BUDOWNICTWO MOSTOWE
VADEMECUM

ISSN 2353-5261

edycja
2015

Centrum Monitoringu

Ciągła obserwacja i analiza stanu konstrukcji

NeoStrain

Systemy monitoringu bezpieczeństwa konstrukcji budowlanych

- mosty
- tunele
- drogi
- stadiony
- hale
- zapory

NeoStrain Sp. z o.o.
ul. Lipowa 3
30-702 Kraków

NeoStrain

+48 12 255 44 44 fax: +48 12 255 44 40
www.neostrain.pl
biuro(a)neostrain.pl

BUDOWNICTWO MOSTOWE

VADEMECUM

Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa Sp. z o.o.
2015

Szanowni Państwo,

Poprzednie wydania VADEMECUM cieszyły się w środowisku mostowców sporym uznaniem i były materiałami przydatnymi dla czytelników. Formuła wydawnictwa pozwala zaprezentować się firmom i pokazać rozwiązania technologiczne i materiały stosowane w mostownictwie. Czytelnicy cenią sobie również informacje pochodzące z kilku artykułów merytorycznych.
Cieszę się, że wydanie trzeciej edycji VADEMECUM BUDOWNICTWO MOSTOWE zbiega się z Dniem Mostowca. Ustanowione przez Związek Mostowców święto przypada 18 maja. Z tej okazji chciałbym wszystkim mostowcom życzyć sukcesów zawodowych, ambitnych realizacji, budowania mostów, które przez wiele lat będą służyły ludziom oraz budowy mostów międzyludzkich, które będą nie mniej trwałe. Mam nadzieję, że praca w tak ambitnej dziedzinie sztuk inżynierskich będzie na długo źródłem zadowolenia i spełnienia zawodowych ambicji.
Warto również wspomnieć o publikacji Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa „Dzieła polskich inżynierów – Mosty III RP", która została przygotowana z okazji 60. Zgromadzenia Ogólnego European Council of Civil Engineers. Opracowana została przez pięciu członków Związku Mostowców, a ogromną satysfakcję sprawia mi fakt, że właśnie mosty zostały do takiej publikacji wybrane. Przegląd wybudowanych ostatnio mostów oraz dwujęzyczność publikacji sprawia, że będzie ona świetną książką na prezenty, a łącznie z VADEMECUM BUDOWNICTWO MOSTOWE będzie ciekawym materiałem dystrybuowanym między innymi wśród członków ZMRP.

Piotr Rychlewski
Wiceprzewodniczący
Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej

WYDAWCA
WYDAWNICTWO POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA Sp. z o.o.
00-924 Warszawa
ul. Kopernika 36/40, lok. 110
tel. 22 551 56 00, faks 22 551 56 01
www.inzynierbudownictwa.pl
www.vademecuminzyniera.pl
www.kataloginzyniera.pl
biuro@inzynierbudownictwa.pl

Prezes zarządu:
Jaromir Kuśmider

REDAKCJA
Redaktor naczelna:
Anna Dębińska
Redaktor prowadzący:
Aneta Małek
Redaktorzy:
Piotr Bień
Justyna Mioduszewska

Projekt graficzny:
Jolanta Bigus-Kończak

Skład i łamanie:
Jolanta Bigus-Kończak
Grzegorz Zazulak

BIURO REKLAMY
Szef biura reklamy:
Dorota Błaszkiewicz-Przedpełska
– tel. 22 551 56 27
d.blaszkiewicz@inzynierbudownictwa.pl
Zespół:
Natalia Gołek – tel. 22 551 56 26
n.golek@inzynierbudownictwa.pl
Dorota Malikowska – tel. 22 551 56 06
d.malikowska@inzynierbudownictwa.pl
Małgorzata Roszczyk-Hałuszczak
– tel. 22 551 56 11
m.haluszczak@inzynierbudownictwa.pl
Monika Zajko
– tel. 22 551 56 20
m.zajko@inzynierbudownictwa.pl
Ewa Cegiełka

ZDJĘCIA NA OKŁADCE
Fotolia.com: viperagp, Giuseppe Porzani, Tupungato, britta60, majkh

DRUK
Drukarnia CGS Studio
Print Management: printCARE

NAKŁAD
3500 egz.

BUDOWNICTWO MOSTOWE VADEMECUM

Szanowni Państwo,

Każdy z nas zapewne zauważył ilość zmian, które zachodzą w branży budownictwa drogowo-mostowego. Nowe obiekty mostowe, powstające w naszym kraju, są coraz ciekawsze wizualnie, a do ich budowy wykorzystywane są nowoczesne produkty i technologie.
W niniejszej publikacji VADEMECUM BUDOWNICTWO MOSTOWE, którą po raz kolejny mam przyjemność przekazać w Państwa ręce, zamieszczamy informacje związane z projektowaniem, budową i eksploatacją mostów. Przedstawiamy firmy, które specjalizują się w tej, wymagającej ogromnej wiedzy branży, opisując ich działalność, produkty i realizacje. Polecam również Państwa uwadze artykuły zamieszczone na początku publikacji – w kompendium wiedzy. Tym razem poruszamy w nim tematy związane z łożyskami mostowymi, hydroizolacją płyt pomostów, współczesnymi betonami i fundamentowaniem obiektów mostowych.
Tegoroczna edycja VADEMECUM również została objęta patronatem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa oraz Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej i wśród ich członków jest dystrybuowana.
Zapraszam na naszą stronę www.vademecuminzyniera.pl, na której zamieszczane są artykuły z niniejszej publikacji, jak również będzie dostępne e-wydanie VADEMECUM BUDOWNICTWO MOSTOWE.

miesięcznik Inżynier budownictwa poleca

Redaktor naczelna
Anna Dębińska

Materiałów niezamówionych Redakcja nie zwraca. Wszystkie materiały objęte są prawem autorskim. Przedruk i wykorzystywanie opublikowanych materiałów w całości lub we fragmencie może odbywać się wyłącznie po wcześniejszym uzyskaniu pisemnej zgody od Wydawcy.
Artykuły zamieszczone w „VADEMECUM Budownictwo Mostowe" w dziale Kompendium wiedzy prezentują stanowiska, opinie i poglądy ich Autorów.
Wszystkie reklamy oraz informacje zawarte w artykułach i prezentacjach zamieszczone w „VBM" w działach: Firmy, Produkty, Technologie oraz Przegląd Produktów i Realizacji, Wypowiedzi Ekspertów, a także w Indeksie firm pochodzą od firm i Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa Sp. z o.o. nie ponosi za nie odpowiedzialności.

KOMPENDIUM wiedzy

Łożyska mostowe – kontrola podczas eksploatacji, dr inż. Andrzej Niemierko

Hydroizolacja płyt pomostów na obiektach mostowych, dr hab. inż. Paweł Mieczkowski

Współczesne betony stosowane w mostownictwie, dr inż. Maciej Gruszczyński

Fundamentowanie obiektów mostowych na palach żelbetowych, dr hab. inż. Adam Krasiński

Inżynier budownictwa

PRAWO

NORMY

TECHNOLOGIE

EKONOMIKA

CIEKAWE REALIZACJE

NAKŁAD KONTROLOWANY
ZWIĄZEK KONTROLI DYSTRYBUCJI PRASY

www.inzynierbudownictwa.pl

▲ Fot. 1. Przykład prawidłowo zabezpieczonego łożyska garnkowego

Łożyska są ważnym i wrażliwym elementem konstrukcji mostowej. Z tego względu ich odpowiednia trwałość i niezawodność decydują o warunkach eksploatacji obiektów mostowych.

ŁOŻYSKA MOSTOWE
– KONTROLA PODCZAS EKSPLOATACJI

dr inż. *Andrzej Niemierko*
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

Wstęp

Począwszy od lat 50. i 60. ubiegłego wieku zaczęto stosować nowatorskie rozwiązania łożysk [1-3, 10]. Łożyska tradycyjne (wałkowe, wahaczowe, stalowe liniowo- i punktowo-styczne, przeguby betonowe) odchodziły w przeszłość [11]. Zmieniły się wymagania dotyczące projektowania, wykonywania oraz wbudowywania łożysk mostowych.

Poza tradycyjnymi gatunkami stali zwykłej i podwyższonej wytrzymałości oraz staliwa, we współczesnych łożyskach spotykamy materiały, których dawniej w mostownictwie nie stosowano. Zaliczamy do nich: stal nierdzewną (austenityczną), smar silikonowy, policzterofluoroetylen (PTFE) czyli teflon, materiały kompozytowe, a także elastomery takie jak kauczuk syntetyczny i naturalny oraz poliuretan.

Współczesne łożyska mostowe są urządzeniami mechanicznymi, a nie elementami budowlanymi za jakie uważano łożyska tradycyjne. Wymagania wobec nich są zatem większe i innego rodzaju. Brak koncentracji naprężeń oraz przekazywanie docisków na dużych powierzchniach sprawiają, że uszkodzenia lub wady łożysk rzadko prowadzą do katastrof konstrukcji mostowych. Mogą jednak powodować szybsze zużycie ich elementów. Prowadzić to może do pogorszenia warunków podparcia przęseł mostowych, a w skrajnym przypadku nawet do blokady przemieszczeń i obrotów.

Podział łożysk ze względu na funkcję

W zależności od rodzaju przejmowanych przemieszczeń liniowych (przesuwów) łożyska dzielą się na:

- nieprzesuwne (stałe), w szczególnym przypadku są nimi także łożyska blokujące
- jednokierunkowo przesuwne, w szczególnym przypadku są nimi także łożyska prowadzące
- wielokierunkowo przesuwne (swobodne).

W zależności od rodzaju przejmowanych przemieszczeń kątowych (obrotów) łożyska dzielą się na:

- punktowo-przechylne, zapewniające obroty we wszystkich płaszczyznach
- liniowo-przechylne, zapewniające obroty w określonym kierunku.

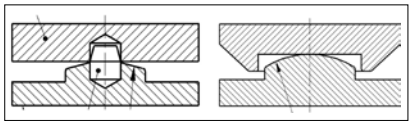
Przenoszenie przez łożyska sił i przemieszczeń wiąże się z pokonywaniem oporów. Ze względu na rodzaj oporów wyróżniamy:

- łożyska, w których występuje tarcie posuwiste lub potoczyste
- łożyska, których działanie jest związane z występowaniem odkształceń sprężystych, których przesunięcia oraz obroty nie są uwarunkowane pokonaniem oporów tarcia.

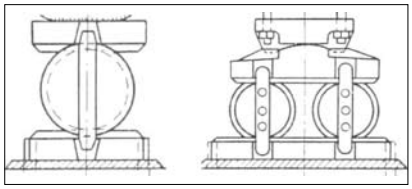
Podział łożysk ze względu na budowę

Z uwagi na budowę i zastosowane materiały wyróżniamy następujące rodzaje łożysk:

- stalowe punktowo- i liniowo-styczne

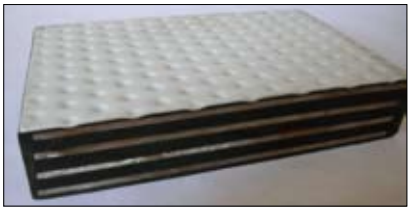


- stalowe wałkowe

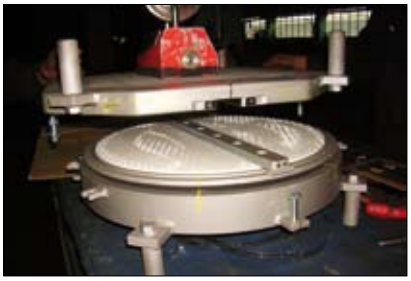


- elastomerowe

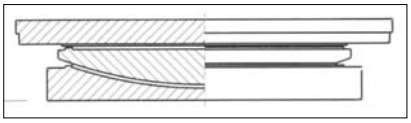
- elastomerowo-ślizgowe



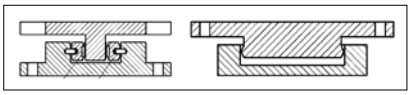
- garnkowe



- soczewkowe



- prowadzące lub blokujące.



Eksploatacja łożysk – zasady ogólne

Podczas rutynowych kontroli łożysk należy podawać w szczególności: wartości luzów w prowadnicach, wielkość występu arkusza PTFE poza osadzenie, stan odkrytej powierzchni płyty ślizgowej ze stali austenitycznej (odchylenia od płaszczyzny, niedostatki zamocowania, uszkodzenia korozyjne) oraz czy względne położenie ruchomych części łożyska odpowiada temperaturze otoczenia. Należy zwracać także uwagę na wszelkie nienormalne odkształcenia lub uszkodzenia sąsiadujących z łożyskiem powierzchni podpór i dolnej części przęsła.
Wymagania wobec łożysk mostowych [6, 7] odnoszą się do kontroli:

- atestów materiałowych
- wykonania łożysk i ich elementów przed ustawieniem na podporach
- wbudowywania łożysk na podporach
- zachowania łożysk podczas eksploatacji obiektu.

Powierzchnie ślizgowe łożysk, uszczelki, fartuchy ochronne, skale i wskaźniki oraz zabezpieczenie antykorozyjne są podatne na działania wandalizmu. Powinny być zatem odpowiednio chronione przez utrudniony do nich dostęp lub zabezpieczenie.

Odbiór łożysk w wytwórni

Celem kontroli łożysk w wytwórni jest sprawdzenie czy spełniają one wymagania normy PN-EN 1337 [4, 5]. Wyjątkowo kontrolę można przeprowadzać na budowie w obecności przedstawiciela producenta i upoważnionej jednostki badawczej. Kontroli podlegają z reguły tylko te parametry, które mają istotny wpływ na prawidłową pracę i trwałość łożysk. Wyniki kontroli należy zestawić w arkuszu, którego wzorzec zawiera Załącznik B w PN-EN 1337-10. Dane z arkusza powinny być porównane z danymi w formularzu zakładowej kontroli jakości łożysk i dołączone do dokumentacji budowy.

Odbiór łożysk na budowie

Wraz z łożyskami na budowę powinny być dostarczone kopie aktualnych atestów materiałowych wszystkich podstawowych materiałów użytych do wytworzenia łożyska. Atesty materiałowe powinny być potwierdzeniem właściwości materiałowych podanych w normie PN-EN 1337 [6].

Kontrola zabezpieczenia łożysk przed korozją i zanieczyszczeniami

Wszystkie elementy stalowe łożysk narażone na korozję i niekontaktujące się bezpośrednio z betonem, a także 50 mm pas na skraju powierzchni płyty przeznaczonej do zabetonowania, należy zabezpieczyć przed korozją wielowarstwową powłoką ochronną grubości nie mniejszej od 200 μm.
W łożysku nieprzesuwnym między kołnierzem pierścieniowym płyty górnej a cylindrem łożyska garnkowego lub płasko-wklęsłą płytą podstawy łożyska soczewkowego powinno znajdować się uszczelnienie z pianki z tworzywa sztucznego (np. poliestrowej).

Powierzchnie ślizgowe łożysk jedno- oraz wielokierunkowo przesuwnych należy zabezpieczyć przed zanieczyszczeniami i uszkodzeniami fartuchem z tworzywa sztucznego (fot. 1). Fartuch ten powinien być wystarczająco giętki, w celu umożliwienia oględzin powierzchni ślizgowych oraz pomiaru wysokości występu arkusza PTFE poza osadzenie. Powinien on być mocowany na obrzeżu górnej płyty ślizgowej.

Kontrola oznakowania i wyposażenia

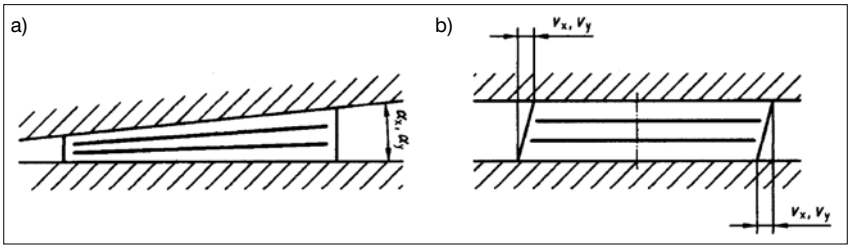
Łożysko powinno być zaopatrzone w tabliczkę znamionową, podającą jego charakterystyczne dane: nazwę producenta, typ i numer łożyska, rok produkcji, założony przesuw i wstępne ustawienie części ruchomych, a także numer normy i certyfikatu. Na wierzchu łożyska powinny znajdować się oznaczenia podające numer typu łożyska, pozycję ustawienia w konstrukcji, osie konstrukcji i łożyska, projektowany kierunek przemieszczenia i ewentualnie wartość wyprzedzenia oraz ciężar łożyska. Jeżeli projektowane przemieszczenie na łożysku przesuwnym jest większe od 20 mm, wówczas łożysko to powinno być zaopatrzone we wskaźnik i skalę przemieszczeń. Wskaźniki te mogą być mocowane dopiero po ustawieniu łożyska w pozycji projektowanej.

Kontrola łożysk elastomerowych

Kontrola łożysk elastomerowych podczas eksploatacji polega na:

- oględzinach ich powierzchni zewnętrznych
- ocenie równomierności wałków wybrzuszenia poszczególnych warstw elastomeru na wysokości łożyska
- pomiarze położenia łożyska względem ciosu lub odsadzki
- pomiarze obrotu łożyska w obu kierunkach osi głównych (rys. 1a)
- pomiarze odkształcenia postaciowego (rys. 1b).

W przypadku stwierdzenia kruchości, mięknienia lub kleistości elastomeru, a także obecności siatki spękań powierzchniowych, łożysko należy wymienić. Obecność pęknięć wynikających na ogół z przecinania elastomeru przez ostre krawędzie blach zbrojenia dyskwalifikuje łożysko, jeżeli pęknięcia te znajdują się na długości większej niż połowa długości boku i odsłaniają blachy zbrojenia.
Nadmierne, nieregularne wybrzuszenia na powierzchniach bocznych świadczą o wadliwej konstrukcji łożyska lub braku właściwej wulkanizacji. Łożyska takie mają mniejszą nośność i powinny być wymienione. Różnica w obrazach powierzchni bocznych sąsiadujących ze sobą łożysk, polegająca na tym, że jedno z łożysk ma regularnie rozmieszczone



▲ Rys. 1 a, b. Kontrola odkształcenia łożyska elastomerowego według PN-EN 1337-10

wybrzuszenia a drugie ich nie ma, świadczy o przeciążeniu łożyska z wybrzuszeniami. Przeciążenie to może wynikać bądź z nierównego ustawienia wysokościowego łożysk, różnej ich wysokości, ewentualnie z podatności poprzecznicy podporowej lub samej podpory.

Nierównomierność odkształceń elastomeru na powierzchniach bocznych może być spowodowana nierównoległością powierzchni docisku, bądź samego bloku elastomerowego, bądź powierzchni podpory i spodu przęsła będących w kontakcie z łożyskiem. Odkształcenie postaciowe bloku elastomerowego jest wówczas groźne, gdy przemieszczenie górnej powierzchni względem dolnej jest większe od 0,7 grubości warstw elastomeru w łożysku. W przypadku stwierdzenia przekroczenia tej wartości, łożysko takie należy odciążyć przez uniesienie przęsła na podporze. Przy niewielkim docisku nadmierne odkształcenie postaciowe łożyska niekotwionego może prowadzić także do poślizgu łożyska względem ciosu lub odsadzki.

Kontrola elementów ślizgowych

Elementy ślizgowe są ważną częścią konstrukcji łożysk przesuwnych. Podczas eksploatacji powinna być kontrolowana wysokość występu PTFE ponad jego osadzanie. Jeżeli jest mniejsza od 0,5 mm, to istnieje zagrożenie kontaktu elementów stalowych łożyska. Natomiast luz między elementami ślizgowymi prowadnic (fot. 2) powinien spełniać według PN-EN 1337-2 warunek:

$$c \leq 1{,}0\,\mathrm{mm} + \frac{L_{mk}}{1000}\,\mathrm{mm}$$

w którym:

L_{mk} – długość paska PTFE lub materiału kompozytowego [mm].

Kontrola łożysk garnkowych

Kontrola łożysk garnkowych (fot. 3) podczas eksploatacji polega na:

- ocenie stanu podlewek i nadlewek
- pomiarze kąta obrotu tłoka względem cylindra (rys. 2)
- pomiarze zagłębienia tłoka w cylindrze
- ocenie stanu zakotwień dolnych i górnych.

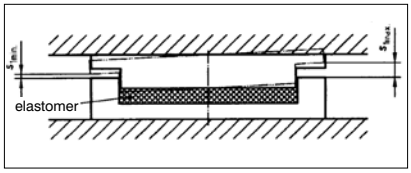
Przekroczenie dopuszczalnego kąta obrotu tłoka względem cylindra, wynoszącego 0,003 rad może prowadzić do zablokowania możliwości obrotu tłoka w czasie eksploatacji obiektu lub/i do wyciśnięcia elastomeru na zewnątrz cylindra.

Kontrola łożysk soczewkowych

Kontrola łożysk soczewkowych (fot. 4) podczas eksploatacji polega na:

- ocenie stanu podlewek i nadlewek
- pomiarze kąta obrotu soczewki lub płyty górnej (w łożysku nieprzesuwnym) względem płyty dolnej (rys. 3)
- pomiarze w 4 punktach szczeliny między płytą górną i dolną
- ocenie stanu zakotwień dolnych i górnych
- pomiarze występu arkusza wklęsłego PTFE poza osadzenie (rys. 3).

▲ Fot. 2. Widok kanału prowadnicy w łożysku jednokierunkowo przesuwnym



▲ Rys. 2. Kontrola obrotu tłoka łożyska garnkowego podczas eksploatacji według PN-EN 1337-10

▲ Fot. 3. Ustawienie łożyska garnkowego w czasie budowy obiektu

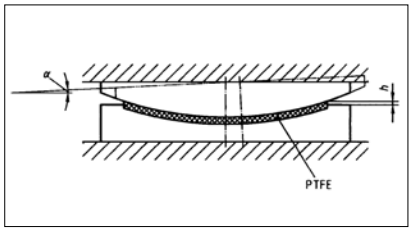
Kontrola łożysk prowadzących lub blokujących

Kontrola łożysk prowadzących lub blokujących podczas eksploatacji polega na:

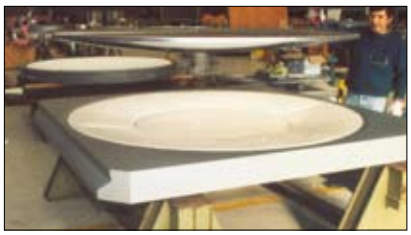
- ocenie stanu zakotwień dolnych i górnych
- pomiarze luzu poprzecznego między powierzchniami prowadzącymi (rys. 4)
- pomiarze kąta obrotu płyty górnej względem płyty dolnej
- pomiarze występu pasków PTFE poza osadzenie.

W przypadku gdy luz poprzeczny $s_3 = s_{3\,min} + s_{3\,max}$ w obu szczelinach prowadnicy na obu jej końcach (rys. 4) przekracza wartość 2 mm, to należy wymienić elementy ślizgowe prowadnicy, a gdy to nie poprawi sytuacji – wymienić cały element łożyska, np. górną płytę ślizgową.

Niedopuszczalny jest prześwit w pionie s_{4u} lub s_{4o} między płytą górną a dolną poniżej 10 mm, istnieje wówczas ryzyko zablokowania łożyska i uniemożliwienia przesuwu.



▲ Rys. 3. Kontrolowane parametry łożyska soczewkowego według PN-EN 1337-10



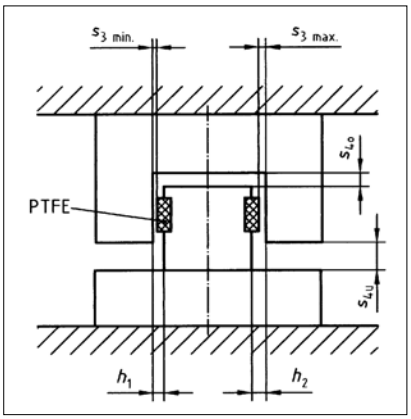
▲ Fot. 4. Montaż największego w Polsce łożyska soczewkowego o nośności 110 MN

Jeżeli występ h_1 - $s_{3\,min}$ i h_2 - $s_{3\,max}$ paska PTFE poza osadzenie (o ile takie rozwiązanie przyjęto w prowadnicy) jest mniejszy od 0,5 mm, to element ślizgowy wymaga wymiany. Grozi to bowiem zwiększeniem oporów tarcia w prowadnicach.

Normalizacja łożysk

Norma PN-EN 1337 „Łożyska konstrukcyjne" jest obecnie podstawowym dokumentem gwarantującym jakość wykonania i niezawodność pracy współcześnie stosowanych łożysk w mostownictwie [8, 9].

Poszczególne części mają status norm zharmonizowanych, co oznacza, że ich stosowanie jest obowiązkowe oraz niezharmonizowanych – obowiązujących tylko, wtedy gdy zostaną zalecone przez kraje członkowskie CEN lub są powołane w innych normach zharmonizowanych. Zgodność z normą zharmonizowaną jest oznaczana na łożysku znakiem CE. Oznaczenie to nie jest tylko stwierdzeniem zgodności, ale także atestem jakości danego wyrobu o większej wadze niż znak ISO 9001. Normy niezharmonizowane, a więc



▲ Rys. 4. Kontrola położenia prowadnicy w kanale łożyska prowadzącego według PN-EN 1337-10

▼ Tablica 1. Podział normy PN-EN 1337 na części

Lp.	Tytuł	Oznaczenie części i data
1	Postanowienia ogólne	PN-EN 1337-1:2003
2	Elementy ślizgowe	PN-EN 1337-2:2005
3	Łożyska elastomerowe	PN-EN 1337-3: 2010
4	Łożyska wałkowe	PN-EN 1337-4:2010
5	Łożyska garnkowe	PN-EN 1337-5:2010
6	Łożyska wahaczowe	PN-EN 1337-6:2010
7	Łożyska sferyczne i cylindryczne z PTFE	PN-EN 1337-7:2010
8	Łożyska prowadzące i łożyska blokujące	PN-EN 1337-8: 2008
9	Zabezpieczenie	PN-EN 1337-9:2001
10	Przeglądy i utrzymanie	PN-EN 1337-10:2005
11	Transport, magazynowanie i ustawianie	PN-EN 1337-11:2001

Części 1, 2, 9, 10 i 11 odnoszą się do zasad projektowania lub części składowych łożysk.

Aby uzyskać znak CE producent powinien być zatwierdzony przez organ notyfikowany (ministerstwo, uczelnię lub laboratorium zatwierdzone przez CEN). Przed wydaniem aprobaty przez organ notyfikowany przeprowadzana jest przez producenta łożysk Zakładowa Kontrola Produkcji (ZKP) oraz wstępne badania typu przewidziane w odpowiedniej części PN-EN 1337. Zakładowa Kontrola Produkcji powinna być prowadzona w regularnych odstępach czasu i obejmować następujące czynności:

- specyfikację i sprawdzenie surowców oraz materiałów
- kontrolę i badania bieżące podczas produkcji z częstością określoną w odpowiedniej części PN-EN 1337
- kontrolę i badania gotowych wyrobów z częstością określoną w odpowiedniej części PN-EN 1337.

Znak CE oznacza, że łożysko zostało wyprodukowane i zbadane zgodnie z odpowiednią częścią PN-EN 1337. Według przepisów CEN odbiorca takich łożysk nie powinien wymagać dodatkowych badań lub kontroli w celu sprawdzenia ich zgodności z normą. Ma natomiast prawo stawiać łożyskom dodatkowe wymagania, których sprawdzenie może wymagać dalszych badań lub weryfikacji.

Literatura

1. Andrä W., Leonhardt F., *Neue Entwicklungen für Lager von Bauwerken, Gummi- und Gummitopflager,* Die Bautechnik, 2, 1962, str. 37-50.
2. Block T., Eggert H., Kauschke W., *Lager im Bauwesen. 3. Auflage*, Wilhelm Ernst & Sohn, 2013.
3. Lee D.J., *Bridge Bearings and Expansion Joints*, E & FN SPON, 1994.
4. Marioni A., *The European Standard EN 1337 on Structural Bearings*, 6th World Congress on Joints, Bearings and Seismic Devices Systems for Concrete Structures, ACI, September 17-21, 2006, Halifax, Nova Scotia, Canada.
5. Niemierko A., *Wymagania wobec łożysk mostowych w świetle nowej normy europejskiej*, Pięćdziesiąta pierwsza Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB „Krynica 2005", t. IV, 2005.
6. Niemierko A., *Wymagania wobec wykonania łożysk mostowych oraz ich kontroli podczas eksploatacji*. Zakład Mostów Politechniki Warszawskiej, Centrum Kształcenia Ustawicznego w Inżynierii Komunikacyjnej „IKKU", Warszawa, 17 marca 2008, s. 1-18.
7. Niemierko A., *Warunki techniczne wykonania i odbioru dróg i mostów. Tom III. Część 10, rozdział 2, 10.2. Łożyska.* Verlag Dashöfer. X aktualizacja – kwiecień 2008.
8. Niemierko A., *Aspekty prawne stosowania urządzeń dylatacyjnych i łożysk mostowych*, Materiały Budowlane 2011 nr 7, str. 39-40, 85.
9. Niemierko A., *Łożyska mostowe i urządzenia dylatacyjne w świetle norm i zaleceń*, Mosty 2011 nr 5, str. 39-44.
10. Ramberger G., *Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges.* IABSE, Zurich, 2002.
11. Wasiutyński Z., *Przeguby i łożyska gumowe, rozdz.4.6.* w "Mosty. Część I", Arkady, Warszawa 1967, str. 263-294.

▲ Fot. 1. Klejenie papy termozgrzewalnej do podłoża betonowego z użyciem palnika gazowego

Nieodłącznym elementem infrastruktury drogowej są obiekty mostowe. Ich podstawową funkcją jest przeniesienie obciążeń od pojazdów samochodowych, które są przekazywane poprzez warstwy nawierzchni na płytę pomostu o konstrukcji stalowej lub betonowej (żelbetowej).

HYDROIZOLACJA PŁYT POMOSTÓW
NA OBIEKTACH MOSTOWYCH

dr hab. inż. *Paweł Mieczkowski*
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wstęp

Istotnym elementem pracy ustroju nośnego są również oddziaływania od zmiennych warunków klimatyczno-pogodowych, skutkujące m.in. naprężeniami termicznymi. Rodzaj podłoża, wielkość obciążenia ruchem oraz stopień agresywności środowiska (wahania temperatury, roztwory soli nieorganicznych w postaci np. chlorku sodu i wapnia jako substancji odladzających, kwaśne deszcze, żrące substancje gazowe w atmosferze itp.) determinują rodzaj zastosowanych warstw, ich właściwości oraz układ konstrukcyjny. Bezawaryjne funkcjonowanie ustroju nośnego (płyty pomostu) zapewnia się poprzez jego zabezpieczanie przed ewentualnymi negatywnymi oddziaływaniami. Można to uzyskać poprzez:

- użycie takich materiałów na konstrukcję, które zapewniają odporność na działanie czynników agresywnych (betony charakteryzujące się odpornością na zamrażanie i odmrażanie oraz odpowiednią szczelnością, pręty zbrojeniowe zabezpieczone przed korozją poprzez ich galwanizację czy malowanie farbami antykorozyjnymi np. epoksydowymi)
- niedopuszczenie czynników agresywnych do konstrukcji, tzw. „polityka parasola".

Bardziej skuteczną metodą ochrony antykorozyjnej w oparciu o doświadczenia zagraniczne (USA, Francja, Niemcy) jest zabezpieczenie konstrukcji poprzez wykonanie warstwy izolacji wodochronnej.

Zapisy zawarte w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej definiują wymagania funkcjonalne i materiałowe, jakim powinny odpowiadać izolacje przeciwwilgociowe obiektów mostowych. Pod względem funkcjonalnym decydujące są:

- nieprzepuszczalność dla wody, pary wodnej i gazów oraz odporność na działanie substancji chemicznych związanych z eksploatacją oraz utrzymaniem dróg
- zdolność do przenoszenia różnic temperatur pomiędzy nawierzchnią a płytą pomostu
- odporność na deformacje
- zapewnienie dobrej przyczepności do podłoża oraz gwarancja dobrego połączenia z warstwą ochronną lub nawierzchnią
- odporność na uszkodzenia mechaniczne i temperaturę w czasie wbudowywania warstw wyżej leżących
- zapewnienie stabilności nawierzchni i przenoszenie obciążeń z nawierzchni na pomost.

