POLSKA SP. Z O.O.**

Nowoczesne technologie przychodzą z pomocą inwestorom, projektantom oraz wykonawcom konstrukcji inżynierskich. Wybór poszczególnych rozwiązań zależy zwykle od czynników ekonomicznych i możliwości technicznych, dlatego do osiągnięcia sukcesu niezbędna jest współpraca pomiędzy inwestorem, wykonawcą i projektantem już od pierwszych etapów procesu budowlanego.

W artykule zaprezentowano nowoczesne technologie w budownictwie na przykładzie działalności firmy Freyssinet Polska Sp. z o.o. W tej części artykułu przedstawiono dostarczane przez firmę technologie, w drugiej części, która zostanie opublikowana w następnym numerze „Nowoczesnego Budownictwa Inżynierskiego”, będą pokazane przykłady zastosowań tych technologii w zrealizowanych obiektach.

1. Wstęp

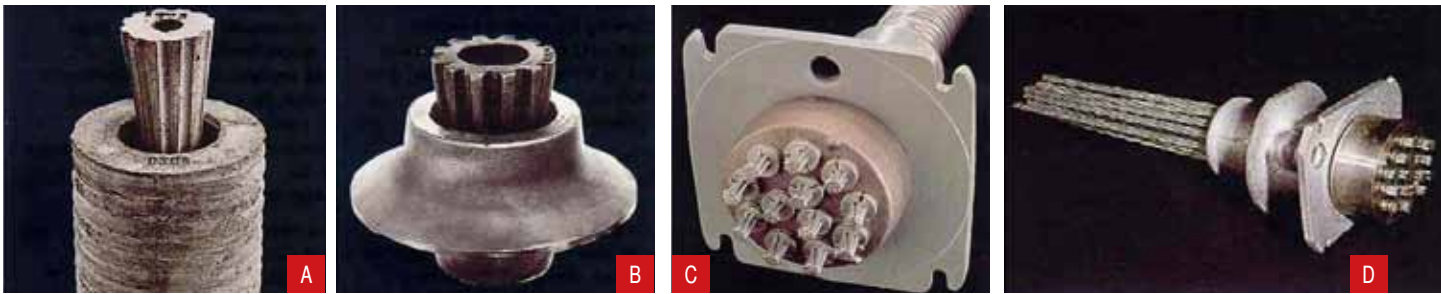
Freyssinet Polska Sp. z o.o. jest obecna na krajowym rynku od kwietnia 1999 r. Przedsiębiorstwo ma za sobą ponad 50-letnie doświadczenie najstarszej i największej firmy w branży budownictwa specjalistycznego – Freyssinet International, wykonującej specjalistyczne prace na budowach całego świata.

Firma Freyssinet została założona w 1943 r. przez wynalazcę betonu sprężonego, wybitnego francuskiego rzemieślnika i architekta, Eugène Freyssineta. Skupiła wokół siebie znanych francuskich inżynierów, do których dołączyli m.in. propagator konstrukcji z gruntu zbrojonego Henri Vidal i twórca technologii wzmacniania podłoża gruntowego Louis Ménard. Takie zaplecze i wykorzystanie autorskich, nowatorskich rozwiązań tworzy siłę Freyssinet.

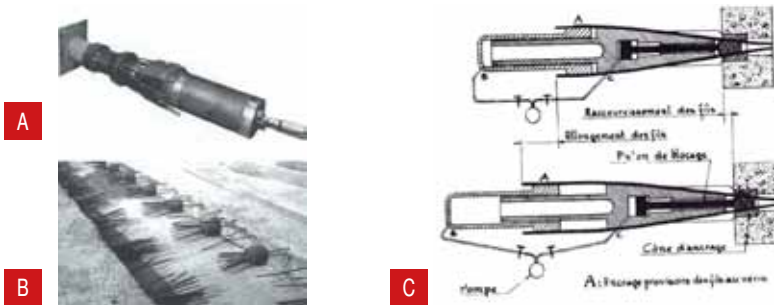
Początkowo Freyssinet Polska Sp. z o.o. tworzyły cztery osoby. Firma budowała swoją pozycję przez ciągły rozwój, wprowadzanie na rynek nowych technologii i rzetelność w pracy. Już od pierwszych lat istnienia w Polsce działalność firmy obejmowała takie obszary, jak sprężenie zewnętrzne i wewnętrzne, podwieszenie konstrukcji, łożyska i dylatacje, naprawy

konstrukcji oraz geotechnika. Do ważniejszych realizacji w pierwszych latach należą: sprężone i podwieszone wiadukty oraz kładki dla pieszych nad autostradą A4 na trasie Wrocław – Nogawczyce. Dalej była autostrada A2 z obwodnicą Poznania, obwodnice Krakowa, Legnicy, Bolesławca, budowa estakady Strzegomskiej we Wrocławiu, a także estakady na węzle Czerniakowska w Warszawie. Freyssinet Polska Sp. z o.o. wzmocniła za pomocą sprężenia zewnętrznego NSS wiele konstrukcji żelbetowych o przekroju kołowym: zbiorniki, silosy, kominy.

Działalność firmy to także wprowadzanie na rynek nowych, niestosowanych wcześniej technologii. Na przykład, grunt zbrojony z typowymi prefabrykatami w kształcie krzyża można dzisiaj zobaczyć w każdym dużym mieście i na każdej autostradzie. Radość z sukcesów jest



Ryc. 1. Rozwój zakotwień Freyssinet; a) 1939 r. – 20 t, b) 1959 r. – 330 t, c) 1965 r. – 1000 t, d) 1991 r. – 1500 t



Ryc. 2: a) siłownik do sprężania kabli wykonanych z drutów równoległych o sile 20 t, b) widok zakotwień po sprężeniu, c) schemat siłownika do sprężania z blokadą hydrauliczną i zakotwień kabli

pochodną włożonego wysiłku w pracę oraz zdobytego doświadczenia. Na każdym etapie istnienia firmy poziom sukcesów odzwierciedlał pozycję Freyssinet w branży budowlanej.

Kolejnym kamieniem milowym oraz największym wówczas kontraktem firmy było podwieszenie mostu przez Wisłę w Płocku w 2003 r.

W 2006 r. Freyssinet Polska Sp. z o.o. podpisała umowę na realizację nowej przeprawy przez Wartę w Koninie i zmianę przebiegu drogi krajowej nr 25. Podczas tego przedsięwzięcia firma świadczyła kompleksowe usługi, czyli projektowanie, nasuwanie, sprężanie konstrukcji, podwieszenie, a także dostawę i montaż łożysk i dylatacji. To co wydawało się niemożliwe, stawało się budowlaną codziennością. Z tygodnia na tydzień 130 m nasuwanej konstrukcji przeobraziło się w pierwszy w Polsce most w technologii extradosed. W trakcie realizacji firma współpracowała już w największymi wykonawcami z branży, dzieląc się wzajemnie zdobytą wiedzą, wspólnie rozwiązując drobne problemy, ciesząc się z osiągnięcia wspólnego celu, jakim było pomyślne i terminowe zakończenie budowy.

W kolejnych latach firma pozyskiwała znaczące kontrakty, jak m.in. autostradowa obwodnica Wrocławia (wliczając most podwieszony przez Odrę), estakada WA-456 w ciągu autostrady A1 w Gliwi-

cach, most MA-161 w ciągu autostrady A4 koło Rzeszowa, południowa obwodnica Gdańska. Poniżej zaprezentowano wybrane systemy i realizacje z zastosowaniem nowoczesnych technologii do realizacji konstrukcji budowlanych.

2. Technologie – systemy

2.1. Beton sprężony

2.1.1. Długa droga do sukcesu

Co to jest beton sprężony i jak pracuje? Gdyby beton sprężony mógł mówić, powiedziałby, że odpoczywa, kiedy pracuje, a praca to przyjemność. Po prostu w stanie nieobciążonym beton jest ściskany za pomocą kabli sprężających i dopiero pod obciążeniem naprężenia powracają w granice zera. Ten pomysł Eugène Freyssineta pozwolił na wyeliminowanie słabości betonu, jakim jest jego niedostateczna wytrzymałość na rozciąganie i uniknięcie zarysowania.

Na początku kariery Freyssinet interesował się sprawnym wykonaniem konstrukcji betonowych, a w szczególności mostów betonowych, jako taniej alternatywy dla mostów stalowych. Dużym problemem były rusztowania wspierające deskowania, zwłaszcza ich bezpieczne i ekonomiczne wykorzystanie. Po zabetonowaniu można było je usunąć po wystarczającym stwardnieniu betonu, co powodowało trudne w tamtych czasach do oszacowania ugięcia konstrukcji.

W 1909 r. Freyssinet zbudował pierwszy element z betonu sprężonego. Był to ściągi próbny łuku betonowego. Łuk o rozpiętości 50 m i wyniosłości 2 m rozpiętał się o przyczółki połączone ze sobą ściągiem z betonu sprężonego. Betonowy ściągi miał przekrój 0,5 x 3 m i był sprężony siłą ok. 3000 t. Sprężenie uzyskano za pomocą drutów o średnicy 12 mm, ułożonych w prostokątnych kanałach kablowych, kotwionych za pomocą płaskich klinów stalowych. Element został sprężony siedmioma kablami umieszczonymi w kanałach o szerokości 120 mm. Kanały kablowe były wypełnione piaskiem i przykryte trzycentymetrową warstwą zaprawy. Przeprowadzone w 1994 r. badania wykazały, że naprężenia w betonie na skutek sprężenia są na poziomie 20 MPa, stal sprężająca kabli jest skorodowana w niewielkim stopniu.

Od tego czasu minęło sto lat. Beton sprężony przeszedł kolejne stadia rozwoju i okazał się powszechnie stosowanym rozwiązaniem konstrukcyjnym.

W 1928 r. Eugène Freyssinet opatentował proces sprężania elementów betonowych ciągniami przyczepnościowymi naciąganimi przed wylaniem betonu, mocowanych do deskowania, znanych obecnie jako strunobeton.

W 1939 r. Eugène Freyssinet opatentował proces sprężenia betonu po jego stwardnieniu za pomocą drutów równoległych, kotwionych z użyciem zakotwień stożkowych, wykonanych z betonu zbrojonego. Sprężanie było wykonywane siłownikami hydraulicznymi. To właśnie wtedy po raz pierwszy użyto w patencie sformułowania beton sprężony (fr. *béton précontraint*).

Od czasu patentów powstało wiele wspaniałych konstrukcji z betonu sprężonego. Coraz śmielsze projekty wymagają udoskonalania systemów sprężania.

W kolejnych latach zakotwienia betonowe zastąpiono stalowymi, a druty – splotami.

W latach 60. XX w. angielska firma CCL wprowadziła bloki i kliny kotwiące pojedyncze sploty. Ten rodzaj kotwienia jest stosowany obecnie we wszystkich powszechnie znanych systemach do sprężania betonu.

Wraz z rozwojem technologii betonu potrzebne są kable o dużo większej nośności. Obecnie powszechnie stosowane kable mogą mieć wytrzymałość charakterystyczną ponad 1500 t (ryc. 1).

Udoskonalane są metody zabezpieczania kabli przed korozją. Dysponujemy coraz lepszym sprzętem, pozwalającym na sprawniejsze wykonanie sprężenia. Ulepszane są materiały, jak stal i beton. Zwiększana jest wytrzymałość, a straty reologiczne są coraz mniejsze.

2.1.2. Rodzaje sprężenia

Sprężenie stosowane w konstrukcjach można podzielić na sprężenie przyczepnościowe i bezprzyczepnościowe.

W systemie cięgien z przyczepnością sprężane sploty biegają w kanałach, które trasowane są zgodnie z momentami występującymi w sprężanym elemencie. Po zabetonowaniu i sprężeniu cięgna są iniektowane zaprawą wysoko wytrzymałościową, niskoskurczową. Iniekt spełnia rolę ochronną dla wrażliwego na korozję cięgna, jak również uczestniczy w przekazywaniu sił sprężających na konstrukcję.

Sprężenie bezprzyczepnościowe polega na zabetonowaniu splotów siedmiodrutowych, wykonanych ze stali o wytrzymałości 1860 MPa i niskiej relaksacji. Sploty umieszczone są fabrycznie w osłonkach z tworzywa sztucznego i pokryte smarem. Osłonki i smar umożliwiają swobodny ruch splotów w betonie. Po stwardnieniu betonu kable naciągane są za pomocą pras hydraulicznych zgodnie z harmonogramem sprężania i w tym stanie trwale kotwione w blokach. Siły z cięgien za pośrednictwem bloków przenoszone są następnie na beton i sprężają go.

Ze względu na przebieg w lub poza betonem sprężenie można podzielić na wewnętrzne i zewnętrzne. Kable sprężenia wewnętrznego przebiegają w kanałach umieszczonych przed betonowaniem w deskowaniu, a po zabetonowaniu w betonie (nie są widoczne) współpracują na całej ich długości. Kable sprężenia zewnętrznego przebiegają poza obrysem betonu i współpracują z betonem jedynie w miejscu kotwienia oraz odgięć – dewiatorów.

2.2. System sprężenia zewnętrznego NSS

System Freyssinet NSS został opracowany we Francji w latach 80. XX w. W Polsce został wprowadzony w 1995 r. Wykazał swoje zalety w naprawach konstrukcji o przekroju kołowym, które po przekroczeniu stanów granicznych nośności na rozciągające siły równoleżnikowe uległy zarysowaniu. Technologia ta okazała się jedną z najbardziej efektywnych metod napraw zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym.

Podstawą systemu jest zastosowanie kabli-splotów bezprzyczepnościowych

kable sprężające mają czterostopniowe zabezpieczenie.

Taka konstrukcja jednocześnie chroni kabel przed uszkodzeniami mechanicznymi i zmniejsza docisk na płaszcz przez rozłożenie siły na większą powierzchnię. Konieczność zastosowania zewnętrznych rur osłonowych potwierdziły wieloletnie doświadczenia firmy Freyssinet. Odpowiednio skonstruowane połączenie pomiędzy zakotwieniem, zewnętrzną rurą osłonową i samym kablem zapewnia pełne zabezpieczenie antykorozyjne we wszystkich newralgicznych miejscach kabla.



Ryc. 3. Zakotwienie typu X

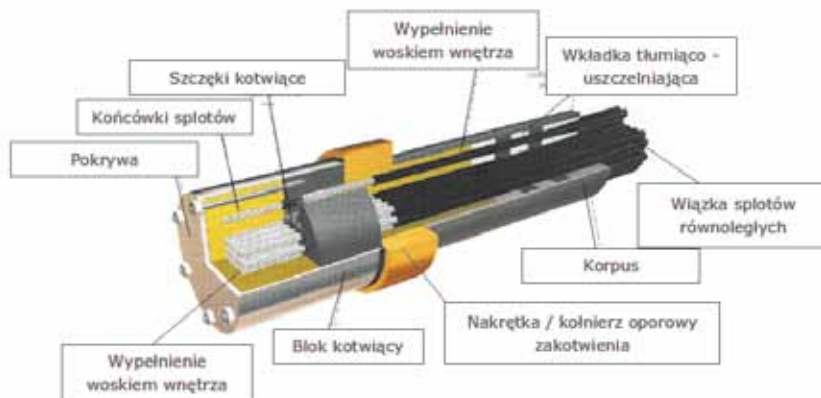
w wypełnionej zaczynem cementowym osłonie z twardego polietylenu oraz zakotwień typu X (ryc. 3).

Zakotwienie typu X jest następstwem wprowadzenia kabli bezprzyczepnościowych. Pozwala ono na wyeliminowanie kosztownych i trudnych do wykonania pilastrów. Wprowadzenie siły sprężającej odbywa się bezpośrednio do kabla na całym obwodzie bez wywoływania dodatkowych momentów zginających w powłoce.

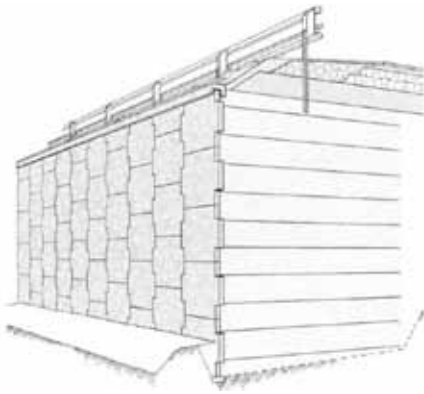
Istotną zaletą systemu sprężania zewnętrznego jest jego trwałość. Uzyskuje się ją przez wielokrotne zabezpieczenie antykorozyjne. W omawianym systemie

2.3. System podwieszenia HD

Bazując na doświadczeniach zdobytych przy doskonaleniu systemów sprężenia, Freyssinet opracowała system podwieszenia, którego podstawą były sploty równoległe. Pierwsze zastosowania datowane są na 1976 r., a w Polsce w latach 90. System podwieszenia Freyssinet HD oparty jest na całkowitej niezależności każdego ze splotów, co niesie ze sobą wiele korzyści, m.in. oddzielny montaż i naciąg każdego splotu, indywidualną ochronę przeciwkorozyjną, możliwość wymiany pojedynczego splotu.



Ryc. 4. Zakotwienia czynne systemu podwieszenia HD2000 firmy Freyssinet



Ryc. 5. Grunt zbrojony Freyssiisol



W połączeniu z opatentowaną metodą montażu Isotension, umożliwiającą wyrównanie sił naciągu w splotach kabla podwieszenia, dzięki czemu naciąg wszystkich splotów jest identyczny, system HD dominuje w konstrukcjach podwieszonych na całym świecie. Po zastosowaniu systemu Isotension możliwe jest wyjątkowo szybkie i precyzyjne wykonanie podwieszenia. Technologia ta umożliwia ciągły monitoring sił w kablach podwieszenia, co pozwala na ścisłą kontrolę wprowadzanego naciągu.

Ostatnio zalety systemu HD compact pozwoliły na pobicie kolejnego rekordu, jakim jest Złoty most we Władystoku, o rozpiętości przęsła 1104 m.

2.4. Grunt zbrojony Freyssiisol

Technologia Freyssiisol, wprowadzona i rozpropagowana na polskim rynku ponad 12 lat temu przez Freyssinet Polska Sp. z o.o., znajduje dziś wielu zwolenników oraz naśladowców.

Nowoczesną formę konstrukcji z gruntu zbrojonego opatentował w 1963 r. francuski inżynier Henri Vidal. W 1968 r. wykonano pierwsze znaczące prace związane z nową technologią na trasie A53 we Francji. W 1976 r. zrealizowano 100 tys. m² konstrukcji z gruntu zbrojonego. Obecnie na świecie buduje się ponad 2 mln m² rocznie. W Polsce Freyssinet wykonało w 2011 r. 70 tys. m². Do szybkiego wzrostu popularności tego systemu przyczyniła się niezawodność, konkurencyjna cena, a także różnorodność obszarów jego zastosowania.

Model konstrukcji z gruntu zbrojonego opiera się na złożonej idei: stalowe lub poliestrowe pasy zbrojeniowe, umieszczone w regularnych odstępach znajdujących się wewnątrz nasypu, stanowią zbrojenie gruntu. Pasy są utrzymywane

dzięki siłom tarcia pomiędzy stalą a materiałem zasyпки (ryc. 5). Zbrojony w ten sposób nasyp staje się konstrukcją samo-nośną. Lekka okładzina z betonowych elementów prefabrykowanych lub siatek stalowych jest wystarczającym zabezpieczeniem całego bloku zbrojonego i nadaje mu estetyczny wygląd zewnętrzny.

Trwałość konstrukcji z gruntu zbrojonego Freyssiisol podlega systematycznej kontroli w naturalnych warunkach na ponad 100 obiektach znajdujących się na całym świecie. Zachowanie się pasów stalowych w ośrodku gruntowym jest badane laboratoryjnie od ponad 30 lat i w pełni finansowane przez firmę Freyssinet. Okres użytkowy konstrukcji z gruntu zbrojonego zgodnie z Polską Normą i Rozporządzeniem MTiGM w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie jest zakładany na minimum 100 lat.

2.5. Technologie budowy

2.5.1. Budowa mostów metodą nasuwania podłużnego

Technologia polega na wytwarzaniu pomostu w odcinkach w wytwórni. Po każdym betonowaniu segment jest sukcesywnie wysuwany z wytwórni, zostawiając miejsce na betonowanie kolejnego segmentu w gotowej formie.

Metoda nasuwania podłużnego daje możliwość szybkiej i efektywnej realizacji obiektów mostowych. Jest ona szczególnie ekonomiczna przy długich wieloprzęsłowych wiaduktach. Do najważniejszych zalet metody należy zaliczyć przede wszystkim brak potrzeby stosowania dużej liczby kosztownych szalunków i rusztowań oraz koncentrację placu budowy w jednym miejscu pomimo znacznej długości obiektu, ograniczając

radycznie rozmiary placu budowy wykorzystywanego do produkcji przęseł. Dodatkowo projektując wytwórnię jako osłoniętą i ogrzewaną, prace można prowadzić również w okresie zimowym. Utrzymywanie tygodniowego cyklu pracy sprzyja efektywnemu wykorzystaniu siły roboczej.

Freyssinet Polska Sp. z o.o. zrealizowała szereg obiektów budowanych metodą nasuwania podłużnego w zakresie opracowania szczegółów technologii oraz realizacji procesu nasuwania (siłowniki, łożyska ślizgowe, awanbeki, pręty mocujące itp.).

2.5.2. Budowy mostów metodą nawisową

Metoda betonowania nawisowego, zwana również metodą betonowania wspornikowego, umożliwia wykonywanie przęseł o dużych rozpiętościach. Technologia ta nie wymaga budowania pośrednich podpór montażowych czy też rusztowań pod konstrukcją nośną, dzięki czemu jest niezależna od charakteru pokonywanej przeszkody. Technologia polega na kolejnym dodawaniu segmentów przęsła w kierunku od segmentu głowicowego (startowego) do środka rozpiętości przęsła.

Kluczowym elementem w metodzie nawisowej jest wózek rusztowaniowy zwany trawlerem. Odgrywa on rolę rusztowania podtrzymującego deskowania oraz pełni funkcję platformy roboczej. Wózek projektowany jest tak, aby zapewniać łatwy przesuw, jego montaż i demontaż nie powinien być skomplikowany.

Firma Freyssinet dostarczyła oraz zapewniła obsługę wózków do betonowania nawisowego m.in. na budowę mostów przez Odrę w Kędzierzynie-Koźlu, przez Wisłę w Toruniu czy obecnie przez Wisłokę w Dębicy.

2.6. Technologia podnoszenia i przesuwania wielkogabarytowych elementów konstrukcji

Firma Freyssinet Polska Sp. z o.o. projektuje i realizuje różnego rodzaju prace w zakresie podnoszenia czy przesuwania ciężkich i wielkogabarytowych elementów konstrukcji. Do realizacji tych robót wykorzystywane są siłowniki hydrauliczne, liny trakcyjne czy indywidualnie zaprojektowane konstrukcje pomocnicze (wózki, żurawie itp.).



Uczestnicy seminarium



Tunel Blanka



Trojský most



Widok na miasto Krumlov



Biesiada w renesansowych strojach



Odprowa przed zwiedzaniem tunelu Blanka

Co nowego w mostownictwie?

tekst: **GRAŻYNA CZOPEK**, przewodnicząca ZMRP Oddział Małopolski

zdjęcia: **ZWIĄZEK MOSTOWCÓW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ ODDZIAŁ MAŁOPOLSKI**

Od siedmiu lat w Czechach odbywają się szkolenia poświęcone zagadnieniom związanym z budownictwem drogowo-mostowym, organizowane przez Oddział Małopolski Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej *Co nowego w mostownictwie?*. Z reguły uczestniczy w nich ok. 70–80 osób. Tym razem do Czech wybrały się 52 osoby.

Uczestnicy seminariów zapoznają się z nowoczesnymi rozwiązaniami materiałowo-technologicznymi, nowymi inwestycjami, historią europejskiego mostownictwa, wymieniają doświadczenia, opowiadają o swoich sukcesach i porażkach. Oprócz ważnych spraw technicznych jest też czas na integrację, wspólne wypicie piwa, zwiedzanie i poznawanie terenów naszych południowych sąsiadów.

Tym razem w listopadzie 2012 r. wybraliśmy się do Czeskiego Krumlova, który jest znany w Polsce m.in. z przeboju Heleny Vondráčkovéj *Malovaný dzbanek*. To 14-ty-

sięczne miasto leży nad Wełtawą, a jego starówka została wpisana na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Cudowny średniowieczny zamek, drugi co do wielkości w Czechach, pochodzi z XIII w. Czesi twierdzą, że jest to najpiękniejsze miasto w Europie. W nas odzywa się wtedy lokalny patriotyzm i bronimy naszych polskich perełek, ale rzeczywiście Czeski Krumlov trzeba koniecznie zobaczyć. Wieczorem pełni wrażeń, ubrani w renesansowe stroje, wzięliśmy udział we wspaniałej biesiadzie.

Drugi dzień naszej wyprawy spędziliśmy w Pradze na budowie największego

obecnie kompleksu tunelowego w Europie. Powstaje jako część północno-zachodniej obwodnicy Pragi (17 km jest już przejezdne), a budowany tunel o długości 5500 m zostanie oddany do użytkowania na początku 2014 r. i będzie najdłuższym miejskim tunelem w Europie. Różnica niwelety pomiędzy najwyższym i najniższym miejscem kompleksu tunelowego wynosi 113,5 m. W ramach tej inwestycji (o łącznej długości 6382 m) powstaje też kilkupoziomowy węzeł Malowanka, zlokalizowany na początku budowanego odcinka, oraz podwieszony Trojský most.



Sztuka współpracy

Jakość, precyzja i konsekwencja w każdym detalu. Wspólna skoordynowana praca ludzi z dziesiątek branż i profesji. Zdolność rozwiązywania trudnych zadań i odwaga w poszukiwaniu nowych rozwiązań. Czy to jest sztuka? Może nie. Jedynie dobrze to umiemy.

Metrostav S.A., Oddział w Polsce
ul. Strażacka 81, Bielsko-Biała 43-382
T +48 338 196 321, F +48 338 196 320

METROSTAV

www.metrostav.pl



Plac budowy Letná, październik 2010 r.

Projekt tunelowy Blanka w Pradze czeskiej

tekst: ANNA SIEDLECKA, zdjęcia: METROSTAV A.S.

Największą podziemną inwestycją obecnie budowaną w Czechach jest bez wątpienia kompleks tunelowy Blanka w Pradze. Ten rozległy projekt, realizowany w ramach budowy północno-zachodniego odcinka obwodnicy miasta, ma całkowitą długość 6382 m i dopełnia już otwartą, 17-kilometrową część obwodnicy z tunelami Zličovskim, Mrázovką i Strahovskim. Po oddaniu do użytkowania, co zaplanowano na 2014 r., powstanie najdłuższy tunel w Czechach i najdłuższy tunel miejski w Europie; jednocześnie będzie on również najdłuższym jednolitym tunelem wykonanym metodą górniczą na terenie Czech – o długości aż 2,23 km.

Budowana trasa obwodnicy prowadzi przez mocno zurbanizowany teren na granicy historycznego centrum Pragi oraz przez chronione tereny Královské obory – Stromovki. Układ trasy wytyczono już na początku lat 90. XX w., a następnie wybrano optymalny wariant przebiegu tego odcinka obwodnicy. W celu minimalizacji niekorzystnego wpływu robót budowlanych, a przede wszystkim późniejszego ruchu samochodowego na nowo powstałej sieci drogowej na okoliczne tereny, przeważającą część inwestycji zdecydowano się poprowadzić w tunelach budowanych z powierzchni, choć w dużej części również wykonywanych metodą górniczą. W ten sposób powstał projekt kompleksu tunelowego Blanka, obejmujący trzy odcinki tunelowe – od skrzyżowania Malovanka do północnego portalu tunelu Strahovskiego i skrzyżowania Troja, w pobliżu nowego mostu Trojskiego przez Wełtawę. Odcinki te płynnie łączą się na skrzyżowaniach wielopoziomowych Prašný most i U Vorlíků.

W kolejności od już otwartego odcinka zachodniej obwodnicy miasta zlokalizowane będą:

- **odcinek tunelowy Brusnice**, prowadzący od północnego portalu tunelu Strahovskiego ulicą Patočkovą, początkowo tunelami wykonanymi metodą odkrywkową. Za skrzyżowaniem z ulicą Myslbekovą trasa przechodzi w odcinek wykonany metodą górniczą i kończy się przed skrzyżowaniem Prašný most, gdzie przechodzi na powrót w tunele wykonane odkrywkowo. Całkowita długość sekcji wynosi 1,4 km, z czego 550 m to tunele wykonane metodą górniczą;
- **odcinek tunelowy Dejvice**, rozpoczynający się na skrzyżowaniu Prašný most i prowadzący na całej długości w tunelach wykonanych odkrywkowo ulicą Milady Horákovéj aż do wykopu na Letnéj, gdzie w przyszłości będzie zlokalizowane skrzyżowanie U Vorlíků. Całkowita długość sekcji wynosi 1,0 km;
- **odcinek tunelowy Královská obora**, prowadzący od skrzyżowania U Vorlíků najpierw krótkim odcinkiem na Letnéj, wykonanym odkrywkowo, który łączy się z odcinkiem wykonanym metodą górniczą, prowadzącym w kierunku zabu-



Plan sytuacyjny budowy tunelu Blanka



Wizualizacja węzła Malovanka



Tunele wykonane metodą odkrywkową oraz tunele sklepione na Triji

dowań Stromovki (Královskéj obory), kanału żeglugowego, Císařskéj wyspy, Wełtawy i dalej odcinkiem wykonanym odkrywkowo aż do portalu trojskiego. Całkowita długość odcinka wynosi 3,09 km, z czego 2230 m jest drążonych.

Trasa obwodnicy jest na całej długości rozdzielona kierunkowo na samodzielne tunele dwu- i trzypasmowe w każdym kierunku. Liczba pasów ruchu odpowiada jego natężeniu, spadkowi podłużnemu trasy, a przede wszystkim potrzebie powiązania łącznic skrzyżowań wielopoziomowych, zapewniających połączenie obwodnicy z siecią komunikacyjną na powierzchni.

W fazie przygotowania i realizacji odcinek został podzielony na cztery sekcje:

- sekcja nr 0065 **Strahovský tunel samochodowy, etap 2A i 2B,**
- sekcja nr 9515 **Myslbečkova – Pražný most (MYPRA),**
- sekcja nr 0080 **Pražný most – Špejchar (PRAŠ),**
- sekcja nr 0079 **Špejchar – Pelc-Tyrolka (ŠPELC).**

Zakres inwestycji jest niespotykany i można go porównać jedynie z budową pierwszych odcinków praskiego metra. Odpowiada mu również długość przygotowań, liczba inwestycji towarzyszących, wielkość przebudowywanych sieci inżynierskich, organizacja transportu publicznego, koordynacja i organizacja robót. W trakcie realizacji, głównie na jej końcowym etapie, inwestycja będzie znacząco wpływała na transport w przeważającej części Pragi. Przewiduje się, że dojdzie do znacznej poprawy środowiska naturalnego na granicy historycznego centrum Pragi, wpisanego na listę dziedzictwa historycznego i kulturalnego UNESCO. Dziś obszar ten jest ekstremalnie obciążony przez ruch tranzytowy bez ograniczeń tonażu, co ma oczywiście swoje ekologiczne następstwa. Dodatkowo ukończenie i oddanie do użytku północno-zachodniego odcinka obwodnicy miasta umożliwi

liwi po wielu dziesięcioleciach powrót do kwestii tzw. magistrali północ – południe, tym razem z zamiarem zaadaptowania jej do nowoczesnie pojmowanego historycznego centrum miasta, z którego zostanie całkowicie wyłączony ruch tranzytowy.

Usytuowanie pionowe i poziome

Ze względu na rozmiary inwestycji w ramach opisu rozwiązań kierunkowych i wysokościowych ograniczymy się tylko do informacji ogólnych i podania wartości maksymalnych i minimalnych. Pod względem wysokościowym trasa tuneli obniża się na całej długości od skrzyżowania Malovanka aż pod Wełtawę, odkąd wznosi się do portalu trojskiego. Maksymalny spadek podłużny wynosi 5% na odcinku tunelowym Královská obora, od zjazdu z Letnéj pod Stromovką. Różnica niwelet pomiędzy najwyższym i najniższym miejscem tunelu to 113,5 m. Na usytuowanie poziome składa się duża liczba łuków prawo- i lewostronnych oraz pośrednich krzywych przejściowych. Najmniejsza wartość promienia łuku kierunkowego (300 m), z pominięciem łącznic na skrzyżowaniach, została osiągnięta na odcinku tunelowym Královská obora. Szerokość pasów ruchu na całej długości odcinka wynosi 3,5 m, wysokość przejazdu 4,8 m. Projektowana prędkość – 70 km/h.

Rozwiązania techniczne i konstrukcyjne

Jak już wspomniano, cały kompleks tunelowy Blanka składa się z kilku ściśle ze sobą powiązanych odcinków tunelowych, wykonanych zarówno metodą odkrywkową, jak i metodą górniczą.