W zakres wymagań materiałowych wchodzą:

- grubość izolacji nie mniejsza niż 5 mm (przy rozwiązaniach arkuszowych) oraz nie mniejsza niż 2 mm przy zastosowaniach natryskowych
- gładka powierzchnia ułatwiająca spływność wody
- elastyczność w przedziale temperatur od -30 do +60°C
- całkowicie wtopiona w lepiszcze izolacji osnowa wzmacniająca (przy rozwiązaniach arkuszowych).

Spełnienie wyżej wymienionych wymagań wymusza zarówno na projektantach, nadzorze jak i wykonawcach przyjęcie rozwiązań i podejmowanie takich działań, które zapewnią odpowiednią jakość wykonania i umożliwią bezusterkowe funkcjonowanie obiektu. Obok typowej problematyki pod uwagę trzeba wziąć również przewidywany okres (porę roku) prowadzenia robót i umożliwić wprowadzanie ewentualnych korekt, gwarantujących jak najwyższą jakość końcową. Należy pamiętać, że ewentualne poprawki czy remonty na obiektach mostowych skutkują wymianą najczęściej wszystkich warstw nawierzchni (łącznie z izolacją), a tym samym i zwielokrotnieniem kosztów inwestycji, wydłużeniem czasu oraz znacznie większymi utrudnieniami w ruchu w stosunku do odcinka szlakowego.

Typowe rozwiązania w zakresie izolacji płyt pomostów

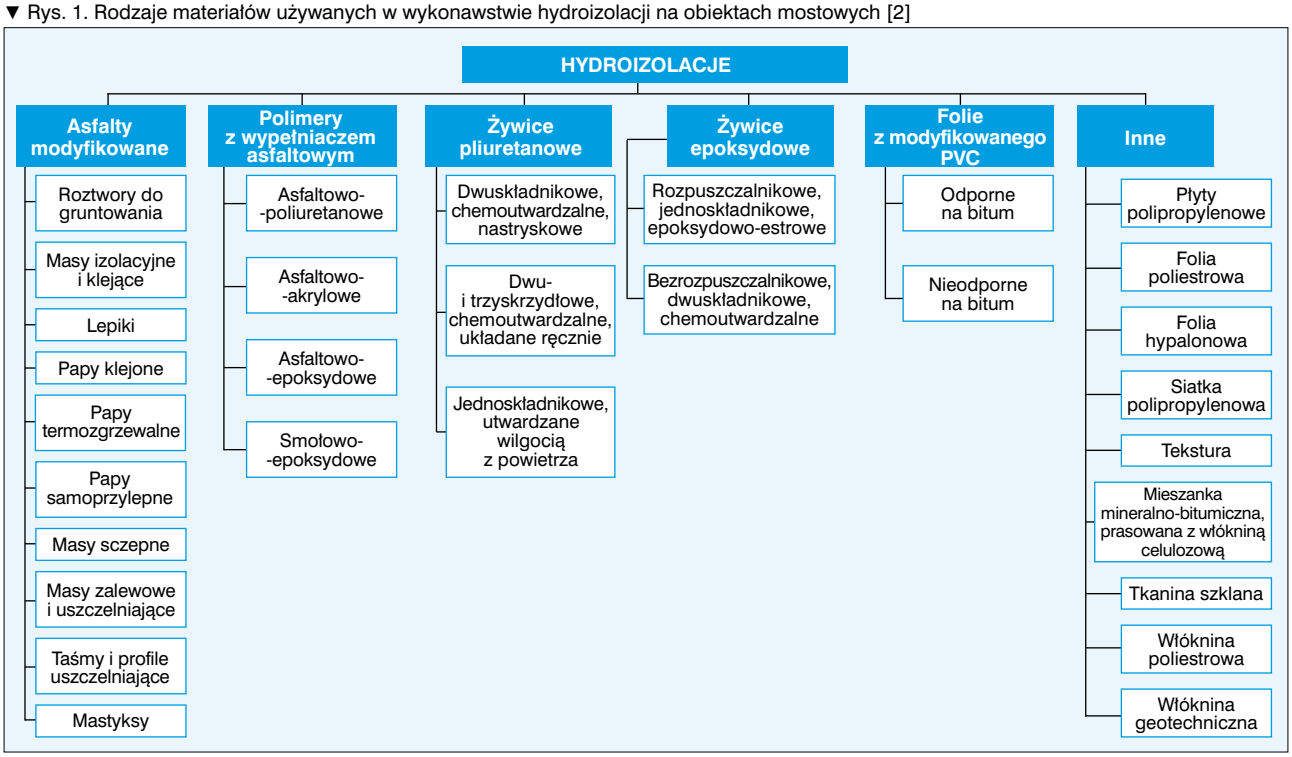
Funkcję izolacji płyt pomostów na obiektach inżynierskich może spełniać wiele rodzajów materiałów (rys. 1). Z tego grona na szeroką skalę są stosowane przede wszystkim kompozyty organiczne typu powłokowego i arkuszowego. Z grupy zabezpieczeń powłokowych (nakładanych ręcznie lub metodą natryskową) wykorzystuje się głównie lepiszcza organiczne w postaci żywic syntetycznych (epoksydowych, poliuretanowych, metakrylanu metylu) i materiałów bitumicznych (głównie asfaltowych) lub ich mieszanin w rożnych stosunkach objętościowych. Wśród materiałów arkuszowych wiodącą rolę odgrywają papy samoprzylepne i termozgrzewalne asfaltowe lub polimeroasfaltowe. Koniec XX wieku w Polsce to czas intensywnych remontów obiektów mostowych. To także okres otwarcia się na napływające technologie zachodnie, również w dziedzinie zabezpieczeń hydroizolacyjnych płyt pomostów. Coraz częściej zaczęto stosować żywice syntetyczne (epoksydowe, poliuretanowe lub ich mieszaniny), bez właściwego przygotowania merytorycznego. Skutkiem tego były pojawiające się, w krótkim czasie po oddaniu, uszkodzenia całych systemów nawierzchniowych. Można to było obserwować zarówno w przypadku żywic poliuretanowych, utwardzanych chemicznie wilgocią z powietrza w warunkach in situ (podczas wbudowywania w nieodpowiednich warunkach atmosferycznych), czy też z użyciem żywic syntetycznych, chemoutwardzalnych (np. poliuretanowych, epoksydowych). Efektem tego było odstąpienie od stosowania izolacji powłokowych na bazie żywic syntetycznych.

Trend ten powoli się odwraca. Ciągły rozwój i wprowadzanie nowych materiałów z tego zakresu oraz znacznie lepsze przygotowanie merytoryczne służb technicznych skutkuje nowym otwarciem. Zaczynają się pojawiać inwestycje, w których ponownie w warstwie izolacyjnej znalazły się tworzywa sztuczne, np. metakrylan metylu czy żywice epoksydowe lub żywice poliuretanowe.

Izolacje natryskowe na bazie żywic

Natryskowe systemy izolacji na bazie żywic syntetycznych (epoksydowych, poliuretanowych, metylo-metakrylowych) są alternatywą dla innych rozwiązań izolacyjnych stosowanych w budownictwie lądowym. Dobór optymalnego systemu izolacyjno-nawierzchniowego powinien być ściśle związany z charakterem chronionego obiektu, wymaganiami oraz warunkami środowiskowymi. Na rynku dostępnych jest wiele produktów na bazie żywic mających szerokie zastosowanie jako warstwy podkładowe, konstrukcyjno-zamykające czy pomocnicze stosowane zarówno na podłożach betonowych jak i stalowych. Żywice epoksydowe to rodzaj jedno- lub dwuskładnikowych żywic, które w wyniku reakcji sieciowych z udziałem grup epoksydowych tworzą nietopliwe i nierozpuszczalne tworzywa sztuczne. Żywice poliuretanowe powstają w wyniku reakcji grupy hydroksylowej z izocyjaninami, tworząc w ten sposób strukturę sieciową. Ze względu na swoją budowę chemiczną charakteryzują się większą elastycznością niż żywice epoksydowe. Na polskim rynku dostępne są również izolacje dwuskładnikowe np. żywice metakrylanu metylu (MMA) lub kopolimery w postaci chemoutwardzalnych, bezrozpuszczalnikowych, materiałów na bazie żywic epoksydowej i poliuretanowej. Systemy natryskowe umożliwiają wykonanie wysokojakościowej hydroizolacji ustroju nośnego konstrukcji mostowej, mogą stanowić samodzielne nawierzchnie na bazie żywic syntetycznych (np. epoksydowych) parkingów czy obiektów obciążonych ruchem pieszo-rowerowym. Przewagą omawianych rozwiązań

▼ Rys. 1. Rodzaje materiałów używanych w wykonawstwie hydroizolacji na obiektach mostowych [2]



jest duża przyczepność do podłoży betonowych (≥ 2 MPa) i metalowych (≥ 3 MPa), szybki proces układania i utwardzania żywic, kompatybilność z asfaltem lanym i nawierzchniami asfaltowymi. Dzięki aplikacji na podłoże w postaci płynnej, po procesie wiązania otrzymujemy bezszwową powłokę odporną na uszkodzenia mechaniczne i chemiczne.

Wykonanie izolacji płyty pomostu metodą ręczną bądź natryskową przebiega wieloetapowo (fot. 2). Przed rozpoczęciem aplikacji bardzo ważne jest odpowiednie przygotowanie powierzchni. Powinna być ona osuszona i oczyszczona z zanieczyszczeń stałych, soli i zatłuszczeń. Wykonuje się to mechanicznie jedną z wybranych metod: groszkowania, piaskowania, szlifowania, śrutowania lub hydromonitoringu. Stopień czystości przygotowanego podłoża stalowego warunkuje norma PN-EN ISO 8501-1:2008 i powinien on być na poziomie Sa 2½. Przy tym poziomie czystości na oglądanej bez powiększenia powierzchni nie mogą występować ślady oleju, smaru, pyłu, zendry, rdzy, powłoki malarskiej czy obcych zanieczyszczeń. Mogą być widoczne jedynie ślady zanieczyszczeń w postaci plamek w kształcie kropek lub pasków. Dodatkowym wymaganym parametrem podłoża, na którym układa się tego rodzaju izolacje, jest jego odpowiednia wytrzymałość mechaniczna. Jest to bardzo ważne w przypadku nowych betonowych konstrukcji mostowych, szczególnie na etapie dojrzewania betonu. Literatura podaje, że układanie warstw izolacyjnych może nastąpić po co najmniej 14 dniach przy spełnieniu wymagań wytrzymałości na ściskanie (nie mniejsza niż wynikająca z klasy betonu), na rozciąganie badanej metodą „pull-off" (min. 2 MPa) i wilgotności płyty mniejszej od 4%.

Zasadniczym procesem wykonania izolacji jest pokrycie podłoża warstwą gruntującą na bazie żywic epoksydowych. Materiał nanoszony jest metodą natrysku bezpowietrznego o określonej grubości. Proces ten można przeprowadzić bezpośrednio na świeżym betonie, betonie w wieku 3-14 dni oraz betonie w stanie powietrzno-suchym. Należy jednak pamiętać, że żywice są bardzo wrażliwe na zmiany warunków prowadzenia robót, dlatego beton wilgotny można gruntować wyłącznie żywicami wiążącymi w warunkach wilgotnych. Następnym etapem jest wykonanie zasadniczej warstwy wierzchniej z bezrozpuszczalnikowego materiału grubopowłokowego, rozprowadzanego ręcznie lub metodą natrysku. Materiał powłokowy powinien być przygotowany dokładnie wg zaleceń producenta podanych w karcie technicznej danego produktu. Na procedurę przygotowawczą składają się:

- dobór odpowiednich składników
- mieszanie składników w określonych proporcjach przy zachowaniu czasu oraz energii mieszania zgodnych z instrukcją producenta
- dozowanie dodatków np. katalizatorów, rozcieńczalników w celu zachowania jak najlepszych parametrów mieszanki.

Gotową warstwę izolacji posypuje się drobnoziarnistym kruszywem (np. piasek kwarcowy, kruszywo korundowe itp.). Jego dobór powinien opierać się na zasadzie: maks. średnica ziaren kruszywa nie może być większa niż grubość izolacji podzielona przez 2,5.

$$D \leq \frac{h}{2{,}5}$$

gdzie:

D – maks. średnica ziarna kruszywa stosowanego do uszorstnienia powierzchni [mm]

h – grubość warstwy izolacji [mm].

Niektóre systemy izolacyjno-nawierzchniowe wymagają wykonania dodatkowej powłoki zamykającej. W tym celu usuwa się nadmiar kruszywa oraz sprawdza, czy powłoka podstawowa jest całkowicie utwardzona. Na tak przygotowanym podłożu rozkłada się kolejną warstwę, odporną na oddziaływania mechaniczne i atmosferyczne.

Prawidłowe przeprowadzenie procesu aplikacji systemu izolacyjnego na bazie żywic syntetycznych jest możliwe przy odpowiednich warunkach atmosferycznych. Materiały rozkłada się przy wilgotności względnej powietrza nie wyższej niż 85% oraz temperaturze od +5°C do +30°C. W przypadku podłoża temperatura powinna się mieścić w zakresie od 0°C do +30°C, a w momencie gruntowania musi być co najmniej o 3°C wyższa od punktu rosy. Należy pamiętać, że temperatura powyżej +30°C wpływa negatywnie na materiały chemoutwardzalne, skracając ich żywotność i obniżając jakość wykonanej izolacji. Powyższe wymagania powinny być spełnione w trakcie całego czasu utwardzania.

Roboty izolacyjne powinny być wykonywane przez przeszkolony zespół ludzi, przy jednoczesnym przestrzeganiu warunków podanych przez producenta. Wszelkie błędy w prowadzeniu robót powodują konieczność wykonania pracochłonnych poprawek i często prowadzą do powstania trwałych wad.

▲ Fot. 2. Wykonywanie hydroizolacji żywicą MMA na obiekcie mostowym metodą natryskową i ręczną [8]

Izolacje z papy asfaltowej

Najpowszechniej stosowanym rozwiązaniem w zakresie ochrony płyt pomostów (szczególnie o konstrukcji betonowej lub żelbetowej) jest izolacja z papy asfaltowej (lub polimeroasfaltowej), aplikowanej w technologii na gorąco na odpowiednio zagruntowanym podłożu. Jej popularność z jednej strony jest efektem stosunkowo prostego procesu wbudowywania, z drugiej wynika ze skuteczności tego rodzaju zabezpieczenia. Papy na bazie lepiszcza asfaltowego są jednym z najbardziej uniwersalnych materiałów budowlanych w konstrukcji nawierzchni drogowej. Wykorzystuje się je z jednej strony do ochrony obiektu mostowego (płyty pomostu) przed korozją atmosferyczną i wodą (hydroizolacja), z drugiej stanowią element konstrukcji drogowej.

Papa jako materiał izolacyjny pracuje w zróżnicowanych warunkach obciążenia (ruch pojazdów samochodowych, naprężenia termiczne) oraz oddziaływań skażonego środowiska naturalnego, zwłaszcza powietrza. Z tego punktu widzenia narażona jest na:

- stałe zawilgocenie przy małych spadkach poprzecznych nawierzchni drogowej
- brak możliwości bieżącej konserwacji i lokalnych napraw uszkodzeń izolacji

- drgania od obciążeń dynamicznych pomostu w zakresie temperatur: od -25°C do +55°C dla pomostów stalowych i od -15°C do +30°C dla pomostów betonowych
- możliwość wystąpienia czynnych rys w podłożu betonowym, przy jednoczesnym dynamicznym obciążeniu intensywnym ruchem pojazdów, co ma szczególne znaczenie w temperaturach ujemnych
- częste, chwilowe, wysokie ciśnienia wody w szczelinach podłoża betonowego (pomosty betonowe lub żelbetowe) oraz szczelinach i pęknięciach nawierzchni, wywołane najazdem koła pojazdu (zjawisko pompowania wody pod oponą pojazdu drogowego)
- występowanie zjawiska ciśnienia pary wodnej w porach i rysach podłoża betonowego oraz na granicy podłoża i izolacji w przypadku zamknięcia wody pod izolacją (woda technologiczna, woda z opadów atmosferycznych pozostała w wyniku prowadzenia prac w niesprzyjających warunkach atmosferycznych); zjawisko to uwidacznia się szczególnie w momencie rozkładania i zagęszczania gorącej mieszanki mineralno-asfaltowej.

Rola papy asfaltowej jako materiału konstrukcji drogowej sprowadza się głównie do:

- kształtowania przyczepności nawierzchni do podłoża betonowego lub stalowego
- relaksacji naprężeń rozciągających (od obciążeń pionowych) i ścinających, które powstają od poziomych składowych obciążenia użytkowego
- kompensacji odkształceń pochodzących od pełzania materiału nawierzchni.

Spełnienie ww. zadań wymaga dobrego połączenia warstwy izolacyjnej z podłożem. Na etapie aplikacji papy podłoże musi być czyste, suche i charakteryzować się dobrą sczepnością z izolacją. Uzyskuje się to m.in. poprzez stosowanie różnego rodzaju środków gruntujących (premierów), najczęściej w postaci asfaltów upłynnionych lub emulsji (niejednokrotnie modyfikowanych polimerami).

Coraz częściej papy termozgrzewalne pojawiają się na płytach stalowych (ortotropowych), przy czym w takich wypadkach koniecznością jest stosowanie specjalnej warstwy sczepnej w postaci żywic epoksydowych (stanowiących jednocześnie bardzo dobre zabezpieczenie antykorozyjne) z posypką mineralną. Zadaniem posypki jest zabezpieczenie wyżej leżących warstw przed ewentualnym poślizgiem na skutek oddziaływań sił poziomych od pojazdów samochodowych.

▼ Tablica 1. Zestawienie wyrobów do warstw nawierzchni mostowych wg WT-2:2010

Warstwa	Wyrób	Zalecenie
Wiążąca (ochronna)[f]	mieszanki mineralno-asfaltowe	MA 8, MA 11
	lepiszcza asfaltowe	20/30, 35/50, wielorodzajowy 35/50
	kruszywa mineralne	WT-1 kruszywa 2010
Ścieralna	mieszanki mineralno-asfaltowe	MA 5[a], MA 8, MA 11, SMA 5[b,c], SMA 8[b,c], SMA 11[c], BBTM 8[b,c], BBTM 11[c], AC 11 S
	lepiszcza asfaltowe	35/50[d], PMB 25/55-60[d], PMB 45/80-55[e], PMB 45/80-65[e], PMB 65/105-60[e]
	kruszywa mineralne	WT-1 kruszywa 2010

a) dopuszczone wyłącznie do wykonania ścieku przykrawężnikowego
b) zalecane, jeżeli jest wymagane zmniejszenie hałasu drogowego
c) dopuszczone stosowanie warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego AC 11 S, jeżeli nawierzchnia dojazdów do mostu jest wykonana z betonu asfaltowego
d) do asfaltu lanego MA
e) zalecane do SMA lub BBTM w cienkiej warstwie o grubości nie większej niż 3,5 cm
f) izolacja mostowa powinna być dobrana tak, aby była zgodna z warstwą ochronną z asfaltu lanego

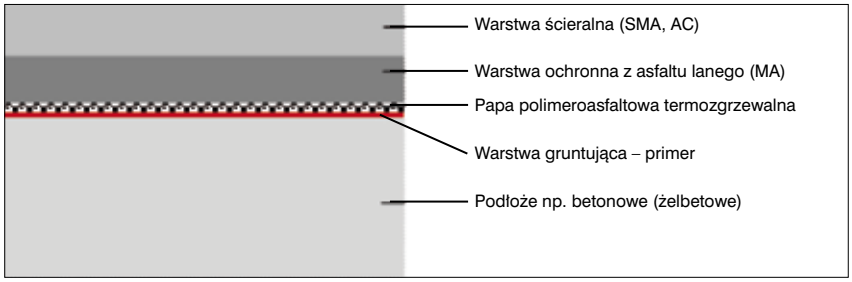
Większość producentów pap termozgrzewalnych gwarantuje bezawaryjne funkcjonowanie swoich wyrobów w przypadku zastosowania jako zabezpieczenia szczelnej warstwy z asfaltu lanego (MA). Mieszanka ta stanowi warstwę ochronną, zabezpieczając przed uszkodzeniami (np. mechanicznymi) właściwą izolację, szczególnie na etapie realizacji. Taki układ warstwowy doczekał się realizacji na wielu obiektach mostowych w Polsce (rys. 2).

Wzrost popularności tego rozwiązania w ostatnich latach był następstwem m.in. zapisów zawartych w dokumencie „Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. WT-2:2010. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania Techniczne" (tablica 1), w których jest to jedyny dopuszczalny rodzaj mieszanki na warstwę ochronną płyt pomostów obiektów inżynierskich. Technologia wbudowania asfaltu lanego decyduje również o wyborze rodzaju hydroizolacji, która musi być odporna na temperaturę rzędu 220-240°C. Tak wysoka temperatura może skutkować zmianami we właściwościach technicznych materiału przeznaczonego na warstwę izolacji przeciwwodnej (przeciwwilgociowej), stanowiącego podłoże pod wbudowywaną mieszankę MA.

Wspomniany dokument został zatwierdzony do stosowania na drogach krajowych, zarządzanych przez GDDKiA. Jego stosowanie zostało powszechnie zaadaptowane przez zarządców pozostałych dróg (wojewódzkich, powiatowych, gminnych itp.) oraz projektantów. Nowy dokument WT-2 z 2014 r. powielił istniejące zapisy, poszerzając jedynie zakres o mieszankę MA 16.

Izolacja z papy asfaltowej z asfaltem lanym. Wady i zalety

Technologia asfaltu lanego została opracowana w Niemczech, w pierwszej połowie XIX wieku. Różni się ona od obecnej pod wieloma względami (przede wszystkim składu), ale została zachowana jej charakterystyczna cecha – samozagęszczalność. Takie zachowanie się asfaltu lanego jest wynikiem



▲ Rys. 2. Typowy układ warstw nawierzchni z hydroizolacją z papy termozgrzewalnej na obiekcie mostowym o płycie żelbetowej

▲ Fot. 3. Automatyczny proces aplikacji papy do podłoża, ogrzewanej gorącym powietrzem

odpowiedniego doboru ilościowego poszczególnych składników mieszanki, w tym przede wszystkim lepiszcza i wypełniacza. Parametry wytrzymałościowe mieszanka uzyskuje głównie dzięki kohezji (spójności) mastyksu (mieszaniny asfaltu i wypełniacza), w mniejszym stopniu decyduje o tym szkielet mineralny (rys. 3) [7].

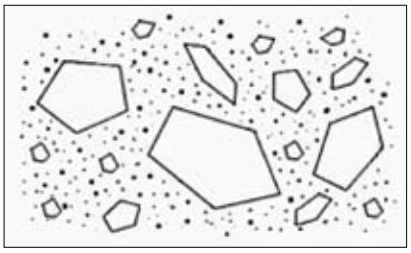
Cechą charakterystyczną asfaltów lanych jest nieciągłość uziarnienia w zakresie grubego piasku i drobnych frakcji grysowych (od 0,5 mm do 5 mm) oraz znaczna ilość wypełniacza. Jednym z zadań wypełniacza jest strukturyzacja twardego asfaltu bazowego, co zwiększa kohezję mastyksu, tym samym odporność MA na trwałe deformacje.

Ciągły wzrost obciążenia ruchem wymuszał zwiększanie parametrów wytrzymałościowych mieszanki. Z jednej strony podwyższano kohezję asfaltu (lepiszcza o wyższych temperaturach mięknienia, uzyskiwanych m.in. poprzez modyfikację polimerami bądź dodatek asfaltu naturalnego), z drugiej zwiększano kąt tarcia wewnętrznego poprzez zwiększanie udziału piasku łamanego. Efektem jest ograniczona zdolność do samozagęszczenia (przy zapewnieniu szczelności i całkowitego wypełnienia wolnej przestrzeni) i konieczność podniesienia temperatury wbudowania do 220-240°C. Jest to niestety sprzeczne z działaniami na rzecz ochrony środowiska naturalnego. Każdy wzrost temperatury produkcji MMA o 10°C powoduje dwukrotne zwiększenie wydatkowania gazów oraz oparów toksycznych (SO_2, NO_2, NO itd.) i cieplarnianych (CO_2, CO) do atmosfery. Czynnik ochrony środowiska wpływa na stopniowy odwrót od technologii opartych na wysokich temperaturach produkcji (asfalty lane), mimo stosowania dodatków obniżających te temperatury (m.in. woski, środki powierzchniowo-aktywne, sole metaloorganiczne itp.).

Mimo niewątpliwych zalet technologii zabezpieczenia warstwy izolacji asfaltem lanym (do których można zaliczyć m.in. bardzo dobrą szczelność) ma ona również ograniczenia. Z całą pewnością, uwzględniając kryteria ekonomiczne (w tym również czas realizacji) oraz ekologiczne (wysokie temperatury wytwarzania i wbudowania) nie jest to technologia optymalna w każdej sytuacji.

Doświadczenie zawodowe pokazuje, że powyższe rozwiązanie systemowe (papa asfaltowa + MA) nie jest pozbawione wad czy też problemów technologicznych. Dotyczy to możliwości popełnienia błędów, szczególnie na etapie klejenia papy do podłoża czy też zastosowania dość sztywnej (w niskich temperaturach) warstwy asfaltu lanego [1, 4].

W przypadku papy może dochodzić do miejscowych braków jej połączenia z podłożem oraz przegrzania (a nawet przepalenia) warstewki spodniej lepiszcza i jej zbytniego utwardzenia. Brak połączenia papy z podłożem będzie widoczny już na etapie wbudowywania gorącej warstwy ochronnej. Powstające pęcherze, nawet po ich przebiciu, nie gwarantują pełnego połączenia izolacji z płytą pomostu. Efektem tego mogą być powstające w trakcie użytkowania spękania siatkowe warstw nawierzchni na skutek tzw. zjawiska „młoteczka i kowadełka" [4]. Wysokie temperatury aplikacji papy są wynikiem stosowania nagrzewnic gazowych, przy których upłynnienie warstewki asfaltu uzyskuje się podczas jej bezpośredniego kontaktu z płomieniem o temperaturze +700°C, a nawet +1000°C przy dodatkowym zasilaniu sprzężonym powietrzem (fot. 1).



▲ Rys. 3. Struktura mieszanki mineralnej asfaltu lanego [7]

▲ Rys. 4. Rozkład kanałów wentylacyjnych w spodniej warstwie papy [3]

Negatywne skutki technologii łączenia papy z podłożem można w dużym stopniu ograniczyć, a nawet wyeliminować. Jedną z możliwości jest stosowanie nowej generacji pap termozgrzewalnych wentylowanych. W spodniej części papy występuje cienka warstwa specjalnego materiału, odpornego (w krótkim okresie czasu) na temperaturę dochodząca nawet do +1000°C (rys. 4). Na niej nanoszone są profilowane pasma klejowe, stanowiące kompozycję asfaltu z SBS i żywicami syntetycznymi. Podczas klejenia papy w miejscach występowania materiału odpornego na wysokie temperatury nie dochodzi do połączenia z podłożem, co ma miejsce tylko w obszarze naniesionych pasm klejowych. Miejsca te są błyskawicznie aktywowane termicznie i łączą się z podłożem, zagruntowanym primerem, modyfikowanym dodatkiem SBS. Para wodna, powietrze i inne opary (substancje gazowe, jako pozostałość rozpuszczalnika) przepływają w kanałach wentylacyjnych, które nie ulegają sklejeniu z podłożem. Dzięki temu następuje równomierny rozkład ciśnień powietrza i pary wodnej pod całą powierzchnią izolacji. Zasada przepływu powietrza i pary wodnej – wyrównanie ciśnień par i gazów pod papą – gwarantuje prawidłową wentylację układu oraz poprawia warunki pracy izolacji.

Standardowo stosowane nagrzewnice mogą zostać zastąpione przez urządzenia do automatycznego rozkładania papy z systemem ogrzewania konwekcyjnego gorącym strumieniem powietrza. Efektywność tego procesu wymaga szczelnego zabezpieczenia obszaru klejenia papy do podłoża przed oddziaływaniem czynników środowiska, a przede wszystkim wiatru (fot. 3).

Zastosowanie asfaltu lanego (szczególnie na bazie twardych lepiszczy) może prowadzić na skutek skurczu materiału do powstania spękań i rozwarstwień, głównie przy znacznych spadkach temperatur powietrza (fot. 4-5). Miejscami szczególnie podatnymi na takie zachowanie są połączenia szwów technologicznych w kierunku podłużnym i poprzecznym. Zapisy SST o konieczności wbudowywaniu asfaltu lanego całą szerokością jezdni są często pomijane na etapie realizacji, m.in. ze względu na małą dostępność odpowiedniego sprzętu (rozkładarek o szer. > 10 m) oraz niedostosowaniem wytwórni mas bitumicznych (WMB) – brak systemów do podgrzewania wypełniacza wapiennego.

Kolejny problem dotyczy możliwości przeprowadzenia szybkiej bieżącej kontroli jakości wyprodukowanej mieszanki. Odpowiedni stopień jednorodności asfaltów lanych uzyskuje się dopiero po 1-2 godzinach podgrzewania i mieszania w kotłach transportowych. Po takim czasie produkcja na WMB jest zakończona, a ewentualne błędy w składzie wymuszają usunięcie całości produkcji.

Mieszanka SMA-MA jako alternatywa dla warstwy ochronnej

Mieszanka mastyksowo-grysowa SMA (Split Mastic Asphalt – niem., Stone Mastic Asphalt – ang.), została wprowadzona w połowie lat 60. XX wieku przez niemieckiego inżyniera dr Gerharda Zichnera. Głównym elementem zabezpieczającym powierzchnię warstwy przed ścieraniem i wyrywaniem ziaren kruszywa są grube grysy. Mieszanka tego typu charakteryzuje się wysoką odpornością na trwałe deformacje oraz oddziaływanie czynników klimatyczno-pogodowych. Zawdzięcza to strukturze szkieletu mineralnego ukształtowanego przez odpowiednio dobrane frakcje grysowe oraz ilości stosowanego lepiszcza (większego niż w przypadku mieszanek typu beton asfaltowy AC). Mieszanka SMA jest określana jako pośrednia pomiędzy betonową a kontaktową (makadamową) (rys. 5), przy czym rodzaj i forma oddziaływań pomiędzy pojedynczymi ziarnami grysowymi sytuują ją bliżej kontaktowej (rys. 6).

Typowe mieszanki SMA stosowane w warstwach ścieralnych powinny charakteryzować się odpowiednią wolną przestrzenią. Jej wielkość stanowi kompromis pomiędzy odpornością na trwałe deformacje i działanie czynników atmosferycznych. Wraz ze zwiększeniem zawartości wolnej przestrzeni wzrasta odporność na koleinowanie, ale i podatność na oddziaływanie wody, niskich temperatur, powietrza, promieniowania UV itp. W przypadku warstw ochronnych wolna przestrzeń powinna być minimalna, co będzie stanowiło dodatkową barierę zabezpieczającą płytę pomostu. Z tego względu mieszanki SMA stosowane do warstw ochronnych muszą być bogatsze w mastyks (mieszaninę asfaltu, wypełniacza i drobnego piasku), przy czym największy wzrost ilościowy powinien dotyczyć lepiszcza asfaltowego. Wprowadzenie takich zmian spowoduje obniżenie odporności mieszanki na trwałe deformacje, ale ten efekt ogranicza się m.in. poprzez zmniejszenie grubości warstwy ochronnej do 2-3 cm. Należy również zaznaczyć, że temperatury w warstwie wiążącej (ochronnej) na obiektach mostowych są znacznie niższe niż w warstwach ścieralnych na odcinkach szlakowych, tym samym podatność do deformacji takiej warstwy jest znacznie mniejsza.

▲ Fot. 4. Problemy występujące na obiekcie z mostowym o płycie betonowej z zastosowaniem asfaltu lanego [1]

▲ Fot. 5. Pęknięcia na warstwie ścieralnej (SMA 11), przeniesione ze szwów technologicznych warstwy asfaltu lanego MA 11

Jedną z właściwości warstwy ochronnej powinna być szczelność. Między innymi dlatego w tej warstwie jest powszechnie stosowany asfalt lany. Wykorzystanie do tego rozwiązania typowej mieszanki SMA było testowane i nie spełniało swego zadania. Było to podyktowane m.in. trudnością przy wbudowaniu mieszanki i występowaniem miejsc niedogęszczonych o zwiększonej wolnej przestrzeni. Konsekwencją tego były nieszczelności w układzie warstwowym i w dalszym etapie uszkodzenia nawierzchni.

Proponowana mieszanka o zwiększonej ilości mastyksu SMA-MA ma minimalizować niepożądane efekty stosowania standardowych mastyksów wysokogrysowych. Charakteryzuje się ona bardzo dużą podatnością na zagęszczanie, uzyskiwaną już praktycznie na etapie wbudowywania rozkładarką. Dodatkowo jeden, dwa przejazdy walcem pozwalają na wyciśnięcie mastyksu na powierzchnię warstwy, dokładnie ją uszczelniając i zabezpieczając przed wnikaniem wody (fot. 6). Szkielet mineralny mieszanki zapewnia odporność na trwałe deformacje. Wykonane badania koleinowania mieszanki SMA-MA 8 w pakiecie z warstwą ścieralną (SMA 11 i SMA 8) wskazują, że w temperaturze +50°C deformacjom podlega wyłącznie warstwa wierzchnia (fot. 7).

Pierwsze warstwy ochronne z udziałem mieszanki SMA o zwiększonej ilości mastyksu były wykonane już w latach 2000-2002 w Szczecinie. Ten rodzaj rozwiązań w zakresie zabezpieczenia płyt pomostów obiektów mostowych zastosowano również na innych kontraktach:

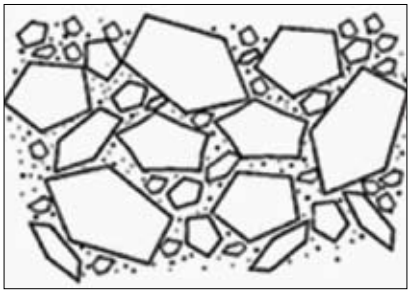
- wiadukt drogowy – kontrakt: „Przebudowa wiaduktu w ciągu ulicy Piotra i Pawła w Policach" (realizacja 2013 r.)
- most nad rzeką Dzierżęcinką – kontrakt: „Budowa i przebudowa dróg stanowiących zewnętrzny pierścień układu komunikacyjnego w Koszalinie – połączenie ul. BOWiD z ul. Władysława IV" (realizacja 2014 r.)
- wiadukt drogowy – kontrakt: „Budowa węzła Tczewska w ciągu drogi krajowej nr 3", Szczecin Dąbie (realizacja 2014 r.).

O przydatności ww. technologii zabezpieczenia płyt pomostów obiektów inżynierskich z udziałem warstwy ochronnej na bazie mastyksu grysowego ze zwiększoną ilością mastyksu (SMA-MA) świadczą również badania doświadczalne przeprowadzone na szeroką skalę na Politechnice Warszawskiej [5].

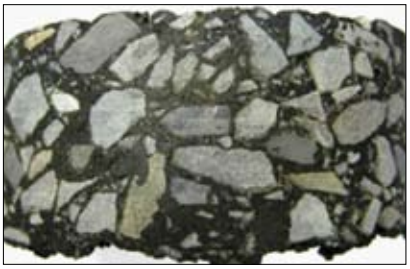
Podsumowanie

Każda technologia ma swoje wady i zalety. Dotyczy to również rozwiązań z udziałem asfaltów lanych, jako warstw ochronnych na obiektach mostowych. Podstawowymi elementami ograniczającymi możliwość stosowania tego rodzaju mieszanek są wysokie temperatury produkcji (szkodliwość dla środowiska), niedostosowanie WMB (brak szybkiej kontroli składu, wydłużony proces wytwarzania – starzenie asfaltu) oraz twarde asfalty (stosunkowo niska odporność na działanie ujemnych temperatur). Zamiennikiem dla tego rodzaju warstwy ochronnej mogą być mieszanki SMA-MA, charakteryzujące się zwiększoną zawartością mastyksu (a przede wszystkim lepiszcza), co poprawia ich zdolność do zagęszczania oraz zwiększa odporność na działanie wody.

Ze względu na specyfikę obiektów mostowych należy poszukiwać optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych w zakresie zabezpieczenia płyt pomostów. Dotyczy to zarówno grubości warstw, typu hydroizolacji jak i rodzaju mieszanek mineralno-asfaltowych ją zabezpieczających. Ograniczenia w tym zakresie są często wynikiem próby zabezpieczenia się kadry technicznej przed ewentualnymi negatywnymi skutkami niestandardowych technologii. To może niestety hamować rozwój technologii i stanowić barierę dla współpracy pomiędzy ośrodkami naukowymi i przedsiębiorstwami, realizującymi zadania.

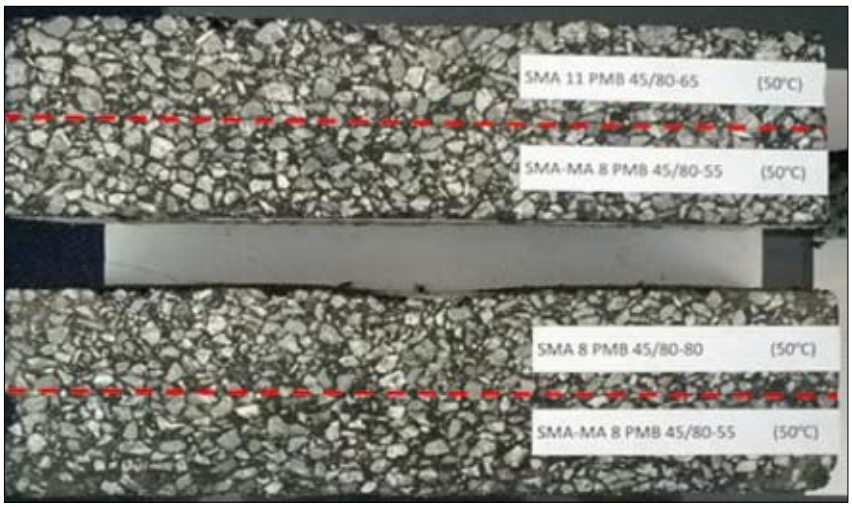


▲ Rys. 5. Schematyczny obraz struktury pośredniej (mastyksu grysowego SMA) [7]



▲ Rys. 6. Szkielet mineralny w mastyksie grysowym SMA 11

▲ Fot. 6. Wyciskanie mastyksu na etapie wbudowywania mieszanki SMA-MA [6]



▲ Fot. 7. Wynik badania koleinowania mieszanki SMA-MA 8 w pakiecie z mieszanką SMA 11 i SMA 8 w temperaturze +50°C

Literatura

1. Bichajło L., Siwowski T., *Nawierzchnie na obiektach mostowych – doświadczenia z nadzoru nad realizacją.* Sympozjum: Nawierzchnie i izolacje na obiektach inżynieryjnych betonowych i stalowych. Konsekwencje i możliwości działań. XVII Międzynarodowe Targi Budownictwa Drogowego AUTOSTRADA-POLSKA, Kielce 11-12 maja 2011 r.
2. Kilarski R., *Analiza i ocena materiałów hydroizolacyjnych na pomosty obiektów mostowych.* Prace IBDiM, Warszawa 1996.
3. Mieczkowski P., *Nowe papy termozgrzewalne – układy wentylowane*. Izolacje, nr 1/2010 (142), 2010.
4. Mieczkowski P., *Wbudowywanie gorących mieszanek mineralno-asfaltowych na obiektach mostowych z izolacją z pap termozgrzewalnych z uwzględnieniem procesu przepływu ciepła.* Drogownictwo, nr 10/2008.
5. Radziszewski P., Piłat J., Sarnowski M., Kowalski K., Król J. i inni, *Rozwiązania materiałowo-technologiczne izolacji i nawierzchni obiektów mostowych. Raport końcowy.* Opracowanie na zlecenie GDDKiA w Warszawie, 2013.
6. Sarnowski M., Radziszewski P., Piłat J., Król J., Kowalski K., *Mieszanki SMA-MA do budowy nawierzchni mostowych*. Seminarium Techniczne eSeMA, Zakopane 2015.
7. Stefańczyk B., Mieczkowski P., *Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wykonawstwo i badania.* WKiŁ, Warszawa 2008.
8. www.izolacje.com.pl/artykul/id1443, izolacje-przeciwwodne-z-systemem-matacrylR.

▲ Fot. 1. Betonowanie w warunkach zimowych

Produkcja betonu mostowego, traktowanego jako beton towarowy, w Polsce systematycznie wzrasta. Jest to spowodowane licznymi inwestycjami związanymi z budową i modernizacją infrastruktury drogowej i kolejowej w ramach środków pomocowych UE.

dr inż. Maciej Gruszczyński
Politechnika Krakowska;
Stowarzyszenie Producentów
Betonu Towarowego w Polsce

WSPÓŁCZESNE BETONY
STOSOWANE W MOSTOWNICTWIE

Tendencje rozwojowe powodują, że beton wykorzystywany jest do budowy ok. 85% konstrukcji obiektów mostowych. Dlatego też konieczne jest stosowanie nowoczesnych, modyfikowanych domieszkami chemicznymi betonów, w tym samozagęszczalnych (SCC), wysoko- i ultrawysokowartościowych (BWW, UBWW).

Wymagania stawiane betonom mostowym

Beton stosowany w mostownictwie powinien charakteryzować się nie tylko wysoką wytrzymałością, ale także mieć pełną odporność na równoczesne oddziaływanie znakozmiennych temperatur i środków odladzających.

Szczegółowe wymagania materiałowo-technologiczne stawiane betonom służącym do budowy drogowych obiektów inżynierskich zawarte są w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej nr 735 z dnia 30 maja 2000 r. [1]. Niestety, wymagania w nim zawarte nie są zgodne z zapisami umieszczonymi w aktualnej normie PN-EN 206:2014-04 [2]. Szczególnie, w ocenie środowiska inżynierskiego, do aktualnego stanu wiedzy z zakresu technologii betonu nie odpowiada zapis o korelacji między klasą cementu a klasą wytrzymałości betonu (pkt. 164.1 [1]), jak również zapis o obligatoryjnym stosowaniu do produkcji betonów mostowych, w tym do wykonywania elementów masywnych, tylko cementów czystoklinkierowych CEM I o zawartości alkaliów < 0,6%.

W obecnym czasie zapisy te straciły na swojej aktualności, ze względu na powszechne stosowanie do produkcji betonów domieszek reologicznych (plastyfikatorów i upłynniaczy), które pozwalają na znaczną redukcję wody zarobowej, bez utraty konsystencji mieszanki.

Dyskusyjnym zapisem zawartym w Rozporządzeniu [1] jest wymóg stosowania do produkcji tylko kruszyw granitowych i bazaltowych. Praktycznie nie jest możliwe wykorzystanie materiału kamiennego innego pochodzenia, mimo jego wysokiej wytrzymałości i pełnej mrozoodporności. Skutkuje to znaczącym wzrostem ceny jednostkowej m^3 betonu mostowego ze względu na ograniczoną dostępność tych kruszyw (występują na Dolnym Śląsku) i wysokie ceny transportu (w sprzedaży dostępne są również grysy granitowe importowane ze Szkocji i Skandynawii).

Z wyżej wymienionych powodów największy krajowy inwestor w sektorze budownictwa infrastrukturalnego – Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad w połowie 2014 r. opublikowała w swoim serwisie internetowym Ogólne Specyfikacje Techniczne „Beton konstrukcyjny w drogowym obiekcie inżynierskim" [3]. Przedmiotowy dokument [3] opracowany został przez zespół specjalistów i zawiera szczegółowe wymagania dotyczące zasad prowadzenia i odbioru robót związanych z wykorzystaniem betonu konstrukcyjnego oraz ułożenia go w monolitycznych elementach drogowych obiektów inżynierskich.

Składniki mieszanki betonowej wg wymagań nowych OST GDDKiA

Nowe Ogólne Specyfikacje Techniczne GDDKiA [3] są dokumentem, w którym największy nacisk kładzie się na zapewnienie właściwej jakości betonu (wytrzymałość, trwałość w warunkach znakozmiennych temperatur i środków odladzających), ale także daje technologowi znaczącą swobodę w doborze składników mieszanki betonowej (cement, kruszywa, domieszki chemiczne, dodatki mineralne).

Zgodnie z wymogami zawartymi w przywołanych OST [3], beton w konstrukcji mostowej powinien charakteryzować się wytrzymałością, określoną klasą na ściskanie wg PN-EN 206 [2], zgodną z wymaganiami ustalonymi dla klas ekspozycji wg [2] i PN-B-06265 [4] oraz odpowiadać w tym zakresie wymaganiom projektu.

▼ Tablica 1. Terminy badania mrozoodporności betonu wg OST GDDKiA [3]

Rodzaj cementu	Czas równoważny [dni]
CEM I (R), CEM II A/S (R)	28
CEM I (N), CEM II A/S (N), CEM II B/S (N, R)	56
CEM III/A	90

Ponadto beton w elementach konstrukcyjnych narażonych na destrukcyjne zamrażanie-rozmrażanie i/lub oddziaływanie środków odladzających powinien wykazywać stopień mrozoodporności wg PN-88/B-06250 [5]:

- F100 dla klasy ekspozycji XF1
- F150 dla klasy XF2 i XF3
- F200 dla klasy XF4.

Istotną zmianą, w odniesieniu od wymagań zawartych w Rozporządzeniu [1], w nowych OST GDDKiA [3] jest zapis dotyczący terminu badania mrozoodporności betonu, w zależności od rodzaju zastosowanego cementu – tablica 1.

Powyższy zapis spowodowany jest dopuszczeniem do produkcji betonów mostowych, za wyjątkiem elementów sprężonych, cementów innych niż czystoklinkierowe CEM I. Według wytycznych [3] można stosować cementy CEM I o zawartości alkaliów mniejszej niż 0,8%, cementy portlandzkie żużlowe CEM II A/S (zawartość alkaliów poniżej 0,8%) i CEM II B/S (zawartość alkaliów mniejsza niż 0,9%). Do elementów masywnych za wyjątkiem klasy ekspozycji XF4 dopuszczalne jest wykorzystanie cementu hutniczego CEM III/A.

Beton w elementach konstrukcji narażonych na oddziaływanie agresywnego środowiska chemicznego powinien wykazywać odporność na penetracje wody pod ciśnieniem wg PN-EN 12390-8 [6], mierzoną maksymalnym wniknięciem wody w próbki:

- 60 mm dla klasy XA1
- 50 mm dla klasy XA2
- 40 mm dla klas XA3, XD3, XS3.

Nowe OST GDDKiA [3] odstąpiły od wymagania zawartego w Rozporządzeniu [1] dotyczącego nasiąkliwości wagowej betonu nie większej niż 4%. Jak wykazały zrealizowane badania i co zostało wielokrotnie zweryfikowane praktycznie, rezygnacja z obligatoryjnego badania nasiąkliwości betonu jest słuszna i uzasadniona, albowiem nie jest ona wyznacznikiem jego trwałości.

Nowe OST rozszerzają także spektrum kruszyw dopuszczalnych do produkcji betonów mostowych. Rozporządzenie [1] praktycznie zawężało rodzaj stosowanego kruszywa do grysów granitowych i bazaltowych. Natomiast nowo opracowane OST [3] wymagają stosowania kruszyw naturalnych, zgodnych z PN-EN 12620 [7]. Przedmiotowy dokument kładzie nacisk na stosowanie kruszywa o pełnej mrozoodporności, wysokiej wytrzymałości, które powinno charakteryzować się stopniem reaktywności alkaliczno-krzemionkowej „0" wg PN-B-06714-46. Nowe specyfikacje poszerzają możliwości zastosowania do produkcji kruszyw lokalnych, aczkolwiek z naciskiem na zapewnienie wysokiej jakości betonu – szczegółowe wymagania odnośnie ich jakości zestawiono w pkt. 3.2 [3], w tym także zalecane krzywe graniczne uziarnienia i maksymalne poziomy zawartości frakcji do 2 mm w stosie okruchowym.

Domieszki do betonu

Produkcja nowoczesnych betonów mostowych wymaga stosowania do ich modyfikacji wysokosprawnych domieszek chemicznych:

- domieszki reologiczne (plastyfikatory i upłynniacze) – mają za zadanie zapewnić właściwą urabialność i konsystencję mieszanki betonowej, której wskaźnik w/c często jest niższy niż 0,40. Dodatkowo umożliwiają one pompowanie betonu i jego zagęszczanie przy użyciu wibracji, a w szczególnych przypadkach (betony SCC) gwarantują samozagęszczalność mieszanki pod ciężarem własnym. Stosowanie domieszek reologicznych wpływa na polepszenie właściwości stwardniałego betonu, poprzez jego lepsze zagęszczenie, co w konsekwencji przekłada się na zwiększoną wytrzymałość, poprawę szczelności i mrozoodporności
- domieszki napowietrzające – stosowane obligatoryjnie w elementach narażonych na oddziaływanie znakozmiennych temperatur i środków odladzających, w klasach ekspozycji XF2, XF3 i XF4. Domieszki napowietrzające pozwalają na wytworzenie w mieszance betonowej mikroporów w ilości 4,0-6,0% objętości. Nowe OST GDDKiA [3] w sposób szczegółowy regulują wymagane poziomy napowietrzenia betonu – tablica 2. Co ważne, nowa Specyfikacja [3] zaostrza tolerancje zawartości powietrza w mieszance betonowej w stosunku do wymagań zawartych w normie PN-EN 206:2014-04. Jest to o tyle istotne, że zbyt mała zawartość wytworzonych mikroporów nie zapewni odpowiedniej ochrony strukturalnej zamrażanego betonu, a zbyt duża ilość wprowadzonego powietrza wywoła nadmierne spadki jego wytrzymałości.
- domieszki opóźniające wiązanie – powodują wydłużenie czasu urabialności mieszanki betonowej, co jest niezwykle istotne w okresie podwyższonych temperatur, przy dalekim transporcie, jak również w przypadku betonowania elementów masywnych (zapewnienie połączenia warstw układanego betonu, właściwe zagęszczenie mieszanki, możliwość kontroli wydzielania się ciepła w elemencie).

Dodatki mineralne

Najbardziej pożądanym dodatkiem mineralnym do produkcji betonu mostowego

▼ Tablica 2. Wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej wg OST GDDKiA [3]

Wymiar kruszywa D [mm]	Etap wykonywania badań		Tolerancja pomiarowa [%]
	Projektowanie składu mieszanki betonowej [%]	Zatwierdzanie recepty, próba technologiczna, kontrola jakości robót [%]	
16,0	4,5-6,0	4,5-6,5	-0,5 +1,0
22,4	4,0-5,5	4,0-6,0	
31,5	4,0-5,5	4,0-6,0	

jest pył krzemionkowy (mikrokrzemionka), stosowany w ilości do 10% masy cementu. Zastosowanie tego dodatku zmienia właściwości reologiczne mieszanki – powoduje zwiększenie jej spoistości i zmniejszenie plastyczności. Z tych też względów równolegle ze stosowaniem tego dodatku, konieczne jest wykorzystanie wysokoefektywnych domieszek upłynniających o wydłużonym czasie działania. Dodatek pyłu krzemionkowego ogranicza segregację składników mieszanki i redukuje do minimum możliwość bleedingu (oddawanie wody). Także, istotnej poprawie ulega stabilność struktury napowietrzenia, którą znacznie trudniej jest uszkodzić w niezbędnych procesach technologicznych, takich jak pompowanie a zwłaszcza zagęszczanie mieszanki.

Pył krzemionkowy bardzo korzystnie wpływa na właściwości wytrzymałościowe betonu. Wzrostowi wytrzymałości towarzyszy proporcjonalny przyrost wartości modułu Younga. Zastosowanie pyłu krzemionkowego ma szczególny wpływ na kształtowanie trwałości betonu, który po aplikacji tego dodatku cechuje się dużą szczelnością i zwiększoną odpornością na agresję chemiczną.

Niewątpliwą wadą stosowania dodatku pyłu krzemionkowego jest jego cena, ponad 12-krotnie wyższa niż cementu. Z tego powodu jego stosowanie, we współczesnych realiach, jest ekonomicznie uzasadnione przy produkcji betonów wysokiej- i bardzo wysokiej wytrzymałości (powyżej 80 N/ mm^2).

Zgodnie z zapisami PN-EN 206:2014-04 ilość zastosowanego pyłu krzemionkowego można wyliczyć do wyznaczenia wartości w/c, zakładając wielkość współczynnika aktywności pucolanowej „k" równej 1 lub 2 (w zależności od klasy ekspozycji środowiska i w/c).

▼ Tablica 3. Klasy pielęgnacji betonu wg PN-EN 13670

	Klasy pielęgnacji			
	1	2	3	4
Czas [godziny]	12	NA	NA	NA
Procent wymaganej wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie po 28 dniach	NA	35	50	70

NA – nie stosuje się

Wytwarzanie i transport mieszanki betonowej

Produkcja betonów mostowych powinna odbywać się w profesjonalnych wytwórniach, na podstawie zatwierdzonej receptury, z uwzględnieniem wilgotności kruszywa. Urządzenia produkcyjne muszą spełniać wymagania określone w punkcie 3 [3], co do dokładności dozowania składników oraz czasu mieszania.

Wykorzystywane środki transportu mieszanki betonowej powinny zapewniać:

- zachowanie jednorodności betonu (niedopuszczenie do segregacji składników)
- niezmienność początkowego składu mieszanki (zanieczyszczenie betonu obcym materiałem, opady atmosferyczne, wycieki zaprawy)
- zabezpieczenie przed zmianami temperatury mieszanki przekraczającymi ustalone wymaganiami technicznymi granice od +5°C do +35°C.

Zgodnie z wymaganiami nowych OST [3] czas transportu mieszanki betonowej, od momentu załadunku betonowozu do jego rozładowania, w temperaturze +20°C, jeżeli nie stosowano domieszki opóźniającej, nie powinien przekraczać 90 minut.

W celu zachowania wysokich walorów estetycznych, a także odpowiedniej trwałości należy przyjmować, że beton mostowy powinien mieć cechy betonu architektonicznego, tj. bez konieczności szpachlowania i malowania powierzchnia elementu powinna być pozbawiona rys, spękań, raków i kawern, których występowanie zazwyczaj spowodowane jest błędami popełnionymi w czasie wbudowania mieszanki betonowej.

Zgodnie z pkt. 3.4 nowych OST [3] betonowanie konstrukcji mostowych możliwe jest w temperaturze nie niższej niż +5°C, zachowując warunki umożliwiające uzyskanie przez beton wytrzymałości co najmniej 15 N/ mm^2 przed pierwszym zamarznięciem.

W wyjątkowych sytuacjach, za zgodą inżyniera, możliwe jest betonowanie w temperaturze do -5°C. Jednak w takim przypadku konieczne jest prowadzenie skutecznej pielęgnacji, której celem jest zabezpieczenie wykonanego elementu przed utratą ciepła w czasie co najmniej 7 dni, do uzyskania przez beton wytrzymałości 15 N/mm^2. W tym czasie temperatura betonu nie może być niższa niż +5°C.

Ponadto, zgodnie z nowymi OST GDDKiA [3] niedopuszczalne jest betonowanie w czasie deszczu bez stosowania odpowiednich zabezpieczeń.

▲ Fot. 2. Taiwan High Speed Railway – przykład wykorzystania betonu SCC wysokiej wytrzymałości

Pielęgnacja betonu

Prawidłowa pielęgnacja jest warunkiem koniecznym do uzyskania odpowiedniej wytrzymałości, a zwłaszcza trwałości betonu w obiekcie mostowym. Dlatego należy ją rozpoczynać niezwłocznie po zakończeniu prac związanych z wykańczaniem powierzchni, zachowując minimalne okresy podane w PN-EN 13670 [8] – tablica 3. Zgodnie z pkt. 3.5 nowych OST GDDKiA dla betonów mostowych zaleca się prowadzenie co najmniej klasy pielęgnacji 3 wg [8].
Czas pielęgnacji betonu musi być uzależniony od warunków atmosferycznych, szybkości przyrostu wytrzymałości betonu oraz rodzaju zastosowanego cementu.
W trakcie procesu pielęgnacji należy:

- chronić powierzchnię elementów przed szkodliwym działaniem wiatru, promieni słonecznych, a w okresie zimowym mrozu
- utrzymywać powierzchnie betonu w stanie wilgotnym przez co najmniej:
  - 7 dni dla cementów portlandzkich
  - 14 dni przy stosowaniu cementów z dodatkami mineralnymi i hutniczych.

Elementy masywne w konstrukcji mostowej muszą być pielęgnowane wg specjalnych instrukcji. Dopuszczalne jest również stosowanie do pielęgnacji preparatów błonotwórczych, nanoszonych na powierzchnię świeżego betonu, które powinny spełniać następujące wymagania (wg [3]):

- utworzenie szczelnej powłoki nie powinno nastąpić później niż 24 godziny od naniesienia preparatu
- powstała powłoka powinna być elastyczna i mieć dobrą przyczepność do betonu i nie ulegać zmyciu pod wpływem deszczu
- środek powłokowy nie może wnikać w powierzchnię betonu głębiej niż 1 mm i nie powinien powodować korozji betonu i zbrojenia.

W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami przynajmniej do chwili uzyskania wytrzymałości na ściskanie co najmniej 15 N/mm^2.

Podsumowanie

Beton stosowany w mostownictwie jest „elitą" betonu towarowego, ze względu na wysokie wymagania w zakresie wytrzymałości i odporności na szkodliwe oddziaływanie środowiska. Dlatego też niezwykle cenna jest inicjatywa zespołu technologicznego GDDKiA, dzięki któremu powstały Ogólne Specyfikacje Techniczne „Beton konstrukcyjny w drogowym obiekcie inżynierskim" [3]. Pierwszoplanowym celem, jaki przyświecał autorom tego dokumentu jest zapewnienie trwałości obiektów i konstrukcji inżynierskich, która w dużym stopniu zależy od składu, właściwości zastosowanego betonu. Nowe Specyfikacje opracowane przez GDDKiA są dokumentem nowoczesnym, który odzwierciedla aktualną wiedzę z zakresu technologii betonu.
Podsumowując należy dodać, że beton stosowany w mostownictwie jest materiałem wysoce specjalistycznym. Postęp, który obserwuje się w technologii jego produkcji – powszechne stosowanie betonu wysokiej wytrzymałości, o dużej szczelności i odporności na oddziaływanie środowiska – determinuje rozwój chemicznych domieszek i dodatków mineralnych.
Co niezmiernie ważne w dobie zrównoważonego rozwoju technologie betonowe są najbardziej predysponowane do spełnienia założeń idei, albowiem beton w całości podlega recyklingowi, a prawidłowo zaprojektowany, wykonany i eksploatowany obiekt betonowy jest trwały, tani, a także ekologiczny.

▲ Fot. 3. Bandra-Worli Sea Link, Bombaj

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej nr 735 z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.
2. PN-EN 206:2014-04 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
3. Ogólne Specyfikacje Techniczne *Beton konstrukcyjny w drogowym obiekcie inżynierskim*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad 2014.
4. PN-B-06265:2004. Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1:2003 Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
5. PN-88/B-06250. Beton zwykły.
6. PN-EN 12390-8:2011. Badania betonu – Część 8: Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem.
7. PN-EN 12620+A1:2010. Kruszywa do betonu.
8. PN-EN 13670:2011. Wykonywanie konstrukcji z betonu.
9. Z. Giergiczny, W. Świerczyński, S. Heng, *Trwałość betonu w konstrukcjach mostowych*, Wrocławskie Dni Mostowe, Wrocław 2012.
10. W. Radomski, *Aktualne zagadnienia budownictwa komunikacyjnego*, Seminarium Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji, Augustów, styczeń 2011.

Podpory obiektów mostowych zazwyczaj posadowione są na palach. Z uwagi na intensywność obciążeń dynamicznych, jak również czynniki środowiskowe ten rodzaj fundamentowania zapewnia większą trwałość obiektu niż posadowienie bezpośrednie.

FUNDAMENTOWANIE OBIEKTÓW MOSTOWYCH
NA PALACH ŻELBETOWYCH

dr hab. inż. Adam Krasiński
Politechnika Gdańska

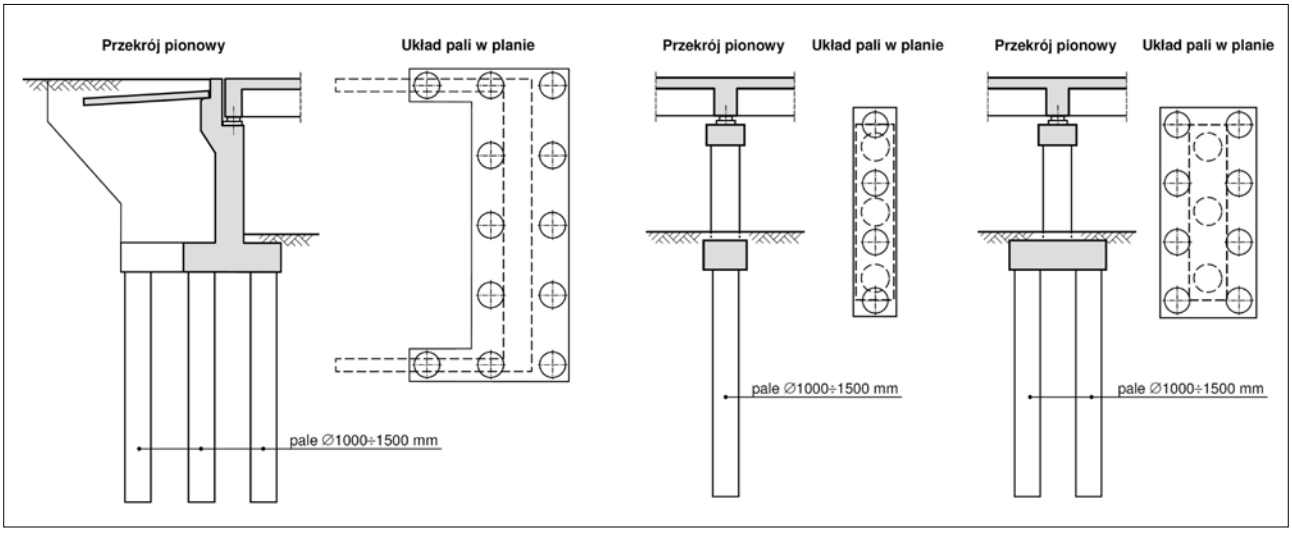
Wstęp

Do fundamentowania mostów i wiaduktów w Polsce najczęściej wykorzystuje się pale żelbetowe – wiercone wielkośrednicowe oraz wbijane prefabrykowane lub Vibro („Vibrex"). Spotyka się również projekty z zastosowaniem pali wierconych CFA i unowocześnionej technologii pali wbijanych „Franki". Pojawiają się też próby wykorzystania pali przemieszczeniowych wkręcanych (np. SDP, FDP czy „Tubex").

Posadowienie na wierconych palach wielkośrednicowych

Pale wiercone wielkośrednicowe przez wiele lat dominowały na rynku mostowym. Obecnie nadal dobrze spełniają swoją rolę, jednak powinny być raczej wykorzystywane do posadawiania dużych obiektów. Należy natomiast przyznać, że w niektórych warunkach pale wielkośrednicowe są jedynymi możliwymi do zastosowania np. w przypadku małej ilości miejsca na fundamenty podpór lub przy konieczności zagłębienia pali w skały lub w zwarte grunty spoiste czy w zagęszczone grunty gruboziarniste.

Technologia wykonywania pali wierconych wielkośrednicowych jest powszechnie znana [1]. Można jedynie przypomnieć, że pale tego rodzaju wykonuje się w rurach osłonowych wyciąganych, bądź w zawiesinie iłowej. Druga metoda jest wykorzystywana w wyjątkowych sytuacjach i jest bardziej kłopotliwa technologicznie.