Wszystkie tunele górnicze zaprojektowano jako dwuwarstwowe, realizowane w sposób konwencjonalny, przy pomocy nowej austriackiej metody tunelowej (NATM). Obudowy oraz



Tunele wykonane metodą górniczą, drążone na odcinku Špejchar – Pelc-Tyrolka

izolacje są zamknięte. Do zabezpieczenia wyrobiska przewidziano wykorzystanie obudowy wstępnej z betonu natryskowego, wzmocnionej ramami kratowymi ze stali zbrojeniowej, spawanymi sieciami stalowymi oraz zwornikami. Drążenie będzie przebiegało etapami. Jako zabezpieczenie uzupełniające na odcinkach krytycznych będą wykonywane iniekcje gruntowe, iniekcje natryskowe, parasole z mikropali, sklepienia dolne kaloty, zmiany w podziale powierzchni wyrobiska, ewentualnie kombinacje wymienionych regulacji. Profil tunelu dwupasmowego wynosi 123,7 m², a trzypasmowego 172,6 m². Dla zapewnienia wodoszczelności tuneli drążonych zaprojektowano specjalny system hydroizolacji.

Obudowa ostateczna tuneli górniczych jest zaprojektowana jako zamknięta, monolityczna, żelbetowa. Tunel w przekroju poprzecznym składa się z przestrzeni komunikacyjnej nad jezdnią oraz z przestrzeni pod powierzchnią jezdni, w której zostały przewidziane kanały wentylacji przeciwpożarowej oraz instalacji rozprowadzających sieci inżynierskie. Razem z obudową ostateczną, podzieloną na sklepienie górne i dolne, będą realizowane również niektóre części konstrukcji wewnętrznych (płyta i ściana, na których usytuowana będzie jezdnia). Do betonu sklepienia górnego zostaną dodane włókna polipropylenowe, które z jednej strony służą jako ochrona przeciw powstawaniu rys przy początkowym kurczeniu betonu, z drugiej strony są skutecznym środkiem obniżającym wpływ temperatury w czasie pożaru na straty nośności obudowy betonowej.

Tunele wykonane metodą odkrywkową, klasyczne, są zaprojektowane zawsze w otwartym wykopie, zabezpieczonym kotwionymi ścianami podziemnymi, ściankami berlińskimi lub na mikropalach, ewentualnie skarpowaniem lub kotwionymi ściankami skalnymi. Nośną konstrukcję ramową tunelu tworzy dolna płyta fundamentowa (z kanałem instalacyjnym) ze ścianami i stropem płaskim lub sklepieniem górnym. Wszystkie konstrukcje są monolityczne, żelbetowe, z dodatkiem włókien polipropylenowych. Ten typ konstrukcji został zastosowany w miejscach o złożonym rozmieszczeniu przestrzennym przy portalach końcowych, w miejscach łączenia z częścią górniczą, gdzie przy tunelu w wykopie są umieszczone następne obiekty, jak np. centrale technologiczne, garaże podziemne lub łącznice.

Tunele wykonane odkrywkowo metodą mediolańską (podstropową) są przewidziane w miejscach o bardzo ograniczonych warunkach przestrzennych oraz w miejscach z ko-

niecznością minimalizacji czasowych ograniczeń w ruchu na powierzchni. Sposób ich wykonania polega na budowie podziemnych monolitycznych ścian konstrukcyjnych z powierzchni, ewentualnie z zabezpieczonego wykopu. Następnie na wyrównanej powierzchni dna wykopu betonuje się docelową konstrukcję nośną stropu (opartą na ścianach podziemnych), która później zostanie zasypana. W dalszej kolejności można będzie wykonać prace wykończeniowe na powierzchni i przywrócić ruch. Drążenie właściwego profilu tunelowego wykonuje się z zabezpieczonego wykopu dopiero po zakończeniu całego odcinka, przez drążenie czoła przodka klasycznymi metodami górniczymi. Na całej długości tunele tego rodzaju mają wspólną ścianę środkową. W przekroju poprzecznym tunel składa się z dolnej płyty żelbetowej, podziemnych ścian posadowionych na podłożu nośnym oraz żelbetowej płyty stropowej.

W całym kompleksie tunelowym Blanka jest wiele interesujących rozwiązań detali oraz bardzo wymagających odcinków zarówno pod względem technicznym, jak i budowlanym. Z racji rozległego zakresu inwestycji poświęcimy uwagę tylko niektórym z nich. Najbardziej interesujące i najbardziej skomplikowane zostały opisane poniżej (w kierunku od Malovanky do Pelc-Tyrolki).

Pierwszym złożonym odcinkiem jest część portalowa tunelu, połączona ze skrzyżowaniem Malovanka. Cały zespół tuneli odkrywkowych z jedną łącznicą wjazdową i łącznicą z przyszłą ulicą Břevnovská tworzy monolit żelbetowy. Jego część stanowi również maszynownia systemów wentylacyjnych z dalszymi pomieszczeniami technologicznymi umieszczonymi między tunelami.

Skomplikowane warunki projektowania i budowy wystąpiły na brusnickim odcinku tuneli górniczych, gdzie wysokościowe prowadzenie trasy uniemożliwiło umieszczenie drążonego tunelu w masywie skalnym. Części tuneli trzypasmowych będą drążone w warstwach czwartorzędowych, stanowiących przevažnie osady eoliczne (lessy i gliny lessowe). Jako zabezpieczenie uzupełniające przy drążeniu przewidziano kolumny poziome iniekcji strumieniowej, wykonane z wyprzedzeniem nad górnym sklepieniem tunelu.

W rozległym, otwartym wykopie budowlanym na skrzyżowaniu Prašný most zostały razem umieszczone łącznice, centrum technologiczne oraz garaże podziemne na 463 miejsc. Fragmentem skrzyżowania jest również nowy most nad trasą kolejową w kierunku na Vítězné náměstí. Koordynacja prac na poszczególnych częściach obiektu, przy zachowaniu ruchu samochodowego i tramwajowego na powierzchni, z koniecznością umożliwienia dostępu do drążonego odcinka tunelu Brusnice oraz odcinka tuneli dejvických wykonanych metodą mediolańską, stanowi bardzo trudne zadanie zarówno z punktu widzenia organizacyjnego, jak i rozwiązań konstrukcyjnych obiektu. Dodatkowo plac budowy jest usytuowany w zabytkowej części Pragi, w bliskiej odległości Zamku Praskiego.

Kolejnym wymagającym odcinkiem jest przebicie tuneli metodą odkrywkową w ramach dejvického odcinka tunelowego, między westybuliem stacji metra Hradčanská i torowiskiem dworca ČD Praha-Dejvice. Dla celów budowy tuneli wykonywanych metodą podstropową północna część westybulu zostanie rozebrana, a po ich realizacji postawiona na nowo wraz z budową nowego przejścia podziemnego pod torami ČD do ulicy Dejvickéj. Rozwiązania techniczne musiały być

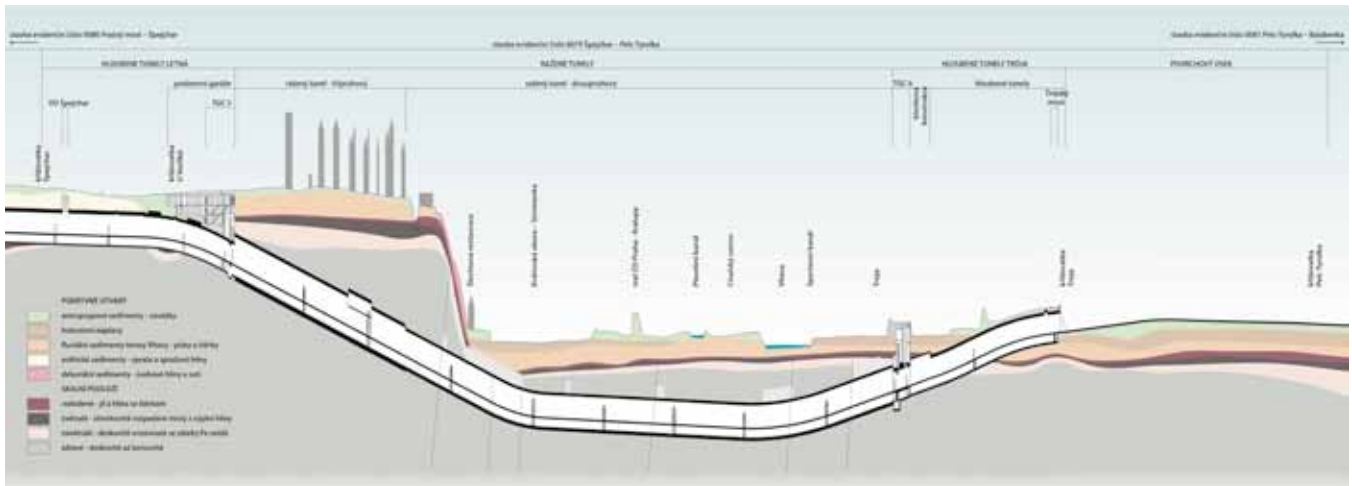
Dane techniczne inwestycji

Długość kompleksu tunelowego Blanka	Północna nitka tunelu [m]	Południowa nitka tunelu [m]
Odcinek Brusnice		
Odcinek wykonany metodą odkrywkową	546,07	539,29
Odcinek wykonany metodą górniczą	534,95	550,26
Odcinek wykonany metodą odkrywkową	323,96	308,72
Suma	1104,98	1398,27
Odcinek Dejvice		
Odcinek wykonany metodą odkrywkową	1006,82	1004,98
Suma	1006,82	1004,98
Odcinek Královská obora		
Odcinek wykonany metodą odkrywkową	290,69	294,93
Odcinek wykonany metodą górniczą	2230,77	2223,83
Odcinek wykonany metodą odkrywkową	568,94	537,22
Suma	3090,40	3085,98
Długość całkowita tuneli trasy głównej		
Długość całkowita tuneli wykonanych metodą górniczą	2765,72	2774,09
Długość całkowita tuneli wykonanych metodą odkrywkową	2736,48	2715,05
Długość całkowita tuneli	5502	5489
Długość łącznic tunelowych wykonanych metodą odkrywkową		
Malovanka	138,8	68
Prašný most	114	199,9
U Vorlíků	196	353,6
Trója	0	77,7
Suma	448,8	699,2

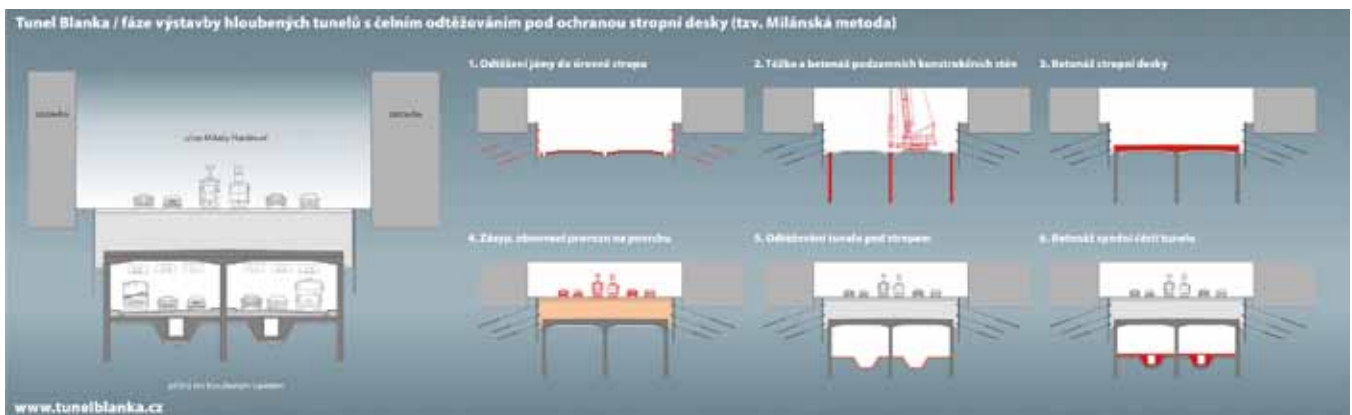
Tunele wykonane metodą odkrywkową w sumie	6599,53 m
Tunele wykonane metodą górniczą w sumie	5539,81 m
Tunele w sumie	12139,34 m
Powierzchnia wyrobiska	
Dwupasmowa	123,7 m ²
Trzypasmowa	172,6 m ²
Minimalny nakład tuneli wykonanych metodą górniczą	8 m
Maksymalny nakład tuneli wykonanych metodą górniczą	44 m
Roboty budowlane	
Obiekty wykonane metodą górniczą	944 000 m ³ (obszar wyrobiska)
Obiekty wykonane metodą odkrywkową	1 270 000 m ³ (przestrzeń obudowana)
Wysokość przejazdu	4,8 m
Szerokość pasa jezdni	3,5 m
Maksymalny spadek	5%
Projektowana prędkość	70 km/h

ponadto koordynowane z możliwością modernizacji całego obszaru dworca kolejowego i trasy kolejowej Praga – Kladno. Elementem tego projektu jest również budowa drugiego wstępu ze stacją Hradčanská, bezpośrednio powiązaną ze stacją kolejową.

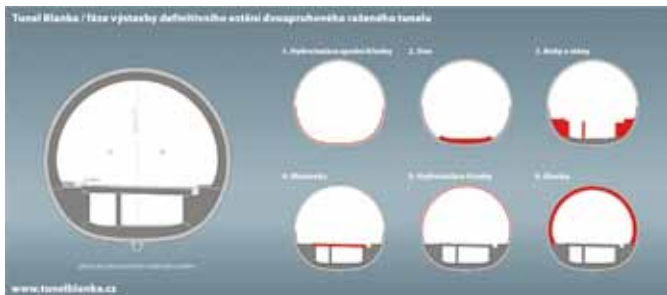
Problematyczna koordynacja budowy z istniejącą siecią komunikacyjną miała miejsce również na całej długości tuneli wykonanych odkrywkowo na odcinku Dejvice – Letná-Prašný most. Trasa jest prowadzona głównie ulicą Milady Horákové, która jest główną trasą łączącą wschodnią i zachodnią część



Przekrój podłużny tunelu pod Wełtawą



Tunel Blanka, faza budowy tuneli odkrywkowych z drążeniem czoda przodka zabezpieczonego płytą stropową (metoda mediolańska)



Tunel Blanka, faza wykonania obudowy ostatecznej dwupasmowego tunelu

miasta na jego północnym obszarze. Przede wszystkim z tego powodu wykorzystano technologię tuneli odkrywkowych realizowanych metodą podstropową, z zabezpieczeniem w postaci stałych konstrukcji nośnych stropu i ścian. Dzięki temu rozwiązaniu dojdzie do bardzo wyraźnego skrócenia czasu zajęcia pasów ruchu na powierzchni i ograniczeń w ruchu (z dużym udziałem komunikacji miejskiej).

Kolejnym znaczącym elementem kompleksu tunelowego jest część portalowa tuneli wykonanych odkrywkowo na Letnéj. W otwartym wykopie budowlanym o głębokości do 25 m znajdują się – oprócz skrzyżowania (z czterema łącznicami tunelowymi), właściwych tuneli i podziemnego centrum technologicznego – również garaże podziemne z 863 miejscami parkingowymi. Bardzo złożony obiekt z siedmioma kondygnacjami podziemnymi pod rozległym płaskowyzem

Letenska jest zaprojektowany jako żelbetowa konstrukcja monolityczna, której stopniowa budowa i rozwiązania techniczne będą podporządkowane nadrzędnemu celowi, jakim jest uzyskanie dostępu do tuneli drążonych pod Stromovką.

W wykopie budowlanym na Letnéj zaczynają się tunele wykonywane metodą górniczą odcinka Kralovska obora, prowadzące od portalu koło stadionu AC Sparta i kończące się w okolicy Trojskiego jazu na drugim brzegu Wełtawy. Większych komplikacji przy budowie tych tuneli górniczych można spodziewać się tylko na odcinku o długości ok. 160 m od podnóża stoku Letné do Stromovky, w pobliżu strawionej pożarem budowli historycznej restauracji Šlechtovej. Oba tunele przechodzą w tym miejscu z najniższym nadkładem na granicy warstw libeńskich łupków i rewnickich kwarcytów o słabej nośności. Najmniejsza wysokość nadkładu skalnego wynosi tutaj ok. 1,5 m, ponad nadkładem znajdują się nasycone wodą żwiry o grubości warstwy ok. 11 m. Dlatego też na tym odcinku, przed drążeniem właściwych tuneli ze sztolni eksploracyjnej zostanie wykonana strumieniowo-ciśnieniowa iniekcja skalna przy pomocy systemu kotew.

Istotną częścią inwestycji jest przejście tuneli górniczych pod Wełtawą. Chodzi o już czwartą w kolejności trasę tunelową (trasy metra), wydrążoną pod korytem rzeki. W tym przypadku jednak osiągnięto największy profil wyrobiska (120 m²), przy minimalnym nadkładzie pod dnem Wełtawy, wynoszącym 14,5 m. Zakłada się, że zwiększone przepływy nie powinny stanowić jakichś dramatycznych komplikacji podczas budowy.

W celu zabezpieczenia przeciwpożarowego oraz wentylacji przeważającej części tuneli górniczych odcinka Kralovska obora pod zabudową mieszkaniową na Letnéj został zaprojektowany złożony kompleks drażonych, podziemnych obiektów technologicznych. Chodzi głównie o maszynownię wentylacji, kanały wentylacyjne i sztolnie łączące, przywodzące i odprowadzające. Największym obiektem jest tu maszynownia wentylacyjna, umieszczona równolegle do trasy tuneli. Powierzchnia wyrobiska wynosi prawie 300 m², długość 125 m, wysokość nadkładu skalnego 25 m. Do obiektu maszynowni wentylacji są ściśle przyłączone kanały wentylacyjne przywodzące i odprowadzające. Ten złożony węzeł podziemny można było zaprojektować w tym miejscu jedynie dzięki bardzo sprzyjającym warunkom geologicznym.

Ostatnią częścią kompleksu tunelowego Blanka jest tunel wykonany odkrywkowo na trojskim brzegu. Tunele są tutaj zbudowane w otwartych wykopach budowlanych. Pomimo faktu, że zostały umieszczone za wałami przeciwpowodziowymi, jednym z ważnych kryteriów projektu był wpływ stanu powodziowego w rzece na możliwość wyparcia tunelu. Po zamodelowaniu przepustowości wału przeciwpowodziowego wraz z oporem hydraulicznym, wysokością piezometryczną oraz ocenie konstrukcji tunelu możliwość ta została wyeliminowana. Budowa obwodnicy miasta jest tutaj skoordynowana z budową zabezpieczeń przeciwpowodziowych miasta stołecznego (budowa nr 0012).

Technologiczne wyposażenie tunelu

Wyposażenie technologiczne i zabezpieczające kompleksu tunelowego Blanka spełnia, a w wielu przypadkach nawet przekracza, minimalne wymagania bezpieczeństwa, ustanowione w dyrektywie unijnej 2004/54/EC o bezpieczeństwie tuneli drogowych. Kompleks jest kolejnym obiektem tunelowym na obwodnicy miasta i bezpośrednio łączy się z Strahovskim tunelem samochodowym. Fakt sterowania i kierowania wszystkich praskich tuneli samochodowych z dwóch dyspozytorni (jedna dla kierowania ruchem, druga do śledzenia i sterowania wyposażenia technologicznego) wymusił wyposażenie kompleksu tunelowego Blanka w odpowiedni system monitorujący, kierujący oraz zabezpieczający, kompatybilny z pozostałymi tunelami.

Wyposażenie technologiczne kompleksu tunelowego Blanka:

- **osprzęt do maszyn** (tory dla żurawi),
- **sygnalizacja świetlna** (oznaczenie i kierowanie ruchem, szlabany, system informacyjny, urządzenia sygnalizacji świetlnej),
- **urządzenia wentylacyjne** (główna wentylacja tunelu, wentylacja pomieszczeń pomocniczych),
- **urządzenia trybu automatycznego** (system kierujący, urządzenia pomiarowe substancji szkodliwych oraz prędkości przepływu powietrza, identyfikacja warunków drogowych, zamknięty system TV, urządzenia zabezpieczające),
- **urządzenia wysokiego napięcia** (rozprowadzenie wysokiego napięcia, uzziemienie, oświetlenie tuneli i pomieszczeń pomocniczych),
- **urządzenia niskiego napięcia**,
- **stacja trafo**,
- **stacja benzynowa**.

Znaczenie tunelu z punktu widzenia komunikacji w Pradze oraz zakładane wysokie natężenie ruchu miały wpływ na wysokie wymagania dotyczące niezawodności projektowanych syste-



Maszynownia urządzeń wentylacyjnych

mów technologicznych, jak najmniejszych kosztów utrzymania, włącznie z minimalizacją kosztów eksploatacji, a zwłaszcza kosztów energii elektrycznej. Na zużycie energii elektrycznej tuneli drogowych wpływa głównie system oświetleniowy i wentylacyjny. Z tego powodu szczególną uwagę poświęcono właśnie projektowi systemu wentylacyjnego.

System wentylacyjny w kompleksie tunelowym Blanka wykorzystuje efekt tłoka poruszających się pojazdów oraz łączy zasady wentylacji poprzecznej i podłużnej z lokalnym odprowadzeniem lub nadmuchem powietrza w tunelu jednokierunkowym. W normalnych warunkach powietrze będzie doprowadzane głównie portalami wjazdowymi w połączeniu z lokalnymi nadmuchami na całej długości tunelu. Zanieczyszczone powietrze będzie odprowadzane w sposób wymuszony przez cztery połączone poprzecznie maszynownie, tak aby w jak największej mierze ograniczyć wydobywanie się spalin z portali wyjazdowych.

Odprowadzenie dymu w przypadku pożaru jest w tunelach drażonych zabezpieczone wymuszonym odprowadzeniem przez otwory w stropie (co ok. 80 m), połączone zamykanymi klapkami, do odprowadzającego kanału wentylacyjnego pod jezdnią. Na odcinkach wykonanych odkrywkowo dym jest odprowadzany w sposób wymuszony przez lokalne maszynownie lub przy pomocy wentylatorów strumieniowych umieszczonych przy portalach łącznic.

Ze względu na złożoność systemu oraz połączenie każdego z tuneli łącznicami wjazdowymi i wyjazdowymi z lokalną komunikacją na powierzchni, do zaprojektowania systemu wentylacyjnego, a głównie do automatycznego systemu jego sterowania, wykorzystano program do symulacji VENTSIM. Program ten został opracowany w związku z oddaniem do użytkowania tunelu Mrázovka w latach 2004–2005. Dla zminimalizowania mocy wentylatorów zostały zaprojektowane – na podstawie modelowania matematycznego i fizycznego, we współpracy z wydziałem budowy maszyn ČVUT w Pradze – korekty budowy ważniejszych węzłów wentylacyjnych, np. wielkości, liczby i kształtu otworów zasycających.

Tekst powstał na podstawie informacji przekazanych przez firmę Metrostav a.s.



Budowa nowego mostu Trojskiego w Pradze

tekst: prof. Ing. **JAN L. VÍTEK**, CSc., FEng., Metrostav a.s., współautorzy: Ing. **LADISLAV ŠAŠEK**, CSc.,
Ing. **ROBERT BROŽ**, PHD., Ing. **VLADIMÍR JANATA**, CSc.
zdjęcia: **JAN L. VÍTEK**, **JOSEF HUSÁK**

Obecnie w Pradze budowana jest północna część obwodnicy miasta. Projekt ten jest znany pod nazwą kompleks tunelowy Blanka, a w jego skład wchodzi liczne budowle tunelowe. Do kompleksu zaliczany jest również nowy most przez Wełtawę, który będzie służył komunikacji tramwajowej, samochodowej oraz pieszej. Po jego ukończeniu możliwa będzie rozbiórka istniejącego mostu tramwajowego, który jest eksploatowany od czasu ostatniej przebudowy mostu Barykadników.

Artykuł opisuje proces powstawania głównych elementów mostu. Nie wspomniano w nim o projektowaniu, analizach statycznych, posadowieniu czy sposobie podparcia. Celem artykułu jest bowiem poinformowanie opinii publicznej o wydarzeniach na placu budowy, możliwych do zaobserwowania w pobliżu terenów rekreacyjnych Troi oraz doliny Wełtawy.

Wstęp

Most Trojski powstał w ramach projektu kompleksu tunelowego Blanka. W 2006 r. inwestor zdecydował o zmianie projektu mostu i zorganizował konkurs na wykonanie nowego. Zwycięski projekt – łukowa konstrukcja hybrydowa – jest aktualnie w trakcie realizacji i będzie się zaliczał, zwłaszcza biorąc pod uwagę jego rozpiętość, do największych mostów w Cze-

chach. Oryginalny system konstrukcyjny oraz sposób budowy są przedmiotem szerokiej dyskusji.

Opis mostu

Przeprawa składa się z dwóch samodzielnych konstrukcji, oddzielonych dylatacją nad filarem stojącym na trojskim brzegu. Główne przesłono nad Wełtawą zaprojektowano jako prosto podpartą łukową konstrukcję stalową z betonowym pomostem o rozpiętości 200,4 m. Łączące się z nim od strony Troi przesłono zalewowe jest prosto podpartą konstrukcją dwubelkową o rozpiętości 40,35 m, wykonaną z monolitycznego betonu sprężonego.

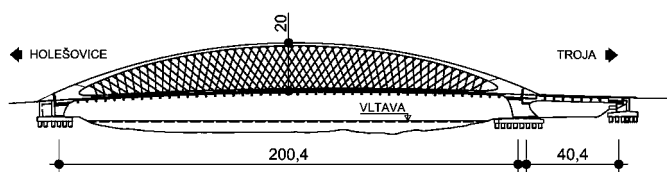
Most pod względem wizualnym stanowi niemal symetryczną całość, a to dzięki spójnej koncepcji oraz formie



Ryc. 1. Wznoszenie skrajnej części łuku po stronie Troi

przekroju poprzecznego (kształt poprzecznicy i płyty) oraz jednakowym detalom wyposażenia. Całkowita szerokość mostu wynosi 36,2 m (wraz z barierami) i jest pod względem konstrukcyjnym podzielona na pasy ruchu, odpowiednio do poszczególnych rodzajów komunikacji. Na środku, na samodzielnym korpusie, poprowadzono dwutorową linię tramwajową, po jej obu bokach symetrycznie biegną dwie jezdnie dwupasmowe oraz chodniki dla pieszych i rowerzystów.

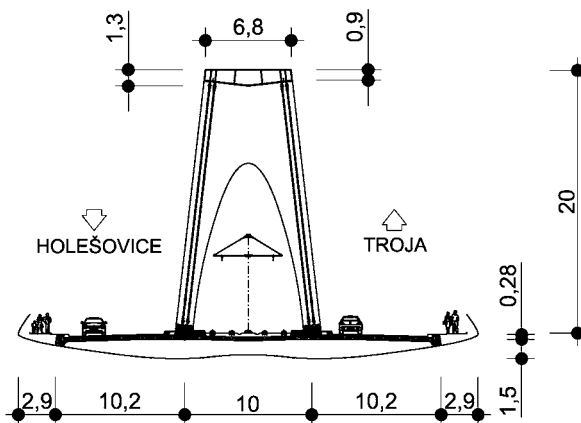
Projekt mostu Trojskiego jest konstrukcją znaczącą i odważną, wykorzystującą niezwykle, jak dotąd, wzajemne połączenia elementów konstrukcji, składającej się ze stalowego łuku oraz sprężonej betonowej płyty pomostowej, połączonych wzajemnie za pomocą sieci wieszaków. Rozwiązania i kształt przeprawy tworzą unikatową konstrukcję na skalę światową. Obiekt uzyskał niezwykłą elegancję dzięki stosunkowi nachylenia do rozpiętości łuku 1:10, co decyduje o jego smukłości, oraz stosunkowi wysokości konstrukcyjnej łuku i jego rozpiętości 1/182. Takie parametry uzyskano w wyniku zastosowania gęstej sieci wieszaków, która zapewnia wytrzymałość i sztywność konstrukcji. Przekrój podłużny mostu pokazano na rycinie 2.



Ryc. 2. Przekrój podłużny mostu

Rozwiązania konstrukcyjne

Płyta pomostowa sprężona poprzecznie i podłużnie jest podparta poprzecznicyami prefabrykowanymi. Środkowy pas tramwajowy jest otoczony konstrukcją stalowo-betonowych cięgien łuku (sprężonych wewnętrznie), oddzielających przestrzeń komunikacyjną od korpusu tramwajowego. Reakcje łuku przenoszone przez płytę pomostową są eliminowane dzięki sprężeniu podłużnemu. Wykorzystanie poprzecznicy prefabrykowanych umożliwiło znaczne przyspieszenie postępu robót oraz zmniejszyło liczbę tymczasowych konstrukcji podporowych przy jednoczesnym spełnieniu wysokich wymagań co do precyzji i jakości wykonania. Przekrój poprzeczny mostu ilustruje rycina 3.



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny w środku rozpiętości

Łuk stalowy, wznoszący się na 20 m w części środkowej, ma przekrój komorowy w kształcie pentagonu o wysokości 0,9–1,3 m. Mniej więcej w jednej czwartej rozpiętości rozdziela się obustronnie w kierunku podstaw na dwa czworokątne przekroje komorowe, odpowiednio do rozwiązań przestrzennych profilu korpusu tramwajowego.

Jednocześnie ukształtowano łuk stalowy, spełniając przy tym wymagania statyczne dotyczące jednakowej sztywności i powierzchni przekroju na całej jego długości oraz zachowania stałej grubości blach.

Most Trojski stanowi konstrukcję zawierającą szereg zaawansowanych rozwiązań, łącznie z jego wyposażeniem. Po raz pierwszy w Czechach zastosowano wypróbowane dylatacje francuskiej firmy. Odwodnienie jezdni i chodników wykonano na całej długości mostu oraz na przyczółkach z użyciem wpustów ulicznych angielskiego producenta. Dwutorowa linia tramwajowa w środkowej części płyty pomostowej jest poprowadzona na pływającej monolitycznej płycie żelbetowej. Płytę od konstrukcji nośnej oddziela elastomerowa mata antywibracyjna o grubości 23 mm.

Do płyty zakotwiono podstawy słupów trakcyjnych, szyny oraz kątowniki zabezpieczające. Na moście zaprojektowano tory połączone spawami. Kolejowe urządzenia dylatacyjne są umieszczone na przyczółkach za konstrukcją nośną.

Przebieg robót

Podczas gdy długo dywagowano o sposobie wznoszenia głównego przęsła przez rzekę, na rusztowaniu stałym zostało wykonane betonowanie przęsła zalewowego. Główne przęsło mostu stanowi złożony system konstrukcyjny, zoptymalizowany



Ryc. 4. Stanowisko montażowe i część wysuniętego rusztu



Ryc. 5. Walce do wysuwania rusztu nośnego pomostu



Ryc. 6. Widok wysuwanej konstrukcji z lotu ptaka

zgodnie z docelowo pełnionymi funkcjami. Na poszczególnych etapach budowy, kiedy konstrukcja jeszcze nie była kompletna, pojawiły się problemy związane z powstawaniem niezwykłych obciążeń. Ze względu na to starannie opracowywano kolejność wykonywania poszczególnych robót oraz rozważono cały szereg wariantów, zanim wybrano optymalny. W celu podjęcia odpowiednich decyzji analizowano różne kryteria, z których główne to: solidność wykonania konstrukcji i eliminacja ryzyka powstałego ze złej jakości wykonania oraz opóźnień w realizacji, opłacalność i liczba tymczasowych konstrukcji pomocniczych, ograniczenie niekorzystnego wpływu podnoszącego się poziomu wody w Wełtawie, możliwość wykorzystania ograniczonej przestrzeni na placu budowy.

Po szczegółowej analizie zdecydowano, że w pierwszej kolejności zostanie wykonana płyta pomostowa, z której następnie będzie montowany stalowy łuk z wieszakami.

Płyta mostowa składa się z prefabrykowanych poprzecznicy, płyty monolitycznej i stalowo-betonowego ciągną łuku. Poprzecznicę są zawieszane na stalowej części ciągną łuku przy pomocy elementów stalowych i złączy śrubowych. Ze względu na konstrukcję płyty pomostowej trzeba było zaprojektować pięć podpór tymczasowych. Pomost został następnie usztywniony tymczasową konstrukcją kratownicową. Na hołszowickim brzegu zorganizowano stanowisko montażowe (ryc. 4), na którym stopniowo montowano tymczasową konstrukcję kratową, stalową część ciągną łuku oraz prefabrykowane poprzecznicę. W ten sposób powstała konstrukcja rusztowa, którą stopniowo wysunięto na drugi brzeg rzeki.

Tymczasowa konstrukcja stalowa kratownicowa składa się z pasa dolnego i krzyżulców. Górny pas tworzy stalowa część ciągną łuku. Montaż na stanowisku montażowym rozpoczęto od połączenia pasa dolnego tymczasowej konstrukcji kratowej z krzyżulcami. Na betonowe podpory wykonane na stanowisku montażowym ustawiano zawsze po cztery prefabrykowane poprzecznicę. Na koniec instalowano stalową część ciągną, na którą przykręcano śrubami prefabrykowane poprzecznicę i krzyżulce. Powstawały w ten sposób konstrukcje o standardowej długości 16 m, które były kolejno wysuwane. Montaż był nadzwyczaj trudny ze względu na konieczną precyzję w celu zachowania wymaganego kształtu konstrukcji oraz aby umożliwić dokładne ustawienie wszystkich połączeń śrubowych. Dlatego też wygodniej było wykonywać wszystkie te operacje na stanowisku montażowym na hołszowickim brzegu rzeki. Pozycja poprzecznicy została precyzyjnie ustawiona z użyciem urządzeń hydraulicznych.