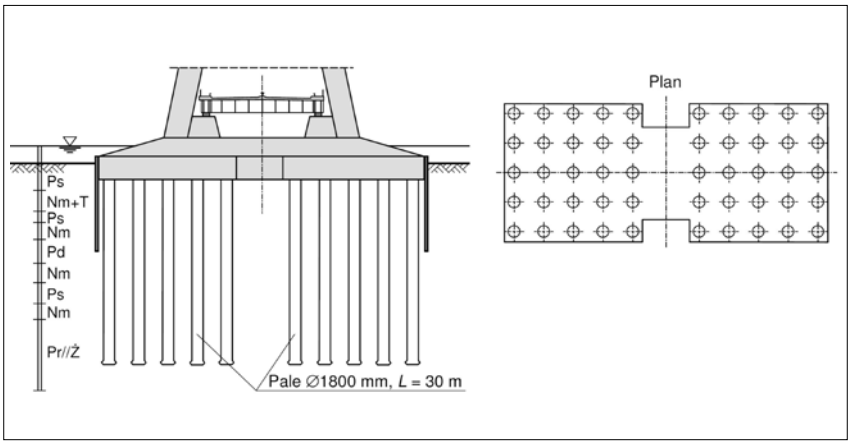


▲ Rys. 1. Posadowienie przyczółka i filara mostowego na palach wierconych wielkośrednicowych

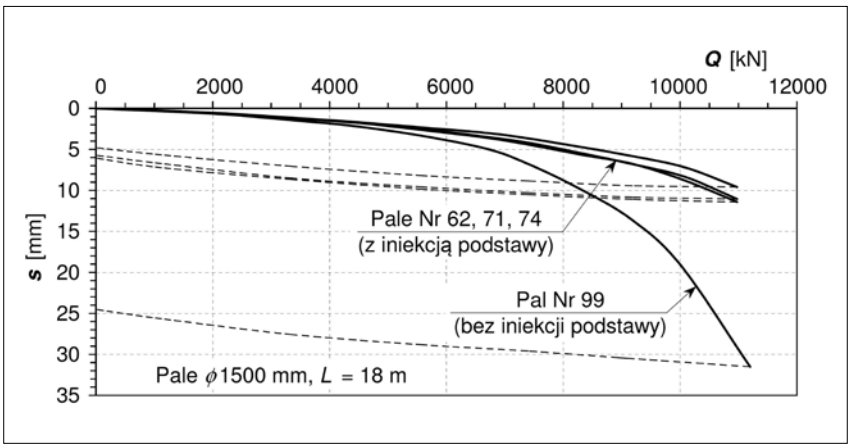
Typowe rozwiązania konstrukcyjne fundamentów podpór mostowych posadowionych na palach wierconych wielkośrednicowych przedstawiono na rysunku 1.
Na rysunku 2 przedstawiono fundament pylonu mostu podwieszonego jako przykład realizacji posadowienia dużego obiektu na palach wielkośrednicowych.

Główne zalety pali wielkośrednicowych:
- możliwość przejmowania dużych obciążeń przez pojedynczy pal, dzięki szerokiemu przedziałowi średnic D = 800-1800 mm i długości L = 10-40 m
- duża sztywność na zginanie i mniejsza konieczność stosowania pali ukośnych
- techniczna możliwość wykonania w dowolnych warunkach gruntowych.

W odniesieniu do ostatniej cechy, należy wyraźnie zaznaczyć, że niekorzystne jest kończenie pali wierconych w nawodnionych gruntach piaszczystych średnio zagęszczonych i luźnych oraz w gruntach drobnoziarnistych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym. W takich warunkach gruntowych zalecane jest użycie pali przemieszczeniowych.
Niekorzystny efekt może pojawić się również przy wykonywaniu pali wierconych w warunkach występowania warstw niestabilnych gruntów organicznych (o parametrze wytrzymałościowym C_u < 15 kPa). Nośność takich gruntów może być niewystarczająca do utrzymania ciśnienia hydrostatycznego mieszanki betonowej działającego na ściany otworu wiertniczego. Rozwiązaniem w takiej sytuacji może być użycie rur ochronnych wprowadzanych do wnętrza otworu razem ze zbrojeniem pala.
Mankamentem jest też skłonność wielkośrednicowych pali wierconych do osiadań, co związane jest zarówno z nieprzemieszczeniową technologią wykonywania, jak i z efektem dużej średnicy. Problem ten jest obecnie rozwiązywany za pomocą iniekcji ciśnieniowej pod podstawami pali [2]. Na rysunku 3 przedstawiono przykład z praktyki, ilustrujący jak korzystny może być efekt iniekcji pod podstawami na współpracę pali z gruntem.



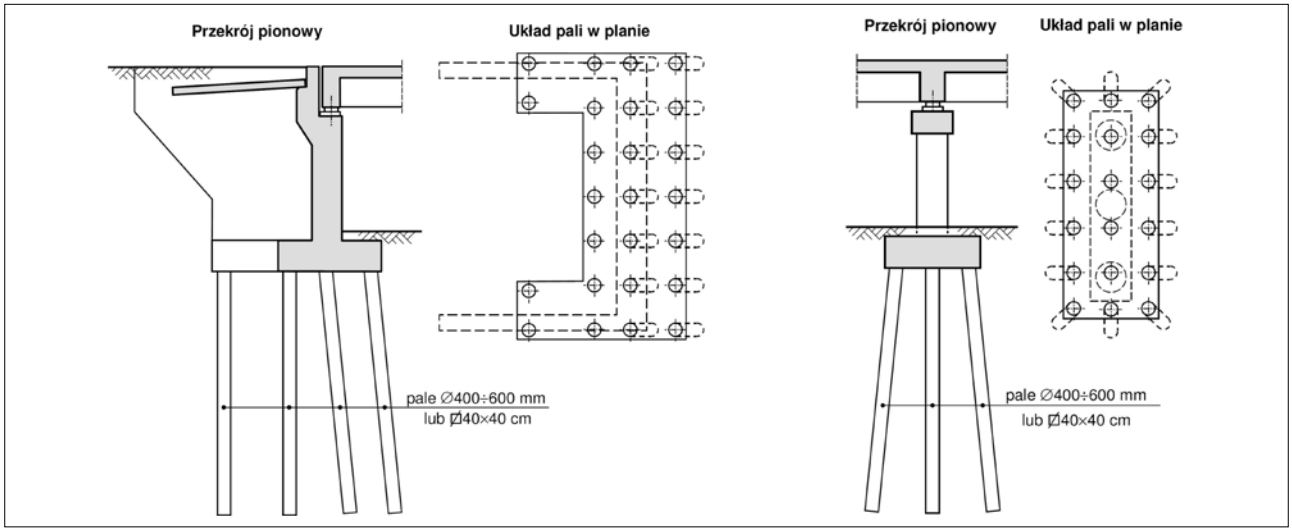
▲ Rys. 2. Fundament pylonu mostu im. Jana Pawła II w Gdańsku, posadowiony na palach wielkośrednicowych



▲ Rys. 3. Wyniki badań porównawczych pali wielkośrednicowych z iniekcją i bez iniekcji podstawy (fundament pylonu Mostu Rędzińskiego we Wrocławiu [3])

Posadowienie na palach wbijanych prefabrykowanych i „Vibro"

Pale wbijane doskonale nadają się do posadowień obiektów mostowych i są coraz częściej wykorzystywane. Z powodu niedużych średnic (przekrojów poprzecznych), pale tego rodzaju w podporach mostowych wykonuje się w układach kozłowych. Pochylenie pali jest uzależnione od wartości obciążeń poziomych i parametrów podłoża gruntowego. W niektórych warunkach możliwe jest zastosowanie tylko pali pionowych, jednak musi to być poparte analizą przemieszczeń fundamentu i momentów zginających w palach.
Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne fundamentów typowych podpór mostowych posadowionych na palach wbijanych przedstawiono na rysunku 4.
Pale prefabrykowane są korzystniejsze technologicznie, natomiast pale „Vibro" uzyskują większe nośności, przez co ich liczba w fundamencie może być mniejsza. Do zastosowania pali wbijanych najkorzystniejsze są warunki gruntowe z warstwami nośnymi z gruntów niespoistych średnio zagęszczonych do zagęszczonych. Z powodu wstrząsów i hałasu przy wbijaniu, zastosowanie pali tego rodzaju jest ograniczone w pobliżu istniejących budynków i na obszarach zurbanizowanych.
Pale prefabrykowane najczęściej stosuje się o przekrojach 400x400 mm, rzadziej 350x350 mm. Przy długościach powyżej 16 m łączy się je z dwóch lub trzech odcinków. Pale „Vibro" wykonuje się o średnicach od 450 do 600 mm i długościach do 25 m. Optymalne zagłębienie pali wbijanych w warstwach nośnych wynosi od 5 do 10 ich średnic.
Wyżej wspomniano, że podpory dużych mostów posadawia się często na palach wierconych wielkośrednicowych. Równie dobrze funkcjonują podpory takich



▲ Rys. 4. Posadowienie przyczółka i filara mostowego na palach wbijanych

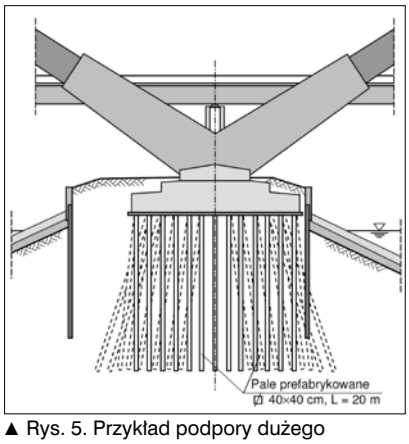
obiektów posadowione na palach wbijanych, czego dowodem może być przykład przedstawiony na rysunku 5, który nie jest przypadkiem odosobnionym.

Posadowienie na palach CFA

Pale wiercone świdrem ciągłym (CFA) są bardzo popularne w budownictwie kubaturowym. Z biegiem lat, dzięki dopracowaniu technik wykonawstwa, zaczęto je również wykorzystywać w budownictwie mostowym. Charakterystyki pali CFA są zbliżone do pali wierconych w rurach osłonowych. Można je wykonywać w dużym przedziale średnic – od 400 do 1200 mm, ale o mniejszym zakresie długości – do 25 m. Dobrze sprawdzają się w podłożu zbudowanym z twardoplastycznych gruntów spoistych, względnie z zagęszczonych piasków. Zdecydowanie nie powinno się ich stosować w nawodnionych piaskach drobnych i pylastych, będących w stanie średnio zagęszczonym i luźnym, ze względu na duże ryzyko nieuzyskania wymaganych nośności. Należy ponadto wziąć pod uwagę możliwe trudności z doprowadzeniem zbrojenia do podstaw pali, zdarzające się głównie w przypadkach pali wykonywanych w piaskach.

Układy konstrukcyjne pali CFA są podobne do tych posadowionych na palach wielkośrednicowych lub wbijanych. W fundamentach obiektów mostowych głównie stosuje się pale pionowe o średnicach co najmniej 800 mm.

Tego typu rozwiązania zastosowano w Polsce między innymi w obiektach mostowych: estakada wzdłuż Alei Jerozolimskich w Warszawie, czy obiekty Pomorskiej Kolei Metropolitalnej w Gdańsku [5].



▲ Rys. 5. Przykład podpory dużego mostu posadowionej na palach wbijanych (podpora nurtowa mostu łukowego przez Wisłę w Toruniu [4])

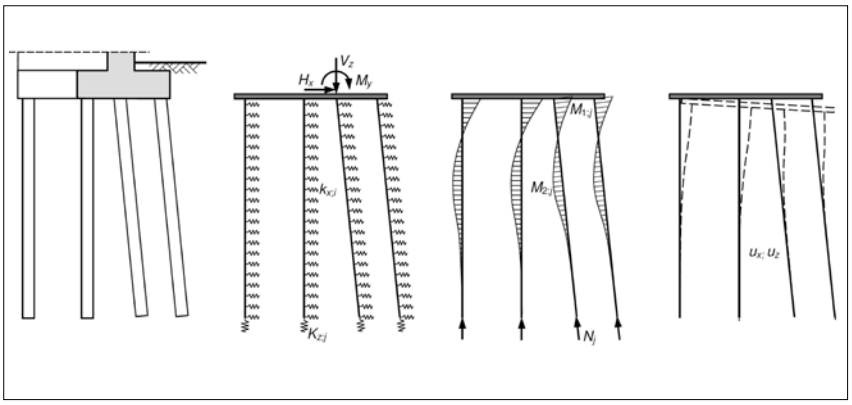
Posadowienie na palach SDP (FDP)

Technologia pali przemieszczeniowych wkręcanych (np. SDP, FDP, „Omega" itp.) intensywnie rozwija się w różnych działach budownictwa, jednak w mostownictwie nie znajduje większego zastosowania. Jedną z przyczyn są niewielkie średnice pali (maks. 600 mm), wynikające z dużych oporów gruntu przy wkręcaniu świdra formującego [6]. Przy takich wymiarach średnic, pale w podporach mostowych muszą być projektowane jako ukośne, co jest kolejną komplikacją dla tej technologii. Inną przyczyną, również związaną z dużymi oporami wprowadzenia świdra, są trudności z odpowiednim zagłębieniem pali w gruncie nośnym, co może skutkować obniżoną zdolnością przenoszenia obciążeń poziomych. Mimo to, znanych jest kilka przypadków użycia w Polsce pali SDP, FDP w posadowieniu niedużych obiektów mostowych [7, 8]. Wszystkie zakończyły się powodzeniem. Tym niemniej, przy takim sposobie posadowienia zalecana jest rozwaga.

Projektowanie fundamentów palowych obiektów mostowych

Projektowanie fundamentów palowych powinno się odbywać na podstawie dokładnie przeprowadzanych badań podłoża gruntowego. Oprócz tradycyjnych wierceń niezbędne jest wykonanie specjalistycznych badań in situ, głównie sondowań statycznych CPT. Należy dążyć do tego, aby stały się one obligatoryjne dla potrzeb projektowania fundamentów palowych. Najnowsze metody obliczania nośności i prognozowania charakterystyk współpracy pali z gruntem bazują na wynikach właśnie takich badań.

W praktyce w projektowaniu fundamentów palowych podpór mostowych nadal funkcjonuje obliczeniowa metoda sztywnego oczepu. Należy przypomnieć, że wymyślono ją w czasach kiedy nie było technik



▲ Rys. 6. Schemat statyczny i wyniki obliczeń przykładowego fundamentu palowego przyczółka mostowego w metodzie uogólnionej

komputerowych i uproszczenia miały umożliwić rozwiązanie metodami analitycznymi. W rozpatrywanej metodzie wyniki obliczeń znacznie odbiegają od rzeczywistości, a poza tym nie dostarczają ważnych informacji, jak przemieszczenia fundamentu czy momenty zginające w palach. Nie jesteśmy zatem w stanie stwierdzić, czy potrzebne są pale ukośne oraz jakiej wielkości zbrojenie będzie wymagane. Od ponad 30 lat funkcjonuje już metoda uogólniona [9] (rys. 6), która jest pozbawiona wyżej wymienionych mankamentów, a dostępne obecnie aplikacje komputerowe umożliwiają sprawne przygotowanie danych i wykonywanie obliczeń.
Metoda uogólniona jest konieczna przy obliczaniu mostów zintegrowanych. W sprzyjających warunkach gruntowych warto także przeanalizować wariant fundamentów płytowo-palowych obiektów mostowych.

Wymagania wykonawcze i materiałowe dotyczące pali

Zasady wykonywania pali w poszczególnych technologiach zawarto między innymi w normach [10, 11]. Każdy pal powinien być udokumentowany metryką, w której obecnie, oprócz ogólnych danych, zamieszcza się wyniki monitoringu elektronicznego zawierającego szereg parametrów wykonawstwa. Prawidłowe wykonanie pala to przede wszystkim zachowanie reguł technologicznych. W niektórych przypadkach (szczególnie pali wierconych i wkręcanych) nawet z pozoru drobne detale technologiczne mogą znacząco wpłynąć na jakość pali, tzn. na ich odpowiednią współpracę z gruntem przy przenoszeniu obciążeń.

W palach obiektów mostowych wymagana jest minimalna klasa betonu C 20/25 oraz klasa wodoszczelności W6 (lub W8 przy podwyższonej agresywności podłoża gruntowego). Stosowanie betonu mostowego w palach (na bazie kruszywa łamanego) wydaje się być nieuzasadnione. Z reguły znajdują się one całkowicie w gruncie, poniżej strefy przemarzania, a więc nie są tak narażone na czynniki atmosferyczne jak elementy nadziemne mostów i wiaduktów.
W obiektach mostowych należy stosować pale zbrojone, z uwagi na siły poziome i zginanie pali. Toczy się jednak dyskusja, czy potrzebne jest zbrojenie na całej ich długości. Skrócone zbrojenie jest dopuszczalne, ale fakt ten musi być poparty obliczeniami, wykonanymi metodą uogólnioną lub równorzędną. Zdarzają się też przypadki pali, a właściwie kolumn, niezbrojonych, jednak wówczas mogą być one traktowane wyłącznie jako elementy redukujące osiadania, a rozwiązanie takie nie powinno być stosowane, gdy w podłożu występują grunty organiczne lub inne słabonośne.

Podsumowanie

Przedstawiona w artykule krótka charakterystyka zagadnień związanych z fundamentowaniem na palach obiektów mostowych nie jest w stanie wyczerpać bardzo obszernej tematyki. Niektóre stwierdzenia zawarte w artykule są wynikiem indywidualnych przemyśleń autora i z pewnością wymagają dyskusji. Niewątpliwie, fundamentowanie obiektów mostowych jest dziedziną, w której postęp i rozwój są stale w fazie realizacji.

Literatura

1. Gwizdała K., *Fundamenty palowe. Technologie i obliczenia.* PWN, Warszawa 2010.
2. Gwizdała K., Pinkowski A., *Wpływ iniekcji pod podstawą na osiadanie pali wierconych w piaskach.* Inżynieria i Budownictwo, s. 63, nr 7-8, 2007.
3. Cudny M., Krasiński A., Załęski K., Dembicki E., F*undament pylonu mostu podwieszonego w ciągu autostradowej obwodnicy Wrocławia (A8)*, Mosty, nr 2/2010.
4. Sobala D., Sobczak S., Szaro J., Tomaka W., *Żelbetowe pale prefabrykowane wbijane w fundamentach mostu łukowego przez Wisłę w Toruniu*, Inżynieria i Budownictwo 6/2014, s. 308-311.
5. Rybarczyk T., Brzozowski T., *Badania nośności pali wykonanych pod posadowienie obiektów inżynierskich Pomorskiej Kolei Metropolitalnej*, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, 09-10/2014.
6. Krasiński A., *Pale przemieszczeniowe wkręcane. Współpraca z niespoistym podłożem gruntowym,* Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Monografie nr 134, 2013, s. 250.
7. Gwizdała K., Krasiński A., *Posadowienie obiektów mostowych na palach przemieszczeniowych formowanych w gruncie*, Obiekty inżynierskie, nr 2/2010, s. 70-85.
8. Rogowski R., Franczak P., *Zastosowanie pali FDP (Full Displacement Piles) w budownictwie mostowym*, Seminarium IBDiM i PZWFS: Fundamenty palowe 2009, Warszawa, 22.04.2009 r.
9. Kosecki M., *Statyka ustrojów palowych.* PPH ZAPOL, Szczecin, 2006, s. 166.
10. PN-EN 1536:2010. Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale wiercone
11. PN-EN 12699:2003. Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Pale przemieszczeniowe.
12. Krasiński A., *Na jakich palach posadawiać podpory obiektów mostowych*, Inżynieria i Budownictwo, nr 6/2004, s. 307-312.
13. PN-EN 1997-1:2008. Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.

PRZEGLĄD produktów i realizacji, WYPOWIEDZI ekspertów

Tekla Structures 21

EuroCret® HMX

Szalunek specjalny PAL-X3M

Oprogramowanie ArchiCAD

Most łukowy w Ropicy Górnej

Most im. Stefana Grota-Roweckiego na rzece Wiśle (obiekt 2T)

Estakada w ciągu obwodnicy Brodnicy

Wiadukt Kosynierów Górczyńskich w Poznaniu

Grunt zbrojony z licem gabionowym w ramach rozbudowy DK nr 16

Trasa im. mjr. Henryka Sucharskiego

Kładka dla pieszych „Jesień" nad DK nr 7

System monitorowania konstrukcji mostu na Wiśle koło Kwidzyna

Droga ekspresowa S8 na odcinku Opacz-Paszków

Kładka pieszo-rowerowa Tullhusbron

W którym kierunku zmierza rozwój oprogramowania MES dla obiektów mostowych?

Co jest istotne przy wyborze systemu zabezpieczenia antykorozyjnego?

Czym charakteryzuje się technologia deskowań z obsługą hydrauliczną stosowana w metodzie nasuwania podłużnego?

Przebudowy i generalne remonty obiektów – jak osiągnąć dobre efekty?

Produkt

Tekla Structures 21

Producent: Tekla
Dystrybutor: Construsoft Sp. z o.o.

W połowie marca 2015 roku na światowym rynku ukazała się kolejna wersja oprogramowania BIM: Tekla Structures 21. Wprowadzone w niej rozwiązania pozwalają łatwiej tworzyć model 3D, a także nim zarządzać. Firma Tekla, spełniając założenia OpenBIM, nadal skupia się nad rozwojem jakości współpracy pomiędzy różnymi systemami. Użytkownik może liczyć m.in. na ulepszoną wymianę informacji z zewnętrznym oprogramowaniem np. AVEVA PDMS czy Intergraph Smart 3D, a także na nowe rozwiązania dla plików referencyjnych czy plików IFC. Wraz z 21 wersją pojawiły się dwa narzędzia: Tekla Model Sharing i Tekla Warehouse. Pierwsze z nich pozwala na szybką, zdalną współpracę przy tym samym projekcie zespołu osób, niezależnie od tego gdzie czy też w jakiej strefie czasowej się znajdują. Z kolei Tekla Warehouse jest darmową, internetową biblioteką gotowych rozwiązań, narzędzi i wzorców dokumentacji, które można wykorzystać w swoim projekcie.

EuroCret® HMX

Produkt

Producent: HUFGARD POLSKA Sp. z o.o.
Zastosowanie: hydrofobizacja powierzchni betonowych

Preparat na bazie silanu, o bardzo wysokiej zdolności penetracji podłoża. Przeznaczony do konstrukcji betonowych, żelbetowych i sprężonych w inżynierii komunikacyjnej, hydrotechnicznej oraz przemysłowej do powierzchniowej ochrony przed wpływem warunków atmosferycznych. Można go stosować wewnątrz jak i na zewnątrz. EuroCret® HMX redukuje absorpcję wody, a dzięki małej wielkości cząsteczek głęboko i równomiernie penetruje podłoże (orientacyjna głębokość wnikania od 3 do 6 mm). Preparat chroni beton przed agresywnym działaniem soli, roztworów soli i innych substancji chemicznych oraz ogranicza pojawianie się wykwitów. Odporny na działanie promieniowania UV. Pozwala na swobodną dyfuzję pary wodnej, bardzo skutecznie działa w środowisku alkalicznym, chemicznie wiąże się z podłożem. Nie zmienia kolorystyki powierzchni.

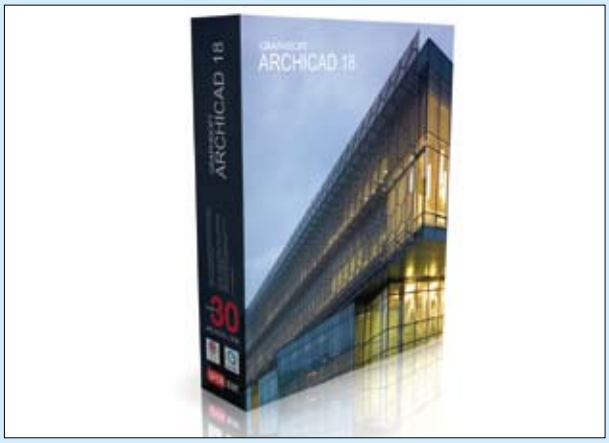
Produkt

Szalunek specjalny PAL-X3M

Producent: PPU Palisander Sp. z o.o.
Zastosowanie: wykonywanie nietypowych kształtów z żelbetu

PAL-X3M to indywidualnie przygotowywane formy szalunkowe wykonane w technologii zaczerpniętej z budowy jachtów – ze styropianu o różnych parametrach fizycznych, włókna szklanego oraz innych tworzyw sztucznych, pozwalających osiągnąć pożądane parametry szalunku. To nowatorskie rozwiązanie umożliwia wykonywanie najbardziej skomplikowanych kształtów z betonu z bardzo wysoką precyzją, przy eliminacji większości uciążliwości i ryzyka związanego z wykorzystywaniem technologii alternatywnych – specjalnych form ze stali i drewna. System PAL-X3M cechuje: niska waga, wysoka precyzja wykonania, odporność na warunki atmosferyczne, wysoka żywotność, szybkość wykonania oraz minimalny nakład robocizny przy użytkowaniu.
Produkt jest skierowany przede wszystkim do wykonawczych firm specjalizujących się w konstrukcjach żelbetowych, firm ogólnobudowlanych, a także architektów i inwestorów, którzy znając możliwości tego systemu mogą pozwolić sobie na większą swobodę w projektowaniu.

Produkt



Oprogramowanie ArchiCAD

Dystrybutor w Polsce: WSC Witold Szymanik i S-ka Sp. z o.o.
Producent: Graphisoft
Zastosowanie: projektowanie architektoniczne i budowlane oraz integracja dokumentacji

ArchiCAD to nowoczesny system projektowania w technologii BIM. Modelowanie informacji o budynku (BIM) stwarza nowe możliwości współpracy pomiędzy architektami i inżynierami. Wirtualny model integrujący dane zawarte w projekcie pozwala sprawnie koordynować pracę. ArchiCAD oferuje najbardziej innowacyjne rozwiązania informatyczne, współpracuje przy tym z innymi wiodącymi aplikacjami inżynierskimi. Dzięki technologii IFC oraz wymianie danych w wielu formatach, w tym BCF, umożliwia współpracę pomiędzy projektantami niezależnie od ich specjalności oraz używanego oprogramowania. Serwer BIM zapewnia bezpieczeństwo danych i umożliwia wspólną pracę nad projektem poprzez internet, a także udostępnianie zasobów projektu poprzez urządzenia mobilne, tj. tablety i smartfony (technologia BIMx).

Most łukowy w Ropicy Górnej

Realizacja

Wykonawca podwieszenia i sprężenia: ASIS Sp. z o.o.
Lokalizacja: Ropica Górna
Realizacja: 2011-2012 r.

Jedną z ciekawszych realizacji spółki Asis jest jednoprzęsłowy most łukowy w Ropicy Górnej gm. Sękowa. Obiekt, którego generalnym wykonawcą była firma ESBUD Stanisław Chryczyk, ma pomost sprężony i podwieszony do łuku za pomocą wieszaków prętowych. Zwykle wieszaki są włączane do współpracy w sposób bierny, gdy po ich montażu usuwa się podpory spod pomostu. W przypadku omawianego ustroju przeprowadzono szczegółową kalkulację kolejności i wielkości sił wprowadzanych przy użyciu wycechowanych siłowników hydraulicznych. Rzeczywista wielkość sił we wszystkich wieszakach była monitorowana metodą ekstensometrii. W ten sposób wyniki analizy teoretycznej w postaci docelowych sił w poszczególnych wieszakach mogły zostać skonfrontowane z wynikami pomiarów. Uzyskane dane potwierdziły poprawność obliczeń numerycznych, co niewątpliwie było wynikiem zaawansowanego modelu MES wykorzystanego w obliczeniach.

Realizacja

Most im. Stefana Grota-Roweckiego na rzece Wiśle (obiekt 2T)

Wykonawca hydroizolacji MMA: DWD Service Sp. z o.o.
Inwestycja: Droga ekspresowa S8 na odcinku od al. Prymasa Tysiąclecia w Warszawie do ul. J. Piłsudskiego w Markach
Realizacja: od 07.2014 r., planowany termin zakończenia 06.2015 r.

Zakres prac obejmuje ułożenie na płycie ortotropowej hydroizolacji mostowej MMA Eliminator firmy Stirling Lloyd pod jezdnią oraz żelbetowymi kapami chodnikowymi.
Najbardziej istotnym dla harmonogramu, zakładającego oddanie do użytkowania północnej nitki mostu do dnia 25.10.2014 r., było szybkie ułożenie hydroizolacji (wraz z przygotowaniem podłoża), które przy utrzymaniu wysokiego tempa prac wynosiło nawet do 1000 m^2 dziennie.
Most składa się z dwóch niezależnych konstrukcji siedmioprzęsłowych o schemacie statycznym ciągłym i rozpiętościach teoretycznych przęseł: 75,0 + 3 x 90,0 + 2 x 120,0 + 60,0 m. Pomost ma 4 jezdnie szerokości 9,5 + 8,3 + 8,3 + 9,5 m. Łączna powierzchnia izolacji wyniesie 23 000 m^2 pod nawierzchnią asfaltową oraz 2560 m^2 pod kapami chodnikowymi.

Realizacja

Estakada w ciągu obwodnicy Brodnicy

Wykonawca prac palowych: FRANKI SK Sp. z o.o.
Generalny wykonawca: SKANSKA S.A.
Inwestor: GDDKiA
Realizacja: 2015 r.

Firma FRANKI SK Sp. z o.o. wykonała prace palowe pod estakadę o długości ok. 560 m i szerokość ok. 11 m, przebiegającą nad ul. Wiejską, torami PKP i terenami zalewowymi rzeki Łacha w Brodnicy.
Estakada jest głównym elementem zadania „Budowa Obwodnicy Brodnicy w ciągu drogi krajowej nr 15 od km 298+214 do km 299+944".
W ramach tej inwestycji firma wykonała łącznie 124 sztuk pali Franki Nowej Generacji o średnicy 56 cm. Długość pali wynosiła od 13 m do 26 m. Ze względu na występujące pod powstającą estakadą torfowiska, 60 sztuk pali zostało wykonane z traconymi rurami osłonowymi o długości od 3 do 8 m.

Wiadukt Kosynierów Górczyńskich w Poznaniu

Realizacja

Dostawca materiałów izolacyjnych: ICOPAL S.A.
Wykonawca izolacji: Dach-met Sp. z o.o.
Generalny wykonawca: Mostostal Warszawa S.A.
Lokalizacja: Poznań
Realizacja: 2013 r.

Wiadukt Kosynierów Górczyńskich (d. wiadukt Górczyński) stanowi element drogi dojazdowej z centrum miasta do węzła autostrady A2 Poznań Komorniki.
Powierzchnia ponad 10 000 m^2 została zaizolowana w technologii Icopal S.A. Do wykonania zabezpieczenia przeciwwodnego zastosowano papę Supermost, która wraz z wysokomodyfikowanym, bitumicznym środkiem gruntującym Siplast Primer® Szybki Grunt SBS tworzy system izolacji papowej.

Realizacja

Grunt zbrojony z licem gabionowym w ramach rozbudowy DK nr 16

Dostawca ścian oporowych: MACCAFERRI POLSKA Sp. z o.o.
Wykonawca inwestycji: Strabag Sp. z o.o.
Realizacja: 08-12.2009 r.

Przebudowa drogi krajowej nr 16 na odcinku Barczewo-Kromerowo została podzielona na dwa etapy. W pierwszym z nich należało przebudować całą trasę wraz z obiektami inżynierskimi, ale z wykonaniem tylko jednej jezdni, druga jezdnia będzie wykonana w kolejnym etapie. W związku z tym, że droga przebiegała w terenie pagórkowatym zaistniała konieczność zabezpieczenia wykopu konstrukcją oporową. Ze względu na niski poziom wód gruntowych można było zastosować konstrukcję oporową z gruntu zbrojonego siatką stalową z licem gabionowym Terramesh System. Tego rodzaju rozwiązania są znacznie tańsze od klasycznych konstrukcji masywnych oraz z gabionów – wymagają mniejszej ilości kamieni oraz doskonale wpasowują się w otaczający krajobraz. Ze względu na dodatkową drogę serwisową należało wykonać kolejną konstrukcję oporową zbocza powyżej tej drogi.

Realizacja

Fot. A. Harasimowicz

Trasa im. mjr. Henryka Sucharskiego

Producent chemii budowlanej: MAPEI POLSKA Sp. z o.o.
Lokalizacja: Gdańsk
Realizacja: 04-09.2012 r.

Trasa Sucharskiego łączy Terminal kontenerowy DCT oraz Port Północny z Południową Obwodnicą Gdańska, jak również usprawnia dojazd z północnych dzielnic Gdańska, Sopotu i Gdyni do drogi nr 7 w kierunku Warszawy.
Firma MAPEI zaproponowała rozwiązanie, które zostało wykorzystane do zabezpieczenia i wykończenia powierzchni pięciu obiektów mostowych. Przed nałożeniem powłok ochronnych, w kolorach zbieżnych z przyjętym projektem, dokonano reprofilacji i wygładzenia powierzchni betonowych. Do tego celu użyto zapraw PLANITOP 400 i MONOFINISH. Następnie pomalowano podpory farbą zabezpieczającą COLORITE PERFORMANCE, zaś na ustroje nośne zastosowano ELASTOCOLOR PITTURA. Test wytrzymałości na odrywanie powłoki malarskiej MAPEI zakończył się wynikiem 4 N/mm^2, przy wymaganej wartości średniej na poziomie 1 N/mm^2.

Kładka dla pieszych „Jesień" nad DK nr 7

Realizacja

Projekt: MP-MOSTY Sp. z o.o.
Inwestor: GDDKiA oddział w Krakowie
Lokalizacja: Jawornik k. Myślenic
Realizacja: 2014 r.

Kładka dla pieszych „Jesień" w Jaworniku nad tzw. Zakopianką jest pierwszym obiektem zrealizowanym w ramach poprawy bezpieczeństwa na małopolskim odcinku drogi krajowej nr 7. Obiekt zaprojektowano jako stalową konstrukcję ramową o długości 57,15 m z podwieszonym żelbetowym pomostem o rozpiętości 44,60 m i szerokości 3,40 m. Posadowienie kładki zrealizowano jako pośrednie na palach wierconych. Obiekt wyposażono w windy. Architekturę kładki dla pieszych wyeksponowano poprzez przeszklenie szybów windowych oraz iluminację całego obiektu.
Biuro projektowe MP-MOSTY Sp. z o.o. w ramach przebudowy drogi krajowej nr 7 opracowało dokumentacje projektowe następujących kładek dla pieszych: „Wiosna" w miejscowości Gaj, „Lato" i „Zima" w m. Głogoczów, „Jesień" i „Persefona" w m. Jawornik.
W 2015 roku w miejscowości Gaj realizowana będzie kładka „Wiosna".

Realizacja

System monitorowania konstrukcji mostu na Wiśle koło Kwidzyna

Wykonawca systemu: NeoStrain Sp. z o.o.
Nadzór naukowy: dr hab. inż. Krzysztof Żółtowski, profesor Politechniki Gdańskiej
Lokalizacja: okolice Kwidzyna
Montaż systemu: 09.2014-01.2015 r.

Most na Wiśle koło Kwidzyna o konstrukcji extradosed jest największym tego typu obiektem w Europie. Jego długość wynosi 808 m. Obiekt został wyposażony w system monitorowania konstrukcji, którego projektowaniem i realizacją zajęła się firma NeoStrain. System dostarcza informacji o pracy konstrukcji poprzez ciągły pomiar przemieszczeń pionowych i poziomych, przyspieszeń, odkształceń, wychyleń pylonów i sił w kablach zewnętrznych. Montaż takiego systemu zwiększa bezpieczeństwo przeprawy, a uzyskane dane pozwalają na ekonomiczne zarządzanie obiektem.

Realizacja

Droga ekspresowa S8 na odcinku Opacz-Paszków

Wykonawca murów oporowych: OPTEM
Generalny wykonawca: STRABAG Sp. z o.o.
Inwestor: GDDKiA oddział Warszawa
Realizacja: w trakcie realizacji od 06.2014 r.

Firma Optem w ramach budowy drogi S8 na odcinku Opacz-Paszków kompleksowo wykonuje mury oporowe z gruntu zbrojonego. Prace obejmują opracowanie projektów technologicznych, dostawę materiałów i wykonawstwo konstrukcji oporowych przy 25 obiektach inżynierskich oraz konstrukcji murów technologicznych typu zielony mur na potrzeby budowy. Całkowita powierzchnia lica murów oporowych wynosi ok. 8000 m^2. Przy obiektach inżynierskich zastosowano technologię murów oporowych z gruntu zbrojonego z oblicowaniem z bloczków drobnowymiarowych (system optem BLOK), która zapewnia szybkie, ekonomiczne i dające gwarancję wysokiej jakości wykonawstwo.

Kładka pieszo-rowerowa Tullhusbron

Realizacja

Dostawca: VISTAL Gdynia S.A.
Lokalizacja: Norrköping, Szwecja
Termin realizacji: 2012 r.

Jednym z wielu projektów konstrukcji stalowych wykonanych przez Vistal na rynek skandynawski jest kładka pieszo-rowerowa Tullhusbron o szerokości 5,5 m, długości 72 m i wadze 125 ton. Konstrukcja została scalona na Nabrzeżu Indyjskim w Porcie Gdynia i załadowana w całości na statek jako gotowa do montażu kładka, wyposażona w nierdzewne balustrady. Pod jezdnią, wewnątrz kładki, został wykonany system grzewczy z cyrkulacją powietrza oraz izolacją termiczną, zapobiegający zaleganiu lodu i śniegu na nawierzchni podczas zimy.
Tullhusbron to bardzo ciekawy projekt wśród kładek wykonanych przez firmę Vistal. Na szczególną uwagę zasługuje jego wyjątkowy smukły kształt oraz metaliczny srebrny kolor, który zgodnie z ideą projektanta ma mienić się w tafli wody Motala ström. Ten niezwykły charakter zwrócił też uwagę komisji szwedzkiego Stålbyggnadsinstitutet, która przyznała kładce nagrodę roku za najciekawszy projekt w Szwecji.

Wypowiedź eksperta

Łukasz Jarno
Właściciel firmy
JD ENGINEERING

W którym kierunku zmierza rozwój oprogramowania MES dla obiektów mostowych?

Doświadczenie firmy JD Engineering, zajmującej się oprogramowaniem dla inżynierii lądowej pokazuje, że inżynierowie w Polsce oczekują od programu nie tylko możliwości obliczeniowych i różnego rodzaju zaawansowanych analiz, ale również łatwości i intuicyjności obsługi, szybkiego procesu wdrożenia oprogramowania w firmie oraz minimalizacji czasu potrzebnego na naukę. Wymagania stawiane oprogramowaniu w dzisiejszych czasach są dużo większe niż miało to miejsce w latach 90. Obecnie ogromne znaczenie mają aspekty związane z serwisem, wsparciem technicznym, dostępem do materiałów szkoleniowych oraz z możliwością uczestniczenia w seminariach, warsztatach poświęconych zagadnieniom modelowania, analizy i projektowania obiektów. Jako partner firmy MIDAS IT w Polsce, JD Engineering oferuje nie tylko jeden z najbardziej nowoczesnych i zaawansowanych systemów informatycznych do konstrukcji mostowych na świecie jakim jest MIDAS Civil 2015, ale również zapewnia pełne wsparcie techniczne, organizując szkolenia dostosowane do potrzeb klientów, seminaria, warsztaty, konferencje poświęcone modelowaniu, analizom oraz projektowaniu konstrukcji przy wykorzystaniu oprogramowania MES. Więcej informacji znajdą Państwo na stronie internetowej www.jde.com.pl

Wypowiedź eksperta

Marcin Koperwas
Doradca techniczny
KCC Polska Sp. z o.o.

Co jest istotne przy wyborze systemu zabezpieczenia antykorozyjnego?

Najczęściej popełnianym błędem przy doborze systemu zabezpieczenia antykorozyjnego jest nieuwzględnienie kosztów samej aplikacji, do których należy wliczyć czas i temperaturę utwardzania oraz koszt naprawy uszkodzeń transportowych i montażowych związanych ze słabą odpornością mechaniczną dobranych powłok.
Równie istotnym elementem jest prawidłowy dobór parametrów farb do konkretnego systemu. Wybrane produkty powinny z łatwością uzyskiwać grubość według specyfikacji. Niewłaściwy dobór materiału powoduje zbyt duże grubości, a tym samym wysokie zużycie lub konieczność kolejnego malowania w celu uzyskania właściwej grubości, co za tym idzie nieprzewidziany wzrost kosztów.
Dlatego tak ważne z punktu widzenia ekonomicznego jest opieranie się na produktach wysokiej jakości, oferowanych przez uczciwych fachowców. Cena za 1 m^2 przyjęta w ofercie jest ceną teoretyczną, która niekiedy różni się od ceny praktycznej.
Dla pracowników KCC Polska najważniejsza jest uczciwość i dbałość o końcowe zadowolenie klienta.

Czym charakteryzuje się technologia deskowań z obsługą hydrauliczną stosowana w metodzie nasuwania podłużnego?

Wypowiedź eksperta

mgr inż. **Izabela Tomczyk**
Kierownik Zespołu Projektowego
ULMA Construccion Polska S.A.

W nowej perspektywie inwestycji drogowych na lata 2014-2020 została przewidziana realizacja dużej liczby obiektów mostowych z wykorzystaniem metody nasuwania podłużnego. Polega ona na wykonaniu ustroju nośnego sekcjami, na stanowisku prefabrykacji usytuowanym za przyczółkiem lub w przęśle, a następnie po wykonaniu sprężenia, wysuwaniu kolejnych segmentów za pomocą urządzeń hydraulicznych.
Oferowana obecnie przez firmę ULMA technologia deskowań z zastosowaniem układu hydraulicznego przeznaczona do tej metody, umożliwia rozdeskowanie oraz ponowne zamknięcie w jednym cyklu roboczym deskowania dla całego segmentu: płyty dennej, deskowania zewnętrznego środników oraz skrzydełek. W metodzie tej istotnymi elementami są dwa współpracujące ze sobą detale: element rozformowujący N oraz ślizg płaski N, które pozwalają na łatwe i bezpieczne odspojenie (opuszczenie) około 30 mb konstrukcji deskowania zewnętrznego oraz ponowne ustawienie go na pozycji do betonowania. Po otwarciu zaworów zwrotnych pompy hydraulicznej, pod wpływem siły grawitacyjnej konstrukcja deskowania opada, przy jednoczesnym przesunięciu na zewnątrz. Zastosowanie mechanizmu hydraulicznego znacząco ułatwia i przyspiesza pracę montażystów oraz przyczynia się do redukcji związanych z tym nakładów. Rozwiązanie ULMA jest objęte ochroną patentową.

Wypowiedź eksperta

mgr inż. **Piotr Żółtowski**
Dyrektor firmy
YLE Inżynierowie

Przebudowy i generalne remonty obiektów – jak osiągnąć dobre efekty?

Przebudowy i generalne remonty mostów to codzienność zarządców infrastruktury drogowej i kolejowej. Stałe problemy tych zadań to niekompletne lub nieistniejące dokumentacje archiwalne, trudności w ocenie stanu obiektów, budżety pozwalające na zaspokojenie tylko najpilniejszych potrzeb oraz konsekwencje punktowych ograniczeń eksploatacyjnych związanych z prowadzeniem robót. Dlatego w celu podjęcia optymalnych decyzji niezwykle istotne jest zasilenie procesu przygotowania inwestycji w dane jak najlepszej jakości.
Niestety bardzo często zamawiający ekspertyzy lub projekty popełniają błędy, skutkujące efektami procesów inwestycyjnych odbiegającymi od oczekiwań. Do nich można zaliczyć rozstrzyganie przetargów na ekspertyzy w oparciu o kryterium najniższej ceny przy jednoczesnym braku sprecyzowania zakresu badań, np. ilości próbek, metod badawczych czy obliczeniowych. Konsekwencją takiego postępowania jest wyciąganie strategicznych wniosków w oparciu o niekompletne dane, co prowadzi często do znacznie większych kosztów realizacji projektów niż przy prawidłowej i pełnej diagnozie.
Dosyć często pomijany jest także etap koncepcji programowo-przestrzennej lub zamawianie jej razem z projektem budowlanym i wykonawczym. To właśnie stadium koncepcji służy ukształtowaniu projektu tak, aby spełniał oczekiwania inwestora. Jeżeli ten etap jest bagatelizowany, a dyskusja o rozwiązaniach skracana do minimum, ponieważ liczy się uzyskanie pozwolenia na budowę (no właśnie, tylko czego?), to trudno o dobre efekty.

FIRMY PRODUKTY TECHNOLOGIE

CHROBOK Zakład Robót Inżynieryjnych spółka jawna
ASIS Sp. z o.o.
BENTLEY SYSTEMS POLSKA sp. z o.o.
CONSTRUSOFT Sp. z o.o.
DWD Service Sp. z o.o.
FORCAD Sp. z o.o.
FRANKI SK Sp. z o.o.
FREYSSINET POLSKA Sp. z o.o.
GEOKRAK sp. z o.o.
Hilti (Poland) Sp. z o.o.
HUFGARD POLSKA Sp. z o.o.
KCC Polska Sp. z o.o.
ICOPAL S.A.
JD ENGINEERING
MMGEO
MACCAFERRI POLSKA Sp. z o.o.
MAPEI POLSKA Sp. z o.o.
MP-MOSTY Sp. z o.o.
OPTEM
PPU Palisander Sp. z o.o.
PPI CHROBOK S.A.
REKMA Sp. z o.o.
STAL-BUD spółka jawna R. Syta, E. Kajmowicz
STALPRODUKT S.A.
SUBGEO Jarosław Majewski
ULMA Construccion Polska S.A.
VISTAL Gdynia S.A.
WOLMOST Sp. z o.o.
WSC Witold Szymanik i S-ka Sp. z o.o.
YLE Inżynierowie

Zakład Robót Inżynieryjnych
Henryk Chrobok i Hubert Chrobok Sp.J.

43-220 Bojszowy Nowe
ul. Gościnna 101, woj. śląskie
tel. +48 32 218 90 00
fax +48 32 328 92 91

info@firma-chrobok.pl

www.firma-chrobok.pl

Inżynieria bezwykopowa

- przeciski
- mikrotuneling
- przewierty sterowane
- czyszczenie i cementowanie istniejących rurociągów
- relining
- kraking

Zabezpieczenia wykopów

- ścianki z grodzic stalowych
- ścianki berlińskie
- wbijanie rur i kształtowników stalowych

Wzmocnienia gruntu

- iniekcja jet-grouting
- pale CFA
- kolumny DSM
- pale VIBREX
- pale przemieszczeniowe
- kolumny żwirowe
- mikropale
- kotwy gruntowe
- gwoździe gruntowe

ASIS Sp. z o.o.

ASIS Sp. z o.o.
ul. Biskupińska 2
30-732 Kraków
tel./faks 12 423 62 83, 12 656 37 66
www.asis.com.pl
biuro@asis.com.pl

▲ Fot. 1. Bartłomiej Karaś

O firmie

Asis Sp. z o.o. od 2001 roku prowadzi działalność w zakresie projektowania, sprzedaży i montażu elementów konstrukcyjnych, a także wyposażenia obiektów budowlanych, w szczególności mostowych. Od wielu lat współpracuje z renomowanymi wytwórcami materiałów z Polski i z zagranicy oraz świadczy usługi na najwyższym poziomie, zgodnie z aktualnymi standardami.

Spółka prowadzi aktywną współpracę z instytucjami naukowymi w dziedzinie budownictwa, tj. z Politechniką Krakowską oraz Instytutem Badawczym Dróg i Mostów w Warszawie, co gwarantuje wysoki poziom wykonywanych prac i stały dostęp do aktualnej wiedzy naukowo-technicznej. Asis zatrudnia kadrę wysokokwalifikowanych specjalistów, która stale się rozwija. Centralne biuro firmy mieści się w Krakowie, zakład produkcyjny w Imielinie (woj. śląskie), a baza sprzętowo-magazynowa w Lipnicy Murowanej (woj. małopolskie).

W ciągu 15 lat działalności spółka Asis uczestniczyła jako podwykonawca w budowie ponad 2800 obiektów mostowych na terenie całej Polski. Były to projekty o różnej skali i złożoności, wykonywane zarówno dla podmiotów publicznych, jak i prywatnych, które wymagały zastosowania odpowiedniej technologii i doświadczenia wykonawcy. Firma brała udział m.in. w koordynacji procesu projektowania i montażu łożysk konstrukcyjnych o nośności 110 MN dla mostu na rzece Wiśle w Płocku, a także dostarczyła i zamontowała łożyska o nośności 80 MN podpierające pylon obiektu nad autostradą A4 na węźle Sośnica.

Zakres działalności

Oferta firmy Asis obejmuje:

- systemy sprężania konstrukcji
- system want
- blokowe urządzenia dylatacyjne
- bitumiczne wypełnienia dylatacyjne
- modułowe urządzenia dylatacyjne
- łożyska elastomerowe
- łożyska garnkowe
- systemy nawierzchni chodnikowych.

Jedną z głównych działalności Asis jest sprężanie konstrukcji. W tym obszarze spółka razem z kadrą naukową Politechniki Krakowskiej wykonała wiele projektów i wdrożeń. Brała udział w prowadzonych badaniach pozwalających na zdobycie wiedzy, dotyczącej rozwiązywania złożonych problemów konstrukcyjnych, a także na popularyzację i rozwój sprężania jako technologii.

Wdrażanie niestandardowych rozwiązań dla obiektów inżynieryjnych jest niezmiennie obszarem działalności firmy. Postęp w technice umożliwia wykorzystanie nowatorskich materiałów i rozwiązań, spełniających stale rosnące wymagania. Spółka 15 lat temu wprowadziła na polski rynek nieznaną wcześniej technologię nawierzchnio-izolacji na bazie emulsji bitumicznych Spectrasfalt Safegrip i od tamtego czasu jest bezpośrednim importerem tego produktu.

▲ Fot. 2. Daniel Czajkowski

Fot. 1. Most Hardanger

Mosty wiszące o dużej rozpiętości są jednymi z najbardziej niezwykłych elementów sieci drogowych. Z uwagi na ich ważną rolę w sieci transportowej, sposób projektowania, budowa i następujące po nich monitorowanie oraz konserwacja muszą być przeprowadzane z dużą precyzją. W trakcie procesu projektowania konstruktorzy mostów muszą rozważać i pokonywać wiele wyzwań, w tym np. wysoce nielinearne zachowanie budowli, optymalizację geometrii kabli nośnych oraz wpływ wiatru.

dr Vanja Samec
Bentley Systems Austria GmbH

WYMAGAJĄCE MOSTY WISZĄCE

Ciągła zmiana systemów strukturalnych jest ważną przyczyną stosowania nielinearnej analizy strukturalnej. Dla mostów wiszących na kablach konieczne są specjalne procedury optymalizacji. W przypadku mostów wantowych i wiszących projektanci muszą wziąć pod uwagę dynamiczny wpływ wiatru. Budowle te, o ultrawąskim przekroju, są bardzo wrażliwe na wibracje wywołane wiatrem. Mosty stalowe w szczególności pozwalają na stosowanie dźwigarów o bardzo cienkich przekrojach. Ceną, którą należy zapłacić za taką oszczędność materiałów oraz zalety architektoniczne, jest ekwilibrystyka związana z projektowaniem dostosowanym do wpływu wiatru. Nikt nie jest w stanie z góry stwierdzić, czy budowla wytrzyma działanie siły zewnętrznej. Zamiast tego należy zastosować wyrafinowane metody analizy w celu określenia krytycznych prędkości wiatru dla wszystkich typów znanych następstw działania wiatru. Na skutek tego dynamiczne analizy wiatru stają się coraz ważniejsze dla inżynierów zajmujących się budową mostów. Te zjawiska obejmują: odrywanie wirów, galopowanie w poprzek wiatru i galopowanie z wiatrem, rozbieżność skrętną oraz zjawiska flatteru, trzepotania i związania rezonansów.

Program RM Bridge

Projektowanie mostów i analiza to proces oparty na powtórzeniach, w trakcie którego inżynier szuka najlepszego rozwiązania dla danych kryteriów, zmieniając określone parametry systemu. Doświadczenie inżynierskie pozwala na zmniejszenie ilości wymaganego czasu, ale wciąż istnieje potrzeba wykonania wielu powtórzeń, zanim spełni się kryteria projektu. Programy komputerowe powinny zapewniać najlepsze możliwe wsparcie dla tego procesu projektowania. Jednym z takich programów jest RM Bridge firmy Bentley, który został wyczerpująco przetestowany i udowodnił swoją przydatność do zastosowania w wielu dużych projektach. Zyskał on uznanie na całym świecie jako specjalistyczny system do rozwiązywania praktycznie każdego problemu związanego z projektowaniem mostu czy jego analizą.

Most Hardanger

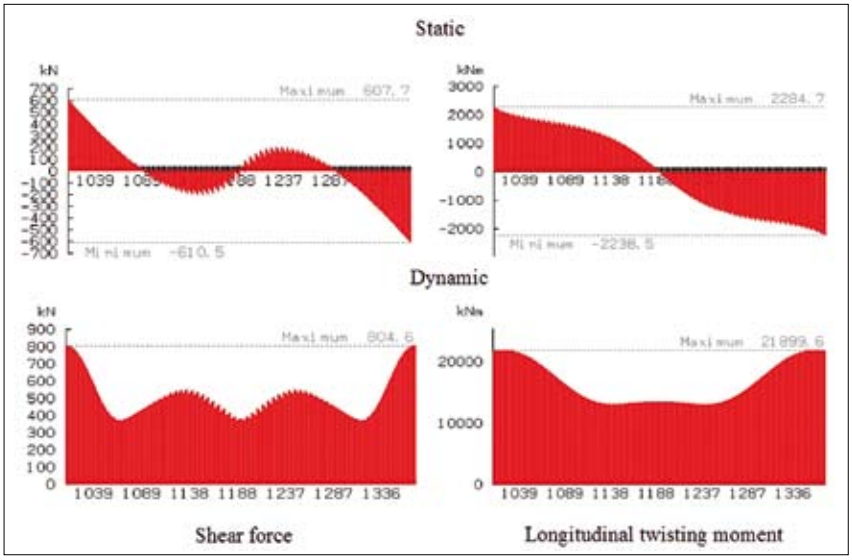
Program RM Bridge został pomyślnie wykorzystany przez projektantów mostu Hardanger (fot. 1), przecinającego fiord o tej samej nazwie. Jest to najdłuższy most wiszący w Norwegii i został otwarty w sierpniu 2013 r. Znajduje się on na 10 miejscu na liście najdłuższych mostów wiszących na świecie, główne jego przęsło ma 1310 metrów długości. Nad tym projektem pracował norweski organ zarządzający drogami Statens Vegvesen, współpracując z TDA Norway i z austriackim zespołem firmy Bentley Systems z Graz.

Konstrukcja mostu

Dwupasmowa wisząca budowla z dodatkowym pasem ruchu dla rowerów i pieszych ma w sumie 1380 metrów długości, dwie wieże wznoszące się na wysokość 202,5 m nad poziom morza. Prześwit między powierzchnią mostu a taflą wody wynosi 55 metrów.

Bardzo duży stosunek długości głównego przęsła do przęseł bocznych wynika z tego, że brzeg fiordu bardzo gwałtownie opada, na skutek czego pylony musiały być umieszczone blisko brzegu. Budowa musiała być prowadzona przez podnoszenie poszczególnych segmentów dźwigarów i ich czasowe łączenie ze sobą za pomocą zawiasów. Po podniesieniu poszczególnych elementów wykonywano ostateczne spawanie (fot. 2). W tym czasie główny dźwigar był narażony na wibracje wywołane wiatrem.

Fot. 2. Proces wznoszenia

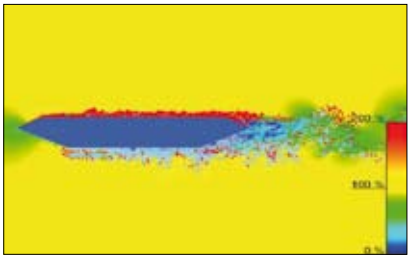


Rys. 2. Statyczne i dynamiczne (wiatr boczny) siły wewnętrzne oddziałujące na główny dźwigar

Kładka mostu składa się z ortotropowego stalowego pudła o wymiarach 17,3/3,2 m (szer./wys.). Sztywność głównego dźwigara jest stosunkowo mała w porównaniu do innych mostów o takim typie przęsła. Odległość między dwoma głównymi kablami wynosi 14,5 metra, co oznacza, że most Hardanger jest jednym z najwęższych mostów na świecie.

Do szczególnych wyzwań związanych z tym projektem należało wysoce nielinearne zachowanie budowli, potrzeba optymalizacji geometrii kabli nośnych przy projektowaniu profilu ugięcia, nielinearne zachowanie spowodowane obciążeniem ruchu pojazdów oraz optymalizacja procedury wznoszenia, obciążenie działaniem wiatru i wibracje wywołane przez wiatr.

Program RM Bridge został wykorzystany do obliczenia długości kabli głównych i ciągien przez zastosowanie zestawu ograniczeń dla ugięcia i sił działających na kable mostu w trakcie użytkowania. Ostateczna geometria głównego dźwigara jest prosta, ze stałym promieniem w wysokości. Ten pionowy promień został osiągnięty dzięki ciągłemu momentowi gnącemu wywołanemu między pylonami a cięgnami znajdującymi się najbliżej nich.



Rys. 1. Obliczenia CFD

Obliczenia przy pomocy modułu CFD

Obliczenia wpływu wiatru na główny dźwigar i pylony zostały przeprowadzone przy pomocy modułu CFD, który używa metody wiru cząstek do opisania przepływu powietrza wokół przekroju (rys. 1). Ponadto, w celu skalibrowania opracowanego modułu CFD przeprowadzono niewielkie pomiary w tunelu aerodynamicznym we współpracy z Virtual Vehicle Competence Center (VIF) w Graz.

Na potrzeby badania rozważono dwie wersje dźwigara: standardowy i z dołączonymi łopatkami kierującymi wiatr i przerywaczami.

Obliczenia CFD zostały przeprowadzone dla trzech różnych konfiguracji parametrów liczby Reynoldsa. Ponadto wyniki obliczeń zostały porównane z wynikami przeprowadzonego w tunelu aerodynamicznym testu modelu przekroju bez łopatek kierujących i przerywaczy w skali 1:100 oraz dla liczby Reynoldsa Re = $10e^5$.

Analiza trzepotania została przeprowadzona dla profilu wiatru, w którym średnia siła wiatru jest określona przez logarytmiczną dystrybucję, a widmowa gęstość mocy została określona wzorem Kaimala. Porównując wyniki jedynie dla wiatru statycznego, statyczne i dynamiczne siły boczne mają taką samą wielkość. Moment skręcający jest większy dla wiatru dynamicznego. Z powodu zmiennego składnika wiatru pionowego, skuteczny kąt padania wiatru jest bardziej zróżnicowany niż efekty statyczne. W ten sposób skręcanie mostu jest wzmocnione, a moment wewnętrzny jest na skutek tego wyższy (rys. 2).

Przyszłe zastosowanie programu RM Bridge

Kolejnym projektem, w którym zostanie wykorzystana innowacyjna technologia budowy mostów i tuneli zawarta w programie RM Bridge, będzie droga E39 na terytorium Norwegii. Autostrada ta przebiegać będzie pomiędzy miastami Kristiansand, Stavanger, Bergen oraz Trondheim i stanie się wolną od przepraw linią komunikacyjną.

BENTLEY SYSTEMS POLSKA sp. z o.o.
► ul. Nowogrodzka 68 (budynek Prima Court) ► 02-014 Warszawa
► tel. 22 504 07 50 ► faks 22 504 07 49 ► www.bentley.com/pl/mosty
Bentley® Sustaining Infrastructure

▲ Fot. 1. Most na rzece Vantaa (źródło: Tekla Corporation)

Konstrukcje mostowe charakteryzują się dużą złożonością, a ich budowa wymaga ścisłej współpracy przedstawicieli różnych branż i pokonywania problemów związanych z obiegiem informacji, dokładnością, a także szybkim czasem oddania do użytku. Wykorzystywanie wyłącznie systemów CAD 2D utrudnia lub wręcz uniemożliwia spełnienie tych warunków. Przy budowlach mostowych niezbędna jest wydajna technologia, która pomoże przy realizacji inwestycji od wczesnego etapu projektowania przez produkcję, aż do montażu, czy nawet rozbiórki. Optymalnym rozwiązaniem, szeroko stosowanym na całym świecie, jest technologia Modelowania Informacji o Budynku (BIM).

ZASTOSOWANIE BIM
W BUDOWNICTWIE MOSTOWYM

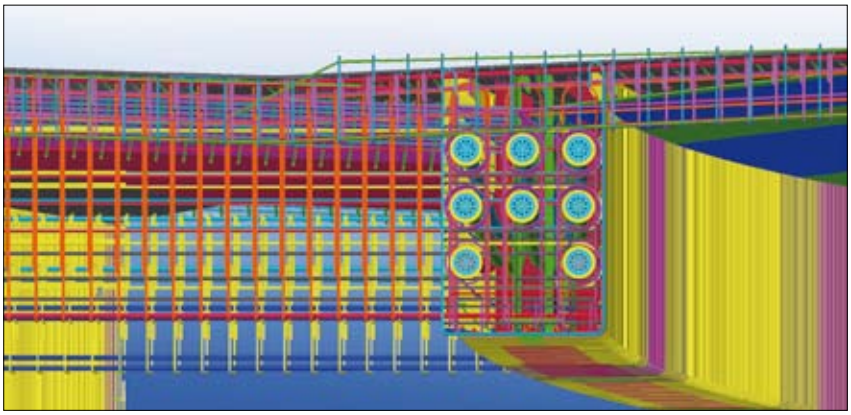
dr inż. *Tomasz Olszewski*
Construsoft Sp. z o.o.

Modelowanie Informacji o Budynku jest aktualnie najbardziej zaawansowaną technologią używaną we wszystkich etapach cyklu "życia" budowli, niosącą ze sobą obniżenie kosztów, oszczędność czasu, a także poprawę efektywności projektowania i konstruowania. Przykłady wykorzystania BIM w projektach mostowych można znaleźć na całym świecie. Dwoma z nich są fińskie mosty: na rzece Vantaa oraz Crusell w centrum Helsinek. Przy realizacji obu inwestycji wykorzystano oprogramowanie Tekla Structures, które jest samodzielnym systemem BIM, przeznaczonym do tworzenia, a następnie kontroli i zarządzania informacjami o obiekcie, obejmującym cały proces strukturalnego projektowania. Program proponuje rozwiązania nie tylko dla konstrukcji stalowych, aluminiowych czy drewnianych, lecz również narzędzia niezbędne dla struktur żelbetowych montowanych z prefabrykatów i elementów monolitycznych zbrojonych na budowie.

Most na rzece Vantaa

Koncepcja połączenia dzielnic Tikkurila i Aviapolis z centrum Marja-Vantaa, obejmująca wybudowanie nowej drogi, mostu na rzece Vantaa i przejścia podziemnego, była jedną z pierwszych inwestycji infrastrukturalnych w Finlandii, w której wymagano wykorzystania BIM zarówno w fazie projektowania, jak i przy budowie. Most na rzece Vantaa (fot. 1) o rozpiętości przęseł 32 m + 45 m + 32 m został zbudowany z belek żelbetowych. Szerokość efektywna wynosi ok. 13 m i została rozdysponowana na drogę i chodnik dla pieszych. Przyczółki mostu położono na płytach fundamentowych osadzonych na palach.

Do projektowania mostu i płyt fundamentowych wykorzystano oprogramowanie Tekla Structures, w którym zamodelowano elementy stalowe i żelbetowe wraz ze zbrojeniami. Z kolei struktura dróg była projektowana w programie Tekla Civil. Dokładny model 3D jest źródłem informacji, a także wirtualnym odzwierciedleniem rzeczywistej konstrukcji. Dzięki niemu można przeanalizować różne rozwiązania oraz wyszukać i wyeliminować ewentualne błędy jeszcze przed wytworzeniem dokumentacji. Tym samym unikniemy pomyłek w dalszej pracy oszczędzając czas i pieniądze. Przy moście na rzece Vantaa wykorzystywano go m.in.