Przy wysuwaniu konstrukcji rusztowa była ciągnięta za pomocą prętów sprężających. W sumie przewidziano osiem prętów, ale w praktyce korzystano w większości tylko z czterech. Każdy pręt był ciągnięty przez walec hydrauliczny o mocy 60 t (ryc. 5). Przednia część konstrukcji została ustawiona za pomocą krótkiego kratowego awanboku (ryc. 6), który zapewniał płynny najazd na łożyska przesuwne. Łożyska przesuwne zostały uproszczone w celu zredukowania liczby pracowników wykonujących wysuwanie konstrukcji. Na łożyskach umieszczono płyty, po której bezpośrednio wysuwano dolny pas konstrukcji kratowej. Odpadła więc kwestia blach nierdzewnych i stopniowe przesuwanie płytek teflonowych między łożyskiem a wysuwaną konstrukcją. W ten sposób zmniejszono również ryzyko błędów przy wkładaniu płytek. Siły wysuwające

były starannie mierzone, dzięki czemu osiągnięto bardzo małe wartości tarcia (1–3%). Cała konstrukcja o długości 200 m była wysuwana przez ok. dwa i pół miesiąca wiosną 2011 r.

W dalszym etapie wykonano betonowanie końcowych poprzecznic mostu. Jeszcze przed tym trzeba było osadzić stalowe podstawy łuku, które miały być zespawane z poprzeczną końcową (ryc. 7). Stalowe stopki zostały osadzone na konstrukcji stalowej, przez co stały się częścią końcowej poprzecznic. Deskowanie końcowych poprzecznic o skomplikowanym kształcie podparto rusztowaniem stałym. Po zabetonowaniu końcowych poprzecznic kontynuowano stopniowe betonowanie płyty pomostowej, znów w odcinkach po 16 m. Deskowanie płyty pomostowej za każdym razem po stężeniu betonu było opuszczane na łodzi i przewożone na następny odcinek, gdzie ponownie ustawiano je we właściwej pozycji. Deskowanie zakotwiono do kotew zabetonowanych w prefabrykowanych poprzecznicach. Zaraz po betonowaniu poszczególnych odcinków pomostu aktywowano sprężenie poprzeczne. Po zakończeniu betonowania płyty pomostowej wykonano etapami betonowanie zespolonego stalowo-betonowego ciągu łuku. Sprężenie podłużne pomostu i cięgien łuku aktywowano w trzech krokach. Pierwsza część sprężenia podłużnego została wykonana po zakończeniu betonowania całej płyty pomostowej głównego przęsła mostu. W ten sposób powstała konstrukcja, która miała już nośność wystarczającą do montażu łuku. Wysoką sztywność konstrukcji osiągnięto zwłaszcza dzięki pomocniczej konstrukcji kratowej, współdziałającej z całą docelową płytą pomostową i ciągnem łuku.

Podstawy łuku są najbardziej obciążoną częścią konstrukcji. Przenoszą siły łuku na pomost i ciągną, są w nich również zakotwione wielkie 37-splotowe kable, podłużnie sprężające ciągną łuku. Sama konstrukcja stalowa podstaw wymagałaby dużej ilości zbrojenia do przeniesienia lokalnego napięcia. Ilość zbrojenia zredukowano dzięki wypełnieniu stalowych podstaw łuku betonem samozagęszczającym o wysokiej wytrzymałości, klasy C80/95, który rozprasza lokalne naprężenia.

Na gotowej płycie pomostowej postawiono wieże konstrukcji podporowej z materiału PIZMO, które służyły do montażu łuku mostu. Jednocześnie w miejscu przyszłej linii tramwajowej zbudowano tymczasowe tory, po których przewożono poszczególne elementy łuku, a następnie spawano w większe całości. Do przewożenia stalowych elementów wykorzystywano wózki sterowane hydraulicznie. Poszczególne elementy konstrukcji stalowej łuku były spawane w zestawy o długości zbliżonej do 1/3 łuku. Montaż pierwszej części łuku rozpoczął się od strony Troi, gdzie wzniesiono łuk u podstawy i połączono ze sworzniem konstrukcji pomocniczej przy podstawie. Następnie element ten był podnoszony wolnym końcem do wymaganej wysokości (ryc. 8a, 8b), po czym przyspawano podstawę łuku, by wreszcie konstrukcję pomocniczą ze sworzniem zdemontować. Podobnie wzniesiono część łuku po hołszowickiej stronie mostu (ryc. 9). Jako ostatni podnoszono środkowy element łuku. Wszystkie operacje podnoszenia przeprowadzono przy pomocy wieszaków prętowych oraz walców hydraulicznych (ryc. 10). Ciężar skrajnych części łuku wynosi ok. 720 t, środkowy element waży natomiast ok. 680 t.

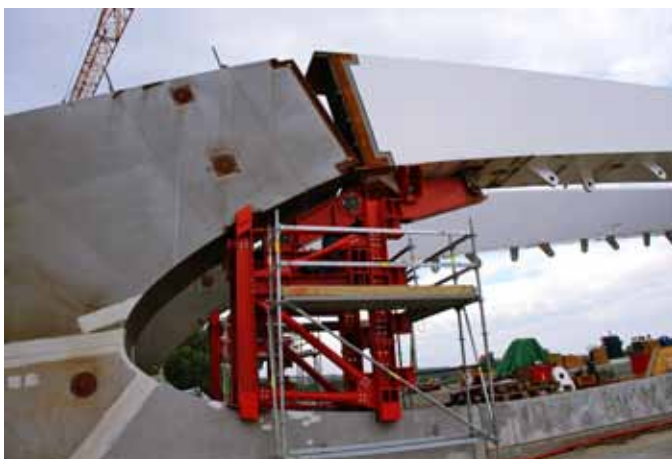
Kiedy łuk zostanie całkowicie zespawany, stanie się konstrukcją samonośną i będzie można zdemontować wieże podporowe, po czym nastąpi instalacja wieszaków. Wieszaki będą po zain-



Ryc. 7. Osadzanie podstawy łuku



Ryc. 8a. Skrajna część łuku w pozycji transportowej



Ryc. 8b. Skrajna część łuku osadzona na sworzniu

stalowaniu napinane ze stosunkowo małą siłą ok. 5–10 % nośności, aby ograniczyć ich ugięcia pod ciężarem własnym i tym samym wyeliminować nieliniową sztywność wieszaków. Będą instalowane grupami w pięciu etapach, tak aby przy instalacji i sprężaniu nie dochodziło do nadmiernej, niesymetrycznej deformacji łuku. Po instalacji wszystkich wieszaków dolny pas pomocniczej konstrukcji kratowej zostanie przerwany, nastąpi aktywacja drugiego z trzech etapów sprężenia podłużnego i całe główne przęsło mostu zostanie opuszczone z łożysk przesuwanych na podporach tymczasowych – będzie opierać się jedynie na łoż-



Ryc. 9. Wznoszenie skrajnej części łuku po stronie Troi

żyskach docelowych. Płyta pomostowa opadnie według założeń statycznych prawdopodobnie o 250 mm i w ten sposób dojdzie do pełnej aktywacji wszystkich wieszaków. Następnie zostanie zdemonstrowana pozostała część tymczasowej konstrukcji kratowej oraz nastąpi ostatnia faza sprężania podłużnego i kontrola sprężenia wieszaków. W przypadku ewentualnych odchyśleń od zakładanego napięcia wieszaki zostaną skalibrowane w optymalny sposób z wykorzystaniem metod programowania oraz matryc powiązanych. Oczekuje się, że rektyfikacja mogłaby dotyczyć ok. 10% wieszaków, po czym budowę mostu będzie można dokończyć. Zostaną zamontowane stalowe kapy chodnikowe, będzie położona wierzchnia warstwa jezdni, osadzone tory tramwajowe i oświetlenie itd.

Konstrukcje betonowe

Wszystkie konstrukcje betonowe są zaprojektowane z betonów wysokich klas dla zapewnienia wieloletniego użytkowania mostu. Poprzecznice są prefabrykowane z dodatkowo sprężonego betonu C70/85 XF2. Prefabrykaty nietypowych kształtów mają 29,28 m długości, 0,50 m szerokości i zmienną wysokość od 0,41 do 1,53 m, są sprężone dwoma dziewięciosplotowymi kablami systemu SUSPA-DSI (ryc. 11). Poprzecznice zostały wykonane w zakładzie produkcyjnym segmentów mostowych SMP CZ w Brandysie nad Labem. Sprężanie poprzecznic przebiegało w dwóch fazach, pierwsza faza miała miejsce jeszcze w zakładzie, druga po instalacji poprzecznic na ciągniku łuku przed wysuwaniem. Poprzecznice w trakcie transportu i montażu były narażone na szereg obciążeń, dlatego pełna akty-



Ryc. 10. Stan robót po wzniesieniu obu części skrajnych łuku

wacja sprężenia w zakładzie produkcyjnym była niemożliwa. Do poprzecznicy zabetonowano stalowe elementy kotwiące, które przenoszą obciążenia z płyty pomostowej do cięgna łuku (ryc. 12). Elementy te zostały w zakładzie przymocowane za pomocą połączeń śrubowych do stalowej części cięgna łuku.

Konstrukcje monolityczne przęsła zalewowego i głównego przęsła mostu wykonano z betonu sprężonego C50/60 XF2, tylko cięgno łuku, ze względu na większe narażenie na sole rozmrzające, wykonano z betonu C50/60 XF4. Wszystkie betony konstrukcji monolitycznych zostały dostarczone przez firmę TBG Metrostav s.r.o. Kompletnie deskowanie konstrukcji monolitycznych mostu dostarczyła firma Česká Doka. Końcowe poprzecznicę przęsła zalewowego i głównego stanowią maszyną konstrukcję o wymiarach ok. 30 x 4 x 1,8 m. Z tego powodu przywiązywano nadzwyczajną wagę do wpływu ciepła hydratacyjnego na konstrukcję. Przy betonowaniu w miesiącach letnich (poprzecznicę przęsła zalewowego) beton był chłodzony ciekłym azotem. W celu ograniczenia pęknięć powstających w początkowych fazach twardnienia betonu dodano do niego włókna polipropylenowe. Przęsło zalewowe ma ok. 1200 m³ objętości. Ze względu na złożoną formę konstrukcji oraz konieczność bardzo ostrożnego wylewania betonu konstrukcja przęsła zalewowego była betonowana w trzech częściach. Szczególną uwagę zwrócono na betonowanie cięgien mostu. Przestrzeń wewnątrz cięgna została wypełniona stalowymi elementami cięgna oraz zbrojeniem, które było przewidziane głównie dla ograniczenia pęknięć (ryc. 13). Idealne byłoby użycie do betonowania cięgna betonu samozagęszczającego, okazało się to jednak niemożliwe, ponieważ powierzchnia cięgna osiągała znaczne nachylenie – do 8%. Dlatego wyprodukowano specjalny beton, lekko gęstniejący, który umożliwił betonowanie elementów z nachyleniem powierzchni, a przy tym jest na tyle rzadki, że przeniknął przez małe otwory do niedostępnych części deskowania między gęsto ułożonym zbrojeniem. Technologia betonowania była przetestowana na modelowym wzorcu w skali 1:1, przy czym skontrolowano betonowanie wszystkich detali.

Beton wykorzystany przy wypełnianiu podstaw łuku został zaprojektowany na podstawie doświadczeń zdobytych przy opracowywaniu betonów wysoko wytrzymałościowych w firmie TBG Metrostav, s.r.o. Celem było osiągnięcie wysokiej wytrzymałości betonu (ostateczna projektowana klasa to C80/95), aby beton mógł w bezpieczny sposób przenieść wysokie obciążenia mechaniczne, powstające zwłaszcza w okolicy zakotwienia sześciu 37-splotowych kabli wchodzących w skład cięgna łuku. Wymagana była również zdolność betonu do całkowitego wypełnienia przestrzeni ograniczonej zbrojeniem konstrukcji. Skład betonu i sposób betonowania został znowu szczegółowo przetestowany na modelu konstrukcji w skali 1:1, który zrobiono ze sklejki. Przez wykonanie odwiertów potwierdzono jakość betonu i jego zdolność do wypełnienia całej wymaganej przestrzeni. Dopiero po pomyślnych wynikach testów przystąpiono do realizacji. Beton samozagęszczający został wpompowany do podstawy łuku od dołu, a całe podstawy wypełniano stopniowo w czterech etapach. Wyniki testów wykazały, że rzeczywista wytrzymałość betonu przekracza 100 MPa.

Sprężenie konstrukcji betonowych

Wszystkie betonowe konstrukcje nośne są sprężone, z wyjątkiem prefabrykowanych poprzecznicy.



Ryc. 11. Walce hydrauliczne unoszące część łuku na prętach wieszakowych



Ryc. 12. Poprzecznicę prefabrykowane na składzie



Ryc. 13. Element kotwiący przygotowany do zabetonowania w poprzecznicę

sprężającego VSL. Poprzecznicę sprężenie płyt przęsła głównego i zalewowego zapewniają kable czterospłotowe w płaskich kanałach. Cięgna sprężenia podłużnego są umieszczone w kanałach okrągłych i składają się z kabli różnych wielkości, od 7- do 37-splotowych. Największe 37-splotowe kable znajdują się w cięgnię łuku (w każdej parze cięgien jest sześć kabli). Most leży w pobliżu dworca kolejowego Holešovice, przy tunelach metra linii C i biegnie po nim linia tramwajowa. Z tego powodu jest mocno wyeksponowany na zjawisko prądów błędzących. Był to jeden



Ryc. 14. Ciężno łuku przed i po betonowaniu



Ryc. 15. Przekrój łuku w części środkowej

z powodów zaprojektowania sprężenia z najwyższym stopniem zabezpieczeń. Wszystkie kable sprężające są zaprojektowane w stopniu zabezpieczeń PL3 (zgodnie z rekomendacją FIB), są więc umieszczone w plastikowych kanałach z izolacją elektryczną i monitorowane (umożliwia to pomiary odporności kiedykolwiek w trakcie żywotności konstrukcji). W ten sposób zapewniono maksymalną trwałość tego podstawowego systemu nośnego.

Konstrukcje stalowe

Budowa mostu wymagała wykonania konstrukcji stalowych zarówno docelowych, jak i tymczasowych. Konstrukcje tymczasowe obejmują zwłaszcza podpory tymczasowe w rzece oraz tymczasową konstrukcję kratową. Dalsze konstrukcje pomocnicze są już mniejsze, np. konstrukcje do wznoszenia łuku, wieże podporowe PIZMO, a to w ich części podporowej oraz w części platform górnych, konstrukcje pomocnicze sworzni do wznoszenia skrajnych elementów łuku, konstrukcje związane z wysuwaniem itd. Konstrukcje docelowe obejmują głównie łuk stalowy, ciężno łuku i wieszaki prętowe.

Podpory nurtowe o wymiarach 19 x 6,5 m są zaprojektowane jako ruszt stalowy, podparty czterema grubościennymi rurami o przekroju 1060 mm. Są one posadowione na palach wielośrednicowych zakotwionych w podłożu nośnym. Po zakończeniu budowy ruty zostaną odcięte na głębokości 1 m pod dnem rzeki, ponieważ podpory tymczasowe muszą być kompletnie zdemontowane.

Tymczasowa konstrukcja kratowa złożona jest z pasa dolnego (profil I o wysokości 800 mm) oraz krzyżulców o średnicy

zewnętrznej ok. 400 mm, grubość ścian jest zróżnicowana w zależności od obciążenia i wynosi od 12 mm do 40 mm. Górny pas konstrukcji kratowej jest jednocześnie konstrukcją stalową ciężna łuku.

Wieszak poprzeczniczy jest dość specyficzną konstrukcją stalową, zabetonowaną w poprzeczniczy i przyśrubowaną do stalowego ciężna łuku. Przenosi obciążenie z płyty mostu do ciężna łuku i dalej do łuku. Dlatego stanowi on zasadniczą część konstrukcyjną mostu. Spawana konstrukcja jest wykonana z blach o grubości 25–70 mm z materiału S420 NL i S420 NL + Z 25. Kształt został dostosowany do funkcji statycznych i wymagań technologii montażu. Cały element o wymiarach 590 x 1368 x 1326 mm waży 1050 kg (ryc. 14).

Część stalowa ciężna łuku złożona jest z trzech głównych blach poziomych i dwóch pionowych. Roboczo element ten jest nazywany omegą, z powodu swojego przekroju, zbliżonego kształtem do greckiej litery. Do usztywnień poprzecznych są przyśrubowane wieszaki poprzeczniczy oraz krzyżulce tymczasowej konstrukcji kratowej. Na powierzchni zewnętrznej do pionowych blach przyspawano zaczepy wieszaków. Omega składa się z blach o grubości od 25 mm do 90 mm z materiału S420 NL oraz S420 NL + Z 25. Długość typowych elementów wynosi 16 m, a waga ok. 23 t. Elementy te były stopniowo spawane ze sobą na stanowisku montażowym przy wysuwaniu rusztu.

Łuk stalowy jest najbardziej złożoną konstrukcją stalową mostu. Pusty przekrój ma w najwyższej części łuku szerokość ok. 6,9 m i zmienną wysokość od 0,9 m do 1,3 m (ryc. 15). W kierunku podpór przekrój rozszerza się, aż do rozdzielenia na dwie niezależne części (mniej więcej w 1/4 rozpiętości), które są zakotwione przy podstawach łuku do końcowej poprzeczniczy betonowej. Łuk jest wzmocniony szeregiem usztywnień, cztery podłużne przenoszą obciążenia z zaczepów wieszaków do całego przekroju, pozostałe zapewniają sztywność konstrukcji. Grubość blachy górnej i dolnej wynosi 60 mm, grubość podłużnych ścian obwodowych 50 mm. Wewnętrzne usztywnienia podłużne mają tylko 40 mm grubości, a przegrody poprzeczne 25 mm. Do wykonania zaczepów wieszaków przy podstawach łuku użyto blach o grubości 80 mm. Do wykonania ścian i pasów łuku wykorzystano materiał S420 ML, podczas gdy pozostałe części powstały z materiału podstawowego S355 NL. Wszystkie połączenia tej złożonej konstrukcji są zaprojektowane tak, aby umożliwiały kontrolę spawów konstrukcyjnych.

Łuk został wykonany w Horních Počernicích (Metrostav) i w Slaném (MCE) w częściach o wadze 43 do 83 t. Były one następnie dostarczane na budowę i stopniowo spawane. Dalej podłużnie zespawane elementy zostały przesunięte na przyszły pas tramwajowy, gdzie zespawano je w trzy zestawy, które następnie wznoszono do pozycji docelowej.

Zabezpieczenia antykorozyjne

Do zabezpieczenia konstrukcji stalowych wykorzystano różnorodne systemy powłokowe ze względu na zagrożenie korozyjne według TP 84. Ogólnie systemy powłokowe można scharakteryzować jako kombinację powłoki podstawowej z wysoką zawartością cynku, dwóch powłok podkładowych oraz powłoki zewnętrznej w kolorze białym. W najbardziej narażonych miejscach zabezpieczenia antykorozyjne są wzmocnione kolejnymi warstwami, ewentualnie uzupełnione cynkowaniem żarowym.

Wieszaki

W sumie 200 wieszaków prętowych Macalloy, które tworzą sieć łuku, ma średnice w granicach 76–105 mm. Na obu końcach wieszaków (na łuku i ciągnię) zostały zamocowane przy pomocy widełek i sworzni. Pręty systemu Macalloy są wykonane z materiału S520. System spełnia wymagania bezpieczeństwa dotyczących skutków zmęczenia elementów. System został przetestowany próbami 2 mln cykli przy zróżnicowanym napięciu 130 MPa. Widełki i inne detale były zmodernizowane tak, aby odpowiadały wysokim wymaganiom dotyczącym zmęczenia materiału. Napinaniu wieszaków urządzeniami hydraulicznymi przymocowanymi na gwintach przy elemencie napinającym poświęcono najwięcej uwagi. Przygotowano system stopniowej rektyfikacji z wykorzystaniem metod programowania liniowego i matryc powiązanych w celu osiągnięcia sił wymaganych w projekcie w poszczególnych wieszakach, i to jak najszybszym sposobem.

Monitoring mostu

Oryginalny projekt konstrukcji wykorzystujący możliwości materiałów i złożony proces budowy wymagają kontroli wykonywanych czynności w celu sprawdzenia, czy konstrukcja jest wznoszona zgodnie z założeniami projektowymi. Dlatego też w trakcie realizacji inwestycji konstrukcja jest na bieżąco monitorowana zarówno pod względem geodezyjnym, jak i pomiarów deformacji konstrukcji mostu przy pomocy wbudowanych tensometrów. Kontrola geodezyjna była stosowana przy wysuwaniu oraz przy dokładnej kontroli położenia i kształtu wszystkich części mostu w trakcie montażu. Poza geodetami usługi monitoringu i pomiarów tensometrycznych świadczy również wyspecjalizowana firma. W ramach programu obserwacji w trakcie budowy wykonuje się pomiary deformacji na pomocniczej konstrukcji kratowej, w betonowym pomoście, w łuku i na wszystkich wieszakach. Długoterminowy program monitoringu mostu zakłada pomiary w pomoście, łuku i na wybranych wieszakach mostu.

Podsumowanie

Most Trojski jest jedną z najbardziej znaczących budowli ostatnich lat, a możliwe, że i jednym z ostatnich mostów przez Wełtawę, które powstaną w Pradze. Dlatego też zrozumiała jest decyzja inwestora, aby wybudować most oryginalny, który będzie budowlą przyciągającą uwagę. Już swoją rozpiętością różni się bardzo od pozostałych praskich mostów. Zespół wykonawczy wkłada najwięcej wysiłku w to, aby powstająca konstrukcja była bezpiecznie zaprojektowana i wzniesiona oraz by spełniała wymagania nowoczesnej konstrukcji inżynierskiej. Szczególna uwaga została poświęcona trwałości i długiej żywotności konstrukcji. Zastosowano innowacyjne, ale sprawdzone technologie i materiały. Poza właściwą konstrukcją nośną zadbano o funkcjonalność, jakość i wygląd pozostałych elementów mostu. Obecnie kończy się etap wznoszenia łuku mostu. Nawet laicy potrafią sobie już wyobrazić, jak będzie wyglądała ta budowla. Zakończenie budowy mostu jest przewidziane na jesień 2013 r., jednak normalne użytkowanie rozpocznie się dopiero po ukończeniu całego projektu Blanka w pierwszej połowie 2014 r.

Przy budowie mostu wykorzystano wiedzę uzyskaną przy opracowywaniu projektu MPO CR nr FR-TI3/531.

Podstawowe informacje o inwestycji

Autorzy: Jiří Petrák, Ladislav Šašek, Roman Koucký, Libor Kábrt
Projektant: Mott MacDonald CZ, s.r.o., Ladislav Šašek, Petr Nehasil

Projektant konstrukcji stalowej: Excon, a.s., Vladimír Janata, Dalibor Gregor

Architekt i koordynacja 3D: Roman Koucký Boudo architektonické s.r.o., R. Koucký, L. Kábrt

Projektant wysuwania, koordynator: NOVÁK and PARTNER, s.r.o., L. Vráblík, M. Šístek

Koordinátor projektu Blanka: Satra a.s., Alexandr Butovič

Zarządca inwestycji: IDS a.s., Josef Kališek, Luděk Fuchs, Jiří Plachý

Wykonawca mostu: Metrostav a.s.

Kierownictwo projektu: Alexandr Tvrz, Zdeněk Račan, Petr Koukolík

Przygotowanie projektu: Robert Brož, Vladimír Hájek, Pavel Guňka

Eksperci: Jan L. Vitek, Miroslav Škaloud

Autor koncepcji: Petr Vitek

Wysuwanie mostu i montaż elementów: Metrostav a.s., Tomáš Wangler, Jiří Lukeš

Wykonawca konstrukcji stalowej: Metrostav a.s., Jindřich Hágle, Josef Olenič, Leoš Gurný, MCE Slaný a.s., Jan Svoboda, Vladan Michalík

Roboty geodezyjne: Metrostav a.s., Jakub Beneš, Martin Hanzl, CCE Praha, s.r.o., Jaroslav Pohan, Jiří Bouček

Dostawa, montaż i sprzężenie wieszaków Macalloy: Tension systems, s.r.o., Jiří Schlossbauer

Dostawca betonu: TBG Metrostav a.s., s.r.o., Milada Mazurová, Robert Coufal

Deskowanie konstrukcji monolitycznych: Česká Doka bednicí technika, s.r.o.

Monitoring: PONTEX, s.r.o., Tomáš Míčka, Tomáš Klir

Przekład: mgr Joanna Szprycha

Literatura

- [1] *The measurement of Scientific and Technological Activities, proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technical Innovation Data.* Wyd. pol. Komitet Badań Naukowych. Warszawa 1999.
- [2] Šašek L. et al.: *Projekt Trojského mostu.* Sborník 17. mezinárodního symposia Mosty 2012. Sekurkon 2012.
- [3] Vitek J.L. et al.: *Výstavba Trojského mostu v Praze.* Sborník 17. mezinárodního symposia Mosty 2012. Sekurkon 2012.
- [4] Hátle J.: *Výstavba Trojského mostu v Praze. „Silnice a železnice“ 2012, číslo 2.*
- [5] Gregor D. et al.: *New Troja Bridge in Prague – Concept and Structural Analysis of Steel Parts.* Steel Structures and Bridges 2012 – 23rd Czech and Slovak International Conference. “Procedia Engineering” 2012, Vol. 40, pp. 131–136. A special issue. Ed. by J. Bujňák and J. Vičan.
- [6] Janata, V. et al.: *New Troja Bridge in Prague – Structural Solution of Steel Parts.* Steel Structures and Bridges 2012 – 23rd Czech and Slovak International Conference. “Procedia Engineering” 2012, Vol. 40, pp. 159–164. A special issue. Ed. by J. Bujňák and J. Vičan.



prof. dr hab. inż.
Andrzej Kuliczkowski
prezes zarządu PFTT

Drodzy Czytelnicy,

Polska Fundacja Technik Bezwykopowych (PFTT) wraz z redakcją czasopisma „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” zamierza w jeszcze większym stopniu niż dotychczas przybliżać Państwu zagadnienia dotyczące światowych osiągnięć z zakresu technologii bezwykopowych. Wspólnie podjęta inicjatywa będzie polegała na zamieszczaniu co cztery miesiące na łamach „Nowoczesnego Budownictwa Inżynieryjnego” informacji na temat najciekawszych urządzeń, rozwiązań materiałowych, technologii oraz inwestycji bezwykopowych prezentowanych w międzynarodowym czasopiśmie “Trenchless International”. Czasopismo to jest organem Międzynarodowego Stowarzyszenia Technologii Bezwykopowych (ISTT), a pośrednio także Polskiej Fundacji Technik Bezwykopowych, która od 15 lat jest członkiem tej organizacji. Zachęcam Państwa do prenumeraty czasopisma “Trenchless International”. Jednocześnie chciałbym zapewnić firmy z branży bezwykopowej, że PFTT – podobnie jak miało to miejsce wielokrotnie wcześniej – bardzo chętnie włączy się do promowania Państwa osiągnięć z zakresu technologii bezwykopowych w kraju i za granicą, a w sposób szczególny na łamach czasopisma “Trenchless International”. Dane kontaktowe PFTT są zamieszczone na stronie internetowej: www.pftt.pl.



Trenchless International,
wydanie styczeń 2013,
oficjalny magazyn **Międzynarodowego
Stowarzyszenia Technologii
Bezwykopowych**

Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach

Technologie bezwykopowe alternatywą w czasie kryzysu

Przedstawiciele Północnoamerykańskiego Stowarzyszenia Technik Bezwykopowych o sytuacji i perspektywach branży technologii bezwykopowych w USA w dobie spowolnienia gospodarczego.



tekst: mgr inż. **DOMINIKA LICHOSIK**, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych
zdjęcia: Trenchless International, Hobas System Polska Sp. z o.o., Tracto-Technik GmbH & Co.KG, Hanylyma

W 2009 r. redaktorzy czasopisma “Trenchless International” rozmawiali z ekspertami od technik bezwykopowych z całego świata na temat oddziaływania kryzysu finansowego na ich branżę. W ostatnim nu-

merze czasopisma zastanawiają się wraz z liderami branży z Ameryki Północnej, w jaki sposób przemysł bezwykopowy podniesie się z zapaści. Mike Willmets, dyrektor wykonawczy Północnoamery-

kańskiego Stowarzyszenia Technologii Bezwykopowych (NASTT), stwierdził, że branża budowlana w USA odradza się i ma przed sobą dobre perspektywy w 2013 r.

George Ragula, prezes NASTT w poprzedniej kadencji, powiedział, że pomimo postępów w rozwoju maszyn budowlanych, w 2009 r. nastąpił zastój w całej branży, który jednak okazał się stosunkowo krótkotrwały. Ragula twierdzi, że nadszedł czas dobrej koniunktury dla branży bezwykopowej. Nie są to wielkości sprzed kryzysu, natomiast podejmowane są prace w tym sektorze, a i ich poziom nieustannie rośnie. Między innymi rozważane jest wykorzystanie technologii bezwykopowych w sektorze gazowym w związku z eksploatacją nowych źródeł. W 2012 r. wykorzystanie technologii utwardzanych powłok żywicznych (CIPP) osiągnęło rekordowy poziom. Wielu właścicieli infrastruktury zdecydowało się na zastosowanie tej technologii po raz pierwszy. Ragula przypomniał, że przemysł budowlany tworzy miejsca pracy i jest obszarem, na którym skupiają się działania amerykańskiego rządu. Jednak mimo, że branża budowlana podnosi się z zapaści z 2009 r., to w dalszym ciągu uzyskanie finansowania inwestycji jest trudne. Generalnie rzecz biorąc, nie buduje się nowych rurociągów – właściciele infrastruktury koncentrują się na odnowie lub wymianie już istniejących, starzejących się urządzeń.

Michelle Hill, kierownik ds. szkoleń NASTT, podziela pogląd George'a Raguli dotyczący niskiego poziomu inwestycji związanych z budową nowych rurociągów. Uważa, że istnieje rosnąca potrzeba szukania oszczędności i wykorzystywania aktywów, które już znajdują się pod ziemią. Hill powiedziała, że w ciągu dwóch ostatnich lat zmieniły się potrzeby szkoleniowe specjalistów z branży. Obecnie istnieje większe zapotrzebowanie na szkolenia w zakresie technik rehabilitacji niż tych związanych z nowymi metodami instalacyjnymi. Według Raguli, w związku z tym, że na projekty przeznaczane są mniejsze sumy pieniędzy, właściciele infrastruktury rozważają zastosowanie bezwykopowych metod odnowy w celu zwiększenia długości odnowionych rurociągów w ramach dostępnego budżetu.

Tego samego zdania jest Chris Brahler, szef firmy TT Technologies dostarczającej rozwiązania bezwykopowe. Według niego, receptą na zmniejszające się budżety projektów są technologie bezwykopowe.

Ciągły rozwój technologii bezwykopowych oraz potrzeba dostarczania rozwiązań niskokosztowych spowodowały, że

w latach 2009–2012 wiele amerykańskich firm rozszerzyło wachlarz swoich produktów i usług o elementy technologii bezwykopowych. Ragula uważa, że największą barierą w stosowaniu technik bezwykopowych jest nieuzasadniony lęk właścicieli infrastruktury przed nowymi technologiami. Obawy te związane są przeważnie z brakiem wiedzy. Jest on zaskoczony niskim poziomem wiedzy z tej dziedziny w niektórych obszarach USA i uważa, że wiąże się to również z postawą niechęci do zmian wśród niektórych właścicieli infrastruktury oraz agencji rządowych. Według niego, ludzie pracujący w takich organizacjach zazwyczaj nie lubią podejmować ryzyka i polegają na starych metodach, które stosowali od lat.

Ciekawe realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

Odnowa sieci wodociągowej w miejscowości Framingham w stanie Massachusetts w USA przy pomocy technologii Aqua-Pipe

Pierwsze wodociągi żeliwne w miejscowości Framingham zostały zbudowane w 1880 r., przez co wymagają ciągłych i rozległych napraw. Coraz częściej pojawiają się przecieki. W rezultacie kosztownych remontów kurczą się budżety takich miast, jak Framingham, dlatego szukają one bardziej wydajnych i skutecznych metod radzenia sobie ze starzejącymi się systemami wodno-ściekowymi.

Władze miasta zdecydowały się na zastosowanie technologii utwardzanych powłok żywicznych (CIPP) w wersji firmy Aqua-Pipe do odnowy dwóch odcinków swojej sieci wodociągowej. Pierwszy przebiega pod ruchliwym przejazdem kolejowym w centrum miasta. Prace wykonywane były w nocy i nie powodowały zakłóceń w ruchu pociągów. Drugi to 400-metrowy rurociąg o średnicy 150 mm. W tym przypadku problem stanowiła zaawansowana inkrustracja, a rurociąg pracował z 50-procentową wydajnością przepustowości. Prace wykonywane były w dzień i nie powodowały przerw w dostawie wody pitnej dzięki systemowi by-passów. Rehabilitacja obu odcinków zajęła ok. 12 dni.

Dyrektor przedsiębiorstwa wodociągów i kanalizacji w Framingham oszacował, że koszt odnowy przy pomocy technologii Aqua-Pipe był mniejszy o połowę w stosunku do tradycyjnych metod wykopowych. Jego nadzieje w stosunku



Inkrustracja przewodu wodociągowego

do wykorzystanej technologii nie tylko się spełniły, lecz nawet przerosły jego oczekiwania.

Odnowa wodociągu w miejscowości Delta w Kolumbii Brytyjskiej przy pomocy technologii CIPP

Przedmiotem projektu rehabilitacyjnego były rurociągi żeliwne o średnicach 400 mm oraz 1300 mm, które pokonują łuki od 22 do 90°. Prace wykonywała firma IVIS Inc. Jednym z wyzwań stojących przed wykonawcą był duży dystans od miejsca, w którym powłoki były nasączone, do miejsca instalacji (ponad 1100 km). Wymagało to bardzo dobrej koordynacji wszystkich działań, m.in. przeprowadzenia ogółu prac przygotowawczych na miejscu inwestycji przed dostarczeniem powłok, ze względu na ich krótką przydatność do instalacji od momentu nasączenia. Kolejnym utrudnieniem był wysoki poziom wód gruntowych w miejscu inwestycji. Uszkodzony rurociąg posiadał wiele otworów, przez które następowała intensywne infiltracja. Dlatego aby upewnić się, że odnowiony rurociąg będzie spełniał wszystkie standardy dla



Instalacja rur Hobas pod liniami kolejowymi w okolicach Ciechanowa



Instalacja przewodu wodociągowego na błotnistych równinach wybrzeża Morza Północnego

rurociągów ciśnieniowych, powłoka była utwardzana pod odpowiednim ciśnieniem (skalkulowanym dla danego rurociągu) przez dłuższy okres. Odnowiony rurociąg przeszedł z powodzeniem test ciśnieniowy (zgodnie z dokumentacją projektową – 1 MPa).

Projekty kolejowe realizowane przez firmę Hobas w Polsce, Holandii i w Czechach

Redaktorzy czasopisma "Trenchless International" przyjrzeni się projektom kolejowym zrealizowanym w Polsce, Holandii i Czechach z wykorzystaniem rur firmy Hobas.

Inwestycja realizowana w Polsce była częścią państwowego projektu modernizacji linii kolejowej E65 z Warszawy do Gdyni. Rury zostały wykorzystane do budowy przepustów pod linią kolejową w okolicach Ciechanowa. Wykorzystując metodę mikrotunelingu, zainstalowano trzy przepusty kolejowe o długości 16 m, 24 m i 32 m oraz o średnicy zewnętrznej 1720 mm i sztywności nominalnej 100 000 N/m². Zainstalowano również przepust o długości 22 m, średnicy ze-

wewnętrznej 2047 mm i sztywności nominalnej 64 000 N/m². Firma Hobas uczestniczy w modernizacji polskich linii kolejowych od 2003 r., wykonując instalację przepustów kolejowych.

Inwestycja zrealizowana w Holandii obejmowała bezwykopowe przeprowadzenie linii wysokiego napięcia (10 000 V) pod linią kolejową. Wykorzystano do tego zadania metodę przecisków hydraulicznych sterowanych, z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym. Zastosowano rury o średnicy 220 mm, natomiast aby mogła ona sprostać wymaganej maksymalnej sile przecisku 148 kN, grubość ścianki wyniosła 22 mm.

W miejscowości Třinec w Czechach zastosowano rury GRP firmy Hobas (DN 400) do budowy nowego rurociągu o długości 330 m pod kilkoma torami linii kolejowej. Do realizacji tego projektu zastosowano metodę przecisków hydraulicznych. Pewną przeszkodą podczas wykonania prac była kamienista gleba w rejonie inwestycji. W związku z tym, aby nie uszkodzić rur GRP, wykonawca po wykonaniu przewiertu pi-

lotażowego wprowadził najpierw stalowe rury ochronne, a następnie rury GRP. Założono, że z biegiem czasu stal z tych rur skoroduje z powodu prądów błądzących pochodzących z torów kolejowych. Rury Hobas o średnicy DN 400 zostały zaprojektowane tak, aby zapewniały pełną nośność. W przeciwieństwie do stali, rury GRP nie przewodzą prądu elektrycznego, są zatem niewrażliwe na oddziaływanie pola magnetycznego. Na koniec przestrzeń między rurami GRP a rurami ochronnymi została wypełniona mieszanką cementu i popiołu lotnego.

Pługoukładacze

Wykopowe metody instalacji, zwłaszcza na obszarach wiejskich, są często żmudne i nieefektywne pod względem czasowym i kosztowym. Od 1971 r. firma Föcker-sperger GmbH z Aurachtal w Niemczech udoskonalała technologię płużenia po to, aby przezwyciężyć te trudności.

Jednym z ciekawszych projektów zrealizowanych przy użyciu tej metody była instalacja pięciokilometrowego przewodu wodociągowego na błotnistych równinach wybrzeża Morza Północnego, doprowadzającego wodę pitną do mieszkańców niemieckiej wyspy Pellworm.

W przeciwieństwie do pługoukładacza, przy użyciu pługu raketowego rura jest wciągana z wysięgnika (tzw. rakiety) bezpośrednio do wyoranej przez urządzenie bruzdy.

Imponującym przykładem możliwości pługu raketowego była instalacja nowego przewodu wodociągowego o długości 1000 m w miejscowości Bornitz w Niemczech. Rurociąg o średnicy zewnętrznej 315 mm i SDR 11 (stosunek przekroju zewnętrznego do grubości ścianki) był instalowany jednorazowo na odcinkach 250 m, z wykorzystaniem rur o długości 12 m. Pierwszy odcinek został zainstalowany w ciągu 32 minut, a wszystkie prace trwały tylko osiem godzin.

Budowa nowych wodociągów w Tanzanii

W miejscowości Dar es Salaam w Tanzanii prowadzone są prace przygotowawcze do realizacji kilku projektów budowy wodociągów, które złagodzą niedobór wody w mieście. Obecnie problem ten dotyka większość mieszkańców Dar es Salaam. Miasto otrzymało kredyt w wysokości 178 mln USD od rządu indyjskiego. Prace obejmą modernizację przepompowni i budowę nowych wodociągów.



Przecisk hydrauliczny z użyciem rur Hobas



Wiertnica HDD firmy Hanlyma

Rehabilitacja wodociągów w Hongkongu

Firma Aegion Corporation zrealizuje trzyletni kontrakt o wartości 12,9 mln USD, którego celem jest rehabilitacja stalowych wodociągów zlokalizowanych w jednym z regionów Hongkongu (New Territories). Zakres średnic odnawianych przewodów wynosi od 1190 mm do 2390 mm. Przewidywany termin ukończenia projektu to 2015 r.

Projekt Roku w Australii

Podczas targów technologii bezwykopowych odbywających się 22–24 października 2012 r. w Melbourne Australijskie Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych przyznało nagrodę Projekt Roku. Otrzymała ją firma Kembla Watertech za rehabilitację 67-metrowego odcinka przewodu kanalizacyjnego o przekroju jajowym i średnicy 990 x 660 mm w technologii utwardzanych powłok żywicznych.

Projekt Roku nagrodzony podczas międzynarodowej konferencji No-Dig w São Paulo

Podczas 30. międzynarodowej konferencji No-Dig odbywającej się 12–14 listopada 2012 r. w São Paulo w Brazylii przyznano nagrodę w kategorii Projekt Roku. Zwyciężyła firma Trenchless Technologies CC, którą wyróżniono za wykonanie rehabilitacji dwóch równolegle ułożonych przewodów kanalizacyjnych w centrum biznesowym.

Wybrane firmy promujące się w czasopiśmie „Trenchless International”

Holenderska firma Prime Horizontal oferuje system informatyczny ProData, który mierzy i zapisuje parametry przewiertów HDD, rejestrowane w czasie rzeczywistym. Dane te pomagają operatorowi wiertnicy zlokalizować

potencjalne problemy przed ich wystąpieniem. Pomagają również kierownikowi inwestycji w monitorowaniu efektywności wiertnicy.

System rejestruje m.in. takie informacje, jak moment obrotowy działający na imadło wiertnicy, dwukierunkowy moment obrotowy działający na żerdzie wiertnicze, dwukierunkową siłę napędową, obroty głowicy wiertniczej, jej pozycję i prędkość oraz ciśnienie i przepływ płuczki. Wszystkie parametry są rejestrowane w czasie rzeczywistym, w przedziale trzysekundowym.

Chińska firma Hanlyma oferuje szeroką gamę wiertnic stosowanych w horyzontalnych przewiertach sterowanych. Informacje o oferowanych produktach dostępne są na anglojęzycznej stronie internetowej firmy.

Niemiecka firma Impreg Liner, produkująca nasączone żywicą powłoki z włókien szklanych, oferuje swoim partnerom biznesowym darmowe licencje, szkolenia oraz pełne wsparcie.

Niemiecka firma Prime Drilling, jeden z wiodących producentów wiertnic i akcesoriów do horyzontalnych przewiertów sterowanych oferuje dowolnej wielkości wiertnice HDD, w zależności od wymagań klientów. Firma sprzedaje wiertnice o parametrach: siła wciągania od 20 t do 600 t, moment obrotowy od 18 kNm do 180 kNm oraz moc silnika od 180 kW do 880 kW. Dostępne są również pompy do bentonitu o przepływie od 800 do 3500 l/min oraz rozwiertaki od 300 mm do 1800 mm, jak również żerdzie wiertnicze o średnicy od 90 mm do 170 mm.

Firma Tracto-Technik GmbH, wiodący światowy producent urządzeń dla branży bezwykopowej, promuje urządzenie Grundodrill 18ACS. Jest to unikatowe połączenie wiertnicy do skał oraz standardowej wiertnicy, które pozwala wiercić w każdych warunkach glebowych. Parametry techniczne: moment obrotowy 2500 Nm, głębokość przewiertu do 22 m.



Wiertnica Grundodrill 18ACS

VI konkurs PFTT rozstrzygnięty

tekst: prof. dr hab. inż. **ANDRZEJ KULICZKOWSKI**, prezes zarządu PFTT

Zarząd Polskiej Fundacji Technik Bezwykopowych (PFTT), zrzeszonej w Międzynarodowym Stowarzyszeniu Technik Bezwykopowych (ISTT) z siedzibą w Londynie, skupiającym ponad 20 organizacji członkowskich z najbardziej aktywnych w stosowaniu technik bezwykopowych krajów świata, rozstrzygnął konkurs na najlepsze w 2012 r. prace magisterskie propagujące techniki bezwykopowe.

W bieżącej edycji konkursu zgłoszono jedynie dwie prace magisterskie i obie uzyskały uznanie komisji konkursowej złożonej z członków zarządu PFTT. Przyznano dwie równorzędne nagrody. Nagrodzone prace spełniły wszystkie wymagania zawarte w regulaminie konkursu.

Mgr inż. Ewelina Nadstawna została nagrodzona za pracę magisterską *Analiza metody PACP stosowanej w USA do oceny stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych*, której promotorem była dr inż. Emilia Kuliczowska z Politechniki Świętokrzyskiej. W pracy dokonano analizy amerykańskiej metody (nieznanej w Polsce) do oceny stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych, a następnie porównano z metodą zalecaną do stosowania w kraju. Praca ta wnosi istotny wkład w dziedzinę identyfikacji i oceny uszkodzeń obserwowanych w przewodach kanalizacyjnych.



Mgr inż. Małgorzata Kasperek otrzymała nagrodę za pracę magisterską *Innowacyjne instalacje geotermalne z projektem realizowanym bezwykopowo*, której promotorem była dr inż. Agata Zwierzchowska z Politechniki Świętokrzyskiej. Praca ta propaguje techniki bezwykopowej budowy w branży instalacji geotermalnych, w której stosowane są one stosunkowo rzadko. Ponadto praca ta wnosi istotny wkład w upowszechnienie metody obliczania siły wciągania, uwzględniającej parametry geometryczne trajektorii przewiertu sterowanego, co do tej pory w Polsce należało do rzadkości.



Do konkursu mogą być zgłaszane prace magisterskie:

- wskazujące na zalety oraz korzyści stosowania technik bezwykopowych, przyczyniające się do standaryzacji i regulacji zagadnień dotyczących bezwykopowej diagnostyki, budowy i odnowy sieci podziemnych;
- propagujące bezwykopowe techniki budowy i odnowy przewodów oraz kabli podziemnych (szczególnie w branżach, w których stosowane są one rzadziej);
- wnoszące istotny wkład w rozwój wiedzy o technikach bezwykopowych, w tym upowszechniające techniki, metody obliczeniowe, zasady doboru technik oraz metody badań dotychczas nieznanne w Polsce bądź przyczyniające się do popularyzacji polskich osiągnięć za granicą.

Zgłoszenie pracy dyplomowej magisterskiej zrealizowanej w roku akademickim 2012/2013, zawierające także zgodę promotora na udział w konkursie PFTT, należy przesłać w terminie do 30 października 2013 r. na adres Fundacji: al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, bud. A, 25-314 Kielce (egzemplarz w wersji tekstowej oraz trzy egzemplarze w wersji elektronicznej na osobnych płytach CD).

Zgłoszenie pracy dyplomowej magisterskiej zrealizowanej w roku akademickim 2012/2013, zawierające także zgodę promotora na udział w konkursie PFTT, należy przesłać w terminie do 30 października 2013 r. na adres Fundacji: al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, bud. A, 25-314 Kielce (egzemplarz w wersji tekstowej oraz trzy egzemplarze w wersji elektronicznej na osobnych płytach CD).

Na rynku księgarskim dostępna jest książka *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska* – praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Kuliczkowskiego. Jest to pierwsza w Polsce publikacja obejmująca całościowo tematykę technologii bezwykopowych. Omówiono w niej bardzo szczegółowo technologie bezwykopowej budowy, prezentując również najnowsze technologie, niestosowane jeszcze do tej pory w Polsce. Przedstawiono zagadnienia projektowania bezwykopowej budowy i optymalny dobór technologii. Scharakteryzowano czyszczenie i diagnostykę sieci podziemnych. Zaprezentowano bezwykopowe naprawy przewodów nieprzełazowych. Szczegółowo omówiono technologie bezwykopowej renowacji, rekonstrukcji i wymiany oraz obliczenia hydrauliczne przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych poddawanych bezwykopowej renowacji lub rekonstrukcji. Przedstawiono planowanie odnowy przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych. Ponadto omówiono rozwiązanie materiałowo-konstrukcyjne rur stosowanych w technologiach bezwykopowych. Podano zalety bezwykopowych technologii budowy i odnowy sieci infrastruktury podziemnej.

Książka liczy 735 stron. Może być praktycznym poradnikiem w zakresie technologii bezwykopowych zarówno dla inwestorów, projektantów, wykonawców robót, jak i innych osób podejmujących decyzje dotyczące tych technologii.



Na rynku księgarskim dostępna jest książka *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska* – praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Kuliczkowskiego. Jest to pierwsza w Polsce publikacja obejmująca całościowo tematykę technologii bezwykopowych. Omówiono w niej bardzo szczegółowo technologie bezwykopowej budowy, prezentując również najnowsze technologie, niestosowane jeszcze do tej pory w Polsce. Przedstawiono zagadnienia projektowania bezwykopowej budowy i optymalny dobór technologii. Scharakteryzowano czyszczenie i dia-

gnostykę sieci podziemnych. Zaprezentowano bezwykopowe naprawy przewodów nieprzełazowych. Szczegółowo omówiono technologie bezwykopowej renowacji, rekonstrukcji i wymiany oraz obliczenia hydrauliczne przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych poddawanych bezwykopowej renowacji lub rekonstrukcji. Przedstawiono planowanie odnowy przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych. Ponadto omówiono rozwiązanie materiałowo-konstrukcyjne rur stosowanych w technologiach bezwykopowych. Podano zalety bez-

wykopowych technologii budowy i odnowy sieci infrastruktury podziemnej.

Książka liczy 735 stron. Może być praktycznym poradnikiem w zakresie technologii bezwykopowych zarówno dla inwestorów, projektantów, wykonawców robót, jak i innych osób podejmujących decyzje dotyczące tych technologii.



Tradycje od 1920 roku

PPI CHROBOK S.A.



- pogrążanie i wyciąganie grodzic stalowych
- kotwy, gwoździe gruntowe i mikropale
- wiertnictwo badawcze, poszukiwawczo-rozpoznawcze, piezometryczne
- wbijanie kształtowników stalowych dla potrzeb ścianek berlińskich
- pale przemieszczeniowe FDP
- pale CFA
- mikrotuneling do $\varnothing 2400\text{mm}$
- kolumny DSM i pale rurowe
- przewiertki i przeciski poziome do $\varnothing 2800\text{mm}$
- przewiertki sterowane do $\varnothing 800\text{mm}$
- iniekcje wysokociśnieniowe jet-grouting
- relining do $\varnothing 1000\text{mm}$
- projektowanie w zakresie wyżej wymienionych robót inżynierskich

43-220 Bojszowy Nowe, ul. Kowola 11
tel. +48 32 218 98 88, fax +48 32 218 94 47
ppi@chrobok.com.pl

www.chrobok.com.pl



Innowacje w branży technologii bezwykopowych nagrodzone Expertami 2012

tekst: prof. dr hab. inż. **ANDRZEJ KULICZKOWSKI**, dr inż. **JUSTYNA LISOWSKA**, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, Katedra Wodociągów i Kanalizacji

Organizatorzy jubileuszowej V Międzynarodowej Konferencji *Technologie bezwykopowe No-Dig Poland 2012*, która odbyła się 17–19 kwietnia 2012 r. w Kielcach-Cedzynie, przyznali nagrody oraz wyróżnienia Expert 2012 firmom, które w latach 2010–2011 wprowadziły na krajowy rynek innowacyjne urządzenia, produkty oraz zrealizowały innowacyjne projekty związane z branżą bezwykopową.



Ryc. 1. Nagrodzony statuetką Expert 2012 prezes ISTT Samuel Ariaratnam w towarzystwie przewodniczącego konferencji prof. Andrzeja Kuliczковского, prezesa zarządu PFTT, i Keh-Jian Shou, profesora Uniwersytetu Chung Hsing na Tajwanie



Ryc. 2. Laureaci wyróżnień i statuetek Expert 2012, grawertonów oraz innych nagród podczas gali

Wszystkie zgłoszenia, poparte referencjami firm wdrożeniowych, zgodnie z regulaminem konkursu poddane zostały ocenie komisji konkursowej, której członkami było 19 osób stanowiących Honorowy Komitet konferencji, złożony z profesorów czterech krajowych uczelni, przedstawicieli licznych organizacji oraz firm działających w branży technologii bezwykopowych. Każdy ze złożonych wniosków uzyskał określone oceny punktowe, stanowiące podstawę do wyłonienia laureatów konkursu. Łącznie przyznano dwie statuetki Expert 2012 oraz dwa wyróżnienia Expert 2012.

Punktem kulminacyjnym konferencji była gala, podczas której wręczono wyróżnienia i statuetki Expert 2012 laureatom tegorocznego konkursu, pamiątkowe grawertony sponsorom konferencji, jak również dyplomy dla wyróżnionych osób i firm. Organizatorzy przyznali dwie jubileuszowe statuetki. Za działalność organizacyjną w Polskiej Fundacji Technik Bezwykopowych nagrodzono wiceprezesa zarządu Fundacji Benedykta Lipczyńskiego, dyrektora Pionu Technicznego Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów SA, natomiast w kategorii akademickiej za osiągnięcia naukowe i działalność w Międzynarodowym Stowarzyszeniu Technik Bezwykopowych (ISTT) statuetkę otrzymał Samuel Ariaratnam, profesor Uniwersytetu Stanowego w Arizonie i prezes ISTT.

Statuetkę Expert 2012 w kategorii Bezwykopowa Odnowa w latach 2010–2011 otrzymała firma Preuss Pipe Rehabilitation Polska Sp. z o.o. za wykonanie w Krakowie metodą Process Phoenix Double Jacket renowacji odcinka magistrali wodociągowej, mającego w swoim przebiegu sześć łuków, wraz z przejściem przez Wisłę wiaduktem kolejowym. W kategorii Innowacyjne Rozwiązanie w zakresie urządzeń statuetkę Expert 2012 otrzymała firma TERMA Sp. z o.o. za pneumatyczną maszynę przeciskową Max K95S.

Komisja konkursowa wyróżniła w kategorii Bezwykopowa Odnowa w latach 2010–2011 firmę Infra SA za renowację sieci kanalizacyjnej w Nowym Sączu przy użyciu powłoki CIPP utwardzanej promieniami UV. W kategorii Innowacyjne Rozwiązanie w zakresie produktów

stosowanych w bezwykopowej budowie lub odnowie oraz diagnostyce sieci podziemnych za lata 2010–2011 wyróżnienie Expert 2012 otrzymała firma Górażdże Cement SA wraz z HeidelbergCement Baustoffe für Geotechnik GmbH & Co. KG za produkt Drill-mix® – samoutwardzalną płuczkę wiertniczą stosowaną w horyzontalnych przewiertach sterowanych (HDD) i mikrotunelowaniu.

Wykonanie metodą Process Phoenix Double Jacket renowacji magistrali wodociągowej DN 800 w Krakowie

Nagrodzony Expertem 2012 projekt w kategorii Bezwykopowa Odnowa w latach 2010–2011 realizowany był dla MPWiK SA w Krakowie przez firmę Preuss Pipe Rehabilitation Polska Sp. z o.o. Dotyczył bezwykopowej renowacji magistrali wodociągowej o średnicy DN 800 od ul. Podgórskiej do ul. Zabłocie o łącznej długości 1175 m.b. Większa część trasy była modernizowana metodą cementowania z wyłączeniem jednego odcinka o długości 180 m, który został odnowiony omawianą metodą.

Modernizowany odcinek metodą Process Phoenix Double Jacket był dość nietypowym i skomplikowanym obiektem z uwagi na jego przebieg. Rozpoczął się w komorze przy ul. Podgórskiej, gdzie znajdował się pierwszy łuk 90°, załamujący wodociąg pionowo w górę. Na wysokości ok. 10 m znajdowały się kolejne dwa łuki 90°, w odległości ok. 1,0 m od siebie. Pierwszy załamujący rurociąg poziomo (dojście do mostu), a drugi w lewo, wzdłuż mostu. Długość prostego odcinka wodociągu przebiegającego przy moście kolejowym na drugą stronę Wisły do komory znajdującej się przy ul. Zabłocie wynosiła ok. 160 m. Przebieg magistrali po stronie ul. Zabłocie, tzn. zejście z mostu do komory, było lustrzanym odbiciem rurociągu z drugiego brzegu Wisły. Odcinek w całości miał ok. 180 m i składał się z sześciu łuków 90°, z czego cztery znajdowały się na wysokości ok. 10 m. Dodatkowe ostatnie załamanie, również o kącie 90°, ze względu na przejście rękawa w początkowej fazie pod powierzchnią terenu znajdowało się przy wyjściu rękawa z samochodu do początkowej komory (ryc. 4).

Cały projekt o nazwie *Kompleksowe wykonanie renowacji magistrali wodociągowej Ø 800 mm oraz wymiana istnieją-*



Ryc. 3, 4. Przebieg rurociągu DN 800 oraz montaż rękawa metodą Process Phoenix Double Jacket od strony ul. Podgórskiej w Krakowie, wyjście z komory na most kolejowy, widoczne dwa łuki



Ryc. 5a) przygotowanie w komorze na wyjście powłoki Phoenix, 5b) widok zamontowanych dysz odprowadzających parę na końcu powłoki Phoenix

cej armatury ul. Podgórska, ul. Zabłocie o długości 1175 m.b. był realizowany od 29 kwietnia do 16 września 2011 r., natomiast instalacja powłoki Phoenix na odcinku 180 m z sześcioma łukami została wykonana w okresie od 6 do 11 czerwca 2011 r. Powyżej zaprezentowano zdjęcia z przebiegu inwestycji.

Instalacja elastycznej powłoki Phoenix Double Jacket została wykonana w obecności specjalistów z Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji SA w Krakowie.

Pneumatyczna maszyna przeciskowa Max K95S

Nagrodzony Expertem 2012 projekt w kategorii Innowacyjne Rozwiązanie w zakresie urządzeń otrzymała firma TERMA Sp. z o.o. za pneumatyczną maszynę przeciskową Max K95S. Została wprowadzona na rynek w 2011 r., jest stosowana głównie przy bezwykopowym układaniu instalacji wodnych, gazowych, elektrycznych i telekomunikacyjnych.

Historia pneumatycznych maszyn przeciskowych została zapoczątkowana w latach 60. XX w. na Politechnice Gdańskiej. Tradycję tę kontynuuje przy współpracy

z Politechniką Gdańską jedyną polską producent takich maszyn – TERMA Sp. z o.o.

Innowacyjność pneumatycznej maszyny przeciskowej Max K95S polega na zastosowaniu nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych oraz opracowaniu unikatowej relacji masy bijaka do masy korpusu, których efektem są bardzo dobre parametry pracy w gruncie. Maszynę przeciskową Max K95S zaprojektowano m.in. z wysokostopowej stali odpornej na korozję. Do wybranych elementów maszyny dobrano w sposób szczególnie obróbkę cieplno-chemiczną oraz elektrochemiczną, która w znaczący sposób wpłynęła na trwałość, jakość oraz ochronę antykorozyjną.

Wszystkie powyższe innowacje wpłynęły na zwiększoną trwałość maszyny przeciskowej. W maszynie zastosowano także prowadzenia oraz uszczelnienia teflonowe, które zmniejszają tarcie elementów współpracujących, co przekłada się na dłuższą jej trwałość, szacowaną na 5–8 lat. Ponadto w maszynie zastosowano elementy z tworzyw sztucznych, m.in. zawór wydechu oraz łącznik sterownika. Dodatkowo specjaliści z Działu Badań i Rozwoju TERMA Sp. z o.o. opracowali recepturę oleju ekologicznego Eko Max produkowa-

Parametry techniczne maszyny przeciskowej Max K95S

PARAMETR	WARTOŚĆ / JEDNOSTKA
Średnica	95 [mm]
Długość	1644 [mm]
Masa	56 [kg]
Zapotrzebowanie powietrza	1,7 [m ²]
Ciśnienie robocze	7 [atm]
Częstotliwość udaru	7,9 [Hz]
Poziom mocy akustycznej LWA	105±1,5 [dB(A)]
Wartość równoważnego poziomu dźwięku LpA na stanowisku operatora maszyny	85±1,5 [dB(A)]

nego na bazie glikolu, który nie wpływa destrukcyjnie na środowisko naturalne i jest rekomendowany do pracy z tym urządzeniem. Warto zwrócić uwagę, że materiały użyte do konstrukcji maszyny są odporne na szkodliwe oddziaływanie typowych olejów mineralnych.

Modernizacja sieci wodociągowej i kanalizacji sanitarnej miasta Nowego Sącza przy użyciu rękawa CIPP utwardzanego promieniami UV

Wyróżnienie w kategorii Bezwykopowa Odnowa w latach 2010–2011 otrzymała firma Infra SA za renowację kanalizacji w Nowym Sączu przy użyciu powłoki CIPP utwardzanej promieniami UV. Po raz pierwszy w Polsce wykonano montaż tak znaczącej liczby powłok żywicznych utwardzanych promieniami UV o dużych średnicach (DN 800 – 6282 m, DN 1000 – 445 m). Renowacji poddano m.in. jeden z głównych miejskich kolektorów na całym jego przebiegu, zapewniając stały odbiór ścieków poprzez tymczasowe kolektory by-passy. Łącznie dokonano

renowacji 7831 m.b. przewodów kanalizacyjnych. Renowacji poddano także 180 komór i studni rewizyjnych. Korzyści wynikające ze stosowania procesu utwardzania powłok żywicznych promieniami UV to m.in. brak „odpadu” w postaci wody (jak przy utwardzaniu z zastosowaniem gorącej wody), szybkość procesu oraz względnie niski stopień hałasu. Czynniki te były szczególnie ważne w przypadku inwestycji realizowanej w Nowym Sączu.

Drill-mix® – samoutwardzalna płuczka wiertnicza stosowana w horyzontalnych przewiertach sterowanych (HDD) i mikrotunelowaniu

Wyróżnienie Expert 2012 kategorii Innowacyjny Produkt otrzymała firma Górażdże Cement SA wraz z HeidelbergCement Baustoffe für Geotechnik GmbH & Co. KG za innowacyjny produkt Drill-mix®, będący samoutwardzalną płuczka wiertniczą stosowaną w horyzontalnych przewiertach sterowanych (HDD) i mikrotunelowaniu. Łączy ona w sobie cechy płuczki wiertniczej oraz materiału wypełniającego. Zastosowanie Drill-mix® zapewnia szczelne i jednolite wypełnienie przestrzeni pierścieniowej w odwiercie pomiędzy gruntem a rurą produktową. Jest szczególnie polecany do ochrony obszarów wrażliwych (budynki, drogi, tory tramwajowe i kolejowe) przed uszkodzeniami spowodowanymi osiadaniami gruntu naruszonego przez odwiert.

Samoutwardzalna płuczka wiertnicza Drill-mix® jest innowacyjnym rozwiązaniem dla horyzontalnych przewiertów sterowanych. Stosowane dotychczas dodawanie cementu powszechnego użytku do płuczki znajdującej się w otworze lub iniekcje zawieszoną cementową nie gwa-

rantowały dokładnego wypełnienia pustek. Dodanie cementu do płuczki wiertniczej zawierającej bentonit prowadziło do destabilizacji tej płuczki. Rezultatem tego była sedymentacja zawieszonych w płuczce cząstek stałych, która przyczyniała się do powstania wolnej wody do 20% objętości.

Samoutwardzalna płuczka wiertnicza Drill-mix® posiada stabilną strukturę pod względem sedymentacji mimo zawartości spoiwa i wykazuje dobre właściwości reologiczne. Proces wiercenia prowadzi do jednorodnego rozkładu specjalnego spoiwa, które znajduje się w składzie Drill-mix®, powodując szczelne wypełnienie przestrzeni pierścieniowej otworu. Po upływie czasu urabialności (standardowo ok. 24 godziny) płyn powoli twardnieje i tworzy ściśle wypełnienie i uszczelnienie otworu, chroniąc go przed erozją.

Podsumowanie

Zaprezentowane powyżej projekty i produkty świadczą o dynamicznym rozwoju technologii bezwykopowych w Polsce. Udana realizacja i wdrożenia sprawiają, że technologie te cieszą się rosnącą popularnością. Dlatego też są coraz częściej stosowane zarówno w niewielkich, jak i dużych inwestycjach.

Rozwój różnorodnych technologii oraz napotykanie podczas realizacji inwestycji problemy techniczne zmuszają producentów i inwestorów do szukania nowych i coraz lepszych rozwiązań, tym samym przyczyniając się do rozwoju branży technologii bezwykopowych. Obserwuje się również znaczący wzrost wiedzy i umiejętności inwestorów, producentów oraz wykonawców, co potwierdzają m.in. przyznane nagrody i wyróżnienia Expert 2012.

Organizatorzy konferencji już dziś zapraszają do udziału w VI Międzynarodowej Konferencji *Technologie bezwykopowe No-Dig Poland 2014*, która odbędzie się w dniach 8–10 kwietnia 2014 r., oraz uczestnictwa w konkursie Expert 2014.

Jednocześnie przypominamy, że wnioski konkursowe obejmujące lata 2012–2013 zgłaszają wyłącznie firmy ubiegające się o nagrody. Zapraszamy do udziału w kolejnej edycji konkursu.

Zdjęcia i tekst artykułu, w tym opisy produktów i projektów, przygotowano na podstawie zgłoszeń nadesłanych do konkursu Expert 2012.



Ryc. 6a, 6b. Wprowadzenie do przewodu kanalizacyjnego nasączonej żywicą powłoki

Celność kretów TERMA

tekst: **KRZYSZTOF DYDEL**, zdjęcia: **TERMA Sp. z o.o.**

TERMA Sp. z o.o. jest wiodącym w kraju producentem maszyn przeciskowych zwanych kretami lub w innych językach – raketami ziemnymi. Maszyny znane są obecnie na rynku jako marka **MAX Siła Przebicia**.

Doświadczenie w wykonywaniu przecisków, zdobywane od wczesnych lat 90. XX w., zaowocowało pomysłem produkcji własnych kretów. Pierwsze maszyny powstawały we współpracy z Politechniką Gdańską. Warto wspomnieć, że to właśnie w Polsce, na Politechnice Gdańskiej, została zapoczątkowana historia pneumatycznych przebijaków gruntowych, czyli kretów. Od 2000 r. na rynku pojawiły się pierwsze maszyny produkcji TERMA Sp. z o.o.

Obecnie w ofercie firmy można znaleźć maszyny niemal do wszystkich prac instalacyjnych metodami bezwykopowymi, w branżach: wodociągowo-kanalizacyjnej, gazowej, teleinformatycznej, energetycznej. Krety TERMA w każdych warunkach gruntowych doskonale sobie radzą z instalacją rur z PE/PCV o średnicach od 25 do 200 mm oraz rur stalowych do średnicy 406 mm. TERMA Sp. z o.o. jest także producentem młotów pneumatycznych przeznaczonych do poziomego wbijania rur stalowych. Popularny młot T240 pozwala na instalację rur do średnicy 711 mm.