▲ Rys. 1. Widok w Tekla Structures detali zbrojenia elementów konstrukcji mostu na rzece Vantaa (źródło: Tekla Corporation)

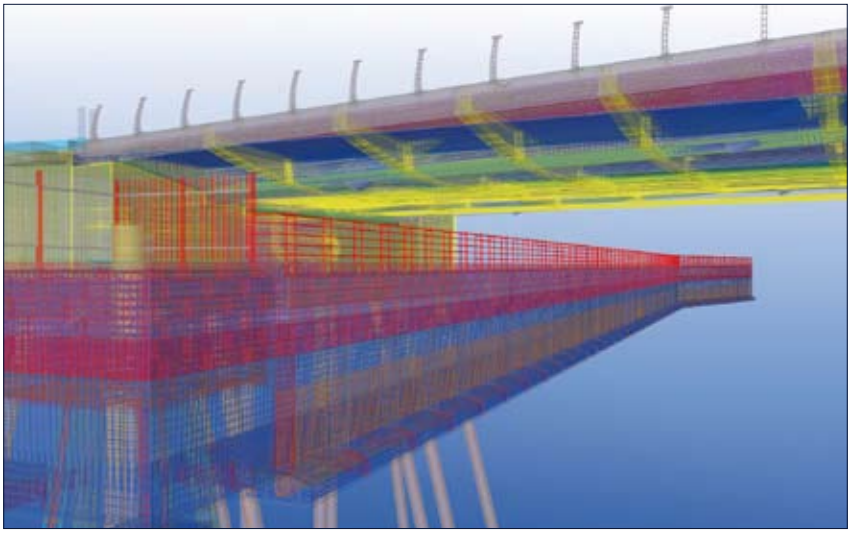
do wizualnego nadzorowania stopnia realizacji montażu elementów pochodzących często od różnych producentów. Model był cały czas aktualizowany "online". W taki sposób każda ze współpracujących przy projekcie branż miała dostęp do tych samych informacji. Przy inwestycji testowano także nowy sposób pracy: wykonawca miał budować tylko z wykorzystaniem informacji pochodzących z modelu, a inwestor (miasto Vantaa) zatwierdzić model jako finalną dokumentację projektową, zamiast tradycyjnych rysunków.

Przy tworzeniu projektu szczególną uwagę przyłożono do wykorzystania BIM na placu budowy. W celu automatyzacji sterowania sprzętem budowlanym, informacje na temat rozmieszczenia elementów były przekazywane z modelów Tekla Structures i Tekla Civil bezpośrednio do urządzeń geodezyjnych. Darmowe oprogramowanie Tekla BIMsight posłużyło z kolei do połączenia w całość informacji o konstrukcjach i infrastrukturze drogowej. Było także bardzo pomocne podczas instalowania zbrojeń (rys. 1). Do wymiany danych stosowano pliki IFC, DWG i DGN. Modele BIM wykorzystywano także w szerokim zakresie na tabletach. Najefektywniejszym sposobem wymiany informacji pomiędzy biurem projektowym a placem budowy było przekazywanie wybranej części modelu (wraz z komentarzami) za pomocą wiadomości e-mail.

Trwająca od 2011 do 2013 roku inwestycja została wyróżniona w międzynarodowym konkursie Tekla Global BIM Awards 2014 jako najlepszy projekt w kategorii projektów monolitycznych.

Most Crusell

Kolejnym doskonałym przykładem pełnego wykorzystania możliwości BIM jest most Crusell w Helsinkach zaprojektowany przez WSP Finland, a zrealizowany przez Skanska Civil. Most ma dwa asymetryczne przęsła wantowe o długości 92,0 i 51,5 m oraz szerokość użytkową 24,8 m. Wraz z powiązanymi konstrukcjami rozmieszczonymi na brzegach został zaprojektowany w Tekla Structures przy szerokim wykorzystaniu technologii BIM, m.in. do produkcji elementów stalowych i prętów zbrojeniowych, do monitorowania i zarządzania łańcuchem dostaw, a także do kontroli jakości z wykorzystaniem skanowania laserowego i planowania montażu za pomocą animacji 4D.



▲ Rys. 2. Dokładne odzwierciedlenie każdego elementu w modelu Tekla Structures na przykładzie części mostu Crusell (źródło: Tekla Corporation)

W trakcie pracy zamodelowana została cała struktura mostu od tymczasowych konstrukcji wsporczych, przez szalunki, aż do pojedynczego pręta zbrojeniowego (rys. 2). Program Tekla zawiera bogatą bazę gotowych komponentów do zbrojenia, ponadto pozwala na ręczne dodawanie prętów zbrojeniowych do elementów. Zbrojenia są w pełni modyfikowalne przez użytkownika, który w modelu może dostosować m.in. grubość otuliny, średnicę czy rozstaw prętów w elemencie. Wstawione pręty zbrojeniowe automatycznie reagują na zmiany adaptując się do nowego kształtu betonowego profilu, w którym się znajdują.

Założeniem Tekla Structures jest dostarczenie odpowiednich narzędzi dla wszystkich biorących udział w całym cyklu powstawania konstrukcji: od projektanta, inżyniera po generalnego wykonawcę i inwestora. W modelu stworzonym w Tekla można wykorzystywać informacje architektoniczne, strukturalne czy mechaniczne, które dopełniają się wzajemnie i tworzą całość konstrukcji. Bardzo istotna w BIM jest bezbłędna wymiana i przesyłanie danych pomiędzy różnymi systemami. Przy projekcie mostu Crussell posługiwano się rozmaitymi formatami, m.in. DWG, IFC czy ASCII. Szczególną uwagę należy zwrócić na pliki IFC, które stają się standardem w BIM. Dzięki nim można zapisać i współdzielić wiele szczegółowych informacji na temat elementów konstrukcji.

W pracach przy projekcie mostu zaangażowanych było wiele różnych podmiotów. Aby każdy z nich miał aktualne dane, przeprowadzano ich synchronizację pomiędzy uczestnikami. Rozwiązanie to było niezbędne, ponieważ przez długi okres detalowanie w programie przebiegało równolegle z pracami na placu budowy.

Modelowanie Informacji o Budynku jest skierowane do wszystkich branż, pozwalając na łatwiejszą komunikację oraz dokładniejszą wymianę informacji zwłaszcza przy projektach mostowych. Wykorzystanie efektywnych i optymalnych rozwiązań BIM, jak oprogramowanie Tekla Structures, daje olbrzymie korzyści dla wszystkich stron współpracujących przy realizacji konstrukcji tego typu.

CONSTRUSOFT Sp. z o.o.
► ul. Wilczak 16A ► 61-623 Poznań
► tel. 61 826 00 71 ► www.construsoft.pl ► info@construsoft.pl
CONSTRUSOFT

DWD service

www.dwdservice.pl

Nowoczesne Technologie Mostowe

Odwodnienia obiektów mostowych

DWD Service Sp. z o.o. jest jedyną firmą w Polsce posiadającą w swojej ofercie montaż oraz dostawę trzech kompletnych systemów odwodnień mostów i wiaduktów – z żywic poliestrowych GRP, z polipropylenu PP oraz z polietylenu HD-PE. Dostarczamy również wpusty mostowe, sączki, deski gzymsowe z GRP oraz z polimerobetonu. Nasze doświadczenie w realizacji kontraktów zarówno w kraju jak również za granicą pozwala nam na sprawne i efektywne prowadzenie prac nawet przy największych i najbardziej skomplikowanych inwestycjach.

Hydroizolacja natryskowa na bazie żywic MMA

DWD Service Sp. z o.o. od roku 2014 roku jest wyłącznym przedstawicielem na ryneku Polskim firmy **Stirling Lloyd** będącej producentem miedzy innymi hydroizolacji mostowej (technologia MMA). Jest to bezszwowa membrana, której skład oparty jest na żywicach metakrylanu metylu (MMA). Hydroizolacja nanoszona jest metodą natryskową i po godzinie tworzy trwałą, elastyczną, odporną na działanie środków chemicznych powłokę. Unikalne właściwości fizyczne i chemiczne systemu gwarantują wydłużenie bezrementowego okresu eksploatacji chronionego obiektu oraz znaczne obniżenie kosztów jego utrzymania.
Duże doświadczenie zdobyte na zrealizowanych już projektach w różnych warunkach budowlanych i pogodowych pozwala sprostać oczekiwaniom i wymaganiom każdego inwestora. Umożliwia to bardzo szeroki asortyment całkowicie kompatybilnych produktów pozwalających na ułożenie hyroizolacji Eliminatora na różnych rodzajach podłoży oraz wykonanie każdej warstwy asfaltowej na warstwie hydroizolacyjnej przy zastosowaniu unikalnych warstw sczepnych.

Antykorozja powierzchni betonowych

DWD Service Sp. z o.o. od roku 2014 roku zajmuje się także wykonywaniem zabezpieczenia antykorozyjnego powierzchni betonowych. Wykonujemy usługi w zakresie hydrofobizacji, układania powłok sztywnych, elastycznych oraz powłok na bazie żywic epoksydowych i poliuretanowych (kapy chodnikowe, schody, mury oporowe etc.) . Współpracujemy w tym zakresie z najlepszymi dostawcami materiałów na rynku Polskim.

DWD Service Sp. z o.o.
ul. Wajdeloty 9/4
80-437 Gdańsk

Biuro Techniczno-Handlowe
ul. Wołowska 92a
60-167 Poznań

Tel.: +48 602 776 300, Fax: +48 58 741 56 76
e-mail: mosty@dwdservice.pl

Nowe cechy BiK 9

Współpracuje z platformą CAD
-AutoCAD 2015, 2014, 2013
-ZWCAD +2015
-GstarCAD 2015
-BRICSCAD V15

BiK Żelbet - nowe funkcje zbrojenia płaskich elementów powierzchniowych:

- Zbrojenie płyt żelbetowych
- Zbrojenie ścian żelbetowych
- Definiowanie prętów o kształtach zgodnych z Eurokodem (EC)
- Nowa reprezentacja graficzna (wszystkie elementy, wybrany reprezentant i zakres rozkładu)
- Automatyczne opisywanie prętów
- Zestawienia wraz z miniaturami kształtów prętów

BiK Stal - nowa funkcjonalność:

- Automatyczna numeracja elementów stalowych
- Menadżer pozycji dla elementów stalowych
- Rysowanie szyn we wszystkich widokach
- Opisy oraz zestawienia definiowanych szyn
- Menadżer elementów stalowych
- Import opisów z poprzednich wersji programów

BiK ImpEk - znaczne zwiększenie możliwości:

Import map zbrojenia powierzchniowego - łatwe przeniesienie mapy zbrojenia do pliku *.dwg z programów:

- Robot 2015
- ABC Płyta
- AXIS VM 12

Dodatkowe funkcje:

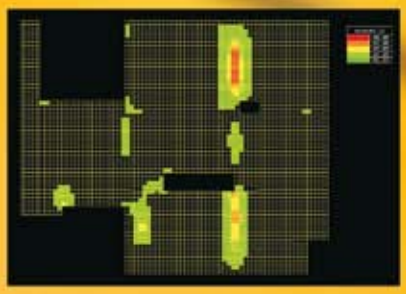
- Zarządzanie widocznością importowanej mapy zbrojenia
- Trzy możliwości prezentacji informacji tekstowej (średnica prętów, mm^2, cm^2)
- Wstawianie legendy dla wygenerowanej siatki
- Możliwość pracy tylko na wybranej części siatki
- Analiza wykorzystania zaprojektowanego zbrojenia

Import schematów statycznych 3D z programów Robot 2015 i AXIX VM 12

- rzutowanie układów osi w przestrzeni na płaszczyznę

Import schematy statycznego z programu RM-WIN32
Eksport schematu statycznego do programu RM-WIN32
Import projektu zbrojenia z programu RM- ŻELB-32 dla elementów o przekrojach poprzecznych:

- Prostokątny,
- Jednostronny w płytę L,
- Teowy,
- Dwuteowy,
- Okrągły



Dodatkowe cechy:

- Przekroje podłużne o zmiennej wysokości
- Strzemiona dwu-, cztero- oraz sześciocięte
- Automatyczny dobór otuliny
- Możliwość automatycznego wrysowania strzemion wpuszczonych w płytę

61 832 40 81 WWW.BIKBIK.PL BIURO@FORCAD.PL WSPARCIE ON-LINE

FRANKI SK Sp. z o.o.

FRANKI SK Sp. z o.o.
ul. Jasnogórska 44
31-358 Kraków
tel. 12 622 75 60, faks 12 622 75 70
www.frankipolska.pl
info@frankipolska.pl

O firmie

FRANKI SK Sp. z o.o. to firma, która zajmuje się fundamentowaniem specjalnym i wykonywaniem pali, głównie w technologii FRANKI Nowej Generacji.

Korzysta z wiedzy i doświadczenia udziałowców – Franki Grundbau GmbH & Co. KG, którzy wspierają jej działalność w kraju. Dzięki współpracy polskich i niemieckich inżynierów, pracy rzetelnych i wykwalifikowanych pracowników oraz aktywnemu zarządowi w Polsce, spółka bierze udział w powstawaniu obiektów budowlanych posadawianych na solidnych i niezawodnych fundamentach z wykorzystaniem pali FRANKI NG.

Do działalności FRANKI SK należy również tworzenie koncepcji i projektów palowania oraz fundamentów.

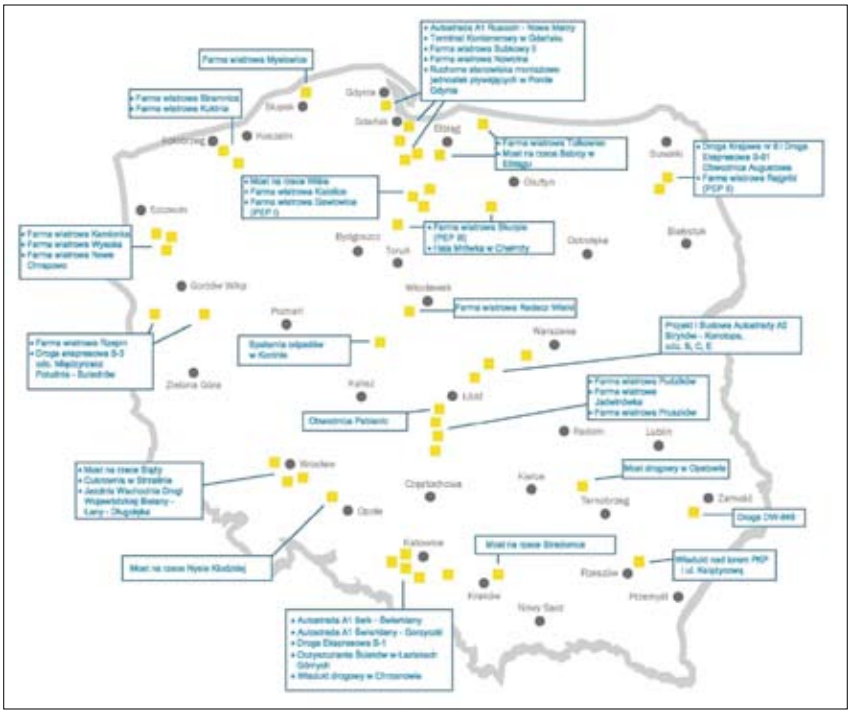
FRANKI SK Sp. z o.o. jest członkiem PZWFS, czyli Polskiego Zrzeszenia Wykonawców Fundamentów Specjalnych.

Od początku działalności w Polsce, firma uczestniczy w realizacjach posadawiania wielu obiektów inżynierskich przy budowie autostrad, dróg ekspresowych oraz wielu innych.

Historia firmy i najważniejsze realizacje

- 2005 rok – utworzenie firmy FRANKI-KPRM Sp. z o.o. w Polsce
  - autostrada A1, Rusocin-Nowe Marzy
  - obwodnica Grodźca Śląskiego
- 2008 rok – zmiana nazwy spółki na FRANKI SK Sp. z o.o.
  - autostrada A1, Świerklany-Gorzyczki
  - autostrada A1, Bełk-Świerklany
- 2009 rok – przeniesienie siedziby firmy do Krakowa
  - wschodnia obwodnica Wrocławia, odcinek Bielany Łany-Długołęka
  - autostrada A2, Stryków-Konotopa (odcinek B, C i E)
  - obwodnica Augustowa.

▲ Fot. 2. Połączenie kolejowe Urbach-Schorndorf, Niemcy

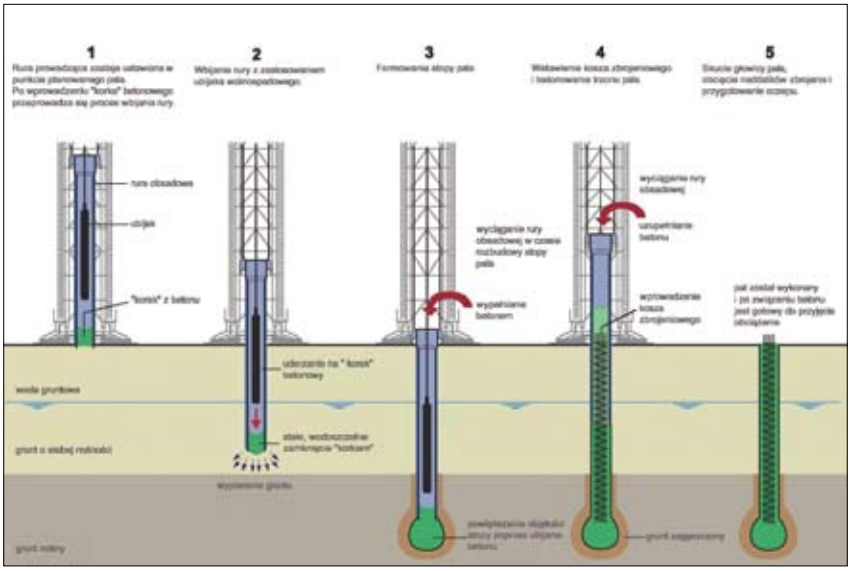


▲ Fot. 1. Wybrane realizacje firmy Franki SK Sp. z o.o., stan na 2014 rok

Technologia pali FRANKI Nowej Generacji

Od przeszło 100 lat dzięki dopracowanej technice i wysokiemu standardowi wykonania, pale FRANKI zostały pozytywnie zweryfikowane w bardzo różnorodnych warunkach gruntowych. Jest to jedna z najstarszych technologii głębokiego fundamentowania.

Pale FRANKI Nowej Generacji to żelbetowe pale przemieszczeniowe formowane w gruncie. Mogą być stosowane jako element posadowienia w bardzo zróżnicowanych warunkach gruntowych przy budowie obiektów, takich jak: budynki biurowe i przemysłowe, drogi i mosty, doki stoczniowe, trasy dźwigowe i siłownie wiatrowe. Szczególnie dobrze spełniają swoje zadanie tam, gdzie zachodzi potrzeba przejęcia dużych obciążeń lub tam, gdzie nośny grunt znajduje się na dużej głębokości. Istnieje możliwość stawiania ich w pionie,



▲ Rys. 1. Proces wykonywania pali

▲ Fot. 3. Terminal kontenerowy w Gdańsku, maszty oświetleniowe

▼ Typowe nośności pali FRANKI NG – wartości obliczeniowe

Wciskanie		
Średnica [mm]	Grunty niespoiste [kN]	Grunty spoiste [kN]
420	2500	1900
510	3100	2500
560	4000	3100
610	4900	3600

Wyciąganie		
Średnica [mm]	Grunty niespoiste [kN]	Grunty spoiste [kN]
420	700	500
510	900	700
560	1000	800
610	1100	900

jak również pochylonych w proporcji 4:1. Rozbudowana stopa umożliwia użycie ich jako pali kotwiących.

Pale FRANKI NG są wykonywane według norm DIN 1054 i DIN EN 12699.

Zalety pali FRANKI NG:

- możliwość kontroli nośności w trakcie ich wykonywania, w tym korekta warunków gruntowych, która polega na zwiększeniu objętości stopy pala lub wykonaniu poduszki żwirowej
- krótszy czas wykonywania w stosunku do pali wielkośrednicowych
- szybkie przejęcie nośności bez konieczności zrealizowania osiadań (mobilizacja pełnej nośności przy niewielkich osiadaniach)
- równomierne osiadania dla wszystkich pali w obrębie jednej podpory – eliminacja nierównomierności osiadań podpory
- równomierny rozkład naprężeń w stopie fundamentowej (ze względu na porównywalne nośności wszystkich pali)
- brak gruntu do utylizacji
- możliwość przenoszenia dużych sił poziomych poprzez wykonanie pali kozłowych.

Wykonanie pali

Pale FRANKI NG są wykonywane metodą dynamiczną przy zastosowaniu rury prowadzącej wielokrotnego użytku.

Na początku tego procesu, rura prowadząca zostaje zakorkowana warstwą betonu lub żwiru, a następnie uderza się w nią swobodnie opadającym ubijakiem, powodującym pogrążanie rury w grunt.

Ilość uderzeń na metr zagłębienia rury (posuw rury) określa pracę, która odzwierciedla nośność danego gruntu.

Po osiągnięciu odpowiedniej głębokości zaczyna się formowanie stopy pala poprzez odpowiednie ubijanie betonu. Po jej uformowaniu wprowadzany jest do rury kosz zbrojeniowy i rozpoczyna się proces betonowania trzonu.

Wpływ na środowisko

- Podczas formowania pali nie zachodzi potrzeba usuwania gruntu, gdyż zostaje on całkowicie zagęszczony w trakcie całego procesu.
- Pale FRANKI NG są sprawdzonym sposobem posadawiania obiektów nawet na wyjątkowo trudnych, a także skażonych podłożach.
- Zastosowanie rury prowadzącej sprawia, że proces wykonywania pali ma niski poziom hałasu, co umożliwia jego zastosowanie w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących już zabudowań.

▲ Fot. 4. Most na rzece Nysa Kłodzka w Skorogoszczy

FREYSSINET POLSKA Sp. z o.o.

FREYSSINET POLSKA Sp. z o.o.
ul. Szyszkowa 20
02-285 Warszawa
tel. 22 203 17 00
faks 22 203 17 22
www.freyssinet.pl
biuro@freyssinet.pl

O firmie

Freyssinet od wielu lat współpracuje z inwestorami, projektantami oraz wykonawcami konstrukcji inżynierskich w Polsce. Doświadczenie zdobyte w dziedzinach konstruowania, technologii oraz realizacji budowy skomplikowanych zadań inżynierskich, stawia spółkę w ścisłej czołówce firm dostarczających nowoczesne rozwiązania dla budownictwa infrastrukturalnego, przemysłowego i użyteczności publicznej.

Technologie budowy

Podstawowym kryterium wyboru technologii wykonania konstrukcji mostowych jest minimalizacja kosztów inwestycji przy spełnieniu określonych wymagań jakościowych i czasowych w określonych warunkach terenowych.

Przy budowie mostów i wiaduktów najczęściej stosowane są następujące technologie:

- nasuwanie podłużne
- wykonywanie obiektów metodami wspornikowymi (in situ)
- montaż obiektów z prefabrykowanych segmentów z zastosowaniem podłużnych belek montażowych oraz masztów i odciągów montażowych
- budowanie metodą przęsło po przęśle.

Konstrukcje podwieszone

System podwieszenia HD2000

System ten spełnia najwyższe wymagania w zakresie wytrzymałości zmęczeniowej i ochrony antykorozyjnej. Oparty jest na całkowitej niezależności każdego ze splotów poprzez zachowanie ich równoległości na całym przebiegu wanty podwieszającej konstrukcję. System HD2000 to nie tylko zaawansowane technologicznie elementy odpowiadające za zapewnienie nośności, lecz również wiele różnych elementów towarzyszących, tj.:

- kompleksowy montaż elementów oraz wykonanie naciągu want z zastosowaniem opatentowanej przez Freyssinet metody Isotension®
- systemowe rozwiązania, tj. rury antywandalistyczne, rury teleskopowe
- specjalnie ukształtowane siodła, montowane w pylonach w przypadku konstrukcji typu extradosed, zapewniające możliwość ciągłego przeprowadzenia splotów przez pylon
- systemowe elementy tłumiące drgania want w postaci wewnętrznych tłumików elastomerowych (IED), hydraulicznych (IHD) oraz radialnych (IRD), a także w postaci specjalnych żeberek spiralnych na rurach osłonowych want zapobiegających powstawaniu drgań wiatrowo-deszczowych.

System podwieszenia H1000

System ten stanowi uzupełnienie realizacji konstrukcji podwieszonych. Ze względu na nieco mniejsze rozmiary zakotwień i związaną z tym mniejszą maksymalną ilość splotów w jednej wancie, system H1000 jest przeznaczony do realizacji podwieszenia w konstrukcjach o nieco mniejszych gabarytach i obciążeniach, tj.: kładki dla pieszych, wiadukty drogowe dla niższych klas obciążeń, konstrukcje dachów podwieszonych.

Liny zamknięte

System ten (z ang. lock coil) polega na umieszczeniu w rdzeniu liny wiązki drutów równoległych w specjalnej paście cynkowej zabezpieczającej je przed korozją. Zapewnia ochronę również poprzez kilka zewnętrznych warstw drutów ocynkowanych w formie specjalnie ukształtowanego oplotu. Oferowane przez Freyssinet liny zamknięte mają odpowiednie zakotwienia umożliwiające mocowanie lin w konstrukcji.

Prętowe systemy podwieszenia
Każdy wieszak systemu prętowego składa się z pręta zakończonego po obu stronach zakotwieniami w postaci głowic widlastych z przetyczkami.

Systemy sprężania

System sprężania C
System sprężania C produkcji Freyssinet stanowi odpowiedź na wymagania nowoczesnej inżynierii lądowej. Jego główną zaletą jest kompaktowość, dzięki której może być stosowany w:

- każdym rodzaju konstrukcji mostowej (konstrukcje belkowe, belkowo-płytowe, skrzynkowe)
- konstrukcjach przemysłowych (silosy na materiały sypkie, zbiorniki na gaz i ciecze)
- konstrukcjach budownictwa kubaturowego (belki stropowe itp.).

System ten może być wykorzystany zarówno w przypadku obiektów nowo budowanych, jak również służyć do wzmacniania istniejących. Zakotwienia systemu C przeznaczone są do sprężenia zewnętrznego (przebiegającego poza przekrojem konstrukcji) oraz sprężenia wewnętrznego (przebiegającego w przekroju konstrukcji).

System prętów sprężających Freyssibar
System ten zapewnia doskonałe możliwości wykonywania sprężania elementów żelbetowych oraz montażu poprzez doprężenie elementów stalowych do istniejącej konstrukcji żelbetowej.

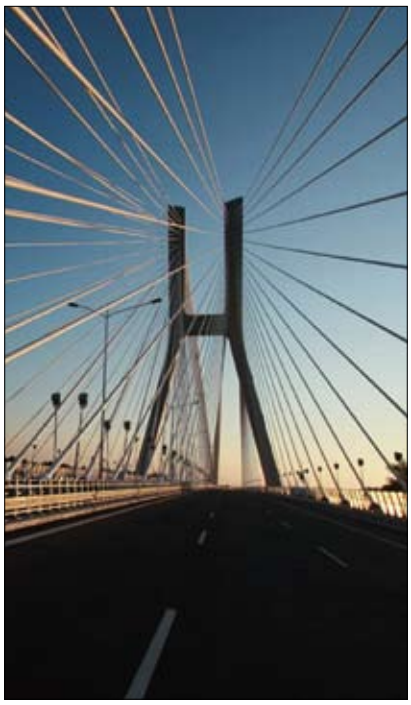
Konstrukcje z gruntu zbrojonego

TechSpan
Żelbetowe prefabrykaty łukowe TechSpan służą do budowy obiektów inżynierskich w bardzo szerokim zakresie rozpiętości, tj. od 5 do 20 m oraz wysokości do 8 m. Obiekty inżynierskie wykonywane w tej technologii nie wymagają łożysk i dylatacji. TechSpan jest alternatywą dla stalowych konstrukcji z blach falistych.

TerraClass
Najczęściej spotykana elewacja konstrukcji z gruntu zbrojonego TerraClass składa się z betonowych paneli o kształcie krzyżowym oraz zbrojenia gruntu w postaci pasów stalowych lub poliestrowych. Może mieć fakturę gładką bądź przybierającą formę architektoniczną.

TerraTrel
Elewację konstrukcji z gruntu zbrojonego TerraTrel stanowią stalowe panele siatkowe. Jest to rozwiązanie dla konstrukcji oporowych tymczasowych oraz stromych skarp nasypów, gdzie walory estetyczne nie są kryterium podstawowym.

TerraPlus
Składa się z tych samych elementów co system TerraClass. Różnicę stanowi jedynie kształt i wymiary panela okładzinowego, który ma standardowe wymiary 1,5 m x 3,0 m. System doskonale sprawdza się na podłożu mało odkształcalnym.



Przyczółki zintegrowane z gruntu zbrojonego
Jest to alternatywa dla tradycyjnych obiektów, których rozpiętość teoretyczna nie przekracza 30 m. Przyczółki nie wymagają łożysk ani rozbudowanych dylatacji.

Łożyska i dylatacje

Freyssinet jest dostawcą na rynek trzech podstawowych typów łożysk: elastomerowych, garnkowych, soczewkowych. Produkuje 3 typy urządzeń dylatacyjnych, tj.:

- blokowe urządzenia dylatacyjne MULTI-FLEX®
- modułowe urządzenia dylatacyjne FREYSSINET 3 W (w tym urządzenia wyposażone w nakładki tłumiące hałas)
- palczaste urządzenia dylatacyjne CIPEC Wp i CIPEC Wd.

Naprawa konstrukcji

Firma wykonuje naprawy konstrukcji betonowych, żelbetowych, murowych, drewnianych oraz stalowych pod marką Foreva®. Oferta obejmuje diagnostykę obiektu, projekt naprawy oraz jej wykonanie przy zastosowaniu wszelkich dostępnych na rynku rozwiązań materiałowo-technologicznych, dostosowanych indywidualnie do potrzeb i oczekiwań zamawiającego.

GEOKRAK sp. z o.o.

GEOKRAK sp. z o.o.
ul. Mazowiecka 21
30-019 Kraków
tel./faks 12 633 81 10, 12 632 09 00
www.geokrak.pl
geokrak@geokrak.pl

▲ Fot. 1. Nadzór nad pracami ziemnymi prowadzony przez firmę Geokrak

O firmie

Firma Geokrak istnieje od 1992 roku, świadcząc usługi m.in. z zakresu geologii inżynierskiej i ochrony środowiska.
Oferuje przygotowanie opracowań i wykonywanie badań, które są wymagane na wybranych etapach realizacji inwestycji, takich jak:

- projekty prac geologicznych
- dokumentacje geologiczno-inżynierskie
- opinie geotechniczne i geologiczne
- ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia obiektów
- geotechniczna obsługa budowy.

W obrębie działów geologii inżynierskiej i ochrony środowiska firma dysponuje kadrą ok. 25 wykwalifikowanych pracowników, posiadających uprawnienia w zakresie geologii inżynierskiej i hydrogeologii (kategorie: V, VI, VII, XI, XII).

Geotechniczna obsługa budowy

Firma Geokrak oferuje pełen zakres prac związanych z nadzorem wykonywania robót ziemnych i fundamentowych, takich jak:

- odbiory podłoża
- kontrola zagęszczenia nasypów
- nadzór wymiany gruntów
- ocena przydatności materiału gruntowego do celów budowlanych
- nadzór wykonania pali wielkośrednicowych
- nadzór wykonania ścian szczelinowych
- badania zagęszczenia kolumn żwirowych
- doradztwo eksperckie
- weryfikacja założeń projektowych w odniesieniu do panujących warunków gruntowo-wodnych
- analiza stateczności skarp wykopów i zboczy nasypów.

Pracownicy firmy GEOKRAK posiadają wysokie umiejętności techniczne oraz duże doświadczenie nabyte podczas nadzorów geotechnicznych inwestycji, takich jak:

- budowa wschodniej obwodnicy miasta Przemyśl
- budowa mostu w Osobnicy na rzece Bednarka (roboty palowe)
- budowa mostu na rzece Wiśle w Sandomierzu wraz z włączeniem w istniejącą drogę krajową nr 77
- budowa drogi ekspresowej S7 na odcinku Myślenice-Pcim
- budowa bloków nr 5 i 6 w Elektrowni Opole.