Największą zaletą kretów produkcji TERMA Sp. z o.o. jest wyjątkowa celność. Niecelnie wykonany przecisk nie tylko nie



pozwole na zakończenie prowadzonego projektu, ale może narazić wykonawcę na ogromne straty finansowe, konieczne do pokrycia szkód wywołanych przez niecelną maszynę. Wielu użytkowników decyduje się na zakup produktu **MAX Siła Przebicia** właśnie z uwagi na ich niezawodność w osiągnięciu wyznaczonego celu. Potwierdzeniem wyjątkowej celności kretów produkcji TERMA Sp. z o.o. było zajęcie pierwszego miejsca w zorganizowanych w 2012 r. w Zawierciu pierwszych w Polsce zawodach dla dystrybutorów przebijaków pneumatycznych – Rodeo Kretów 2012.

Kolejną ważną cechą jest skuteczność wykonywania przecisków. W kretach produkcji TERMA Sp. z o.o. zastosowano wymienne uszczelnienia i prowadzenia teflonowe, zapewniające pełne wykorzystanie energii doprowadzonej do maszyny w postaci sprężonego powietrza na energię uderzenia. Wymienne elementy prowadzące dodatkowo zapewniają długi okres eksploatacji, sięgający nawet 10 lat, bez wyraźnych oznak zużycia maszyn.

Wszystkie krety **MAX Siła Przebicia** posiadają łatwy i wygodny system sterowania kierunkiem pracy maszyny. Zmiany kierunku pracy dokonuje się przez zawór pneumatyczny umieszczony w stacji smarująco-sterującej. Sama zmiana kierunku następuje natychmiast, nie ma konieczności przerywania pracy maszyny. Dodatkowo wąż sterujący kierunkiem pracy jest umieszczony wewnątrz głównego węża zasilającego, dzięki czemu nie jest narażony na uszkodzenia mechaniczne.

Klienci TERMA Sp. z o.o. mogą liczyć na wszelką pomoc zarówno przed zakupem, jak i okresie posprzedażowym. Przed decyzją o zakupie prezentujemy maszynę i udzielamy instruktażu w zakresie pracy. W trakcie użytkowania służymy radą i wszelką pomocą. Dla zakupionych maszyn świadczymy błyskawiczne usługi serwisowe. Wyjątkowości marki **MAX Siła Przebicia** dowodzą setki zadowolonych użytkowników.





System BlueLine

– regeneracja sieci wodociągowej rękawem elastycznym o konstrukcji nośnej w Krakowie

tekst: **CHRISTOPH PIETRYJA**, zdjęcia: **PREUSS PIPE REHABILITATION POLSKA SP. Z O.O.**

Mocno zurbanizowane obszary miejskie i przemysłowe, zwarta budowa i stale rosnące natężenie ruchu kołowego sprzyjają coraz szerszemu zastosowaniu bezodkrywkowej metody regeneracji rurociągów rękawem o konstrukcji nośnej. Firma Preuss Pipe Rehabilitation (PPR) Polska Sp. z o.o. z powodzeniem realizuje w tym zakresie projekty regeneracji infrastruktury podziemnej.

Uwzględniając potrzeby inwestorów, zastosowaliśmy po raz pierwszy w Polsce rękaw o wytrzymałości pozwalającej na samodzielne przeniesienie wszelkich obciążeń statycznych, tworząc jednocześnie samodzielny przewód o nowych właściwościach. Ta innowacyjna metoda polega na zaimpregnowaniu rękawa elastycznego wysoko jakościową dwuskładnikową

żywicą epoksydową, wprowadzeniu go do regenerowanego rurociągu (wcześniej wyczyszczonego hydrodynamicznie systemem VacuJet) i zakończeniu procesu przez wygrzewanie za pomocą pary. W efekcie końcowym daje to nową rurę. Jak już wspomnieliśmy, system ten jest niezależny i posiada konstrukcję nośną przejmującą – bez wsparcia starego rurociągu – wszystkie statyczne obciążenia wewnętrzne i zewnętrzne. Wprowadzenie na polski rynek regeneracyjny innowacyjnego rękawa Double Jacek Liner świadczy o tym, jak duży potencjał rozwojowy tkwi w technologii rękawów elastycznych. System BlueLine to nowoczesna technologia regeneracji sieci wodociągowej z zastosowaniem wysokiej jakości żywicy epoksydowej i rękawa Double Jacek Liner.

Przebieg procesu regeneracji

Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji SA w Krakowie zleciło firmie PPR Polska Sp. z o.o. regenerację

magistral wodociągowych o średnicach DN 600 oraz DN 800 w ulicach św. Gertrudy, Westerplatte i Księcia Józefa. Całkowita długość poddanych do renowacji magistral wynosiła ok. 3500 m. W związku z tym, że realizacja projektu w ulicach św. Gertrudy i Westerplatte odbywała się w samym centrum Krakowa oraz z uwagi na bardzo duży ruch kołowy prace regeneracyjne musiały odbywać się w większości w nocy i w weekendy. Całkowity czas realizacji robót regeneracyjnych, tj. czyszczenie hydrodynamiczne VacuJet oraz instalacja rękawa Double Jacket Liner, wyniósł tylko osiem tygodni.

Pierwszym etapem robót było wykonanie wykopów technologicznych w odległości średnio co 200 m. Następnie wykonano wycięcie rury na długości 1,80 m, umożliwiając dostęp do jej wnętrza samojedzną kamerą.

Kolejnym etapem robót było hydrodynamiczne czyszczenie rurociągów metodą VacuJet (frez wodny specjalnie opracowany do tej metody). Praca tego urządzenia ma na celu odspojenie złogów, ich transport do wykopu. Przez odpowiednie ustawienie dysz przy ciśnieniu do 1650 atm uzyskujemy efekt metalicznego połysku rury i osuszenie powierzchni wewnętrznej regenerowanego przewodu. Po wyczyszczeniu rurociągu wprowadza się samojedzną kamerę w celu inspekcji wnętrza rurociągu.

Rękaw Double Jacket Liner jest produkowany dla średnic od DN 200 do DN 1200. Służy do regeneracji sieci wodociągowej posiadającej dopuszczenie PZH. Głównym komponentem rękawa jest mieszanina włókien szklanych Advantex i poliestrowych. Połączone na przemian filc i włókno szklane dają trwałą konstrukcję rękawa, która od środka pokryta jest powłoką PE. Przed wprowadzeniem rękawa do rurociągu zostaje on nasączony żywicą epoksydową za pomocą mobilnego urządzenia do nasączania, które miesza dwa komponenty żywicy i wprowadza je do rękawa. Tak nasączony klejem rękaw zostaje za pomocą odpowiednio nastawionych walców nawinięty na bęben. Kolejnym etapem jest wprowadzenie rękawa do rurociągu i jego polimeryzacja. Efektem końcowym regeneracji rurociągu jest na odcinkach prostych wolny od fałd i pęcherzy przyklejony rękaw. Na łukach do 90° w zależności od konstrukcji mogą wystąpić niewielkie pofałdowania materiału, sięgające do 5% średnicy przewodu.

Metoda rękawa elastycznego o konstrukcji nośnej należy do najbardziej uniwersalnych i wydajnych metod bezwykopowych rekonstrukcji przewodów wodociągowych (stal, żeliwo, azbestocement, beton). Rękawy wykonane w tej technologii mają żywotność na poziomie ok. 50 lat i eliminują konieczność wymiany przewodów. Spełniają nie tylko funkcję uszczelniającą, ale przejmują obciążenia, jakie w normalnych warunkach przenosi rura poddawana rekonstrukcji. W Polsce po raz pierwszy została doceniona funkcja nośna rękawów.

Podstawową zaletą tej technologii są niewielkie prace wykopowe, czyli przeprowadzenie prac z minimalnymi pracami ziemnymi. Wiąże się to ze znaczną redukcją kosztów i utrudnień w ruchu ulicznym, związanych z prowadzeniem prac regeneracyjnych. Przy wykonaniu odcinków do 200 m możliwe jest bardzo wysokie tempo prac. Spośród wielu zalet technologii rękawa można jeszcze wymienić właściwości hydrauliczne przewodu, wynikające z niewielkiej redukcji przekroju i zmniejszenia chropowatości ścianki przez usunięcie złogów, a także poprawę jakości wody i eliminację wtórnego zabrudzenia.



Realizacja projektu możliwa była tylko w nocy



Wprowadzenie rękawa elastycznego, regeneracja dwóch odcinków magistral



Czyszczenie hydrodynamiczne VacuJet ciśnieniem 1650 atm, metaliczny połysk, etap końcowy



Parametry techniczne TMB S-745

średnica zewnętrzna: 12,56 m

długość całkowita: 89,0 m

masa całkowita: 2200 t

Budowa tunelu drogowego pod Martwą Wisłą

tekst: **IWONA ŻYGOWSKA**, wiceprezes GIK Sp. z o.o., **ADAM ŁOSIŃSKI**, inżynier budowy GIK Sp. z o.o.

zdjęcia: **GDAŃSKIE INWESTYCJE KOMUNALNE SP. Z O.O.**

Budowa tunelu drogowego pod Martwą Wisłą jest elementem spójnej całości, określanej jako *Połączenie Portu Lotniczego z Portem Morskim Gdańsk – Trasa Słowackiego*. Inwestycja warta 1,420 mln zł jest w 85 % finansowana z funduszy unijnych w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Beneficjentem dotacji jest Gmina Miasta Gdańsk.

Gdańskie Inwestycje Komunalne Sp. z o.o. – jako przedstawiciel Gminy Miasta Gdańsk – zajmuje się realizacją inwestycji Trasa Słowackiego. Największym wyzwaniem dla inżynierów spółki jest zadanie IV, tzw. odcinek tunelowy.

Zadanie IV

Jest to inwestycja drogowa o długości 2360 m. Realizowany odcinek w obiektach inżynierskich liczy 2155,4 m. Tunel zajmuje prawie 1377,5 m, w tym część drażona – 1072,5 m. W ramach węzła Marynarki Polskiej zostanie zbudowanych siedem obiektów mostowych.

Żmudne przygotowania

Przygotowanie inwestycji wymagało wielu prac formalnych i przygotowawczych. Uzyskano dwie decyzje ZRID w związku z realizacją zadania na różnych kategoriach dróg: dla węzła Marynarki Polskiej decyzję ZRID Wojewody Pomorskiego (skrzyżowanie z drogą krajową) oraz dla tunelu pod Martwą Wisłą decyzję ZRID Prezydenta Miasta Gdańska (droga powiatowa). Uzyskano decyzję środowiskową dla całej Trasy Słowackiego. W ramach uzgodnień dodatkowo także: decyzję Ministra Infra-

struktury o zwolnieniu z zakazu wnoszenia i wykorzystywania sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń w polskich obszarach morskich, decyzję Dyrektora Urzędu Morskiego o zwolnieniu z zakazu wnoszenia budowli w obszarze zagrożenia powodzią, decyzję Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej o zwolnieniu z zakazu wnoszenia budowli w obszarze zagrożenia powodzią oraz opinię specjalistyczną do projektu budowlanego zawierającego „nowe, niesprawdzone w krajowej praktyce, rozwiązania techniczne” (Prawo Budowlane, art. 33, ust. 3, pkt 2).

Na potrzeby projektu budowlanego oraz projektu maszyny TBM wykonano badania terenowe, a na ich podstawie dokumentację geologiczno-inżynierską oraz dokumentację geotechniczną. Na bazie tej dokumentacji wykonawca robót opracował raport geotechniczny dla TBM, następnie dodatkowe opracowania związane z bezpieczną realizacją drażenia tunelu. Są to m.in.: projekt technologiczny drażenia, projekt bloków wejściowych i wyjściowych dla TBM, projekt zabezpieczeń obiektów sąsiadujących z trasą tunelu, projekt technologiczny mrożenia gruntu dla wykonania przejść poprzecznych, projekt zakładu oczyszczania (separacji) płuczki wiertniczej oraz projekt parametrów płuczki wiertniczej używanej w trakcie wiercenia.

Tunel w 36 miesięcy

Wyłonienie generalnego wykonawcy było kluczowym elementem rozpoczęcia realizacji zadania. W przetargu wpłynęło pięć ofert. Najkorzystniejszą z nich złożyło konsorcjum w składzie: Obrascón Huarte Lain SA (lider), Hydrobudowa Polska SA, Aprivia SA, PBG SA, Przedsiębiorstwo Robót Górniczych „Metro” Sp. z o.o. Obecnie Obrascón Huarte Lain prowadzi to przedsięwzięcie samodzielnie. Generalny wykonawca zobowiązał się zrealizować zadanie w ciągu 36 miesięcy, tj. do końca 2014 r., a rozliczyć do końca 2015 r.

Budowa pod Martwą Wisłą

Tunel zaprojektowany zgodnie z niemieckimi standardami RABT 2006 (*Wytyczne dotyczące wyposażenia i eksploatacji tuneli drogowych*).

Dane techniczne tunelu:

- 1072,5 m – tunel drążony TBM
- 2 tuby tunelu, każda o średnicy 12,2 m, w rozstawie osiowym co 25 m
- 11,0 m – średnica wewnętrzna tuby tunelu
- 2 x 2 pasy ruchu o szerokości 3,5 m, bez pasa awaryjnego postoju
- 7 przejść awaryjnych, odległość między przejściami 175 m
- 8,0 m – minimalne przykrycie tunelu pod dnem Martwej Wisły
- 34,0 m – maksymalne zagłębienie spodu tunelu.

Stan obecny

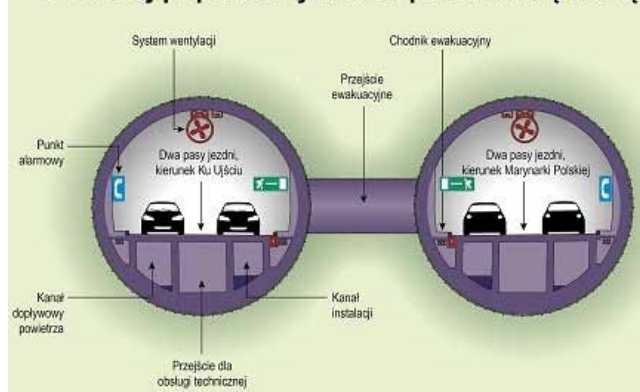
Umowę na budowę tunelu pod Martwą Wisłą w Gdańsku podpisano 14 października 2011 r. Projekt dzielił wykonywany obiekt na 81 segmentów. Do ich budowy przewidziano użycie trzech technologii:

- wanny żelbetowe w wykopie otwartym o łącznej długości 777,5 m (segmenty 1–12 i 40–81),
- tunel wykonywany w wykopie otwartym o łącznej długości 305,0 m (segmenty 13–25 i 28–39),
- tunel wiercony TBM o długości 1072,5 m (rury tunelu – segmenty 26 i 27).

Tunel w Gdańsku wykonywany jest w skomplikowanych warunkach geotechnicznych, wynikających głównie z występowania przewarstwień z namułów o niekorzystnych parametrach wytrzymałościowych oraz bardzo wysokich stanów wód gruntowych. Roboty związane z realizacją wanień żelbetowych oraz tunelu w wykopie otwartym są prowadzone w technologii głębinia na sucho. Po wykonaniu obudowy pionowej wykopu w postaci ścian szczelinowych o grubościach od 80 do 120 cm i długościach dochodzących do 31,0 m oraz uszczelnieniu dna wykopu przy pomocy kolumn Soilcrete kotwionych mikropalami wykonuje się rozparcia ścian szczelinowych i wykop. W obrębie tunelu realizowanego w wykopie otwartym roboty te odbywają się metodą podstropową. W pierwszej kolejności budowana jest płyta stropowa tunelu, która stanowi również rozporę ścian szczelinowych, a następnie usuwany grunt. Po tych robotach można przystąpić do wykonywania pozostałych elementów wanień żelbetowych, czyli fundamentów oraz ścian.

Kluczowymi segmentami dla wykonania tunelu wierconego jest tzw. komora startowa, składająca się z segmentu 25 (szybu startowego), gdzie zostanie zmontowana tarcza i ogon maszyny, oraz segmentów od 19 do 24 dla pozostałej części TBM,

Przekrój poprzeczny tunelu pod Martwą Wisłą



składającej się z trzech bram, na których umieszczono całe wyposażenie niezbędne do funkcjonowania.

Tarcza Mixshield S-745 została wyprodukowana przez firmę Herrenknecht w Schwanau w Niemczech. Maszyna jest przystosowana zarówno do pracy w trybie płuczkowym, do wiercenia w gruntach o małej spoistości, jak i do wiercenia z zastosowaniem sprężonego powietrza. Pozwala to na przeglądy, naprawy oraz wymianę narzędzi w trakcie wiercenia.

Prace związane z wytworem maszyny zakończono na początku września 2012 r. Po komisyjnym odbiorze sprawności działania wszystkich systemów maszynę podzielono na elementy transportowe, które przewieziono na plac budowy w Gdańsku. Równocześnie z postępem prac przy TBM prowadzono budowę zakładu separacji oraz wytwarzano formy do prefabrykatów dla obudowy tunelu, tzw. tubingów.

Pod koniec 2012 r. w szybie startowym zakończono wylewanie żelbetowych płyt fundamentowych. Przystąpiono do wykonywania konstrukcji pomocniczych, wymaganych technologią, tj. ścian okularową, kołyskę pod tarczę oraz konstrukcję oporową do odepchnięcia maszyny i rozpoczęcia drążenia.

W obrębie wykopu wykonano trzy stanowiska do ustawienia dźwigu montażowego o nośności maksymalnej 600 t i przygotowano plac składowy, wyposażony w suwnicę bramową o nośności 60 t i długości ponad 100 m, mogący pomieścić 100 pierścieni (tj. 700 prefabrykatów). Ponadto zakończono scalanie trzech bram maszyny, z których każda ma długość ok. 25 m i waży 200 t. W zakładzie prefabrykacji zmontowano trzy z czterech zestawów form do produkcji prefabrykatów, trwają próby materiałowe związane z mieszanką betonową, zbrojeniem oraz wyposażeniem tubingów.

Do połowy stycznia 2013 r. zakończono wykop podstropowy w komorze startowej. Urobek stanowił ok. 68 tys. m³ gruntu. Roboty zbrojarskie i szalunkowe na płytach fundamentowych w tych segmentach miały się zakończyć do połowy lutego. Po zdemontowaniu rozpór ze ścian szczelinowych wykonawca rozpocznie operację montażu maszyny TBM w pozycji umożliwiającej rozpoczęcie drążenia. Do szybu opuści tarczę oraz ogon maszyny w elementach, z których najcięższy będzie ważył 240 t. Całość zostanie usytuowana na wcześniej zmontowanej kołysce. Następnie przez otwór technologiczny w stropie żuraw gąsienicowy poda wcześniej przygotowane trzy bramy i całość zostanie zmontowana w 89-metrowy ustrój, połączony z zakładem separacji. Drążenie tunelu ma się rozpocząć w drugim kwartale 2013 r.

Infrastruktura Polska

tekst: **KATARZYNA BANDYRA**, zdjęcia: **EXECUTIVE CLUB SP. Z O.O.**

Tegoroczna konferencja Infrastruktura Polska była okazją do spotkania w jednym miejscu i czasie, na neutralnym gruncie, przedstawiciele zlecniodawców i wykonawców. Po dramatycznych wydarzeniach 2012 r. spodziewaliśmy się ostrej polemiki, natomiast zamiast burzliwych i jałowych sporów, spotkanie okazało się wyjątkowo merytorycznym forum wymiany poglądów obu stron.

Gości przywitał i otworzył konferencję – zorganizowaną 23 stycznia 2013 r. w hotelu Radisson Blu Centrum w Warszawie – Janusz Żbik, wiceminister transportu, budownictwa i gospodarki morskiej.

Następnie Paweł Tamborski, wiceminister skarbu, referował ideę powołania spółki Polskie Inwestycje Rozwojowe SA (spółkę tę resort skarbu zawiązał w ostatnich dniach 2012 r., a 12 stycznia 2013 r. została zarejestrowana). Podkreślił, że zasadniczym celem tego przedsięwzięcia będzie dodawanie „pierwszej i ostatniej złotówki” do projektów stymulujących rozwój, przed napływem środków z nowej perspektywy finansowej UE. Minister stwierdził, że ważne jest, aby Polskie Inwestycje Rozwojowe SA działały na zasadach rynkowych i były kierowane przez doświadczonych, apolitycznych menedżerów.

Następnie głos zabrał Marek Michałowski, reprezentujący Polski Związek Pracodawców Budownictwa, który starał się opisać „krajobraz po bitwie” oczami wykonawców, wskazując zwłaszcza na brak wzorca umów, które rozkładałyby równomiernie ryzyka pomiędzy inwestora a wykonawców. Ryzyka, jakie w ostatnich dwóch latach wymknęły się spod kontroli ze względu na czynniki zewnętrzne, co zaburzyło budżety kontraktów i zachwiały płynnością wielu firm budowlanych.

Z kolei dyrektor generalny dróg krajowych i autostrad Lech Witecki w bardzo emocjonalnym, ale jednocześnie niezwykle merytorycznym wystąpieniu podsumował sytuację rynkową widzianą z per-



Beata Radomska



Janusz Żbik



Paweł Tamborski



Lech Witecki

spektywy GDDKiA i zwrócił szczególną uwagę na konieczność umiejętnego szacowania ryzyk przez wykonawców związanych z prowadzonymi inwestycjami. Uzasadnił też dość sztywne stanowisko Generalnej Dyrekcji potrzebą transparentności, równorzędnego traktowania partnerów, a także regulacji unijnych, które nie zostawiają zbyt dużego pola manewru na negocjacje. Odnosił się również do postulatów zniesienia kryterium najniższej ceny, a także odrzucania ofert najdroższych i najtańszych jako rozwiązań, które nie wpływają na podniesienie jakości prac i w innych krajach Unii także nie są stosowane.

W ramach wniosków na przyszłość ocenił możliwości wykonawcze polskich firm na 18–19 mld zł rocznie i zwrócił uwagę na „przewymiarowanie” planów niektórych wykonawców. Zapowiedział też oczyszczenie relacji z „toksycznych” elementów współpracy pomiędzy inwestorem a podwykonawcą. Swoje wystąpienie zakończył postulatem, aby wykonawcy spojrzeli czasem na projekty oczami instytucji zlecającej.

W ramach panelu *Prawo zamówień publicznych* dyskutowano na temat przyczyn planowanych zmian, etapu, na jakim znajdują się te prace, oraz modelu docelowego. Wykonawcy w osobach moderatorów – Piotr Kledzika, prezesa Bilfinger Infrastructure SA, Wojciecha Kowalewskiego, członka zarządu Siemens Sp. z o.o., oraz Piotra Chełkowskiego, prezesa zarządu PRI Pol-Aqua SA – wspie-

rani przez ekspertów Tomasza Latawca, rozjemcę FIDIC, oraz Arkadiusza Korzeniowskiego, partnera w CMS Cameron McKenna, apelowali o doprecyzowanie szczegółów zamówienia, wprowadzenie możliwości odrzucenia oferentów zaniżających ceny oraz rozwiązań wzmacniających płynność finansową w trakcie realizacji kontraktów.

Jacek Sadowy, prezes Urzędu Zamówień Publicznych, omówił najważniejsze planowane modyfikacje w prawie jako sposobu usprawnienia procesu decyzyjnego, zwłaszcza na etapie wyboru wykonawcy, przez wprowadzenie etapu „dialogu technicznego” pomiędzy zlecniodawcą a wykonawcami. Dodatkowo oprócz referencji istniałby obowiązek przedłożenia przez wykonawców wykazu zrealizowanych zamówień (pod kątem zakresu lub wartości zlecenia). Wprowadzone mają też zostać procedury pozwalające na skontrolowanie, czy w ramach deklarowanej ceny wykonawca jest w stanie wywiązać się z uzyskanego zlecenia. Jeżeli nie, oferta może zostać odrzucona ze względu na rażąco niską cenę.

Z konkluzji wynika, iż w przyszłości nadal decydujące będzie kryterium najniższej ceny, ale po bardziej szczegółowych prekwalfikacjach.

W trakcie panelu prowadzonego przez Karola Manysa, dziennikarza polityczno-ekonomicznego w magazynie Bloomberg Businessweek Polska, poświęconego finansowaniu inwestycji infrastrukturalnych, Piotr Kuszewski z Banku Gospodarstwa Krajowego i Lucyna Stańczak z Europej-

skiego Banku Odbudowy i Rozwoju przy aktywnym udziale Dawida Piekarza z PZPB pokazali, na jakiego rodzaju finansowanie (PPP, wykorzystanie rynku kapitałowego) i w które obszary infrastruktury możemy liczyć w najbliższej przyszłości. Wskazano też na wpływ sytuacji na rynku globalnym na koszt kapitału dla finansowania projektów infrastrukturalnych. Padły pytania o rolę w ewentualnym finansowaniu infrastruktury przez inicjatywę Inwestycje Polskie. Paneliści zwracali uwagę na fakt, że środki unijne, które stanowiły znaczącą część finansowania, zostały w Polsce wydane dużo lepiej niż w innych krajach UE.

Debata dotycząca przyszłościowych branż infrastrukturalnych, moderowana przez Bartłomieja Jankowskiego, współzałożyciela i partnera w kancelarii WKB Wierciński, Kwieciński, Baehr, kierującego zespołem projektów infrastrukturalnych, przebiegła w dużo spokojniejszej atmosferze, być może w związku z faktem, że paneliści, członkowie zarządów wielkich krajowych przedsiębiorstw infrastrukturalnych – Piotr Borys, zastępca dyrektora Centrum Realizacji Inwestycji PKP PLK SA, Grzegorz Tomasik, członek zarządu



Kongres Infrastruktura Polska 2013

PSE Operator SA – wraz z branżowymi fachowcami – Krzysztofem Celińskim, dyrektorem generalnym Halcrow, i Pawłem Jagusiakiem, członkiem zarządu CTL Logistics Sp. z o.o. – przedstawili dalekosiężne plany modernizacji i rozwoju tej części infrastruktury, a także opisali szczegółowo same procesy przygotowania inwestycji.

W trakcie podsumowania konferencji kierowanej przez Andrew Kozłowskiego, partnera zarządzającego w warszawskim biurze kancelarii CMS Cameron McKenna, z udziałem Lecha Witeckiego, Krzysztofa Wiśniewskiego, menedżera w firmie Arup, Roberta Szpili, dyrektora zarządzającego Doka Polska Sp. z o.o., Piotra Kledzika, Ulricha Paetzolda, dyrektora generalnego Europejskiej Federacji Prze-

mysłu Budowlanego, wszyscy uczestnicy zgodnie podkreślali potrzebę dialogu na każdym etapie inwestycji – od momentu planowania, przez wykonawstwo, aż po zakończenie i okres gwarancyjny – przy czym dialogu bezpośredniego i opartego na merytorycznych podstawach, a nie np. za pośrednictwem mediów, spekulując i jednostronnie prezentując fakty.

Jako organizatorzy konferencji, na podstawie zarówno liczby uczestników reprezentujących najwyższe szczeble zarządcze w swoich organizacjach, jak i ich przygotowania merytorycznego, mocno wierzymy w to, że udało się zaspokoić niewątpliwą potrzebę merytorycznego dialogu, który mamy zamiar kontynuować na konferencji w 2014 r.

KAMIEŃ HYDROTECHNICZNY



Kamień hydrotechniczny

- uzyskiwany jest z wysokiej jakości skały granitowej,
- **nasiąkliwość 0,2%**,
- stosowany m.in. jako kamień narzutowy oraz do koszy i materacy gabionowych,
- produkowany jest na zamówienie Klienta według parametrów zapisanych w specyfikacji technicznej,
- dostarczany we wskazane przez Klienta miejsce,
- doradzamy w wyborze odpowiedniego produktu,
- posiadamy certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji w systemie 2+.

Logistyka dostaw

Bierzemy na siebie cały łańcuch logistyki dostaw do wskazanego miejsca budowy lub modernizacji.

Zdejmujemy z Klienta ryzyko niewłaściwych wyborów i związanych z tym konsekwencji. Klienci określają parametry ładunku i terminy dostaw, a my zajmujemy się resztą.

Kontakt:

E: skarna@skarna.pl **T:** +48 22 510 28 52
E: biuro@ago-gda.pl **T:** +48 58 686 80 28
www.skarna.pl **www.ago-gda.pl**

Największa inwestycja kolejowa w Małopolsce i na Podkarpaciu

tekst i zdjęcia: **PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE SA**

Modernizacja linii kolejowej Kraków – Rzeszów to szansa na rozwój w całym regionie. Jej znaczenie odczują zarówno pasażerowie podróżujący na tej trasie, jak i przedsiębiorstwa eksportujące swoje towary za dwie (wschodnią i zachodnią) granice kraju. Prace umożliwią pociągom pasażerskim osiągnięcie prędkości 160 km/h, co przyczyni się do skrócenia czasu przejazdu aż o 71 minut. Dzięki tej inwestycji szybciej pojadą również pociągi towarowe – 120 km/h, co wpłynie na większą konkurencyjność transportu kolejowego.



Modernizacja peronu



Wzmacnianie torowiska

W 2012 r. udało się oddać do eksploatacji prawie 50 km torów na szlakach Tarnów – Wola Rzędzińska, Czarna Tarnowska – Grabiny, Dębica – Ropczyce i Trzciana – Ruda Wielka, a także w stacjach Bogumiłowice, Wola Rzędzińska i Dębica oraz na posterunku odstępowym Rudzice. Zmodernizowano również siedem mostów, 17 wiaduktów oraz sześć nowoczesnych peronów jednokrawędziowych, które zastępują starsze konstrukcje dwukrawędziowe o wysokości 30 cm.

W trakcie najbliższych trzech miesięcy planowana jest kontynuacja prac w lokalizacjach: Kłaj – Bochnia, Bochnia – Brzesko Okocim, Biadoliny – Bogumiłowice, Tarnów-Mościce – Tarnów, Tarnów – Wola Rzędzińska, Czarna Tarnowska – Grabiny, Dębica – Ropczyce oraz Rudna Wielka – Rzeszów Zachodni. Trwają również prace na stacjach: Kłaj, Bochnia, Biadoliny, Bogumiłowice, Wola Rzędzińska, Dębica, Ropczyce oraz Rudna Wielka.

Prowadzone prace modernizacyjne są przedsięwzięciem bardzo złożonym i wymagającym zastosowania wyspecjalizowanych maszyn i metod budowy. Projekt zakłada zwiększenie prędkości maksymalnej pociągów pasażerskich do 160 km/h i podwyższenie dopuszczalnego nacisku osiowego, co pozwoli na przejazd po linii najcięższych pociągów towarowych. Wiąże się to m.in. z koniecznością wzmocnienia podtorza przy wykorzystaniu specjalistycznych maszyn (palownic), które wykonują w wybranych lokalizacjach, określonych na podstawie badań geologicznych, kolumny do głębokości rzędu 4–8 m. Projekt modernizacji zakłada również podniesienie bezpieczeństwa na szlaku kolejowym zarówno dla podróżujących koleją pasażerów, jak i kierowców samochodów. Dzięki powstaniu i przebudowie licznych obiektów inżynierskich, takich jak wiadukty i mosty, oraz rozwiązań komunikacyjnych układów drogowych uda się zlikwidować 49 przejazdów w poziomie szyn, a tym samym zwiększyć bezpieczeństwo ruchu samochodowego i pieszego.

Modernizacja linii kolejowej E30, łączącej Kraków z Rzeszowem przez Bochnię, Tarnów i Dębicę jest jedną z największych inwestycji realizowanych obecnie przez PKP Polskie Linie Kolejowe SA. Założono przebudowę ponad 138 km linii kolejowej wraz z zabudową nowego typu sieci trakcyjnej, komputerowych urządzeń sterowania ruchem kolejowym i telekomunikacji. Projekt modernizacji zakłada również przebudowę układów torowych na 16 stacjach. Wszystkie przystanki na tej trasie zostaną unowocześnione, podwyższone i dostosowane do

potrzeb niepełnosprawnych, rodziców z dziećmi w wózkach czy podróżnych z cięższym bagażem.

Modernizacja wiąże się również z przebudową i budową 138 wiaduktów, mostów i estakad. Zlikwidowanych zostanie 49 przejazdów w poziomie szyn, a na 11 zostaną zamontowane nowe urządzenia samoczynne sygnalizacji przejazdowej. Dodatkowo powstanie nowy przejazd. W ramach projektu założono też budowę przejść dla zwierząt oraz dostosowanie do ich potrzeb łącznie 44 mostów, wiaduktów i przepustów.

Modernizacja linii będzie przeprowadzana w ramach sześciu kontraktów:

- kontrakt 1.1, odcinek Podłęże – Bochnia, 22,800 km linii, trzy stacje;
- kontrakt 1.2, odcinek Bochnia – Biadolin, 22,300 km linii, dwie stacje;
- kontrakt 1.3, odcinek Biadolin – Tarnów, 18,900 km linii, trzy stacje;
- kontrakt 2.1, odcinek Tarnów – Dębica, 31,300 km linii, cztery stacje;
- kontrakt 2.2, odcinek Dębica – Sędziszów Małopolski, 22,100 km linii, dwie stacje;
- kontrakt 2.3, odcinek Sędziszów Małopolski.

Modernizowany odcinek stanowi część linii kolejowej E 30, która jest fragmentem międzynarodowego korytarza transportowego. Ma on swój początek w Dreźnie, dalej biegnie na wschód do przejścia granicznego Görlitz – Zgorzelec, a następnie przez najważniejsze ośrodki na południu Polski: Legnicę,



Wykop z zastosowaniem technologii bezwykopowej

Wrocław, Opole, Gliwice, Katowice, Kraków, Tarnów, Rzeszów, Przemyśl na Ukrainę, do Lwowa i Kijowa. Podwyższenie jego parametrów będzie korzystne z punktu widzenia gospodarczego regionu.

Koszt modernizacji linii kolejowej E30/C-E30, odcinek Kraków – Rzeszów – etap III POIiŚ 7.1-30, wyniesie ok. 3,4 mld zł, z czego kwota dofinansowania z funduszy Unii Europejskiej to ok. 1,9 mld zł. Zakończenie całej modernizacji przewidziane jest w 2015 r.

AARSLEFF



Roboty palowe

- Dostawa i instalacja pali prefabrykowanych wbijanych
- Pale formowane w gruncie
- Mikropale
- Pale stalowe wbijane i wwibrowywane
- Fundamenty palowe ekranów akustycznych i słupów sieci trakcyjnych
- Wzmacnianie gruntu - pale prefabrykowane, kolumny betonowe, kolumny DSM
- Badanie nośności pali – próbne obciążenia statyczne, dynamiczne testy nośności pali, badania ciągiści pali

Zabezpieczenia głębokich wykopów

- Stalowe ścianki szczelne – instalacja grodzic z zastosowaniem metod tradycyjnych oraz bezwibracyjnej metody wciskania
- Ścianki berlińskie
- Iniekcyjne kotwy gruntowe
- Roboty ziemne i odwodnieniowe
- Pomiarów wibracji

Roboty hydrotechniczne

- Przesłony przeciwiłtracyjne
- Konstrukcje hydrotechniczne na wodach morskich i śródlądowych

Projektowanie

- Prace projektowe dla potrzeb wykonywanych robót, realizowane we własnej pracowni projektowej

Modyfikacja podłoża gruntowego pod niskimi nasypami

– kolumny MSC (Menard Supple Columns)

tekst: **NORBERT KUREK, ADAM ZAREMBA**, Menard Polska Sp. z o.o.

Konstruktorzy budynków oraz budowli w codziennej pracy spotykają się z zagadnieniem posadowienia obiektu budowlanego. Wyróżnić należy najczęściej spotykane posadowienia:

- Bezpośrednie/Płytkie, polega na posadowieniu konstrukcji na gruncie rodzimym, zalegającym w poziomie posadowienia konstrukcji. Przy odpowiednim rozpoznaniu charakterystyki podłoża nie sprawia problemów w wykonaniu optymalnego, a zarazem bezpiecznego posadowienia bezpośredniego konstrukcji.
- Pośrednie/Głębokie, najczęściej w postaci pali, ścian szczelinowych, baret lub innych elementów, które całe obciążenie z konstrukcji przez ww. elementy przenoszą na grunty o lepszych parametrach wytrzymałościowo-odkształceniowych, zalegających, na dużych głębokościach poniżej poziomu posadowienia konstrukcji.
- Posadowienie bezpośrednie na podłożu wzmocnionym, które pozwala przenosić obciążenie z budowli na różnego rodzaju inkluzje oraz włączyć do współpracy otaczający grunt. Poprzez wykonanie odpowiednich zabiegów technicznych polepsza się parametry gruntów rodzimych w celu umożliwienia posadowienia bezpośredniego konstrukcji.

Tematyka związana z zagadnieniami wzmocniania podłoża gruntowego podejmowana jest przez wiele ośrodków naukowych oraz inżynierów praktyków od końca XIX stulecia. Obecnie można spotkać całą gamę metod, które zestawiono w postaci klasyfikacji zaproponowanych przez Mitchella i innych [2], Terashiego i innych [1]. Tak duża liczba różnych

technologii spowodowana jest wieloma ich ograniczeniami oraz zmiennymi typu:

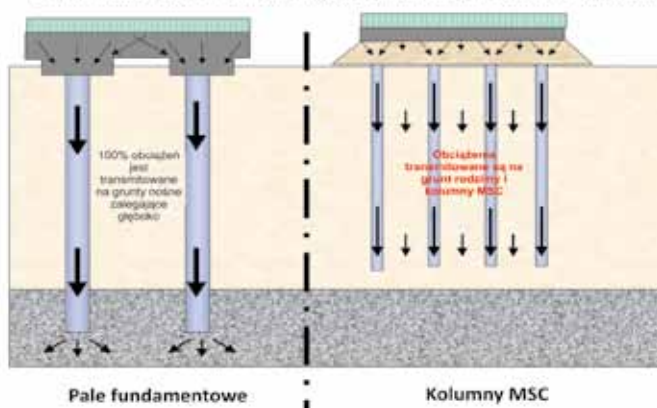
- Powód wzmocnienia gruntu oraz przewidywane wykorzystanie ww. gruntu.
- Wymagany stopień wzmocnienia oraz parametry gruntu wzmocnionego.
- Obszar, głębokość i całkowita objętość wzmocnianego gruntu; rodzaj gruntu i jego właściwości początkowe.
- Dostępność materiałów typu grunty ziarniste oraz różnego rodzaju domieszki.
- Czynniki środowiska wewnętrzne, np. agresywność chemiczna, oraz zewnętrzne, np. poziom drgań, poziom hałasu.
- Lokalizacja inwestycji oraz sąsiedztwo.
- Lokalne doświadczenia i praktyki inżynierów projektantów oraz wykonawców.
- Czas wykonania lub czas uzyskania pożądanego efektu
- Koszt wzmocnienia podłoża.

Malejąca liczba działek o bardzo dobrych warunkach lokalizacyjnych oraz gruntowych powoduje, że coraz częściej aktywowane są tereny, które do tej pory nie były atrakcyjne ze względu na lokalizację bądź występowanie podłoża gruntowego o niedużej nośności. Problem posadowienia obiektów budowlanych na gruntach nienośnych jest jednym z kluczowych elementów powodujących dodatkowe koszty inwestycji, które na etapie planowania projektu wielokrotnie nie są brane pod uwagę. Nieatrakcyjność takich działek spowodowała, że ich wartość na rynku nieruchomości jest niższa niż działek geotechnicznych z dobrymi warunkami geotechnicznymi. To z kolei spowodowało szerokie zainteresowanie Inwestorów wielkopowierzchniowych obiektów budowlanych typu centra handlowe, centra dystrybucyjne z parkingami, którzy lokują inwestycje zazwyczaj na obrzeżach miast i aglomeracji.

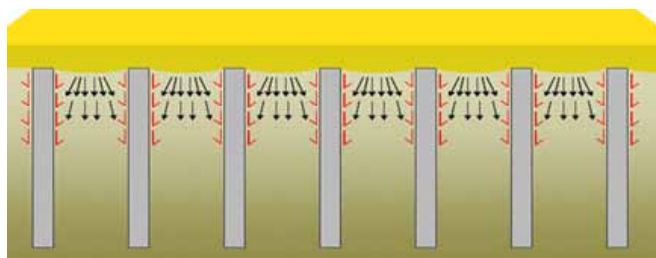
Powyższa sytuacja oraz rosnąca świadomość inwestorów spowodowała, że na etapie przygotowania realizacji przeprowadzane są konsultacje z firmami wyspecjalizowanymi we wzmocnianiu podłoża celem określenia dodatkowych kosztów, które mogą stanowić znaczącą część w budżecie inwestycji. Jednym z ważnych zagadnień na tego typu inwestycjach jest wielkopowierzchniowy parking oraz drogi dojazdowe, zewnętrzne place składowe i magazyny, np. w spalarniach i kompostowniach, których powierzchnia jest równa lub większa niż planowany obiekt kubaturowy/przemysłowy.

Autorzy niniejszego artykułu spotkali się z wieloma realizacjami, gdzie problemem są słabe grunty organiczne o miąższości od 2,0 do 6,0 m p.p.t. oraz wysoki poziom zwierciadła

Różnica między posadowieniem głębokim a na gruncie wzmocnionym



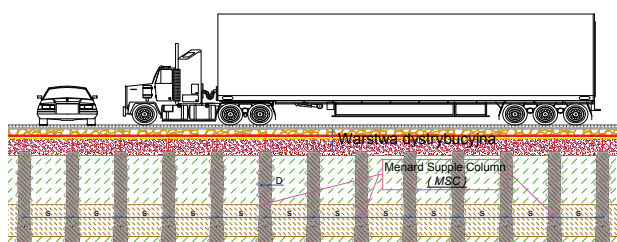
Ryc. 1. Porównanie pracy konstrukcji posadowionej na palach i wzmocnionym podłożu gruntowych



Ryc. 2. Schemat pracy konstrukcji na wzmocnionym podłożu

wody gruntowej. Wielu wykonawców w przypadku takich warunków zastanawia się nad klasyczną wymianą gruntów, która może wydawać się rozwiązaniem tańszym niż wzmocnienie podłoża gruntowego. Oczywiście poza kosztami rozwiązania należy zwrócić uwagę na aspekty techniczne odpowiedniego wykonania takich prac, aby móc spełnić warunki nośności, a w szczególności użyteczności. Dużym problemem, który utrudnia wykonanie robót wymiany gruntów słabych, jest wysoki poziom wód gruntowych i konieczność wykonywania wymiany pod wodą. Konsekwencją tego są problemy z odpowiednim zagęszczeniem wbudowanego materiału, co może powodować konieczność użycia innych metod pozwalających wzmocnić wymieniony grunt, np. wibroflotacja, zagęszczenie dynamiczne lub mikrowybuchy. To z kolei oddziałuje na całkowity koszt rozwiązania.

Innymi aspektami techniczno-logistycznymi, jakie muszą być brane pod uwagę podczas kosztorysowania wymiany gruntów są: dostępność materiałów lokalnych mogących być użytymi do wbudowania, konieczność utylizacji wykopanego gruntu słabego, logistyka związana z transportem dużych mas ziemnych itd. Jest to bardzo problematyczne zagadnienie w przypadku wykonywania budowy w aglomeracji miejskiej lub w miejscu o słabej infrastrukturze drogowej.



Ryc. 3. Schemat wzmocnienia podłoża w technologii MSC

Menard jako profesjonalny wykonawca wzmocnienia podłoża gruntowego, wychodząc naprzeciw oczekiwaniom rynku rozwinął technologię podatnych kolumn betonowych MSC (*Menard Supply Columns*), która jest alternatywną pod względem ekonomicznym oraz technicznym w stosunku do klasycznej wymiany gruntów słabych, jak i sztywnych metod wzmocnienia podłoża. Kolumny MSC należą do grupy technologii przemieszczeniowych, co oznacza, że w trakcie formowania trzonu kolumny grunt nie jest wydobywany na powierzchnię, ale przemieszczany w kierunku poziomym do osi otworu. Do ich wykonania stosuje się specjalnie dostosowaną stalową rurę, która przy użyciu niewielkiej jednostki sprzętowej poprzez wibrator generujący drgania w kierunku pionowym pogrąża narzędzie w grunt na odpowiednią głębokość. Po uzyskaniu żądanej głębokości następuje podciąganie narzędzia przy jednoczesnym pompowaniu

odpowiednio dobranego iniektu. Dzięki zastosowaniu zewnętrznego medium do wykonania trzonu kolumny technologią MSC z powodzeniem można stosować w gruntach organicznych, nie występuje zjawisko wybożenia/rozplątania kolumny w takich warunkach. W rezultacie uzyskujemy kompozyt gruntu i kolumn, współpracujących jak jednolita struktura o zwiększonej nośności. Proces wykonywania kolumny nie powoduje praktycznie żadnych uszkodzeń powierzchni terenu, a generowane w płaszczyźnie pionowej wibracje o małej częstotliwości nie wpływają na konstrukcję sąsiednich obiektów, nawet gdy prace wykonywane są w ścisłej zabudowie. Wydajności prac dochodzą do kilkuset metrów bieżących kolumn na zmianę. Podczas wykonywania kolumn MSC rejestrowane są takie parametry kolumny, jak głębokość wykonania, zużycie iniektu czy pobór energii wibratora. Czynna analiza tych odczytów daje możliwość ciągłej kontroli, jakości wykonania kolumn oraz weryfikacji warunków gruntowych w danym miejscu.



Ryc. 4. Zdjęcia z realizacji wzmocnienia w technologii MSC

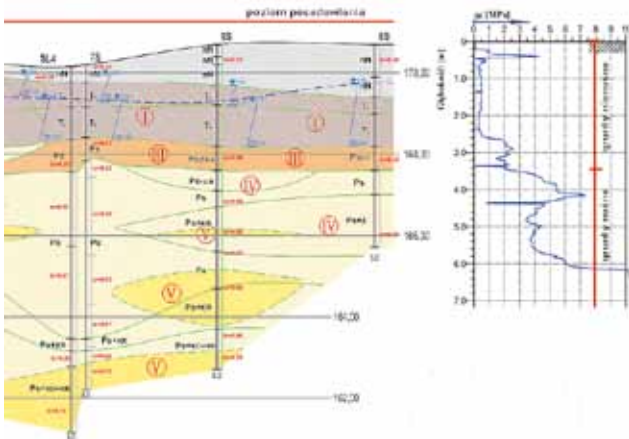
Jako medium nośne trzonu kolumny stosowany jest odpowiednio zaprojektowany iniekt: cementowy, wapienny, cementowo-wapienny z domieszkami popiołów i ulepszczy chemicznych lub mieszanka cementowo-piaskowa, cementowo-wapienno-piaskowa. Parametry iniektu dobiera się zgodnie z wymaganiami projektowymi, aby w przypadku niskich nasypów typu parkingi nie dopuścić do przebicia kolumny przez warstwę dystrybucyjną, a zainicjować podatną pracę kolumny MSC.

Kolumny MSC wpływają na poprawę warunków posadowienia obiektów budowlanych, redukując ścisłość warstw gruntów słabych w skali globalnej. W przeciwieństwie do rozwiązań sztywnych typu kolumny betonowe lub pale, które projektuje się jako elementy przenoszące praktycznie całość obciążeń konstrukcji na głębiej zalegające nośne warstwy gruntu, kolumny MSC projektuje i wykonuje się tak, aby nastąpiła dystrybucja obciążeń na grunt (od 15% do 40% obciążeń) i na kolumny. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość zminimalizowania wielkości oraz kosztów warstwy dystrybucyjnej, która jest kluczowym elementem w przypadku wzmocnienia podłoża gruntowego za pomocą sztywnych inkluzji betonowych.

W celu rozwoju technologii MSC wykonano analizę przypadku opartą na: badaniu podłoża gruntowego, przeprowadzeniu obliczeń charakteryzujących rzeczywistą pracę układu grunt-kolumna MSC-warstwa dystrybucyjna metodą elementów skończonych 2D i 3D, przeprowadzenie badań laboratoryjnych, doboru odpowiednich charakterystyk iniektu, badania nośności pojedynczej kolumny oraz poletka próbne pracy grupy kolumn w skali 1:1.

Warunki gruntowo-wodne na terenie objętym niniejszym przypadkiem zostały scharakteryzowane jako złożone, obejmujące

jące grunty słabonośne i nienośne, przy zaleganiu zwierciadła wód gruntowych w poziomie projektowanego posadowienia oraz przy braku niekorzystnych zjawisk geologicznych, w tym procesów geodynamicznych. Rycina 5 przedstawia charakterystyczny przekrój geologiczny, gdzie podstawą podziału jest kryterium litologiczno-genetyczne, a także stopień plastyczności dla gruntów spoistych, stan zagęszczenia dla gruntów niespoistych i ściśliwość dla gruntów organicznych.

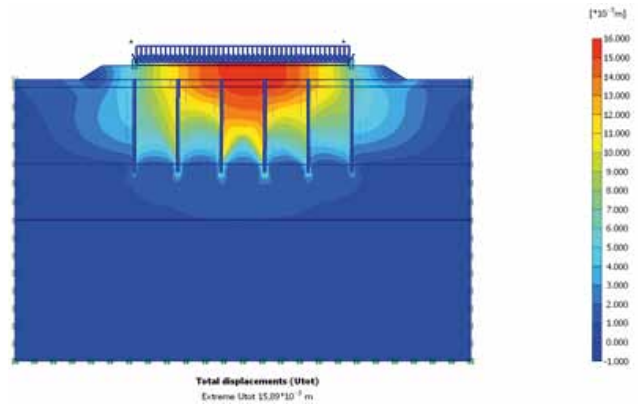


Ryc. 5. Przekrój geologiczny

Grunty nienośne poza przypowierzchniową warstwą nasypów niebudowlanych składają się z warstwy „I”, która składa się z torfów niskich i podrzędnie namułów torfiastych, pylastych i gliniastych, silnie nasyconych wodą, o średniej wilgotności naturalnej $w_n = 327,6\%$. Są to grunty o dużej ściśliwości, przeciętny moduł ściśliwości pierwotnej wynosi $M_0 = 1\,052$ kPa, wtórny $M = 1895$ kPa. Moduły ściśliwości oszacowane na podstawie sondowań sondą CPT są w przedziale 0,5–2,0 MPa.

Prace projektowe miały na celu: dobranie siatki kolumn oraz ich średnicy, wyznaczenie parametrów minimalnych materiału, który zapewniłby podatną pracę kolumn oraz optymalizację warstwy dystrybucyjnej pod względem wysokości oraz kosztów. Analizę wykonano za pomocą programu obliczeniowego skierowanego geotechnicznie, który wykorzystuje metodę elementów skończonych w 2D oraz 3D. Obliczenia w płaskim stanie odkształcenia wykazały osiadania na poziomie 16 mm, co spełnia założenia projektowe konstrukcji. Maksymalna siła obliczeniowa przypadająca na pojedynczą kolumnę została wyznaczona na poziomie 90 kN, co w zależności od średnicy kolumny generowało naprężenia ściskające od 720 kPa do 1850 kPa.

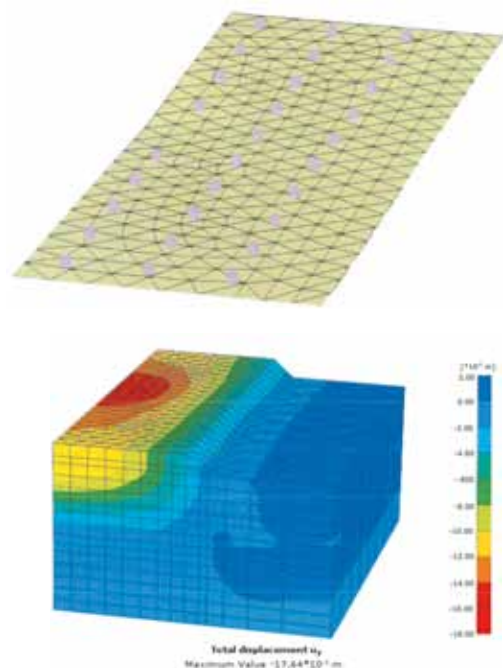
Analiza 3D pozwoliła zamodelować zachowanie bryły gruntu oraz szczegółową współpracę kolumna-grunt-warstwa dystrybucyjna. Model obliczeniowy 3D przy warunkach równoważnych do modelu 2D wykazał zbieżne wartości osiadań powierzchni parkingów, która w przypadku 3D wynosiły 13 mm. Drugi schemat obliczeniowy zakładał przypadek, gdy nastąpi przekroczenie wytrzymałości wewnętrznej pojedynczej kolumny. Sytuacja taka powoduje zwiększenie obciążeń przypadających na kolumny sąsiednie oraz ma wpływ na osiadania całego układu (ryc. 7). Model zakładał eliminację jednej kolumny w osi modelu, co przy symetrycznym modelowaniu odpowiadało utracie 2 z 6 kolumn, tj. ok. 30%



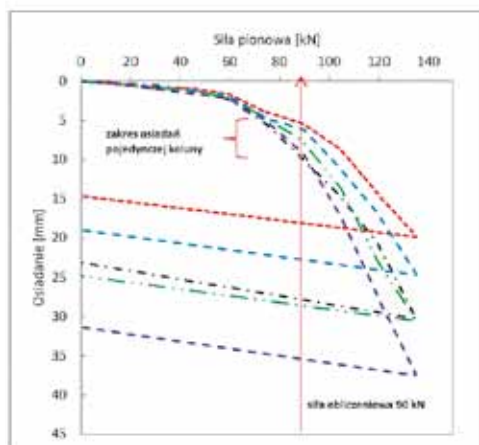
Ryc. 6. Osiadania niskiego nasypu posadowionego na wzmocnionym podłożu (kolumny MSC)

inkluzyj w przekroju poprzecznym. Przeprowadzona analiza numeryczna wykazała, że w przypadku zniszczenia kolumny osiadania nawierzchni parkingów stabilizują się na poziomie 17,64 mm, co potwierdza spełnienie warunku drugiego stanu granicznego.

W celach weryfikacji założeń projektowych wykonano próbnę obciążenia pojedynczej kolumny, wykorzystując metodę belki odwróconej. Na podstawie analizy wyników wykazano, że osiadania pojedynczej kolumny przy maksymalnej sile obliczeniowej przypadającej na kolumnę mieści się w zakresie od 5 do 10 mm (ryc. 8). Siła obliczeniowa nie powoduje utraty nośności wewnętrznej kolumny, w związku z tym parametry iniektu spełniają założenia projektowe. Po przekroczeniu wartości siły obliczeniowej kolumny osiadają w zakresie od 10 do 25 mm, dzięki czemu skumulowanie większych obciążeń na podłożu gruntowe nie powoduje niszczenia kolumny, a zwiększenie osiadania, co jest elementem bardzo korzystnym przy koncepcji kolumn MSC. Pozwala to uniknąć sztywnego podparcia, które przy niskich nasypach powoduje powstanie efektu przebijania



Ryc. 7. Przemieszczenia pionowe (osiadanie) po wyeliminowaniu kolumny

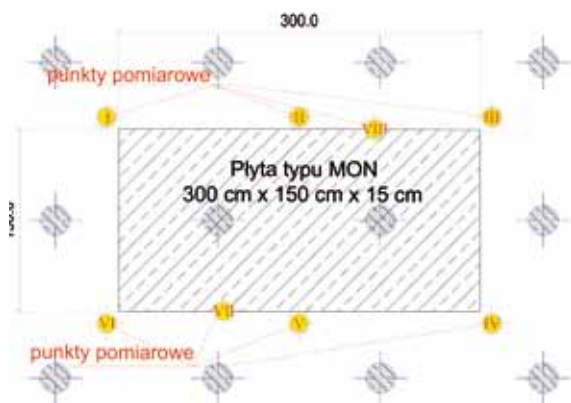


Ryc. 8. Obciążenia próbne kolumn MSC

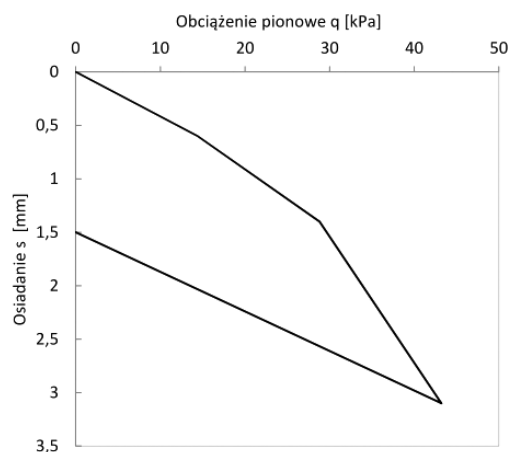
pojedynczych kolumn przez warstwę dystrybucyjną, co można zaobserwować na powierzchni parkingu w postaci wybrzuszeń i tzw. „grzybków”. Pomimo zwiększonego obciążenia, a tym samym znacznie wyższych osiadań powierzchni parkingu, nadal spełniony jest warunek użyteczności zdefiniowany jako $s_{dop} \leq 100$ mm.

Analiza pracy pojedynczej kolumny nie umożliwia przedstawienia pracy całego nasypu jako przestrzennej konstrukcji, która składa się z kolumny, gruntu ją otaczającego oraz warstwy dystrybucyjnej, której zadaniem jest rozłożenie obciążeń na kolumnę oraz grunt. W celu sprawdzenia całościowej pracy konstrukcji parkingu na poletkach doświadczalnych wykonano obciążenia w skali rzeczywistej. Schemat stanowisk przedstawiono na rycinie 9, jako elementy obciążenia wykorzystano płyty drogowe układane w stos.

Rycina 10 przedstawia wyniki uzyskane na podstawie ww. poletek dla obciążenia maksymalnego, przekraczającego wartość obciążenia użytkowego o 50%. Badania przeprowadzone na poletkach doświadczalnych wykazały osiadania układu kolumna MSC-grunt-warstwa dystrybucyjna na poziomie 3,10 mm oraz stabilizację osiadań przy każdym kroku obliczeniowym. Wartość osiadań uzyskanych z badań terenowych jest znacznie niższa niż wielkość osiadań, które zamodelowano w programie geotechnicznym z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Różnica



Ryc. 9. Schemat stanowiska do obciążeń rzeczywistych



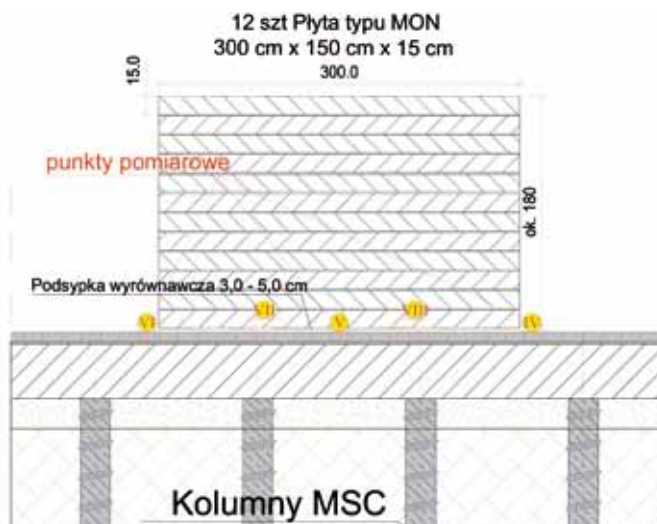
Ryc. 10. Poletko próbne obciążenie grupy kolumn MSC

ta spowodowana jest tym, że modele numeryczne zakładały obciążenie na całości konstrukcji, natomiast na poletku próbnym zakres obciążenia ograniczony jest powierzchnią płyt drogowych.

Przeprowadzona analiza przypadku potwierdziła słuszność założeń projektowych oraz techniczne zalety technologii kolumn podatnych MSC (*Menard Supple Columns*). Pozwala to z pełną świadomością i ograniczeniem ryzyk technicznych rozwiązywać problemy niskich nasypów typu parkingi oraz drogi dojazdowe. Należy zwrócić uwagę również na fakt odpowiedniego konstruowania warstw dystrybucyjnych, które są ważnym elementem w podejściu do objętościowego wzmocnienia podłoża gruntowego. Analizując koszty inwestycji oraz techniczne możliwości wykonania posadowienia takich budowli, należy pamiętać o gruncie, który w wielu przypadkach jest elementem pomijanym w szacowaniu budżetu inwestycji, a może zaważyć o rentowności przedsięwzięcia.

Literatura

- [1] Terashi M., Juran I.: Ground Improvement – state of the art. In: *Proceedings International Conference on Geotechnical and Geological Engineering, GeoEng 2000*. Vol. 1. Melbourne 2000, pp. 461–519.
- [2] Mitchell J.M., Jardine. F.M.: *A guide to ground treatment*. CIRIA, 2002.



Trwałość ścian oporowych z gruntu zbrojonego

tekst: MAGDALENA ZAWISZA, zdjęcia: VIACON POLSKA SP. Z O.O.

Firma ViaCon Polska Sp. z o.o. posiada w swojej ofercie cztery systemy ścian oporowych z gruntu zbrojonego. Jednym z nich są ściany oporowe ViaWall A typ 1.



Głównymi elementami składowymi tego systemu są panele żelbetowe o wymiarach standardowych 1,50 x 1,50 m i 0,75 x 1,50 m oraz siatka stalowa z prętów żebrowanych ze stali klasy A-IIIIN, pokrytych warstwą cynku 600g/m².

Obliczenia statyczne dla tego typu obiektów inżynierskich można wykonać według kilku metod, np. według polskiej normy PN-83/B-03010 *Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie* [4] lub według normy amerykańskiej AASHTO *Standard Specifications for Highway Bridges, LRFD Highway Bridge Design Specifications* [5].

W ramach sprawdzania stateczności ściany należy uwzględnić: opór graniczny podłoża dla określonego układu sił pod podstawą ściany oporowej, obrót ściany oporowej względem zewnętrznej krawędzi podstawy, poślizg ściany oporowej po podłożu, wyrwanie zbrojenia z gruntu, nośność graniczną zbrojenia oraz przesunięcie się ściany oporowej.

W okresie eksploatacji konstrukcji ściany oporowej najbardziej narażone na utratę swoich parametrów są elementy stalowe, stanowiące zbrojenie gruntu. Metody obliczeniowe przyjęte do określenia nośności granicznej zbrojenia powinny uwzględniać te straty. Opierając się na polskiej normie PN-83/B-03010, można wyliczyć grubość zbrojenia gr według następującego wzoru:

$$gr = gn - gs$$

gdzie:

gn – nominalna grubość zbrojenia,

gs – ubytek grubości zbrojenia z uwagi na korozję.

Ubytek grubości stali znajdującej się w gruncie nienawodnionym, wynikający z korozji, przy założeniu żywotności konstrukcji do 100 lat, zgodnie z polską normą wynosi 1500 μm . Przy tej samej żywotności konstrukcji, ale gdy stal ocynkowana będzie umieszczona w gruncie nawodnionym (woda słodka), straty grubości wyniosą 2000 μm .

Zasyпка stosowana przy budowie konstrukcji z gruntu zbrojonego według polskiej normy powinna posiadać następujące parametry:

- grunt nienawodniony
 - pH – 5÷10,
 - oporność właściwa – 1000 Ω cm,
 - stopień zawartości soli [Cl] \leq 200 mg/kg, [SO₄] \leq 1000 mg/kg,
 - stopień całkowitej kwasowości $S < 300$ gm/kg;
- grunt nawodniony
 - pH – 5÷10,
 - oporność właściwa – 3000 Ω cm,
 - stopień zawartości soli [Cl] \leq 100 mg/kg, [SO₄] \leq 300 mg/kg,
 - stopień całkowitej kwasowości $S < 100$ gm/kg.

Amerykańska norma AASHTO podchodzi do kwestii utraty grubości stali ocynkowanej w wyniku korozji w sposób odmienny. Norma ta określa straty grubości najpierw warstwy cynku, a następnie utratę grubości stali:

- utrata grubości warstwy cynku (pierwsze 2 lata) 15 $\mu\text{m}/\text{rok}$,
 - utrata grubości warstwy cynku (do wyczerpania) 4 $\mu\text{m}/\text{rok}$,
 - utrata grubości warstwy stali (po wyczerpaniu warstwy cynku) 12 $\mu\text{m}/\text{rok}$.
- Parametry, jakie powinna posiadać zasyпка:

- pH – 5÷10,
- oporność właściwa – 3000 Ω cm,
- stopień zawartości soli [Cl] \leq 100 mg/kg, [SO₄] \leq 20 0mg/kg,
- cząstki organiczne \leq 1%.

Obliczając według AASHTO straty grubości siatki stalowej ocynkowanej 42 μm , umieszczonej w zasyponce o powyższych parametrach, z zamiarem użytkowania do 100 lat, wyniki byłyby następujące:

- utrata grubości warstwy cynku (pierwsze 2 lata) 15 $\mu\text{m} \times 2$ lata = 30 μm ,
- utrata grubości pozostałej warstwy cynku (do wyczerpania) 12 $\mu\text{m}/4$ μm = 3 lata.
- z powyższych wyliczeń wynika, że cynk zostanie skorodowany w ciągu 5 lat, utrata grubości warstwy stali (po wyczerpaniu warstwy cynku) 12 $\mu\text{m} \times 95$ lat = 1140 μm .

Zatem całkowita strata grubości wynosi:

$$gs = 30 \mu\text{m} + 12 \mu\text{m} + 1140 \mu\text{m} = 1182 \mu\text{m} = 1.182 \text{ mm}$$

Firma ViaCon Polska Sp. z o.o. wprowadziła na rynek system ścian oporowych ViaWall A typ 1 w 2009 r. Pierwsze realizacje wykonano na takich zadaniach, jak budowa autostrady A2, odcinek Świecko – Nowy Tomyśl oraz odcinek Stryków – Konotopa, budowa autostrady A4, od-

Tab. 1. Podsumowanie pomiarów utraty grubości zbrojenia

Lokalizacja		Rok budowy	Wiek konstrukcji [lata]	Strata grubości/stronę [μm]	Zasyпка			
					oporność właściwa [Ωcm]	pH	Cl [mg/kg]	SO ₂ [mg/kg]
Stany Zjednoczone	Marta, Atlant, GA	1976	7	21	100 000	7	1.6	10
	SR 101, San Luis Obispo, CA	1980	20	40	54 000	7.1	-	-
Francja	La Croix	1968	17	25	-	-	-	-
	Saint Joroiz	1970	13	10	18 600	8.45	2	-
	Givors	1971	12	25	19 550	7.55	3	7
	Saint Fereal	1972	11	15	33 330	7.5	2	13
	Rehm	1980	12	9	13 500	8.4	20	290

ciniek Korczowa – Radymno, budowa autostrady A1, odcinek Sójki – Piątek. Jak zatem widać, polskie doświadczenia w zakresie badań strat grubości zbrojenia z siatki stalowej są jeszcze niewielkie.