Prace terenowe i laboratoryjne

Firma Geokrak dysponuje wysokiej jakości sprzętem do prac terenowych, dzięki któremu ma możliwość wykonywania, m.in.:

- wierceń obrotowych oraz udarowych
- profilowania otworów rdzeniowych
- sondowań statycznych CPT(U)
- sondowań sondą dynamiczną

▲ Fot. 2. Badania sondą CPT(U) wykonywane przez pracowników firmy Geokrak

- badań sondą SLVT i FVT
- próbnych obciążeń płytą VSS
- obciążeń płytą dynamiczną LPD
- instalacji piezometrów.

Spółka ma dobrze wyposażone laboratorium geotechniczne, w którym przeprowadza badania gruntów dla określenia parametrów fizyko-mechanicznych. Prowadzi również badania dla firm zewnętrznych.

▲ Fot. 3. Prace w laboratorium geotechnicznym

Decyzje środowiskowe

Firma Geokrak oferuje również przygotowanie wniosków o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, w tym m.in.:

- Karty Informacyjnej Przedsięwzięcia
- raportu o oddziaływaniu na środowisko.

Wszystkie prace wykonywane przez firmę są zgodne z obowiązującymi normami polskimi i europejskimi.
Od 2014 roku firma Geokrak wdrożyła Zintegrowany system zarządzania zgodny z normami ISO 9001, ISO 14001 oraz OHSAS 18001.

System iniekcyjny Hilti HIT-RE 500

MAKSYMALNE OBCIĄŻENIA MAKSYMALNE BEZPIECZEŃSTWO

Hilti. Doskonałość. Niezawodność.

HUFGARD POLSKA Sp. z o.o.

O firmie

P&T Zaprawy Techniczne rozpoczęła swoją działalność w Polsce w 2007 roku. Na rynku niemieckim i europejskim firma jest obecna już od 1989 roku.
Oferowane przez spółkę produkty z zakresu mas zalewowych oraz systemów napraw i pielęgnacji betonu są efektem rozwoju i wieloletniego doświadczenia firmy.
Zatrudniony w firmie Zespół Doradców Technicznych o wysokich kompetencjach, udziela klientom wsparcia technicznego.

Oferta

Oferowane przez firmę produkty mają wymagane certyfikaty, aprobaty oraz badania.

EuroGrout
Ekspansywne, samorozlewne lub plastyczne zaprawy i betony do podlewania, podbijania i kotwienia elementów narażonych na bardzo duże obciążenia.
W grupie produktowej znajdują się m.in. zaprawy i betony do wykonywania podlewek pod łożyska mostowe, maszyny i urządzenia. Stosowane są również do zalewania obciążonych elementów torowych. Występują także w wersji szybkowiążącej (pełne obciążenie możliwe już po ok. 12 godzinach).

EuroCret
Produkty przeznaczone do napraw, reprofilacji oraz zabezpieczenia konstrukcji betonowych, żelbetowych i sprężonych w inżynierii komunikacyjnej, hydrotechnicznej i przemysłowej. EuroCret to m.in. zaprawy do napraw ubytków w betonie w konstrukcjach inżynierskich, wykonywania i napraw posadzek przemysłowych oraz do systemowej naprawy i modernizacji powierzchni betonowych suchym natryskiem. Stosowane również do wykonywania sztywnych i elastycznych powłok ochronnych oraz do hydrofobizacji.

Topolit
Produkty przeznaczone do stosowania w budownictwie komunikacyjnym i kanalizacyjnym. Topolit to zaprawy do napraw, reprofilacji i zabezpieczenia konstrukcji betonowych, żelbetowych oraz ceglanych podczas renowacji kanałów, studni i komór kanalizacyjnych oraz oczyszczalni ścieków. Mają szybki przyrost wytrzymałości, obciążenie powierzchni jest możliwe już po kilku godzinach.

Planol
System zapraw brukowych przeznaczonych do układania nawierzchni z kamienia naturalnego i prefabrykowanych płyt betonowych. W skład systemu wchodzą:
- zaprawy podsypkowe na bazie mieszanek cementowo-trasowych o zróżnicowanym uziarnieniu, czasie obróbki, dostosowane do różnych klas obciążenia
- barwne zaprawy do spoinowania nawierzchni brukowych
- zaprawa poprawiająca przyczepność kostki brukowej do warstwy podkładowej.

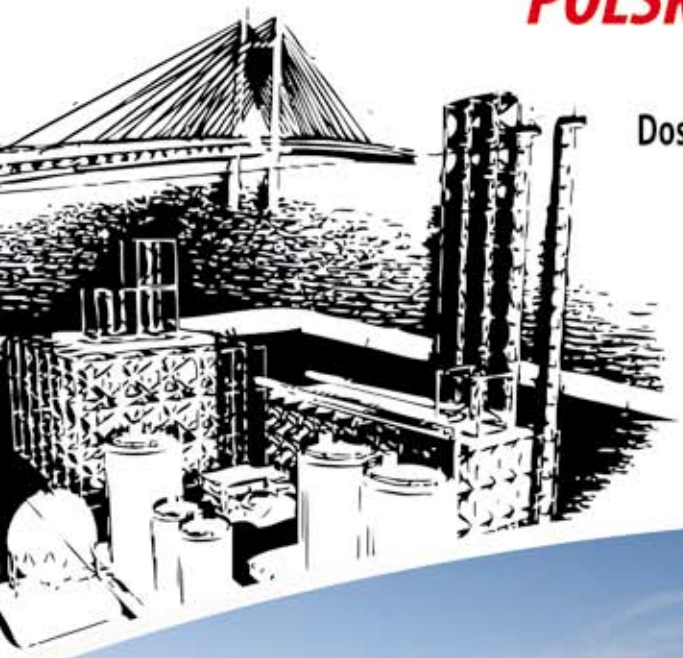
Topoplan
Produkty stosowane do wykonywania i napraw posadzek przemysłowych. Obrabiane powierzchnie można szybko obciążać, uzyskując dużą odporność na ścieranie.
Do grupy należą m.in.:
- zaprawy samoniwelujące do wykonania równej, odpornej na ścieranie, niepylącej posadzki w nowych i remontowanych obiektach
- dwukomponentowa, niezawierająca rozpuszczalników zaprawa na bazie żywicy akrylowej do jastrychów
- zaprawa naprawcza do podłoży mineralnych.

EuroHarz
Dwuskładnikowe żywice epoksydowe, poliuretanowe i akrylowe do wykonywania powierzchni chemoodpornych, uszczelniania rys, iniekcji. Stosowane także jako powłoki ochronne dla cementowych ścian i posadzek. Dodanie wysuszonego piasku kwarcowego do żywicy pozwala uzyskać masę żywiczną o konsystencji płynnej lub plastycznej.

Kerasal
Zaprawy do napraw i reprofilacji konstrukcji betonowych, żelbetowych w zbiornikach wody pitnej. Czysto mineralne, bez dodatków organicznych. Wykonane powłoki wyróżnia gładkość i szczelność powierzchni. Mają doskonałe właściwości fizyczne, mechaniczne i higieniczne. Kerasal to m.in. zaprawy natryskowe aplikowane metodą mokrego natrysku przy pomocy maszyny Keramatic oraz specjalne zaprawy natryskowe do napraw i reprofilacji konstrukcji betonowych i żelbetowych w zbiornikach na wodę surową.

P&T Zaprawy Techniczne
HUFGARD POLSKA Sp. z o.o.
ul. Rząsawska 40
42-209 Częstochowa
tel. 34 360 46 94
www.hufgard.pl
biuro@hufgard.pl

KCC POLSKA Sp. z o.o.



Doskonała jakość powłok antykorozyjnych za rozsądną cenę

Przemysł lądowy

mosty
konstrukcje stalowe
kontenery
energrtyka
przemysł petrochemiczny
przemysł chemiczny
huty i stalownie

Przemysł morski

zasobniki wody pitnej
zbiorniki
ładownie
ochrona czasowa
kadłuby statków
zbiorniki balastowe
urządzenia pokładowe

www.KCC.pl

KCC Polska Sp. z o.o.

ul.Budowlana 4-6

21-040 Świdnik

tel. +48 81 744-12-34

e-mail: info@kcc.pl

ICOPAL S.A.

▲ Fot. 1. Most Millau, Francja – izolacja w technologii Icopal

O firmie

Icopal S.A. (dawniej Izolacja S.A.) to polskie przedsiębiorstwo działające na rynku materiałów budowlanych z siedzibą w Zduńskiej Woli. W latach 1997-2002 firma była notowana na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych. Należy do międzynarodowej Grupy Icopal z centralą w Herlev w Danii.

Icopal S.A. jest producentem i dostawcą szerokiego spektrum materiałów budowlanych do hydroizolacji i termoizolacji. Oferta firmy obejmuje wszystkie rodzaje pap bitumicznych od najprostszych wyrobów na osnowie z welonu szklanego i tektury do zaawansowanych technologicznie, m.in. pap modyfikowanych kauczukiem syntetycznym SBS, na osnowie z włókniny poliestrowej oraz pap Szybki Profil® SBS i Szybki Syntan® SBS. Ponadto jest też producentem pap: do izolacji obiektów inżynierskich, o zwiększonej odporności ogniowej w technologii FireSmart®, specjalistycznych, do zabezpieczeń części podziemnych obiektów budowlanych oraz do dachów zielonych.

Izolacje obiektów inżynierskich

Sekcja Izolacji Obiektów Inżynierskich działa w strukturach Icopal S.A. od 2003 roku. Jej zadaniem jest rozwój oferty produktowej przeznaczonej dla rynku drogowo-mostowego, współpraca z wiodącymi polskimi firmami budowlanymi zarówno w zakresie dostaw, jak i wykonawstwa. Od wielu lat jest partnerem handlowym i wykonawczym takich firm, jak: Budimex, Strabag, Mota Engil, Skanska, Dragados, Mosty-Łódź. Wynikiem tej współpracy jest wbudowanie na przestrzeni ostatnich 12 lat ok. 3,5 mln m^2 specjalistycznych pap mostowych produkcji Icopal S.A. We własnym wykonawstwie firma ułożyła ponad 1 mln m^2 izolacji mostów, wiaduktów, płyt parkingowych. Spółka brała udział w takich inwestycjach, jak: budowa autostrady A1, A2, A4, A6, budowa i remont dróg ekspresowych S3, S5, S7, S8, S17, S61, S69. Wykonywała izolacje obiektów wchodzących w skład infrastruktury drogowej Warszawy, Wrocławia, Lublina, Białegostoku, Poznania, Krakowa i wielu miast na Śląsku. Zaizolowała również mosty i wiadukty w ramach obwodnic 12 miast. Materiały hydroizolacyjne były także wykorzystywane przy budowie 70 000 m^2 parkingu Stadionu Miejskiego we Wrocławiu.

Firma działa nie tylko na terenie Polski. Papa Supermost została zastosowana do izolacji kilku obiektów mostowych na Litwie. Obecnie wykorzystywana jest na obiektach autostrady D1 w Słowacji.

ICOPAL S.A.
ul. Łaska 169-197
98-220 Zduńska Wola
tel. 43 823 41 11, faks 43 823 40 25
www.icopal.pl
info.pl@icopal.com

Produkty Icopal w budownictwie mostowym

W ramach izolacji obiektów mostowych firma oferuje:

- system izolacji powłokowej Icopal Izomost R oraz Icopal Izomost P – kompletne i łatwe w aplikacji systemy przeznaczone do zabezpieczania przeciwwilgociowego i przeciwwodnego elementów konstrukcji zasypywanej gruntem
- system izolacji papowej Supermost
- system odwadniania hydroizolacji – sączki Omega wraz z liniowymi drenami prefabrykowanymi Percodrain stosowane do betonowych i stalowych pomostów wszystkich rodzajów obiektów mostowych
- system drenażu pionowego Icodren 10 Szybki Drenaż® SBS – kompleksowy system zabezpieczania elementów konstrukcji żelbetowych przewidzianych pod zasyp
- uszczelniacze bitumiczne – zaliczamy do nich masy zalewowe oparte na wysokomodyfikowanej mieszaninie asfaltów, oferowane w postaci bezosnowowej wstęgi Icopal Asfix Hot oraz samoprzylepne taśmy Icopal Eshalas AB modyfikowane SBS.

▲ Fot. 2. Wiadukt w Nowym Dworze Gdańskim – izolacja z papy Supermost w technologii Icopal

Izolacje obiektów inżynierskich

Nowoczesne technologie i wykonawstwo

www.mostydrogi.icopal.pl

Most Milenijny we Wrocławiu – 28 tys. m² izolacji wykonanej w technologii ICOPAL

Izolacje obiektów inżynierskich objęte Aprobatami Technicznymi Instytutu Badawczego Dróg i Mostów:

Izolacja papowa:
SUPERMOST

Wykonawstwo ICOPAL S.A.

Bitumiczny środek gruntujący:
SIPLAST PRIMER® SZYBKI GRUNT SBS

System izolacji cienkopowłokowych:
ICOPAL IZOMOST R
ICOPAL IZOMOST P

Zalewa asfaltowa:
ICOPAL ASFIX

Bitumiczna taśma uszczelniająca:
ICOPAL ESHALAS AB

Dren prefabrykowany:
PERCODRAIN

Icopal S.A. Zduńska Wola
Sekcja izolacji obiektów inżynierskich

Menedżer Produktu – tel. 601 289 756
e-mail: plmwl@icopal.com

JD ENGINEERING
Przedstawiciel MIDAS IT

O firmie

Firma JD Engineering jest jedynym dystrybutorem oprogramowania MIDAS IT dla inżynierii lądowej na terenie Polski.
MIDAS IT (MIDAS Information Technology Co., Ltd.) powstała w 1989 roku i zajmuje się tworzeniem oprogramowania do zastosowań w różnych dziedzinach inżynierii. Niezawodność produktów MIDAS IT jest stale potwierdzana poprzez ich stosowanie przy niezliczonej liczbie rzeczywistych projektów w Polsce i na całym świecie.
W 2014 roku firma JD Engineering została wyróżniona jako najbardziej wartościowy partner MIDAS w Europie.

MIDAS Civil 2015 – rozwiązania informatyczne dla konstrukcji mostowych

MIDAS Civil 2015 to najnowsza wersja coraz częściej wybieranego przez polskich inżynierów oprogramowania MES przeznaczonego do projektowania konstrukcji mostowych. Korzystając z zaawansowanego interfejsu graficznego i przyjaznych opcji wyświetlania, model konstrukcyjny można zweryfikować na każdym etapie tworzenia, a wyniki prac zapisać bezpośrednio do odpowiednich formatów dokumentów. Łącząc różne rodzaje analiz takie jak: statyczna, dynamiczna, etapowanie konstrukcji, stateczność, pushover, analizy nieliniowe, MIDAS Civil 2015 dostarcza użytkownikowi potrzebnych narzędzi do kompleksowego modelowania, zestawienia danych i projektowania konstrukcji mostowych. Program umożliwia analizę konstrukcji mostowych żelbetowych, stalowych, sprężonych, wiszących, podwieszanych oraz projektowanie wymienionych rodzajów konstrukcji według wbudowanych wytycznych różnych standardów m.in. eurokodów.

Zakres zastosowań, narzędzia wspomagające

System MIDAS Civil zawiera szereg opcji i narzędzi wspomagających projektowanie konstrukcji obiektów, takich jak:

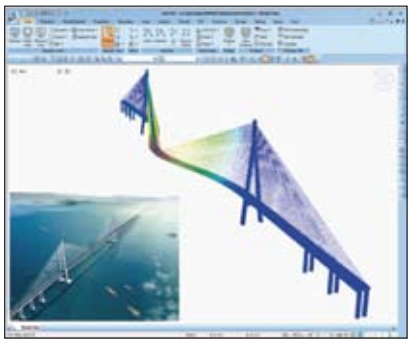
- mosty żelbetowe: płytowe, ramowe, sprężone, zintegrowane
- zespolone mosty stalowe: dźwigary skrzynkowe, płyty ortotropowe
- mosty sprężone o przekroju skrzynkowym z uwzględnieniem metod wznoszenia:
  – metoda wspornikowa
  – metoda nasuwania podłużnego
  – metoda rusztowań przestawnych
  – metoda rusztowań stałych
- mosty o dużej rozpiętości: wiszące, podwieszone, extradosed
- konstrukcje masywne
- konstrukcje podziemne
- zbiorniki, wieże ciśnieniowe, wieże transmisyjne, elektrownie
- lotniska, porty, tamy i inne.

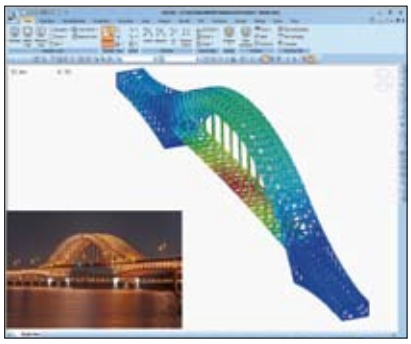
Powszechnie stosowane ustroje mogą zostać szybko i łatwo zamodelowane przy użyciu kreatorów (m.in. kratownice, łuki, ramy). Minimalizują one czas potrzebny do wykonania również bardziej złożonych modeli konstrukcji mostowych, takich jak mosty wiszące czy podwieszone. Ich zastosowanie pozwala na przeprowadzenie zaawansowanych analiz konstrukcji w znacznie krótszym czasie, przy pełnej kontroli poprawności modelu.
MIDAS Civil 2015 dopuszcza w modelu konstrukcji nieograniczoną ilość węzłów i elementów oraz przypadków obciążeń i kombinacji. Możliwa jest także analiza kilku modeli jednocześnie.

Niezawodność

System MIDAS Civil 2015 powstał dzięki współpracy i wysiłkom wielu inżynierów praktyków oraz środowiska naukowego.
Każda z funkcji programu została sprawdzona przez porównanie rezultatów obliczeń z wartościami teoretycznymi i eksperymentalnymi.
Więcej informacji oraz pełny opis wraz z wszystkimi funkcjonalnościami rozwiązań MIDAS Civil, znajduje się na stronie www.jde.com.pl

JD ENGINEERING
al. 29 Listopada 130 (p. 412)
31-406 Kraków
tel. 604 575 600, 737 302 652
www.jde.com.pl
biuro@jde.com.pl





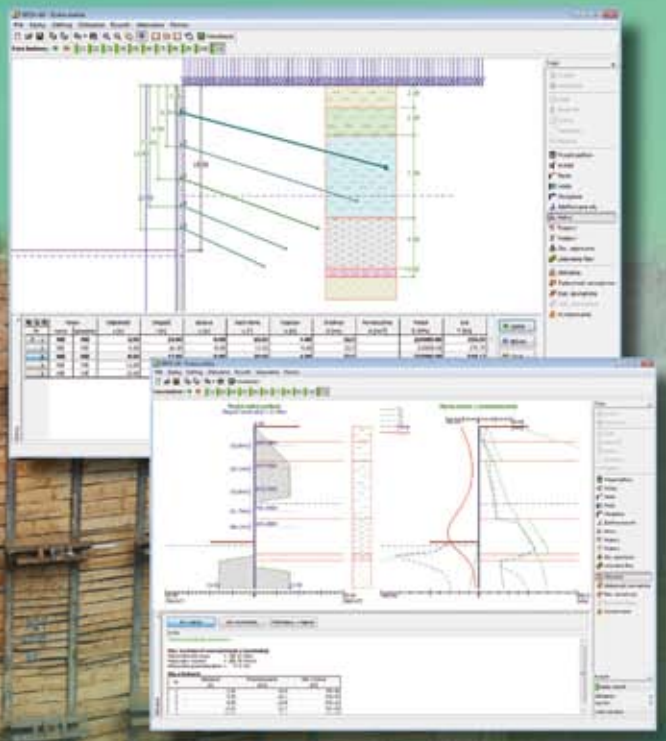
geotechnical software suite

GEO5

Programy do analizy i projektowania zagadnień geotechnicznych

www.finesoftware.pl

www.mmgeo.pl



Aktualna wersja 19

Szyb - nowy program do projektowania szybów w kształcie kołowym

MES - Konsolidacja - nowy moduł do analizy osiadań w czasie

Grupa Pali - dowolny kształt płyty i rozmieszczenie pali, pale ukośne

GeoSchowek - kopiowanie danych geotechnicznych przez schowek

- Analiza stateczności
- Projektowanie głębokich wykopów
- Projektowanie konstrukcji oporowych
- Projektowanie fundamentów
- Analiza osiadań gruntu
- Cyfrowe modelowanie terenu
- Analiza zaawansowanych zagadnień geotechnicznych MES

Pobierz demo bez żadnych ograniczeń

mmgeo

Wyłączny przedstawiciel w Polsce:

MMGEO
ul. Relaksowa 33/110
02-796 Warszawa

tel.: +48501700981
tel./fax.: +48226482787
email: info@mmgeo.pl

W budownictwie mostowym projektanci i inwestorzy wykorzystują wolnostojące ściany oporowe oraz najazdy na obiekty inżynierskie, jako połączenie obiektu z infrastrukturą drogową. Najbardziej efektywnym rozwiązaniem jest zastosowanie ścian oporowych z gruntu zbrojonego z odpowiednim oblicowaniem.

WALORY ARCHITEKTONICZNE JAKO KRYTERIUM DOBORU ŚCIAN OPOROWYCH

Tomasz Kosiński
Maccaferri Polska Sp. z o.o.

Zasady projektowania

Oblicowanie, jako jedyny element widoczny, powinno być brane pod uwagę z punktu widzenia dopasowania nowo budowanej konstrukcji do otaczającego krajobrazu. W przypadku, gdy obiekt wznoszony jest na terenach zurbanizowanych z przeważającymi konstrukcjami z betonu, to oblicowanie ścian powinno być wykonane z betonu. Natomiast w sytuacji, gdy przeważającym materiałem jest cegła, to oblicowanie powinno być jak najbardziej zbliżone do murów ceglanych (np. drobnowymiarowe elementy w odcieniach czerwieni). Podobnie jest podczas wyboru konstrukcji na terenach niezurbanizowanych lub na obrzeżach terenów zurbanizowanych, gdzie najbardziej wskazanymi są materiały naturalne (np. roślinność lub kamień naturalny).

Ściany oporowe z gruntu zbrojonego

Firma Maccaferri oferuje wiele rozwiązań ścian oporowych z gruntu zbrojonego, które mogą być stosowane w budownictwie mostowym. Charakterystykę tych ścian przedstawiono w tablicy 1.

Zalety ścian Terramesh System:

- możliwość dowolnego nachylenia poprzez schodkowanie elementów aż do 90°
- wysokość ścian do 70 m dzięki możliwości współpracy z geosiatkami ParaGrid i ParaLink
- niewymagany dźwig podczas wznoszenia ze względu na lekkie elementy siatkowe
- możliwość uzyskania ciekawych efektów estetycznych z zastosowaniem różnorodnych kamieni
- możliwość wypełniania bryłami szkła i podświetlania pojedynczych elementów
- możliwość stosowania w agresywnym środowisku i gruncie.

▲ Fot. 1. Terramesh System

▼ Tablica 1. Charakterystyka ścian oporowych

Właściwości	Terramesh System	Green Terramesh	Macres	MacWall
Kolorystyka	kolor kamienia	kolor roślinności	dowolny kolor i/lub faktura	dowolny kolor
Rodzaj oblicowania	siatkowo-kamienne	roślinne (zielone)	płyty betonowe	bloczki betonowe
Wysokość pojedynczego elementu	0,50 m lub 1,00 m	0,45-0,76 m	1,50 m	0,20 m
Rodzaj zbrojenia	siatka stalowa	siatka stalowa	taśmy stalowe lub polimerowe	geosiatka polimerowa
Nachylenie ścian	45°-90°	45°, 60°, 65°, 70°	90°	86°, 90°
Okres użytkowania	> 120 lat	> 120 lat	> 100 lat lub > 120 lat	> 120 lat
Ściany najazdów	tak	tak	tak	tak
Ściany czołowe obiektów	tak	nie	tak	tak
Ściany wolnostojące	tak	tak	tak	tak

Zalety ścian Green Terramesh:
- naturalny wygląd konstrukcji porośniętej roślinnością
- możliwość uzyskania nachylenia do 70°
- wysokość ścian do 70 m dzięki możliwości współpracy z geosiatkami ParaGrid i ParaLink
- niewymagany dźwig podczas wznoszenia ze względu na lekkie elementy siatkowe
- bardzo wysoka wydajność przy wznoszeniu konstrukcji.

▲ Fot. 2. Green Terramesh

Zalety ścian Macres:
- dowolna kolorystyka i faktura lica
- dwa typy zbrojenia (stalowe i polimerowe)
- możliwość stosowania w agresywnym gruncie (tylko zbrojenie polimerowe)
- łatwość omijania zbrojeniem przeszkód w obrębie konstrukcji (studnie, słupy itp.)
- prosty i szybki montaż.

Zalety ścian MacWall:
- dowolna kolorystyka lica
- możliwość uzyskania ciekawych efektów wizualnych (herb miasta, logo itp.)
- możliwość stosowania w agresywnym gruncie
- łatwość dostosowania do niwelety drogi
- niewymagany dźwig podczas budowy ze względu na lekkie elementy drobnowymiarowe.

▲ Fot. 3. Macres

▲ Fot. 4. MacWall

Podsumowanie

Dysponując szerokim wyborem ścian oporowych inwestorzy mogą dostosować nowo budowane konstrukcje do otaczającego je krajobrazu. Ze względu na stosowanie gruntu jako głównego materiału budowlanego, konstrukcje tego typu charakteryzują się niewielkim wpływem na środowisko naturalne – w szczególności dotyczy to systemów Terramesh System i Green Terramesh. Więcej informacji na temat ścian oporowych z gruntu zbrojonego na stronie internetowej www.maccaferri.pl

MACCAFERRI POLSKA Sp. z o.o.
► ul. Płochocińska 19 ► 03-191 Warszawa ► tel. 22 510 61 08
► faks 22 510 61 10 ► www.maccaferri.pl ► info@maccaferri.pl

MACCAFERRI

▲ fot. M. Chruściel

W obiektach inżynierii komunikacyjnej najczęściej stosowanym materiałem budowlanym jest beton. Właściwie zaprojektowany, wykonany, wbudowany i pielęgnowany stanowi wyjątkowo trwały materiał budowlany. Można stwierdzić, że taki beton jest sam dla siebie najlepszą ochroną i gwarantuje trwałość konstrukcji w standardowych warunkach eksploatacji i ekspozycji środowiska.

SYSTEMY MAPEI
W OBIEKTACH INŻYNIERII KOMUNIKACYJNEJ

dr inż. *Krzysztof Pogan*
MAPEI POLSKA Sp. z o.o.

Wobec obiektu w stanie użytkowania znajdują zastosowanie trzy główne kierunki działań:

- właściwe zaprojektowanie i wykonanie zapewniające odpowiednią trwałość budowli nowo wznoszonej
- ochrona przed korozją i zabiegi konserwacyjne podczas użytkowania
- naprawa i ochrona po remoncie obiektów, które uległy uszkodzeniu w czasie użytkowania.

Metody naprawy betonu

Zgodnie z normą PN-EN 1504-9 wyróżniamy następujące zasady i metody napraw betonu:

- ochrona przed wnikaniem – ograniczenie lub uniemożliwienie wnikania szkodliwych substancji (wody, innych cieczy, pary, gazów, czynników chemicznych i biologicznych). Do dyspozycji mamy kilka metod – impregnacja, powłoki ochronne, lokalne scalanie rys, wypełnienie rys, przekształcanie rys w złącza, zewnętrzne osłony, wykładziny
- ograniczanie zawilgocenia – utrzymanie zawilgocenia betonu na dopuszczalnym poziomie, dzięki zastosowaniu hydrofobizacji, powłok ochronnych, osłon i okładzin bądź przez ochronę elektrochemiczną
- odbudowanie elementu – przywrócenie elementowi betonowemu założonego kształtu i funkcji; częściowa wymiana betonu; efekt ten można uzyskać przez ręczne nakładanie zaprawy naprawczej, nałożenie warstwy betonu, natryskiwanie betonu lub zaprawy naprawczej lub przez wymianę elementu
- wzmacnianie konstrukcji – przywrócenie lub zwiększenie nośności elementu konstrukcji; do wzmocnienia konstrukcji można wykorzystać kilka metod: uzupełnienie lub wymianę prętów zbrojeniowych ewentualnie zewnętrzne zbrojenie, zabetonowanie prętów w uprzednio przygotowanych otworach w betonie, doklejenie płyt, nadkład zaprawy lub betonu, iniekcja rys, pustek i przerw, wypełnienie rys, pustek, przerw, sprężenie
- odporność fizyczna – zwiększenie odporności na oddziaływania mechaniczne lub inne fizyczne, stosując powłoki, wykładziny ochronne oraz impregnację
- odporność chemiczna – zwiększenie odporności powierzchni betonu na destrukcję czynnikami chemicznymi, stosując powłoki, wykładziny ochronne bądź impregnację.

Szczegółowe kategorie wyrobów i systemów naprawczych podaje norma EN 1504-1:

- do ochrony powierzchniowej – poprawiające trwałość konstrukcji
- do napraw niekonstrukcyjnych – przywracające geometrię powierzchni lub estetyczny wygląd konstrukcji
- zapewniające przyczepność – w celu uzyskania trwałej przyczepności między betonem a stosowanym materiałem
- do iniekcji – przywracające po wprowadzeniu do konstrukcji jej integralność i/ lub trwałość

▲ Fot. 1. Zaprawa naprawcza MAPEGROUT TISSOTROPICO

- do kotwienia – zapewniające odpowiednią współpracę zakotwionego zbrojenia z betonem
- do ochrony zbrojenia i/lub innych elementów stalowych – stosowane do zabezpieczania zbrojenia, poprawiające trwałość naprawy.

Systemy naprawcze oferowane przez MAPEI

Z pośród szerokiej oferty systemów naprawczych MAPEI należy wyróżnić uniwersalną zaprawę naprawczą typu PCC – MAPEGROUT TISSOTROPICO. Dodatkowo zawiera ona włókna syntetyczne i mikrokrzemionkę. Zaprawa występuje również w wersji rozlewnej pod nazwą MAPEGROUT COLABILE. Kolejna zaprawa naprawcza z dodatkiem włókien syntetycznych to MAPEGROUT 430 o wytrzymałości na ściskanie na poziomie 30 MPa. Wykazuje ona właściwości tiksotropowe, dzięki czemu może być nakładana zarówno metodą ręczną, jak i mechaniczną – natrysk metodą mokrą.

W celu wykonywania wzmocnień konstrukcyjnych można użyć mieszanki do nanoszenia mechanicznego metodą mokrą MAPEGROUT FMR z dodatkiem specjalnych giętkich włókien stalowych FIBRE FF. Do wyrównywania i wygładzania naprawianych powierzchni betonowych proponowane są szpachlówki MONOFINISH lub dwukomponentowa MAPEFINISH.

W systemach naprawczych MAPEI nie ma potrzeby stosowania mineralnej warstwy mostkującej. Skład i właściwości zapraw są tak dobrane, również pod kątem odpowiedniego polimeru, że nie jest wymagane stosowanie dodatkowego materiału w postaci warstwy mostkującej – eliminuje się w ten sposób dodatkową operację technologiczną, ułatwiając wykonawcy pracę. Równocześnie bardzo dobra przyczepność zapraw sprawia, że naprawa jest skuteczna i trwała. W szczególnych sytuacjach, zwłaszcza tam, gdzie mamy do czynienia z intensywnymi obciążeniami dynamicznymi zaleca się użycie preparatu MAPEGROUT PRIMER D.

Dla zapewnienia szczególnej przyczepności nowej warstwy do starego podłoża MAPEI może zaoferować dwukomponentowy preparat na bazie żywicy epoksydowej EPORIP, znajdujący zastosowanie również jako materiał do wypełniania i sklejania rys w betonie.

Z grupy materiałów do wykonywania prac iniekcyjnych scalających proponowane są żywice epoksydowe EPOJET (o lepkości 380 mPas) oraz EPOJET LV (o lepkości 140 mPas). Natomiast do uszczelniania rys i likwidacji wycieków wody przez rysy w betonie przeznaczone są żywice poliuretanowe – jednokomponentowa RESFOAM 1KM czy RESFOAM 1KM FLEX oraz dwukomponentowa FOAMJET 260 LV. Do ochrony zbrojenia przed korozją w ofercie MAPEI jest preparat jednokomponentowy MAPEFER 1K.