Na świecie tego typu konstrukcje zaczęto budować już w latach 70. XX w. W opublikowanym w 2006 r. artykule Roberta A. Gladstone, Petera L. Andersona, Kennetha L. Fishmana i Jamesa L. Withiama [1] przedstawiono wyniki badań nad stratami grubości cynku i stali na konstrukcjach oporowych, które zostały zbudowane w latach 70. i 80. XX w. Dane te ilustruje tabela nr 1.

Analiza wyników wykazuje, że rzeczywiste ubytki grubości zbrojenia w stosunku do założeń obliczeniowych są znacznie mniejsze, nawet jeśli parametry zasyпки nie spełniają wartości normowych. W konstrukcjach oporowych, które są użytkowane dłużej niż 10 lat, ubytki grubości zbrojenia stalowego ocynkowanego nie przekroczyły wartości 80 μm (mierząc z obu stron), podczas gdy założenia normowe przewidują przy takim samym okresie użytkowania ubytki w wysokości 222 μm – według AASHTO oraz 1000 μm – według PN-83/B-03010.

Literatura

[1] Gladstone R.A., Anderson P.L., Fishman K.L., Withiam J.L.: *Durability of Galvanized Soil Reinforcement: 30+ Years of experience with MSE*. "TRB's Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board" 2006, Issue No. 1975: pp., 49–59.

[2] Fishman K.L., Salazar J.M., Hilfiker H.K.: *Corrosion in an Arid Environment and Condition Assessment of a 20 Year Old MSEW*. CD ROM. Transportation Research Board, National Research Council. Washington D.C. 2006.

[3] Gladstone R. A., Anderson P.L., Fishman K.L., Withiam, J.L: *Investigation and Implications of MSE Wall Corrosion in Nevada*. "TRB's Transportation Research Record: Journal of the Transportation" 2009 (July 31).

[4] PN-83/B-03010 *Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie*.

[5] *LRFD Highway Bridge Design Specifications*. AASHTO. Third Edition. Washington D.C. 2004.



ViaCon Polska Sp. z o.o.

ul. Przemysłowa 6
64-130 Rydzyna
tel.: (+48) 65 / 525 45 45
fax: (+48) 65 / 525 45 55
e-mail: office@viacon.pl

Twórzmy razem lepszą rzeczywistość

Rury i konstrukcje podatne do budowy lub przebudowy

- przepustów drogowych i kolejowych
- mostów, wiaduktów, tuneli
- przejazdów gospodarczych
- przejść dla zwierząt
- obudów taśmociągów

System kanalizacji deszczowej

Zbiorniki retencyjne

Geosyntetyki

- geowłókniny i geotkaniny do drenażu, separacji i wzmocnienia gruntu
- geosiatki do zbrojenia gruntu
- siatki do wzmocnienia nawierzchni bitumicznych
- geomembrany
- maty bentonitowe

Mosty tymczasowe

Ściany oporowe z gruntu zbrojonego

Gabiony



ISO 9001:2000 | ISO 14001:2004

Oferujemy kompleksową obsługę inwestycji, począwszy od doradztwa technicznego, poprzez projektowanie, dostawę, montaż, do całkowitej realizacji

Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz. 13



tekst:

prof. UZ dr hab. inż. **ADAM WYSOKOWSKI**, kierownik Zakładu Dróg i Mostów, Uniwersytet Zielonogórski

mgr inż. **JERZY HOWIS**, konstruktor, Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Żmigród

W ostatnich latach korzystanie z norm europejskich w zakresie projektowania obiektów infrastruktury komunikacyjnej stało się powszechne. Dotyczy to także konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt zarówno w ciągu dróg kołowych, jak i kolejowych. Duża liczba obecnie projektowanych i wykonywanych nowoczesnych przepustów opiera się na wykorzystywaniu tych nowych norm.

Jak ogólnie wiadomo, w 2010 r. wprowadzone zostały w naszym kraju normy europejskie – eurokody. Stanowią one zbiór ujednoliconych norm międzynarodowych do projektowania konstrukcji budowlanych, w tym szeroko rozumianych konstrukcji inżynierskich. Zadaniem eurokodów jest unifikowanie wiedzy inżynierskiej dotyczącej projektowania i wykonywania obiektów budowlanych, jak również umożliwienie szerszego stosowania nowoczesnych materiałów i technologii w krajach członkowskich Unii Europejskiej.

Wprowadzenie

Po omówieniu wstępnych zagadnień dotyczących przepustów i przejść dla zwierząt w poprzednich artykułach z tego cyklu, w tym aspektów prawnych, zagadnień materiałowych i przeglądu metod obliczeń dla tych konstrukcji, zdaniem autorów kolejnym ważkim tematem jest sposób projektowania z uwzględnieniem nowych norm.

W tym przypadku autorzy mają tu na myśli nowe normy do projektowania z grupy zwyczajowo nazywanej eurokodami.

Eurokody, jak wiadomo, stanowią zbiór przepisów dotyczących projektowania konstrukcji budowlanych. Tym samym stanowią one ważny element budowlanego procesu inwestycyjnego w zjednoczonej Europie, a więc i w Polsce. Bazując na europejskich zbiorach norm materiałowych oraz zbiorach norm na wyroby budowlane, stanowią one klucz do projektowania konstrukcji [1, 4, 5]. Jednocześnie normy unijne, które zastępują w coraz większym stopniu normy polskie, są z założenia od kilku lat nieobligatoryjne [12,18] i aby mogły stać się obowiązujące, muszą być przywołane. Takim dokumentem są opracowywane specyfikacje techniczne stanowiące element projektu technicznego. Z tego faktu wynika ważność przedmiotowych przepisów.

W niniejszym artykule zostaną omówione podstawowe zagadnienia związane z tytułową tematyką. Z uwagi na obszerność zagadnienia, temat stosowania nowych norm do projektowania konstrukcji przepustów z grupy eurokodów autorzy planują omówić w trzech spójnych ze sobą częściach: Część I *Wprowadzenie*.

Część II *Podstawy projektowania i oddziaływania na konstrukcję*.
Część III *Projektowanie z uwzględnieniem materiałów konstrukcyjnych rur osłonowych i zasypki gruntowej*.

Dla przypomnienia oraz dla nowych czytelników poniżej przytoczono spis artykułów na temat przepustów, które sukcesywnie od dwóch lat ukazują się w kolejnych numerach „Nowoczesnego Budownictwa Inżynierskiego” [19]:

1. ARTYKUŁ WPROWADZAJĄCY
2. ASPEKTY PRAWNE PROJEKTOWANIA, BUDOWY I UTRZYMANIA PRZEPUSTÓW
3. PRZEPUSTY TRADYCYJNE
4. PRZEPUSTY NOWOCZESNE
5. PRZEPUSTY JAKO PRZEJŚCIA DLA ZWIERZĄT
6. MATERIAŁY DO BUDOWY PRZEPUSTÓW – CZ. I, CZ. II
7. METODY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW – CZ. I OGÓLNE ZASADY OBLICZEŃ
8. METODY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW – CZ. II TRADYCYJNE METODY OBLICZEŃ
9. METODY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW – CZ. III NOWE METODY OBLICZEŃ
10. METODY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW – CZ. IV. OBLICZENIA PRZEPUSTÓW METODĄ ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH – MES
11. METODY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW – CZ. V. PRZYKŁADY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW
12. METODY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW – CZ. VI. OBLICZENIA HYDRAULICZNE PRZEPUSTÓW.

Geneza powstania nowych norm do projektowania

Na podstawie artykułu 95 Traktatu Komisji Wspólnot Europejskich w 1975 r. ustalono program działań w zakresie budownictwa. Ich celem było usunięcie handlowych przeszkód technicznych i harmonizacja specyfikacji.

W ramach tego programu działań Komisja podjęła inicjatywę utworzenia zbioru zharmonizowanych reguł technicznych dotyczących projektowania konstrukcji, które początkowo miałyby stanowić alternatywę dla reguł krajowych

obowiązujących w państwach członkowskich, a ostatecznie by je zastąpiły [7].

Po kilkunastu latach intensywnych prac w 1989 r. Komisja i państwa członkowskie podjęły decyzję – na podstawie umowy z CEN – o opublikowaniu wstępnych wersji eurokodów, które w przyszłości miałyby status norm europejskich.

W ramach dalszych prac w 1992 r. w Davos zorganizowano pod auspicjami International Association for Bridge Structural Engineering konferencję specjalnie poświęconą eurokodom pod nazwą *Eurokody konstrukcyjne (Structural Eurocodes, IABSE Conference Davos 1992)* [10].

Podczas przedmiotowej konferencji wygłoszono szereg referatów dotyczących projektowania z użyciem nowych norm, w tym przygotowano referaty generalne, żeby wymienić chociażby ważniejsze z nich dotyczące poszczególnych grup planowanych eurokodów:

- Obciążenia drogowe (*EC 1: Traffic Loads on Road Bridges*), przygotowany przez prof. J.-A. Calgaro (Setra – Paryż, Francja) i prof. G. Sedlaceka (RWTH – Aachen, Niemcy);
- Obciążenia kolejowe (*EC 1: Traffic Loads on Bridges – Rail Traffic Loads*), przygotowany przez dr. J.E. Spindel (British Railways Board, Londyn, Wielka Brytania) i M.A. Tschumi (Swiss Federal Railways – Berno, Szwajcaria);
- Konstrukcje betonowe (*EC 2: Serviceability and Durability*), przygotowany przez dr. S. Rostama (COWIconsult – Lyngby, Dania);
- Konstrukcje stalowe:
 - *EC 3: The New Eurocode for Steel Structures*, przygotowany przez prof. P.J. Downinga (Imperial College – Londyn, Wielka Brytania),
 - *EC 3: Steel Eurocode for Innovative Structural Engineers*, przygotowany przez prof. G. Sedlaceka (RWTH – Aachen, Niemcy);
- Konstrukcje zespolone:
 - *EC 4: Composite Structures of Steel and Concrete*, przygotowany przez prof. R.P. Johnsona (University of Warwick – Coventry, Wielka Brytania),
 - *EC 4: Relationship to Eurocodes 1, 2 and 3*, przygotowany przez H. Mathieu (Insp. Gen. des Ponts et Chaussées – Bagnaux, Francja);
- Konstrukcje drewniane (*EC 5: Design of Timber Structures*), przygotowany przez H.J. Larsena (Build. Res. Inst. SBI – Hørsholm, Dania);
- Konstrukcje murowe (*EC 6: Structural Use of Masonry*), przygotowany przez B. Haseltine'a (Jenkins & Potter – Londyn, Wielka Brytania);
- Projektowanie geotechniczne (*EC 7: Geotechnical Code of Practice*), przygotowany przez N. Krebsa Ovensena (Danish Geotechnical Institute – Lyngby, Dania);
- Projektowanie na terenach sejsmicznych (*EC 8: Eurocode Approach to Seismic Design*), przygotowany przez prof. P.E. Pinto (University of Rome – Rzym, Włochy).

Zasady sformułowane w wymienionych wyżej prezentacjach stały się podstawą do szerszego opracowania aspektów dotyczących projektowania konstrukcji według nowych norm.

Między innymi podczas obrad w Davos założono, że przyjęte wstępne projekty norm wydawane są w trzech oficjalnych językach (angielskim, francuskim, niemieckim), a następnie przesyłane wszystkim krajom zrzeszonym w CEN do zaopiniowania.

Po uwzględnieniu wszystkich uwag opracowane wersje drogą głosowania ustanawiane są jako obowiązujące normy europejskie.

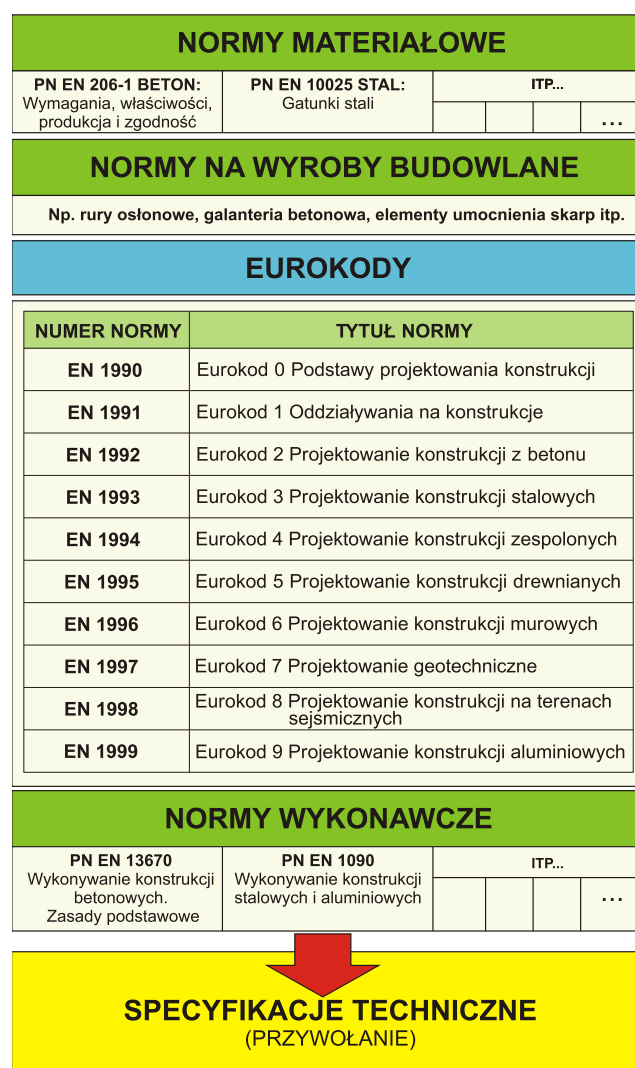
W przypadku obszernych norm – z którymi mamy najczęściej do czynienia – wymagających szerokich uzgodnień w skali międzynarodowej, założono, że ich opracowywanie przebiega dwuetapowo. Najpierw wprowadza się normę europejską jako prenormę oznaczoną symbolem ENV na okres próbny, celem praktycznego przetestowania jej przez wszystkie kraje członkowskie (najczęściej na okres trzech lat). Następnie na podstawie uwag wniesionych w stosunku do prenorm ENV w okresie próbnym zatwierdzana jest ostateczna wersja norm europejskich (EN).

Tym samym w latach 1992–1998 opracowane zostały i opublikowane 62 prenormy ENV.

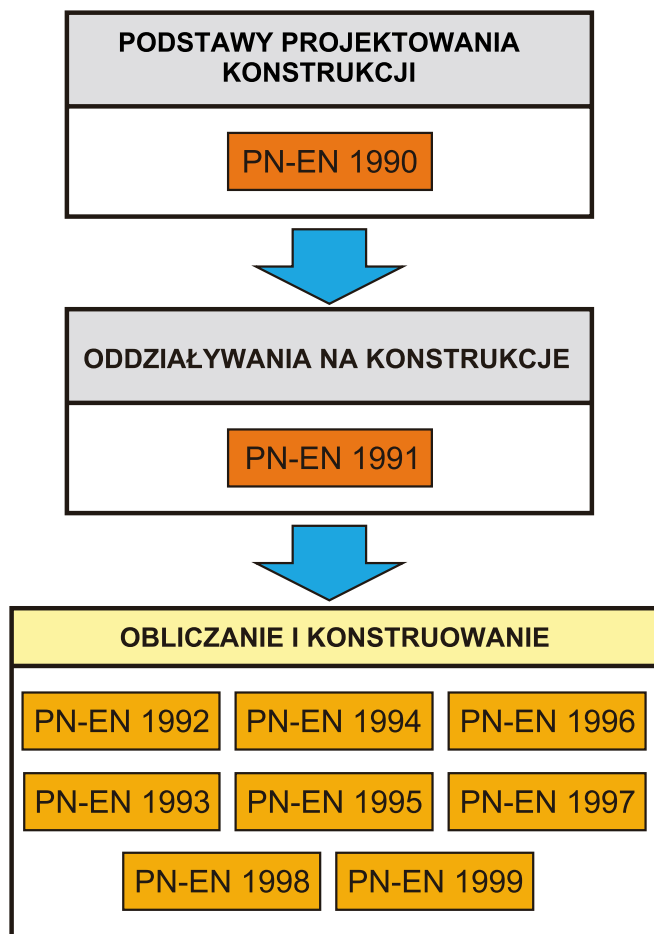
Od 1998 r. zaczęto przekształcać normy ENV w ostateczne wersje EN. Po ich zatwierdzeniu były one sukcesywnie przekazywane krajowym instytucjom normalizacyjnym. Większość eurokodów została opublikowana w krajach członkowskich, najczęściej w językach narodowych, wraz z załącznikami krajowymi w latach 2002–2006.

Zestawienie norm do projektowania z grupy eurokodów

Wprowadzenie nowych norm do projektowania w Polsce stało się niezbędne. Przez ostatnie lata występowała istotna luka w tej dziedzinie. Wynikała ona z faktu, że w drugiej de-



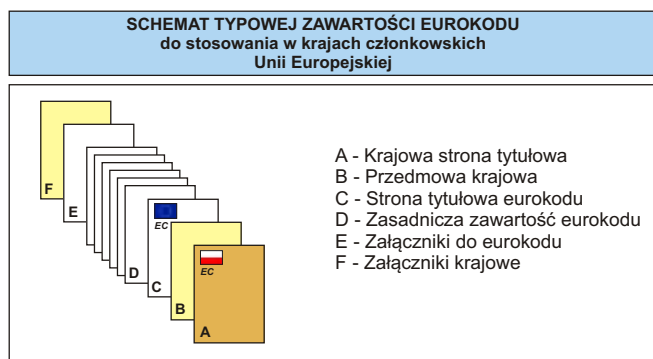
Ryc. 1. Schemat przedstawiający ogólną zasadę projektowania według nowych norm



Ryc. 2. Grupy tematyczne dotyczące projektowania według norm europejskich

kadzie lat 90. i w pierwszej dekadzie XXI w. wprowadzono w naszym kraju wiele nowych norm PN-EN dotyczących materiałów, wyrobów budowlanych, wykonywania konstrukcji itp.

Tym samym wymagania dotyczące materiałów, wyrobów i wykonawstwa regulowały nowe normy, a proces projektowania opierał się na normach starych. Na przykład, norma na beton (PN-EN 206 -1 *Wymagania, własności, produkcja i zgodność*) wprowadziła w 2004 r. nowe klasy wytrzymałościowe. Tym samym od tego czasu przy produkcji betonu na budowie korzysta się z klas „C”, a konstrukcje mostowe z użyciem betonu są nadal projektowane na „stare” klasy wytrzymałościowe – „B”. Tym samym nowe normy projektowe eliminują tego typu problemy.



Ryc. 3. Wzorcowa zawartość eurokodu do stosowania w krajach członkowskich Unii Europejskiej

Istotny jest również aspekt prawny dotyczący nieobowiązkowości norm. Dopiero przywołanie odpowiednich norm, np. w specyfikacjach technicznych projektu, sprawia, że stają się one w tym zakresie obligatoryjne. Ilustruje to autorski schemat zamieszczony na rycinie 1.

Jak wspomniano we wstępie, eurokody dzielą się na odpowiednie grupy tematyczne dotyczące projektowania konstrukcji [2, 3].

Dla zobrazowania na schemacie zamieszczonym na rycinie 2 przedstawiono ogólny podział norm projektowych na odpowiednie grupy tematyczne.

Natomiast na rycinie 3 pokazano wzorcową zawartość normy do stosowania w krajach członkowskich Unii Europejskiej [13].

Zakres stosowania norm z grupy eurokodów do projektowania przepustów i przejść dla zwierząt

Eurokody obejmują swym zakresem również obiekty inżynierii komunikacyjnej.

Zakres tematyczny grup eurokodów dotyczących projektowania obiektów inżynierii komunikacyjnej dla konstrukcji przepustów przedstawiono na rycinie 4 [26].

Natomiast zakres tematyczny grup eurokodów dotyczących projektowania przejść dla zwierząt autorzy przedstawili na rycinie nr 5 [26].

Jak widać, w tym przypadku przedmiotowych konstrukcji mamy do czynienia z większością pakietów nowych norm.

Dla przepustów i przejść dla zwierząt konstruowanych szczególnie z rur osłonowych o konstrukcji podatnej ważnym elementem jest współpraca z gruntem [6, 17].

O zagadnieniach gruntowych traktuje eurokod geotechniczny 1997. Eurokod ten składa się z dwóch części: PN EN 1997-1 *Zasady ogólne* i PN EN 1997-2 *Badania podłoża gruntowego* [8, 9, 16]. Norma PN EN 1997 w części *Zasady ogólne* zawiera rozdziały dotyczące również przepustów, z których ważniejsze to:

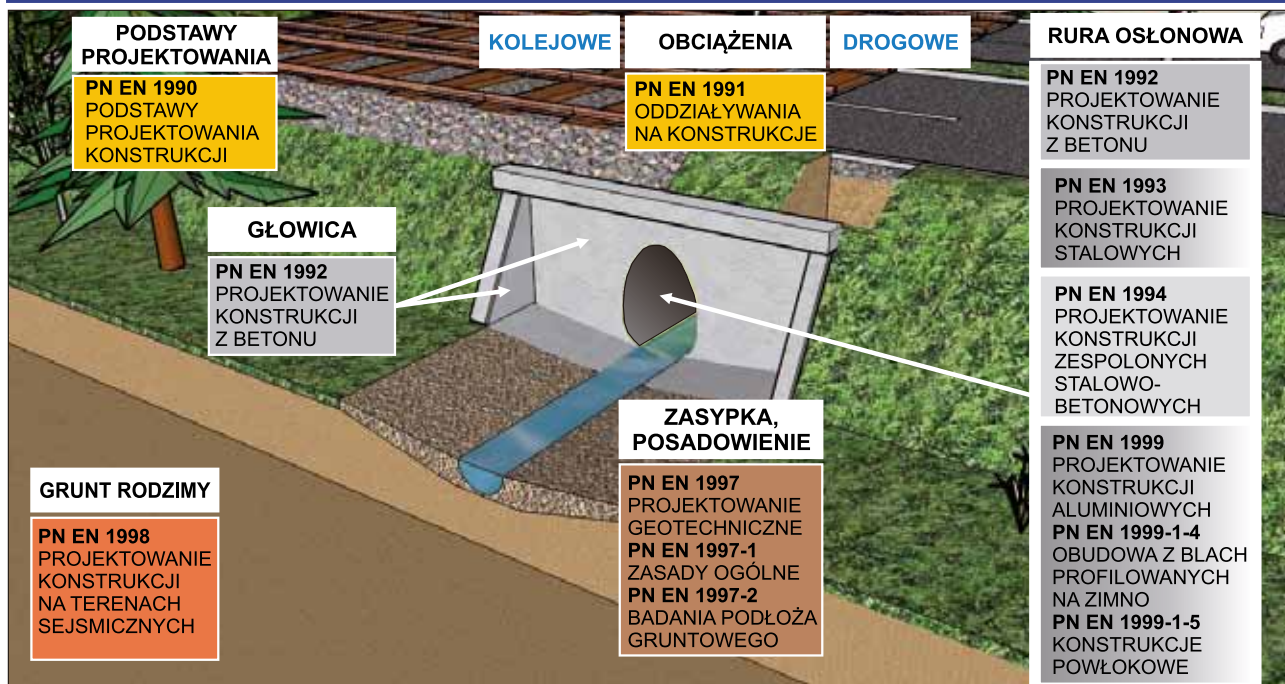
2. *Podstawy projektowania geotechnicznego,*
3. *Dane geotechniczne,*
4. *Nadzór robót budowlanych, monitorowanie i utrzymanie,*
5. *Nasypy i zasypki, odwodnienie, ulepszenie i wzmocnienie podłoża*
6. *Fundamenty bezpośrednie,*
9. *Konstrukcje oporowe.*

W paragrafie 3 rozdziału 5 znajduje się zestawienie cech odpowiedniego materiału który dotyczy zasypki: „(...) przy doborze materiału nasypowego należy uwzględnić następujące cechy: uziarnienie, wytrzymałość na kruszenie, zagęszczalność, przepuszczalność, plastyczność, wytrzymałość niżej zalegającego gruntu, zawartość części organicznych, agresywność chemiczną, skutki skażenia środowiska, rozpuszczalność, podatność na zmiany objętości (siły pęczniące, materiały zapadowe), wrażliwość na zamarzanie i niskie temperatury, odporność na wietrzenie, wpływ urabiania, transportu i układania, możliwość wystąpienia scementowania po ułożeniu (np. żużel wielkopiecowy)”.

Ponadto w paragrafie 4 znajduje się istotny zapis, że „jeśli miejscowe materiały w stanie naturalnym nie nadają się do zastosowania jako materiał nasypowy, może być konieczne zastosowanie jednego z niżej wymienionych zabiegów:

- dostosowanie wilgotności,
- zmieszanie z cementem, wapnem lub innymi materiałami,
- kruszenie, przesiewanie lub przemywanie,
- zabezpieczenie odpowiednim materiałem,

EUROKODY W PROJEKTOWANIU PRZEPUSTÓW



Ryc. 4. Zakres stosowania poszczególnych grup eurokodów dotyczących inżynierii komunikacyjnej na przykładzie konstrukcji przepustu komunikacyjnego

- ułożenie warstw drenujących.”

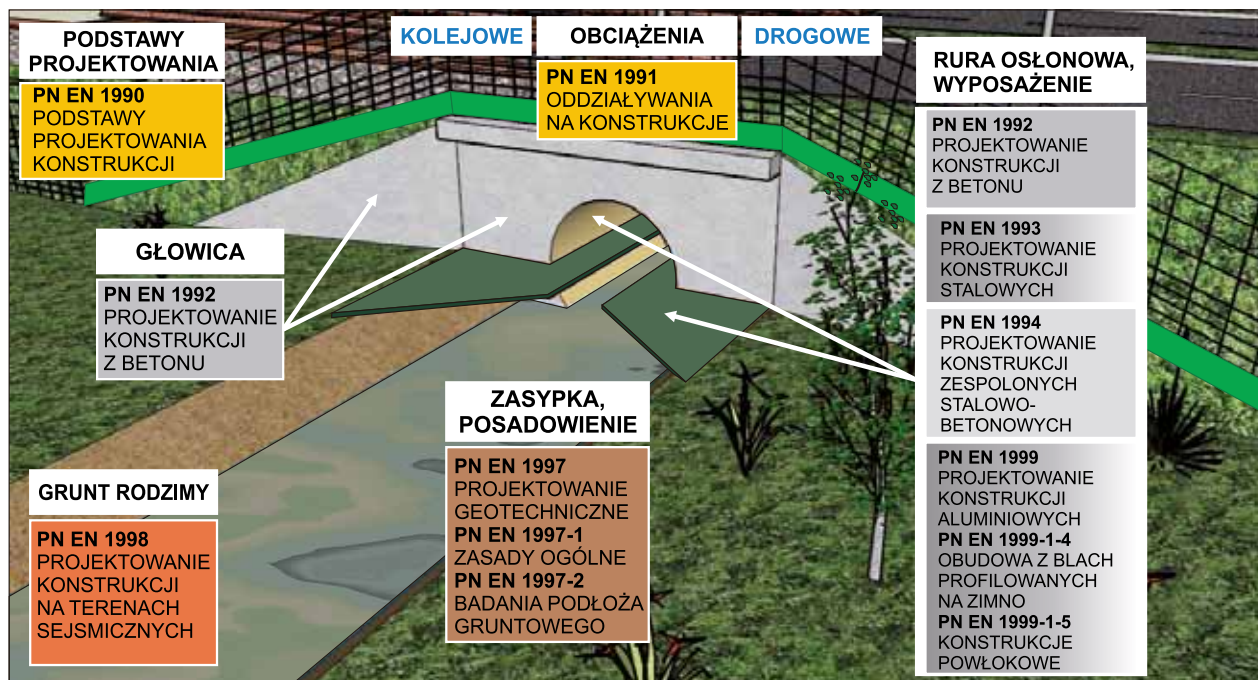
Ponadto w punkcie 5.3.3 podano dobór metod układania i zagęszczania zasyпки:

„Kryteria zagęszczenia należy ustalić dla każdej strefy lub warstwy nasypu lub zasyпки, w powiązaniu z jego przeznaczeniem i z wymaganiami eksploatacyjnymi.

Technologia budowy i zagęszczania powinna być dobrana w taki sposób, aby zapewnić stateczność nasypu lub zasyпки podczas całego okresu budowy oraz aby nie miała negatywnego wpływu na rodzime podłoże.

Metody zagęszczania nasypów lub zasypek należy dobierać w zależności od kryteriów zagęszczania oraz od:

EUROKODY W PROJEKTOWANIU PRZEJŚĆ DLA ZWIERZĄT



Ryc. 5. Zakres stosowania poszczególnych grup eurokodów dotyczących inżynierii komunikacyjnej na przykładzie konstrukcji dolnego zespolonego przejścia dla zwierząt

Projektowanie przepustów według eurokodów. Cz. I. Wprowadzenie

Tab. 1. Wykaz Polskich Norm wprowadzających poszczególne części eurokodów w zakresie inżynierii komunikacyjnej^{*)} **)

Numer i tytuł Polskiej Normy		Data opublikowania
PN-EN 1990:2004 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji	96 s.	
PN-EN 1990:2004/Poprawka Ap1:2004	1 s.	2004-10
PN-EN 1990:2004/Poprawka Ap2:2010	1 s.	2010-03
PN-EN 1990:2004/Zmiana A1:2008	26 s.	2008-10
PN-EN 1990:2004/Poprawka AC:2008	1 s.	2008-12
PN-EN 1990:2004/Poprawka AC:2010	1 s.	2010-08
PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje	razem 708 s.	
PN-EN 1991-1-1:2004 - Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach	38 s.	2004-09
PN-EN 1991-1-5:2005 - Część 1-5: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania termiczne	39 s.	2005-09
PN-EN 1991-1-6:2007 - Część 1-6 Oddziaływania ogólne - Oddziaływania podczas wykonywania konstrukcji PN-EN 1991-1-6:2007/Poprawka AC:2008	28 s.	2007-11
PN-EN 1991-1-7:2006 - Część 1-7: Oddziaływania ogólne Oddziaływania wyjątkowe	62 s.	2008-10
PN-EN 1991-2:2007- Część 2: Obciążenia ruchome mostów	143 s.	2007-05***
PN-EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu	razem 429 s.	
PN-EN 1992-1-1:2008 - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków	205 s.	2008-09
PN-EN 1992-2:2006 - Część 2: Mosty betonowe: Projektowanie i szczegółowe zasady	95 s.	2010-03
PN-EN 1993 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych	razem 1282 s.	
PN-EN 1993-1-1:2006 - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków	91 s.	2006-06
PN-EN 1993-1-3:2008 - Część 1-3:Reguły ogólne- Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno	129 s.	2008-08
PN-EN 1993-1-5:2008 - Część 1-5: Blachownice	54 s.	2008-07
PN-EN 1993-1-6:2007 - Część 1-6: Wytrzymałość i stateczność konstrukcji powłokowych	94 s.	2009-06
PN-EN 1993-1-7:2008 - Część 1-7: Konstrukcje płytowe	38 s.	2008-11
PN-EN 1993-1-8:2006 - Część 1-8: Projektowanie węzłów	128 s.	2006-12
PN-EN 1993-1-9:2007 - Część 1-9: Zmęczenie	36 s.	2007-04
PN-EN 1993-1-10:2007 - Część 1-10: Dobór stali ze względu na odporność na kruche pękanie i ciągliwość międzywarstwową	16 s.	2007-03
PN-EN 1993-1-11:2008- Część 1-11: Konstrukcje ciągnowe	35 s.	2008-06
PN-EN 1993-1-12:2007- Część 1-12 Reguły dodatkowe rozszerzające zakres stosowania EN 1993 o gatunki stali wysokiej wytrzymałości do S 700 włącznie	9 s.	2008-12
PN-EN 1993-2:2006- Część 2: Mosty stalowe	102 s.	2010-03
PN-EN 1993-4-2:2007- Część 4-2: Zbiorniki	55 s.	2009-10
PN-EN 1993-4-3:2007- Część 4-3: Rurociągi	34 s.	2008-11
PN-EN 1993-5:2007- Część 5: Palowanie i grodze	94 s.	2009-07
PN-EN 1994 Eurokod 4: Projektowanie konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych	razem 304 s.	
PN-EN 1994-1-1:2008 - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków	111 s.	2008-12
PN-EN 1994-2:2006 - Część 2: Reguły ogólne i reguły dla mostów	90 s.	2010-03
PN-EN 1995 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych	razem 221 s.	
PN-EN 1995-1-1:2005 - Część 1-1 : Zasady ogólne i zasady dla budynków	123 s.	2010-04
PN-EN 1995-2:2007- Część 2: Mosty	29 s.	2007-03***
PN-EN 1997 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne	razem 346 s.	
PN-EN 1997-1:2008 - Część 1: Zasady ogólne	150 s.	2008-05
PN-EN 1997-2:2005- Część 2: Badania podłoża gruntowego	196 s.	2009-05***
PN-EN 1999 Eurokod 9: Projektowanie konstrukcji aluminiowych	razem 489 s.	
PN-EN 1999-1-1:2007 - Część 1-1:Reguły ogólne	208 s.	2011-10
PN-EN 1999-1-4:2007 - Część 1-4: Obudowa z blach profilowanych na zimno	62 s.	2012-05
PN-EN 1999-1-5:2007- Część 1-5: Konstrukcje powłokowe (oryg.)	65 s.	2010-05

*) Stan na październik 2012 r., **) ze względu na położenie geograficzne Polski Eurokod 1998 nie jest przekazany przez PKN do tłumaczenia na język polski, ***) brak krajowego załącznika

- pochodzenia i rodzaju materiału,
- metody układania,
- wilgotności w czasie wbudowywania i jej ewentualnych zmian,
- początkowej i końcowej miąższości warstw,
- lokalnych warunków klimatycznych,
- jednorodności zagęszczenia,
- rodzaju podłoża.

W celu opracowania właściwej metody zagęszczania zaleca się przeprowadzić próbne zagęszczenie na danym terenie, z wykorzystaniem przewidzianego materiału do wbudowania i sprzętu do zagęszczania. Pozwoli to na opracowanie procedury zagęszczania (sposób wbudowywania, sprzęt zagęszczający, grubość warstw, liczba przejść sprzętu, dobranie odpowiedniego rodzaju transportu i ilości wody do nawilgacania). Próbne zagęszczenie może także posłużyć do ustalenia kryteriów kontroli”.

Eurokod ten traktuje również o sprawdzaniu zasyпки, i tak: „do badania zagęszczenia zaleca się stosować jedną z poniższych metod:

- pomiary gęstości objętościowej szkieletu gruntowego, a jeśli projekt tego wymaga także pomiary wilgotności,
- pomiary takich właściwości, jak np. opór przy sondowaniu lub sztywność.

Takie pomiary mogą być niewystarczające do określenia, czy osiągnięto właściwe zagęszczenie w gruntach spoistych.

Zaleca się określenie minimalnej gęstości nasypu lub zasyпки, np. za pomocą procentowego wskaźnika Proctora oraz sprawdzenie jej na miejscu robót.

Polową kontrolę zagęszczenia (patrz EN 1997-2) można wykonać za pomocą:

- sprawdzenia, czy zagęszczenie było wykonywane zgodnie z technologią opartą na wynikach badań z poletka doświadczalnego lub z porównywalnego doświadczenia,

- sprawdzenia, że osiadanie wywołane przez dodatkowe przejście urządzenia zagęszczającego jest równe lub mniejsze od określonej wartości,
- próbnych obciążeń płytą,
- metod sejsmicznych lub dynamicznych.

Należy tu wyraźnie podkreślić, że nowe normy, pomimo ich szerokiego zakresu, nie obejmują wszystkich elementów inżynierii komunikacyjnej. Widać to chociażby z faktu zakresu pakietów, na którym skupiają się omawiane normy.

Poszczególne pakiety eurokodów skupiają się jedynie na poniżej podanych rodzajach konstrukcji:

- Pakiet 1. Konstrukcje budynków i obiektów inżynierskich (z wyjątkiem mostów, silosów, zbiorników i rurociągów, gródz, belek podsuwnicowych oraz wież i masztów).
- Pakiet 2. Mosty,
- Pakiet 3. Silosy, zbiorniki i rurociągi,
- Pakiet 4. Grodze,
- Pakiet 5. Belki podsuwnicowe,
- Pakiet 6. Wieże i maszty.

Wyraźnie brakuje tutaj elementów infrastruktury podziemnej. Ponadto nie obejmują one szeroko już stosowanych materiałów nowoczesnych, takich jak np. tworzywa sztuczne, materiały kompozytowe, włókna węglowe itp. Wydaje się nieuniknione, że w przyszłości będzie musiała powstać specjalna, kolejna część obejmująca wspomniane zagadnienia, podobnie jak stworzono dodatkowy eurokod EN 1990, o którym przez wiele lat od początku powstawania całego pakietu przepisów nie było mowy [10].

Wdrażanie eurokodów w inżynierii komunikacyjnej

Zgodnie z ustaleniami krajów członkowskich – co znajduje również odzwierciedlenie w zapisach zawartych w preambułach do wszystkich części eurokodów – zyskały one status normy krajowej przez opublikowanie identycznego tekstu lub przez uznanie. Krajowe normy, które były sprzeczne z daną nową normą zostały wycofane w marcu 2010 r. Dotyczy to wszystkich części nowych norm projektowych [20, 21, 22, 23, 24].

Polska była w trudniejszej sytuacji w zakresie przedmiotowej normalizacji w stosunku do innych krajów unijnych z uwagi na późny akces do Unii Europejskiej oraz dużo większe różnice w tradycjach normalizacyjnych.

Tym samym krajowe środowisko inżynierskie czekało i czeka wiele pracy, gdyż wiele eurokodów w tym zakresie (z grupy 58) nie jest jeszcze do chwili obecnej w pełni wdrożonych w praktyce inżynierskiej.

W przypadku eurokodów dotyczących inżynierii komunikacyjnej jest podobnie, a w niektórych przypadkach występują jeszcze większe opóźnienia.

W tabeli 1 autorzy zestawili aktualny wykaz polskich norm wprowadzających poszczególne części eurokodów [3, 27] w inżynierii komunikacyjnej.

Jak widać z powyższego zestawienia, większość z przedmiotowych norm jest już dostępna w języku polskim. Wyjątek stanowi norma dotycząca projektowania konstrukcji na terenach sejsmicznych PN-EN 1998, która nie poddana została tłumaczeniu z uwagi na geograficzne położenie naszego kraju.

Wiedza z zakresu eurokodów powinna być również jak najszerszej upowszechniana m.in. poprzez podręczniki i książki, czego pozytywnym przykładem mogą być chociażby prace [14, 15, 25]. Zdaniem autorów, pozycji tych powinno być na rynku znacznie więcej.

Z uwagi na fakt obszerności przedmiotowych zagadnień, a także wiele nowych elementów w stosunku do warunków krajowych ich wprowadzenie wymaga w dalszym ciągu szeroko zakrojonego procesu szkoleniowego. Szkolenia te powinny dotyczyć zarówno zagadnień ogólnych, jak i zagadnień szczegółowych dotyczących różnych grup eurokodów oraz ich poszczególnych części. Szkolenia takie się odbywają, ale zdaniem autorów jest ich w dalszym ciągu za mało, biorąc pod uwagę ogromny zakres tematyczny.

Wychodząc naprzeciw tym potrzebom, zorganizowano cykl szkoleń również z zakresu problematyki niniejszego artykułu z inicjatywy i z udziałem autorów. Odbyło się ono w marcu 2009 r. w Żmigrodzie. Przedmiotowe szkolenie spotkało się z dużym zainteresowaniem środowiska inżynierskiego. W szkoleniu tym wzięło udział ponad 100 specjalistów z całej Polski, z których zdecydowana większość reprezentowała biura projektów. Wśród uczestników znaleźli się również reprezentanci inwestorów, wykonawców i świata nauki.

W trakcie pierwszego spotkania, omówiono sprawy ogólne eurokodów, w tym m.in.:

- Geneza i historia eurokodów,
- Obecny stan prawny eurokodów w Polsce,
- Zakres i układ tematyczny eurokodów,
- Omówienie eurokodów z zakresu mostownictwa,
- Stan procesu wdrożenia,
- Przykład obliczeń konstrukcji mostowej z wykorzystaniem eurokodów.

Zgodnie z programem zorganizowano sesję dyskusyjną poprowadzoną przez moderatorów w osobach przedstawicieli nauki, inwestorów, projektantów, wykonawców i organizacji technicznych. Ożywiona, otwarta dyskusja w czasie szkoleń rozwiązała wiele wątpliwości technicznych i organizacyjnych związanych z tą szeroką problematyką – choć nie do końca. Wiele czasu w trakcie dyskusji poświęcono również zagadnieniom eurokodów na tle polskiego prawa budowlanego. Uczestnicy szkoleń otrzymali materiały szkoleniowe [11] oraz odpowiednie certyfikaty. Przeprowadzone szkolenie wykazało potrzebę dużej liczby tego typu spotkań z uwagi na bardzo wiele kwestii do wyjaśnienia, co zostało podkreślone przez większość uczestników.

Pozytywnym przykładem podjętych działań może być również inicjatywa niektórych Izb Inżynierów Budownictwa, które także podjęły się przeprowadzania szkoleń w tym zakresie.

Jak już wspomniano, tematyka ta jest bardzo szeroka i wymaga wymiany poglądów i doświadczeń na przedmiotowy temat. W związku z tym konieczna jest organizacja również konferencji z tej dziedziny, czego pierwsze pozytywne przykłady mają obecnie miejsce.

Tematyka ta była już m.in. przedmiotem kilku referatów na organizowanych cyklicznie Świątecznych Drogowo-Mostowych Żmigrodzkich Konferencjach Naukowo-Technicznych *Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej*, a na planowanej kolejnej jej edycji w grudniu br. zaplanowano specjalną sesję poświęconą wyłącznie tej tematyce.

Zdaniem autorów dobrym kierunkiem byłoby przygotowanie i upowszechnienie przykładów przeprowadzania procedur projektowych dla różnych grup konstrukcji budowlanych. Dotyczy to również przedmiotowych konstrukcji, tj. przepustów i przejść dla zwierząt. Powinny być one, po weryfikacji środowiska inżynierskiego przedmiotem szeroko upowszechnianych publikacji.

Podsumowanie

Jak już wspomniano w niniejszym artykule, dla obliczenia poszczególnych elementów konstrukcji przepustów bądź też przejść dla zwierząt można posłużyć się odpowiednimi normami projektowymi z grupy eurokodów.

Zasady ogólne tych obliczeń podane są, jak ogólnie wiadomo, w normie *Podstawy projektowania konstrukcji*, noszącej symbol PN-EN 1990. Definiowanie obciążeń wykonuje się z użyciem normy *Oddziaływania na konstrukcje* o symbolu PN-EN 1991.

Natomiast w przypadku elementów konstrukcji oraz konstrukcji wyposażenia przepustów bądź też przejść dla zwierząt należy posługiwać się odpowiednimi normami w zależności od zastosowanych materiałów konstrukcyjnych (np. beton – PN-EN 1992, stal – PN-EN 1993, konstrukcje murowe – PN-EN 1996, konstrukcje z aluminium – PN-EN 1999). Przedmiotowa problematyka zostanie omówiona w kolejnych artykułach z przedmiotowego cyklu.

TYM SAMYM TRADYCYJNIE ZAPRASZAMY DO ZAPOZNANIA SIĘ Z NASTĘPNYM ARTYKUŁEM, KTÓRY ZOSTANIE ZAMIESZCZONY W KOLEJNYM NUMERZE „NOWOCZESNEGO BUDOWNICTWA INŻYNIERYJNEGO”, A DOTYCZYŁ BĘDZIE – JAK WSPOMNIANO – OMAWIANEJ TEMATYKI, T.J. NORM EUROPEJSKICH – EUROKODÓW.

Literatura

- [1] Biegus A.: *Zarządzanie niezawodnością konstrukcji w ujęciu Eurokodów*. „Przegląd Budowlany” 2012, nr 5.
- [2] Calgario J.A.: *The design of bridges with the EN Eurocodes*. Workshop Building the Future in the Euro-Mediterranean Area. Varese (Włochy), 27–29 listopada 2006 r.
- [3] Ciołek W.: *Eurokody ante portas*. „Inżynier Budownictwa” 2009, cz. 1, nr 3; cz. 2, nr 4; cz. 3, nr 5; 2010, cz. 4, nr 12.
- [4] Dickamp M.J., Kampen R., Peck M., Pickhardt R., Richter T.: *Katalog elementów budowlanych. Poradnik projektowania na trwałość według norm nowej generacji*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 2007.
- [5] Gwóźdź M.: *Elementy bezpieczeństwa mostów stalowych projektowanych według PN-EN 1990*. „Drogi Lądowe, Powietrzne, Wodne” 2009, nr 7–8.
- [6] Jasiński W., Łęgosz A., Nowak A., Pryga-Szulc A., Wysokowski A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych*. GDDKiA–IBDiM. Żmigród 2006.
- [7] Jezierski H.: *Eurokody w infrastrukturze*. „Infrastruktura” 2009, nr 7–8.
- [8] Kłosiński B., Rychlewski P.: *Charakterystyka nowych europejskich norm geotechnicznych*. XXIV WPPK. Wisła 2009.
- [9] Kłosiński B., Pieczyrak J.: *Norma EN 1997 Eurokod 7 Projektowanie Geotechniczne*. Materiały XV Krajowej Konferencji Mechaniki Gruntów i Inżynierii Geotechnicznej. Polski Komitet Geotechniki, Katedra Geotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego. Bydgoszcz, lipiec 2009.
- [10] *Structural Eurocodes*. IABSE Conference, Davos, September 1992. “IABSE Reports” 1992, Vol. 65.
- [11] *Materiały szkoleniowe Eurokody w mostownictwie I*. Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Żmigród. Żmigród–Rawicz, marzec 2009.
- [12] Opiłka J.: *Pociągający wdzięk obowiązującej Polskiej Normy*. „Inżynier Budownictwa” 2007, nr 2.
- [13] Pawlikowski J., Cieśla J.: *Eurokody konstrukcyjne*. „Wiadomości IPB” 2004, nr 4.
- [14] *Eurokod 2. Podręczny skrót dla projektantów konstrukcji żelbetowych*. Red. A. Ajdukiewicz. Stowarzyszenie Producentów Cementu. Kraków 2009.
- [15] *Podstawy projektowania konstrukcji żelbetowych i sprężonych według Eurokodu 2*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2006.
- [16] PKN (Polski Komitet Normalizacyjny), Polska Norma – *Aktualnie obowiązujący zestaw eurokodów z zakresu konstrukcji inżynierskich*.
- [17] Rowińska W., Wysokowski A., Pryga A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z blach falistych*. GDDKiA–IBDiM. Żmigród 2004.
- [18] Starosolski W.: *Ewolucja zaleceń konstrukcyjnych w polskich normach projektowania konstrukcji żelbetowych*. „Przegląd Budowlany” 2009, cz. 1, nr 1; cz. 2, nr 2.
- [19] Wysokowski A., Howis J.: *Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej* – cz. 1. Artykuł wprowadzający. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2008, nr 2 (17), s. 52–56; cz. 2. *Aspekty prawne projektowania, budowy i utrzymania przepustów*, nr 3 (18), s. 68–73; cz. 3. *Przepusty tradycyjne*, nr 4 (19), s. 54–59; cz. 4. *Przepusty nowoczesne*, nr 5 (21), s. 84–88; cz. 5. *Przepusty jako przejścia dla zwierząt*, 2009, nr 1 (22), s. 70–75; cz. 6. *Materiały do budowy przepustów* – cz. I, nr 3 (24), s. 99–104; cz. II, nr 5 (26), s. 36–43; cz. 7. *Metody obliczeń konstrukcji przepustów* – cz. I *Ogólne zasady obliczeń*, 2010, nr 2 (29), s. 88–95; cz. II *Tradycyjne metody obliczeń*, 2010, nr 3 (30), s. 96–103; cz. III *Nowe metody obliczeń*, 2010, nr 5 (32), s. 72–81, cz. IV *Obliczenia przepustów Metodą Elementów Skończonych* – MES, 2011, nr 3 (36), s. 54–57. Cz. V *Przykłady obliczeń konstrukcji przepustów*, 2011, nr 6 (39), s. 88–94; cz. VI *Obliczenia hydrauliczne przepustów*, 2012, nr 6 (45), s. 60–65.
- [20] Wysokowski A., Howis J.: *Uwagi na temat wdrażania eurokodów do praktyki projektowej konstrukcji mostów z drewna*. Konferencja Innowacje w Europejskim Budownictwie Konstrukcyjnym. Powrót do natury, ekologia, nowoczesność. Schmees&Lühn. Szczawno-Zdrój 2010.
- [21] Wysokowski A., Howis J.: *Zakres eurokodów w inżynierii komunikacyjnej*. „Geoinżynieria. Drogi, Mosty, Tunele” 2009, nr 4.
- [22] Wysokowski A., Howis J.: *Zakres eurokodów a inżynieria komunikacyjna*. Materiały II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej Infraeko 2009 – Infrastruktura Komunalna a Rozwój Zrównoważony Terenów Zurbanizowanych. Katedra Infrastruktury i Ekorozwoju Politechniki Rzeszowskiej. Niepołomice, czerwiec 2009.
- [23] Wysokowski A., Howis J.: *Zakres eurokodów w infrastrukturze komunikacyjnej*. „Materiały Budowlane” 2009, nr 4.
- [24] Wysokowski A., Howis J.: *Konstruowanie kładek dla pieszych z drewna klejonego wg eurokodów*. „Materiały Budowlane” 2009, nr 7.
- [25] Zobel H., Alkhafaji T.: *Mosty drewniane – konstrukcje przełomu XX i XXI wieku*. WKŁ. Warszawa 2006.
- [26] *Katalog konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej firmy Hobas*. Raport nr R/01708/W. Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Żmigród, czerwiec 2008 r.
- [27] *Materiały na stronie WWW Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie*.

11-12 grudnia 2013

PRZEPUSTY I PRZEJŚCIA DLA ZWIERZĄT w infrastrukturze komunikacyjnej



Już od 1999 r. w Żmigrodzie w okresie Świąt Bożego Narodzenia organizowane są konferencje naukowo-techniczne o tematyce drogowo-mostowej. Tradycyjnie dotyczą one aktualnych zagadnień z zakresu szeroko rozumianej infrastruktury komunikacyjnej. Konferencje odbywają się co dwa lata. Miło poinformować, że w tym roku będzie kolejne spotkanie z tego cyklu, zaplanowane na 11-12 grudnia (środa – czwartek).

Ostatnie cztery konferencje były poświęcone konstrukcjom przepustów i przejść dla zwierząt w budownictwie drogowym i kolejowym. Prezentowana w czasie tych spotkań tematyka nieodmiennie spotykała się z dużym zainteresowaniem, a w ostatniej konferencji w 2011 r. wzięto udział ponad 120 specjalistów z branży (przedstawiciele inwestorów, projektantów, wykonawców oraz administracji, w tym samorządowej).

Poprzednia edycja konferencji umożliwiła szeroką i swobodną wymianę doświadczeń na temat przepustów i przejść dla zwierząt pomiędzy jej uczestnikami. Dyskusja ta pozwoliła również na omówienie kierunków dalszego rozwoju przedmiotowej problematyki. Na zakończenie organizatorzy wraz z uczestnikami jednoznacznie stwierdzili, że część zagadnień nie została wyczerpana. W szczególnej mierze dotyczyło to aspektów związanych z przejściami dla zwierząt.

Wszyscy zabierający głos w dyskusji podkreślali, jak ważną sprawą jest połączenie trwałości obiektów z wymogami ekologii. W zakresie projektowania tych konstrukcji dyskutanci poruszyli ważny problem braku jednoznaczności w zakresie przepisów i normalizacji, jak i trudności w uzgadnianiu dokumentacji.

Przepusty i przejścia dla zwierząt są istotne z uwagi na realizowane i planowane

inwestycje w zakresie infrastruktury komunikacyjnej oraz sukcesywne podnoszenie standardów jej utrzymania. Jak wielokrotnie podkreślał organizator konferencji, prof. UZ dr hab. Adam Wysokowski, przepusty w ciągach komunikacyjnych są jak „młodzi, mniejsi, a przez to słabsi bracia mostów”. Dlatego też najprawdopodobniej z tego powodu poświęca się tym obiektom mniej uwagi. Wystarczy porównać liczbę publikacji, które ukazują się na temat mostów, z liczbą materiałów poświęconych przepustom i przejściom dla zwierząt. Na tej podstawie można zauważyć, że istnieje luka informacyjna w tym zakresie.

Organizatorzy proponują, aby w czasie obrad tegorocznego spotkania omówić m.in. następujące aktualne zagadnienia z zakresu dróg kołowych i linii kolejowych:

- zagadnienia teoretyczne, metody obliczeń i badania przepustów,
- zagadnienia materiałowe i wykonawstwo, w tym coraz częściej stosowane technologie bezwykopowe,
- problem napraw, rekonstrukcji, wzmocnienia i utrzymania przepustów,
- przejścia dla zwierząt w kontekście ekologii (projektowanie, budowa, wyposażenie, monitorowanie, wytyczne i aspekty prawne),
- stan wdrożenia Eurokodów dla konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt,

w tym dla konstrukcji gruntowo-powłokowych,

- sposoby prowadzenia inwestycji, w tym procedury projektuj i buduj.
- Odbędzie się również specjalna Sesja Dyskusyjna pozwalająca na swobodną wymianę myśli i doświadczeń oraz prezentację proponowanych, przyszłościowych rozwiązań na temat przedmiotowej problematyki.

Tak więc już teraz zapraszamy na kolejne, tradycyjne świąteczne spotkanie specjalistów z zakresu dróg i mostów w Żmigrodzie, 11-12 grudnia 2013 r.

Szczegółowe informacje będą sukcesywnie podawane na stronie internetowej organizatorów (adresy podane poniżej) oraz w branżowej prasie technicznej.

www.nbi.com.pl/tagi-przepusty

Organizatorzy wyrażają nadzieję, że tegoroczna konferencja zgromadzi – podobnie jak poprzednie – liczne grono specjalistów, a jej wyniki będą równie owocne.

Komitet Organizacyjny
Infrastruktura Komunikacyjna
Badania – Szkolenia – Konsulting Sp. z o.o.
ul. Poznańska 8, 55-140 Żmigród
tel. i fax: 71 385 31 00
kom. 603 97 44 17
e-mail: infra-kom@infra-kom.eu



Targi WOD-KAN coraz bliżej

tekst: **DOROTA JAKUTA**, dyrektor Izby Gospodarczej Wodociągi Polskie, zdjęcia: **PIOTR ULANOWSKI**

7 maja 2013 r. rozpoczną się XXI Międzynarodowe Targi Maszyn i Urządzeń dla Wodociągów i Kanalizacji WOD-KAN 2013. Jak co roku, odbędą się w Bydgoszczy na terenach Centrum Wystawienniczo-Targowego w Myśliczynie.

Targi od 20 lat cieszą się niesłabnącym powodzeniem. Zarówno liczba producentów prezentujących swoje produkty, jak i powierzchnia wystawowa zwiększały się każdego roku. W 2012 r. w ekspozycji udział wzięło ponad 400 wystawców. To dlatego, że ta impreza targowa jest nie tylko miejscem prezentowania najnowocześniejszych rozwiązań technicznych, technologicznych, urządzeń, usług, ale także platformą wymiany doświadczeń, poglądów, twórczych dyskusji. To również dlatego, że branża wodociągowo-kanalizacyjna, jeden z największych inwestorów w Polsce, potrzebuje ciągle nowych i doskonalszych produktów, a w Bydgoszczy można je obejrzeć, sprawdzić jak działają. Nasze targi są adresowane do wysokiej klasy specjalistów – wystawców i osób zainteresowanych nowościami. To w tej chwili niewątpliwie największa w kraju i jedna z większych w Europie imprez wystawienniczych w branży wodociągowo-kanalizacyjnej.

Pragniemy, by wystawcy odnosili jak najwięcej korzyści z możliwości bezpośrednich kontaktów z głównymi inwestorami w branży – przedstawicielami firm

wodociągowo-kanalizacyjnych i samorządów. By mieli szansę poznać i zmierzyć się z konkurencją krajową i zagraniczną. Chcemy również, by przedstawiciele przedsiębiorstw wod-kan i samorządów mieli okazję do poznania nowości technicznych, wymiany doświadczeń i spotkań integrujących środowisko. Każdego roku bydgoskiej imprezie targowej towarzyszą konferencje, organizowane przez Izbę Gospodarczą „Wodociągi Polskie”, w których uczestniczą władze kraju, przedstawiciele nauki, praktycy, a przedmiotem debaty są ważne, wymagające rozstrzygnięcia problemy branżowe, ale dotyczące przyszłości całego kraju. Również wystawcy zapraszają na pokazy, prezentacje, dyskusje. Dodatkową atrakcją targów WOD-KAN 2013 są konkursy, a wśród nich konkurs na najciekawszą ekspozycję oraz ten najważniejszy – o statuetkę Grand Prix targów WOD-KAN. Nagroda ta zapewnia laureatom rozpoznawalność w branży.

Chcemy, by zadowoleni byli również zwiedzający nasze targi – niekoniecznie związani z branżą. Są zawsze miłymi gośćmi, którzy uczestnicząc w wystawie,

zapoznają się z rozwiązaniami stosowanymi w naszym sektorze i poznają branżę wodociągowo-kanalizacyjną. Wzbogacają też swoją wiedzę o konieczności ochrony środowiska i kierunkach rozwoju coraz bardziej zintegrowanego świata.

Portal internetowy www.igwp.org.pl ułatwia dostęp do bieżących wiadomości o targach. Każdy znajdzie tu informacje dla siebie: wystawcy – aktualności organizacyjne, osoby zamierzające odwiedzić wystawę – interesujące je stoiska, miejsca spotkań, programy konferencji. Informacje na portalu będą sukcesywnie uaktualniane.

Ubiegłoroczne targi zgromadziły międzynarodowe grono uczestników. Byli przedstawiciele firm z Niemiec, Francji, Wielkiej Brytanii, Danii, Hiszpanii, Włoch, Republiki Czeskiej, Białorusi, Litwy i Ukrainy. 70 wystawców przyjechało na targi w Bydgoszczy po raz pierwszy. Jesteśmy niezmiernie szczęśliwi, że nasza impreza cieszy się tak dużym zainteresowaniem.

Dołożymy wszelkich starań, aby XXI Targi WOD-KAN były wyjątkowe, a wspólnie spędzony czas wszystkim naszym wystawcom oraz zaproszonym gościom przyniósł wiele satysfakcji i miłych wspomnień. Zapraszamy do Bydgoszczy 7–9 maja 2013 r.



XXI Międzynarodowe Targi Maszyn i Urządzeń dla Wodociągów i Kanalizacji w Bydgoszczy

Z nami możesz:

- promować nowości
- zaprezentować dokonania
- zdobyć nowe kontrakty
- odnowić stare przyjaźnie
- poszerzyć kontakty międzynarodowe

Zobacz:

- technologie
- maszyny
- urządzenia

Weź udział w:

- konferencjach
- seminariach
- prezentacjach
- debatach

Bydgoszcz
7-9 maja 2013 r.
www.igwp.org.pl



DALBIS Śląskie Towarzystwo Wiertnicze Spółka z o.o.

✉ ul. Strzelców Bytomskich 100
41-922 Radzionków
☎ 32 289 67 39
☎ 32 289 82 15
@ info@dalbis.com.pl



www.dalbis.com.pl

Oferujemy:

- Usługi wiertnicze: wiercenia pionowe, poziome oraz kierunkowe
- wiercenie studni
- wiercenie otworów rozpoznawczych i poszukiwawczych
- wiercenie otworów inżynieryjnych
- wiercenie otworów wielkośrednicowych
- likwidację otworów wiertniczych.
- Usługi geotechniczne, m.in. odwodnienie terenów, kotwienie, palowanie

INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW (IBDiM)

✉ ul. Instytutowa 1
03-302 Warszawa
☎ 22 814 50 25
☎ 22 814 50 28
@ ibdim@ibdim.edu.pl



www.ibdim.edu.pl

IBDiM jest wiodącą polską placówką naukową zajmującą się problematyką infrastruktury komunikacyjnej.

Zajmujemy się m.in.:

- materiałami, diagnostyką, konstrukcjami drogowymi i mostowymi
- podłożem gruntowym, fundamentami
- bezpieczeństwem ruchu, hałasem
- ekonomiką

DCS Poland

✉ ul. Zakopiańska 9
30-418 Kraków
☎ 12 269 80 90
☎ 12 269 80 91
@ sprzedaz@dcspoland.com



www.dcspland.com

Oferta handlowa:

- wiertnice Drillito, Vermeer, Ditch Witch
- urządzenia mieszające
- maszyny do układania rur stalowych, betonowych i kamionkowych, krętliki, bentonit, poszerzacze, rozwiertaki
- sprzęt wiertniczy, głowice zaciągowe do rur PE, stalowych, płytwy (płytki) sterujące, pompy płuczkowe, systemy płuczkowe, żerdzie, systemy lokalizacji Radiodetection, DCI, iTrack, Mark III, V, RD385, DrillTrack, Eclipse, obudowy sondy, zęby/noże do poszerzaczy, gaśnice metalowo-gumowe, tuleje, czyszczaki do żerdzi

SITK RP oddział w Krakowie

✉ ul. Siostrzana 11
30-804 Kraków
☎ 12 658 93 72/74
☎ 12 659 00 76
@ krakow@sitk.org.pl



http://krakow.sitk.org.pl

- Wykonuje: opinie i ekspertyzy techniczne w zakresie drogownictwa, transportu zbiorowego, inżynierii ruchu • opracowania naukowo-badawcze w zakresie transportu i inżynierii ruchu drogowego • koncepcje, projekty z zakresu drogownictwa i kolejnictwa • nadzory autorskie i inwestorskie robót drogowych
- Organizuje: konferencje • sympozja • seminaria • wystawy • kursy szkoleniowe • wyjazdy naukowo-techniczne
- Wydaje: zeszyty naukowo-techniczne w seriach • wydawnictwa okolicznościowe na zamówienie

WSZYSTKIE DROGI PROWADZĄ DO KIELCE!

21-24.05.2013, Kielce

TargiKielce
EXHIBITION & CONGRESS CENTRE

AUTOSTRADA-POLSKA

XIX Międzynarodowe Targi Budownictwa Drogowego



II SALON KRUSZYW

organizowany przy współpracy
INSTYTUTU MECHANIZACJI BUDOWNICTWA I GÓRNICTWA SKALNEGO



MASZBUD

XV Międzynarodowe Targi Maszyn
Budowlanych i Pojazdów Specjalistycznych



TRAFFIC-EXPO-TIL

IX Międzynarodowe Targi
Infrastruktury, Salon Technologia
i Infrastruktura Lotnisk



ROTRA

V Międzynarodowe Targi
Transportu Drogowego
- Pojazdy Użytkowe

WSPÓLPRACA

Instytut Badawczy
Dróg i Mostów
www.ibdim.edu.pl

Informacje o targach:
Dyrektor Grupy Projektów - Bogusława Grzechowska
tel. 41 365 12 10, fax 365 14 26, e-mail: autostrada@targikielce.pl

www.autostrada-polska.pl

Konferencje towarzyszące targom

- 21 maja - **Innowacyjne Technologie Wykonywania i monitorowania drogowych budowli ziemnych** - na przykładzie autostrady A1 - odcinek Pyrzowice - Piekary - Maciejów. Organizator IBDiM
- 21 maja **Przyszłość dróg zależy od Ciebie- nie myśl szablonowo.** Organizator BLL
- 22 maja **Zamówienia publiczne w drogownictwie.** Organizator OIGD
- 22 maja **Debata w ramach Salonu Kruszyw Kruszywa alternatywne - za i przeciw.** Organizator IMBiGS
- 22 maja **Wykorzystaj w trakcie, nie żałuj po fakcie. Sprzedaż - równa czy wyboista droga do sukcesów w naszej branży.** Organizatorzy: BLL i SANDLER TRAINING
- 22 maja **Identyfikacja i Ważenie Pojazdów Przeciążonych.** Organizator IBDiM
- 23 maja **Debata Drogi samorządowe a instrumenty PPP w polskiej infrastrukturze drogowej- zarządzanie i organizacja, PPP, potrzeby i nakłady, finansowanie i projektowanie dróg samorządowych w Polsce.** Organizatorzy: TOR i RynekInfrastruktury.pl
- 23 maja **Bezpieczeństwo techniczne maszyn budowlanych i żurawi.** Organizator PIMB

Patronat medialny:

Polskie drogi forum budowlane

budowlane

maszyny budowlane

EURAILmag

AUTOSTRADY

INFRASTRUKTURA

budownictwo

Nowoczesne Budownictwo

Mobility

parking



Wręczenie nagród laureatom konkursu

Pontifex Cracoviensis

w kategoriach:

- Budowniczy roku - nagroda przyznawana osobom, które przyczyniły się do wybudowania najbardziej prestiżowych obiektów mostowych
- Projektant roku - nagroda przyznawana osobom, które zaprojektowały najciekawsze obiekty mostowe
- Menadżer roku - nagroda przyznawana przedsiębiorcom związanym z rynkiem świadczącym usługi dla segmentu budownictwa mostowego
- Debiut mostowy roku - nagroda dla osób, które poprzez działalność projektową, inwestycyjną lub technologiczną, swoim debiutem zaistniały na rynku budownictwa mostowego

odbędzie się podczas uroczystej gali 14 marca 2013 roku w Filharmonii Krakowskiej

www.pontifex.krakow.pl



SPONSOR GENERALNY:

megachemie®



INFRASTRUCTURE

WE MAKE IT WORK

WE WSPÓŁCZESNYM ŚWIECIE WSZYSTKO MUSI DZIAŁAĆ SPRAWNIE.

W BILFINGER PROJEKTUJEMY, BUDUJEMY, DOSTARCZAMY I OBSŁUGUJEMY.
SPRAWIAMY, ŻE WSZYSTKO DZIAŁA.

BILFINGER INFRASTRUCTURE S.A.
www.bilfinger.pl