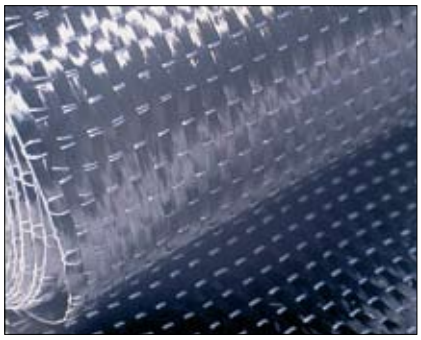
Wzmacnianie konstrukcji

Osobnym zagadnieniem wchodzącym w zakres napraw jest wzmacnianie konstrukcji w celu przywrócenia utraconej nośności lub dla jej zwiększenia. Do tego celu firma poleca kompletny system wzmacniania konstrukcji taśmami i matami z włókien węglowych. Taśmy CARBOPLATE dostępne są w trzech modułach sprężystości – 170, 200 i 250 GPa, grubości 1,4 mm i szerokości 50, 100 i 150 mm. Z kolei maty MAPEWRAP C produkowane są w odmianach zarówno ze względu na moduł sprężystości (230 i 390 GPa), jak i gęstość (300 i 600 g/m^2).

W celu podniesienia trwałości konstrukcji dodatkowo można zabezpieczyć beton powierzchniowo poprzez impregnację lub za pomocą powłok ochronnych.

Hydrofobizację przeprowadza się mineralnymi preparatami zawierającymi krzemiany, silikony i siloksany (np. ANTIPLUVIOL S lub ANTIPLUVIOL W).

Do barwnej ochrony betonu przed karbonatyzacją i wodą opadową proponowane są wodorozcieńczalne akrylowe farby dostępne w szerokiej gamie kolorystycznej, możliwej do uzyskania dzięki unikatowemu systemowi barwienia farb ColorMap System. Farba tzw. sztywna to COLORITE PERFORMANCE,



▲ Fot. 2. Mata MAPEWRAP C UNI-AX

a elastyczna o zdolności mostkowania rys z podłoża to ELASTOCOLOR.

Zagadnienie hydroizolacji betonu, zwłaszcza płyt pomostowych, konstrukcji mostów i wiaduktów można rozwiązać, stosując papy termozgrzewalne FLEXSHIELD HP lub POLYFLEX HP LIGHT, spełniające wszelkie wymagania stawiane materiałom do stosowania w obiektach inżynierii komunikacyjnej. Do gruntowania podłoża w tym przypadku polecana jest obok preparatów bitumicznych (POLYPRIMER HP 45 PROFESSIONAL) żywica epoksydowa do stosowania już na 7-dniowy beton – MAPEFLOOR I 914.

Ochronę powierzchniową innych elementów konstrukcji mostów i wiaduktów, np. tak zwanych chodników mostowych, można zapewnić dwoma systemami – sztywnym na bazie żywicy MAPEFLOOR I 914 oraz elastycznym składającym się z żywicy epoksydowo-poliuretanowej MAPECOAT BS1.

W zakresie kotwienia firma proponuje zestaw kotew chemicznych MAPEFIX (poliestrowych PE, winyloestrowych VE i epoksydowych EP – w zależności od zakresu przenoszenia obciążeń), a także mineralną zaprawę bezskurczową o wysokiej rozlewności – MAPEFILL lub epoksydowo-mineralną PLANIGROUT 300.

Wymienione powyżej rozwiązania to zaledwie próbka szerokiego spektrum możliwości, jakie przekazuje do dyspozycji doświadczony zespół inżynierów świadczących doradztwo techniczne w zakresie Linii Budowlanej MAPEI.

MAPEI POLSKA Sp. z o.o.
► ul. Gustawa Eiffela 14 ► 44-109 Gliwice ► tel. 22 595 42 00
► faks 22 595 42 01 ► www.mapei.pl ► info@mapei.pl

www.mapei.pl
MAPEI®
KLEJE • SPOINY • PRODUKTY CHEMICZNE DLA BUDOWNICTWA

MP Mosty

ul. Dekerta 18, 30-703 Kraków
telefon: +48 12 312 18 78 | faks: +48 12 312 18 70
mail: biuro@mpmosty.pl | www.mpmosty.pl

Mocna pozycja MP-MOSTY Spółki z o.o. w branży budownictwa komunikacyjnego opiera się na trzech filarach.

Pierwszym z nich jest bogate doświadczenie założycieli, zdobyte między innymi w renomowanych firmach wykonawczych (PRInż Katowice, Dromex czy Budimex Dromex) oraz w biurach projektowych (Transprojekt Kraków). Warto dodać, że na rynku budowlanym, projektowym i konsultingowym działamy od 2005 roku, kontynuując działalność powstałej wcześniej spółki MP-MOSTY Biuro Usług Inżynierskich Marta Potępa Mariusz Potępa S.C.

> Naszym kapitałem jest praktyczna wiedza zgromadzona przez zespół. Dzięki niej jesteśmy w stanie pokonać wszelkie przeszkody.
>
> — mgr inż. Mariusz Potępa, Prezes Zarządu

Drugim filarem, na którym się opieramy, są ludzie. Dziś zespół starannie dobranych specjalistów liczy sobie ok. 150 osób – projektantów oraz inspektorów nadzoru. To wysoko wykwalifikowana kadra inżynierska z potwierdzonymi w praktyce kompetencjami w dziedzinie usług projektowych i konsultingowych w branży mostowej, tunelowej, drogowej, sieci uzbrojenia.

Trzecim filarem naszego sukcesu jest konsekwentna dbałość o rozwój. Stale pogłębiamy specjalistyczną wiedzę. Wychodzimy naprzeciw potrzebom rynku i inwestorów, realizując nasze projekty w systemie „Zaprojektuj i wybuduj". Odnosimy spore sukcesy w przetargach publicznych, realizując innowacyjne projekty. Firmy wykonawcze ufają naszym kompetencjom, powierzając nam zlecenia optymalizacji konstrukcji inżynierskich pod kątem przyjętej technologii budowy i określonych założeń ekonomicznych.

Realizacja z 2015 roku
Futurystyczna kładka w miejscowości Jawornik na trasie Kraków - Zakopane

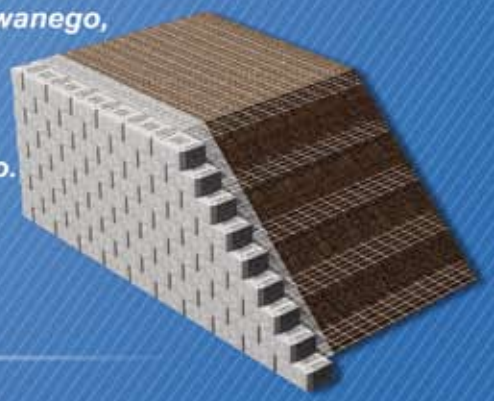
optem BLOK

www.muryoporowe.com.pl

optem BLOK to uniwersalny system ścian oporowych z gruntu zbrojonego umożliwiający swobodne kształtowanie konstrukcji oporowej zarówno pod względem wysokościowym, jak i jej geometrii w planie.

System składa się z następujących elementów:

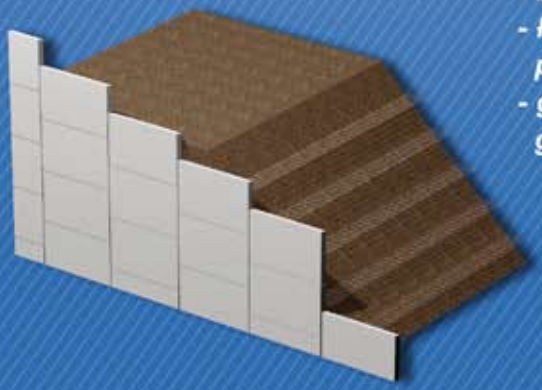
- *bloczków wykonanych w technologii betonu wibroprasowanego,*
- *łączników do pozycjonowania bloczków,*
- *geosiatki firmy NAUE jako zbrojenia gruntu zasypowego.*



Nasza firma oferuje również system optem PANEL - system ścian oporowych z gruntu zbrojonego z oblicowaniem z żelbetowych paneli.

System składa się z następujących elementów:

- *żelbetowych paneli licowych,*
- *łączników do pozycjonowania paneli,*
- *geosiatki firmy NAUE jako zbrojenia gruntu zasypowego.*



Oferujemy również konstrukcje oporowe z prefabrykowanych żelbetowych elementów typu "L"

oraz betonowych modułów ze sztywnym żebrem typu optem G-PAS.

Optem Sp. z o.o.
80-258 Gdańsk, Al. Grunwaldzka 156/4 NIP: 584-273-97-54
Telefon: (+48) 58 346-40-40 Fax: (+48) 58 742-10-70
E-mail: biuro@optem.pl WWW: www.muryoporowe.com.pl

optem

▲ Fot. 1. Wiadukt WD-187, Autostrada A1

Palisander – niezależna firma z wyłącznie polskim kapitałem, jest jednym z największych dostawców systemów szalunkowych w Polsce. W ofercie najmu ma nowoczesne produkty, m.in. przeznaczone do wykonywania obiektów inżynieryjnych: system Megashor o nośności do 1000 kN, szybki w montażu Rapidshor, wielozadaniowy Superslim, uniwersalny PAL-BS oraz PAL-MAX.

OBIEKTY INŻYNIERYJNE WYKONANE NA SZALUNKACH PALISANDER

Katarzyna Korowaj
PPU Palisander Sp. z o.o.

Bogata oferta Palisander pozwala na dobór odpowiedniego systemu do budowy każdego rodzaju obiektu inżynieryjnego. W ciągu ponad 22 lat działalności firmy wykonano, z użyciem oferowanych przez nią systemów, wiele obiektów mostowych, estakad, tuneli i innych konstrukcji na terenie całego kraju.

PAL-MAX

Do najważniejszych i największych inwestycji inżynieryjnych w historii spółki należy dostawa szalunków na budowę autostrady A1 na odcinku Toruń-Stryków, węzeł Kowal-Sójki. Firma dostarczyła na nią prawie wszystkie rodzaje systemów (w sumie ponad 100 transportów pełnopojazdowych). Wykorzystując system wysokich nośności PAL-MAX zbudowano bramkę przejazdową, umożliwiającą ruch pociągów w czasie realizacji niezwykle trudnego przedsięwzięcia, jakim był wiadukt WA-198. Obiekt powstały nad czynną linią kolejową miał rozpiętość 18 m, wysokość 10 m oraz był odchylony w stosunku

▲ Fot. 2. Most na rzece Wieprza, Darłowo (system Superslim)

▲ Fot. 3. Droga wojewódzka DW869

▲ Fot. 4. Estakada nad przedłużeniem ul. Piastowskiej w ciągu Trasy Generalskiej, Białystok

do torów kolejowych o 38°. Z wykorzystaniem szalunku PAL-MAX zbudowano też m.in. most nad czynną linią kolejową na trasie drogi wojewódzkiej nr 678 oraz wiadukt nad drogą krajową nr 62 w Płocku.

Rapidshor

System Rapidshor zastosowano po raz pierwszy w Polsce również przy budowie autostrady A1. Od tamtego czasu używano go m.in. na budowie estakady nad przedłużeniem ul. Piastowskiej w Białymstoku oraz na budowie węzła Marynarska w Warszawie. System ten wyróżnia: wysoka nośność (do 80 kN na podporę) umożliwiająca przenoszenie dużych obciążeń, łatwość montażu, możliwość stosowania na pochyłych podłożach i na różnych poziomach stropu. Ponadto Rapidshor w porównaniu z tradycyjnymi systemami wieżowymi ma mniejszą liczbę i masę elementów składowych nawet o 40%.

Superslim

Przy budowie węzła Marynarska w Warszawie zastosowano, również po raz pierwszy w kraju, wielozadaniowy system Superslim. Szalunek ten może być używany do budowy estakad i mostów (np. 995-metrowy most na Wiśle w Połańcu), a także jako podparcie konstrukcji stalowych (np. przy realizacji mostu łukowego na rzece Wieprza) oraz konstrukcji wymagających niestandardowego podparcia (np. skośne ramiona 12-metrowych kolumn „V" na budowie CeNT III w Warszawie). Stosując system Superslim można też skonstruować np. wózki montażowe ułatwiające budowę, modernizację lub remonty obiektów inżynieryjnych. Taki wózek zastosowano przy modernizacji mostu na Narwi w Nowogrodzie oraz podczas remontu tunelu w ciągu Trasy Generalskiej w Białymstoku.

Megashor

Megashor to modułowy i uniwersalny system, który przenosi obciążenia do 1000 kN na 1 podporę. Może być stosowany jako pojedyncza podpora lub konfiguracja wielu podpór. Używano go m.in. podczas budowy stacji kolejowej Estación de Lieja Guillemins w Belgii, a w Polsce przy remoncie estakad trasy ekspresowej S8 węzeł Modlińska-węzeł Powązkowska. Szalunek Megashor w połączeniu z Superslim może tworzyć przestrzenny system podparcia fasad podczas przebudowy obiektów zabytkowych.

PAL-BS

Jednym z najbardziej uniwersalnych systemów, który umożliwia szalowanie dowolnej konstrukcji jest PAL-BS. Zastosowano go m.in. przy budowie obiektów inżynieryjnych autostrady A1 (odcinki: Toruń-Stryków oraz Kowal-Brzezie), przy budowie estakad na Trasie Generalskiej w Białymstoku oraz przy obecnie wykonywanych dwóch obiektach w ciągu drogi DW869 łączącej trasę S19 z autostradą A4.

Opisane powyżej systemy szalunkowe stanowią tylko fragment bogatej i stale uzupełnianej oferty firmy Palisander.

▲ Fot. 5. Trasa ekspresowa S8, Warszawa

▲ Fot. 6. Bramka przejazdowa, wiadukt WA-198, Autostrada A1

PPU Palisander Sp. z o.o.
► ul. Elewatorska 11B ► 15-620 Białystok ► tel. 85 676 81 59 ► faks 85 676 81 60
► www.palisander.com.pl ► biuro@palisander.com.pl

Palisander® 1993

PPI CHROBOK

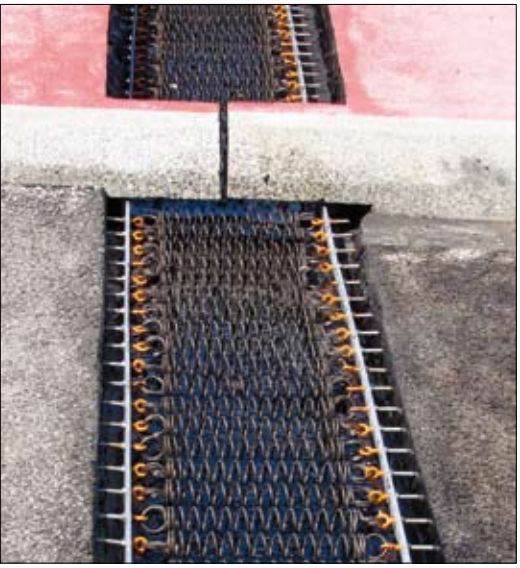
- pogrążanie i wyciąganie grodzic stalowych
- przewierty sterowane (HDD)
- wiercenia badawcze, poszukiwawczo-rozpoznawcze
- kotwy, gwoździe gruntowe i mikropale
- wbijanie kształtowników stalowych dla potrzeb ścianek berlińskich
- pale przemieszczeniowe FDP
- pale CFA
- mikrotuneling do Ø2400mm
- kolumny DSM i pale rurowe
- przewierty i przeciski poziome do Ø2800mm
- iniekcje wysokociśnieniowe jet-grouting
- relining do Ø1000mm
- projektowanie w zakresie wyżej wymienionych robót inżynieryjnych

PPI CHROBOK SA
43-220 Bojszowy Nowe, ul. Kowola 11
+48 32 218 98 88 ppi@chrobok.com.pl

WWW.CHROBOK.COM.PL

REKMA Sp. z o.o.

REKMA Sp. z o.o.
ul. Szlachecka 7
32-080 Brzezie
tel. 12 633 59 22
www.rekma.pl
rekma@rekma.pl



▲ Fot. 1. Dylatacja Silent-Joint[RESA]

O firmie

Rekma Sp. z o.o. od 17 lat specjalizuje się w pracach związanych z montażem dylatacji mostowych oraz z naprawą i utrzymaniem nawierzchni drogowych oraz lotniskowych. Oprócz wysokiej jakości prac gwarantuje również krótkie terminy realizacji zleceń, atrakcyjną ofertę cenową oraz przeszkoloną ekipę pracowników, która każde zamówienie wykonuje z największą starannością.
W firmie obowiązuje System Zarządzania Jakością zgodny z wymaganiami normy ISO 9001. Oferowane dylatacje mostowe mają Aprobaty Techniczne oraz Krajowe Certyfikaty Zgodności wydane przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów.

Dylatacja asfaltowa EDM typ Rekma

Asfaltowe dylatacje mostowe EDM typ Rekma mają za zadanie kompensować ruchy obiektu inżynierskiego (do 40 mm) związane z jego pracą termiczną oraz spowodowane obciążeniem użytkowym. Dylatacja jest zbudowana z mieszanki kruszywa odpowiedniej frakcji i masy zalewowej Parking Lot Sealant, przygotowanej w specjalnym dwupłaszczowym kotle. Konstrukcja ta w całości jest zabudowana w nawierzchni jezdni oraz chodnika obiektu, co pozwala uzyskać całkowitą szczelność, a także wyeliminować hałas związany z ruchem pojazdów, często występujący przy innych typach dylatacji. O popularności bitumicznych dylatacji decydują przede wszystkim: bezobsługowa eksploatacja, szybkość montażu oraz możliwość wykonania dylatacji na połowie obiektu, co jest szczególnie ważne przy prowadzeniu remontów „pod ruchem".

Dylatacja mechaniczno-asfaltowa Silent-Joint[RESA]

Opracowana i opatentowana w Szwajcarii dylatacja mechaniczno-asfaltowa Silent-Joint[RESA] jest zabezpieczeniem szczeliny dylatacyjnej zabudowanym całkowicie w nawierzchni drogowej. Jest to szczelna dylatacja mostowa, składająca się z mieszanki mineralno-asfaltowej modyfikowanej polimerami i wzmocnionej elementami stalowymi. System ten może z powodzeniem konkurować z dylatacjami blokowymi lub modułowymi przy zachowaniu pozytywnych cech dylatacji asfaltowej, takich jak szczelność, elastyczność, szybkość montażu i bezobsługowa eksploatacja. Dzięki zachowaniu ciągłości nawierzchni uzyskuje się wysoki komfort przejazdu oraz zmniejszoną emisję hałasu. Wszystkie powyższe właściwości oraz duża odporność na koleinowanie sprawiają, że system Silent-Joint[RESA] jest chętnie stosowany w Polsce i w Europie Zachodniej.

Firma Rekma Sp. z o.o. poza dylatacjami mostowymi wykonuje również:

- elastyczne połączenia nawierzchni z dylatacją stalową
- połączenia nawierzchni betonowych z asfaltowymi
- naprawę spękań oraz miejscowych uszkodzeń nawierzchni komunikacyjnych
- uszczelnienia elastyczną masą zalewową np. szwów roboczych nawierzchni
- szczeliny dylatacyjne nawierzchni dróg i lotnisk oraz torowisk tramwajowych
- specjalistyczne cięcie nawierzchni asfaltowych i betonowych
- natrysk hydrofobowy i regeneracyjny nawierzchni
- rowkowanie nawierzchni betonowych i asfaltowych (grooving)
- specjalistyczne wiercenie otworów pod kotwy i dyble
- kruszenie nawierzchni betonowych systemem RMI
- sprzedaż mas zalewowych oraz maszyn i urządzeń firmy CRAFCO INC.

▲ Fot. 2. Dylatacja asfaltowa EDM typ Rekma

STAL-BUD spółka jawna R. Syta, E. Kajmowicz

▲ Fot. 1. Kładka dla pieszych nad obwodnicą w Radomiu

O firmie

Stal-Bud z siedzibą w Skoczowie powstał w 1999 roku. Od samego początku działalności firma zajmuje się projektowaniem, produkcją oraz montażem balustrad mostowych na terenie całego kraju. Z kilkuosobowej firmy powstało przedsiębiorstwo zatrudniające obecnie ponad 80 pracowników. Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i nieustannie podnoszonej jakości wyrobów i usług, Stal-Bud stał się jednym z liderów na polskim rynku w branży balustrad mostowych. Świadczy o tym m.in. długoletnia i stała współpraca z największymi firmami działającymi w branży drogowej.
W oparciu o nowoczesny park maszynowy, wysoko wykwalifikowaną kadrę oraz wieloletnią praktykę, aktywnie wdraża nowe specjalistyczne rozwiązania i poszerza wachlarz świadczonych usług.

Zakres działalności

Spełniając rosnące wymagania rynku i dostosowując się do wymogów dyrektyw unijnych firma Stal-Bud opracowała i wprowadziła na rynek nowy typ balustrad aluminiowych, których niewątpliwymi zaletami są:

- wysoka odporność chemiczna np. na zasolenie
- wysoka odporność mechaniczna
- wysoka antykorozyjność anodowanych powierzchni
- estetyczny wygląd
- możliwość lakierowania proszkowego wg palety kolorów RAL
- wyraźnie konkurencyjna cena w porównaniu z balustradami stalowymi
- łatwość montażu i wymiany uszkodzonych segmentów.

W ofercie firmy znajdują się również balustrady ze stali czarnej i nierdzewnej. Wszystkie produkty mają aprobatę IBDiM oraz znak CE.

Szeroki wachlarz świadczonych usług pozwala na zaspokojenie zarówno potrzeb indywidualnych klientów, jak i dużych firm oraz inwestorów koordynujących poważne przedsięwzięcia budowlane.

STAL-BUD spółka jawna
Ryszard Syta, Elżbieta Kajmowicz
ul. Wiślańska 26, 43-430 Skoczów
tel./faks 33 479 10 04
www.stal-bud.com.pl
www.balustrady-mostowe.pl
biuro@stal-bud.com.pl

Firma Stal-Bud do tej pory dostarczyła balustrady m.in. do następujących inwestycji:

- Lokalne Centrum Sterowania Ruchem Kolejowym w Ciechanowie, Mławie, Iławie i Działdowie
- most na Wisłoku w Rzeszowie
- most na Wiśle w Toruniu
- most na Wiśle w Połańcu
- S8 Walichnowy-węzeł A1
- Drogowa Trasa Średnicowa Gliwice-Ruda Śląska
- S8 most gen. Stefana Grota-Roweckiego
- S17 Kurów-Lublin-Piaski
- A1 Sójki-Piątek
- A2 Stryków-Konotopa (odcinek A i B)
- A4 Dębica-Jarosław
- S2 Konotopa-węzeł Lotnisko
- S8 Jeżewo-Białystok
- S5 Gniezno-Czachurki
- S7 Kalsk-Miłomłyn
- S2 obwodnica Warszawy
- A8 obwodnica Wrocławia
- DK4 obwodnica Jarosławia
- S74 obwodnica Kielc
- obwodnica Radomia oraz Pabianic.

▲ Fot. 2. Kładka dla pieszych, Jawornik k. Krakowa

▲ Fot. 3. Most w Toruniu

www.stalprodukt.com.pl
market@stalprodukt.com.pl
tel.: 14 615 10 00

Ochronne bariery drogowe
i mostowe ze znakiem CE

Kształtowniki gięte na zimno

Produkty centrum serwisowego

Stale zwiększamy wartość

BEZPIECZEŃSTWO

SUBGEO Jarosław Majewski

SUBGEO Jarosław Majewski
Wilczyce, ul. Borowa 28A
51-361 Wrocław
tel. 509 991 313
www.subgeo.eu
info@subgeo.eu

▲ Fot. 1. Georadar 3D RADAR

O firmie

Subgeo specjalizuje się w nieniszczących badaniach (NDT – z ang. nondestructive testing) i ocenie stanu technicznego konstrukcji oraz dróg. Dodatkowo firma jest producentem oprogramowania do obróbki danych georadarowych, a także dystrybutorem norweskiej firmy Vmetro (producenta 3D RADARU).
Gwarantuje wysoką jakość usług, szybkie terminy realizacji oraz profesjonalną i doświadczoną kadrę pracowniczą.

Badania nieniszczące

Badania nieniszczące (NDT) w ogóle lub w nieznacznym stopniu uszkadzają badany element i zazwyczaj umożliwiają szybkie zdiagnozowanie dużych fragmentów konstrukcji. Analizie podlega jednak zwykle cecha skojarzona z wymaganym parametrem. Konieczne są przy tym większe umiejętności z zakresu badanego zagadnienia i weryfikacji wyników prac jedną z uznanych metod niszczących.

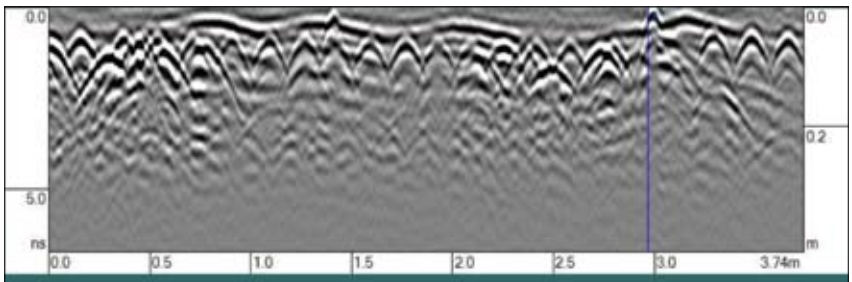
Firma Subgeo wykonuje nieniszczące badania georadarowe w zakresie:

- kompleksowego skanowania konstrukcji: wykonywanie map 2D/3D elementów ze wskazaniem m.in. układu fundamentów, pozostałości starych konstrukcji, otworów, pustek, a także przy zastosowaniu anten o wysokiej częstotliwości (> 2 GHz) – lokalizacji wkładek zbrojeniowych (prętów zbrojeniowych i kabli sprężających), kabli elektrycznych, rur instalacyjnych oraz innych elementów uzbrojenia konstrukcji. Zaawansowane urządzenia GPR umożliwiają również wykrywanie rdzy na prętach zbrojeniowych.
- wykrywania wad i defektów konstrukcji powstających na skutek błędów wykonawczych i projektowych oraz naturalnych procesów niszczenia. Ich znajomość jest kluczowa na etapie badań odbiorowych, gdy istnieją wątpliwości dotyczące jakości prac budowlanych oraz na etapie opracowywania projektów wzmocnień konstrukcji bez pierwotnej dokumentacji technicznej. Zaawansowana technika georadarowa umożliwia w sposób nieniszczący wykrywanie oraz lokalizację wad wewnętrznych w konstrukcjach z betonu, murowych, kamiennych (np. pustek, pęknięć, odspojeń, obszarów rozsegregowanego kruszywa, przecieków, zawilgoceń) oraz ich niewłaściwego zabezpieczenia (np. odspojeń warstw wierzchnich takich jak hydroizolacje, wyprawy, naprawy powierzchniowe).

3D RADAR – nowa generacja GPR

Obok zastosowania zwykłych georadarów impulsowych firma Subgeo, jako jedna z nielicznych na rynku, ma zmiennoczęstotliwościowe urządzenie 3D RADAR. Moduluje on wysyłany sygnał pokrywając całe spektrum od 30 do 2000 MHz z krokiem 2 MHz – w odróżnieniu od radaru impulsowego, który emituje impuls o określonej częstotliwości.
3D RADAR współpracuje nawet z 63 antenami jednocześnie, dzięki czemu możliwe jest otrzymanie profili poprowadzonych w odległości mniejszej niż 4 cm od siebie oraz wykrycie nisko-, średnio- i wielkośrednicowej infrastruktury ułożonej na różnych głębokościach, po wykonaniu jednokrotnego profilowania.

Wynik badania 3D RADAREM ukazuje rozkład uszkodzeń pod nawierzchnią



Skanowanie przebiegu kabli w betonie wykonane georadarem impulsowym. Wszystkie osłony kabli widoczne w stopniu umożliwiającym poprawną lokalizację. Siatka zbrojenia nie utrzymuje poziomu. Nad zbrojeniem widoczna siatka oraz 2 pręty tuż przy powierzchni.

Trwają prace przy budowie największej, w ostatnich latach, rzeszowskiej inwestycji. Nowy, podwieszony most na rzece Wisłoku oraz sąsiadującym z rzeką zbiorniku bezpieczeństwa Elektrociepłowni Rzeszów, będzie położony w ciągu północnej obwodnicy miasta. Licząca ponad 480 m przeprawa będzie najdłuższym tego typu obiektem na Podkarpaciu.

DESKOWANIA ULMA
NA BUDOWIE MOSTU NA RZECE WISŁOKU W RZESZOWIE

mgr inż. Łukasz Nec
ULMA Construccion Polska S.A.

Charakterystycznym elementem mostu – inwestycji wartej 180 mln zł – będzie 108,5-metrowy żelbetowy pylon. Betonowanie pylonu zostało podzielone na 26 etapów. Podczas pierwszych 14 wykonano nogi pylonu, kolejne 3 etapy to realizacja zwornika, a ostatnie 9 zajmie wykonanie części wantowej pylonu.

Generalnym wykonawcą mostu jest firma Bilfinger Infrastructure S.A., współpracująca z firmą ULMA Construccion Polska S.A. w zakresie dostawy deskowań systemowych.

System samowznoszący ATR, deskowanie ENKOFORM

W pierwszej kolejności wykonano elementy startowe nóg pylonu. Żelbetowe startery o wysokości 14,5 m oraz przekroju w kształcie litery „T", na których w późniejszym etapie realizacji zawieszono układy samowznoszące, wykonano przy użyciu deskowania dźwigarkowego ENKOFORM. Do realizacji nóg pylonu o przekroju skrzynkowym (5,75 x 4,75 m, grubość ściany zmieniająca się w zakresie od 1,30 do 0,80 m) ULMA dostarczyła dwa komplety hydraulicznych systemów samowznoszących ATR-B.

Ze względu na geometrię obiektu konstrukcje pomostów roboczych (pomost główny, sterowniczy oraz dolny do odzyskiwania stożków) zaprojektowano na bazie kratownic systemu MK. W rzucie kratownice przypominały pierścienie okalające nogi pylonu.

Zewnętrzna konstrukcja deskowania, ważąca przeszło 30 ton, została zawieszona jedynie na czterech wspornikach ATR, natomiast konstrukcję wewnętrzną systemu wznoszącego o wadze 4 ton powieszono na dwóch takich wspornikach. Zmniejszenie ilości punktów kotwiących konstrukcji podwieszonej pozwoliło zredukować czas realizacji jednego etapu z 7 do 3 dni. Ściany nóg pylonu wykonywane były z zastosowaniem deskowania dźwigarkowego ENKOFORM o wysokości 4,8 i 4,5 m.

Zastosowany w trakcie wykonywania obiektu system ATR umożliwiał pracę podczas niekorzystnych warunków pogodowych, tj. wznoszenia konstrukcji przy wietrze dochodzącym do 80 km/h. Proces przestawiania zajmował około 6 godzin, z czego 30 minut trwało wznoszenie całego układu.

Konsole BMK, deskowanie PRIMO i ENKOFLEX

Do realizacji poziomego rygla o przekroju prostokątnym, łączącego nogi pylonu na wysokości 70 m, ULMA dostarczyła konsole BMK. Osiem wsporników uchylnych BMK posłużyło do podparcia deskowania spodniej części zwornika.

Ściany zewnętrzne rygla zbudowane zostały przy użyciu deskowania dźwigarkowego ENKOFORM, ściany wewnętrzne zrealizowano natomiast z zastosowaniem deskowania ramowego PRIMO. Zamknięcie zwornika wykonano za pomocą systemu stropowego ENKOFLEX.

Ostatni etap prac obejmuje realizację części wantowej pylonu, która ze względu na zakotwienia lin wzmocniona zostanie stalowym wkładem wewnątrz pylonu, zespolonym z częścią żelbetową. Górna część obiektu wybudowana zostanie w 9 etapach przy użyciu nowej jednostki samowznoszącej ATR.

ULMA Construccion Polska S.A.
► Koszajec 50 ► 05-840 Brwinów ► tel. 22 506 70 00 ► faks 22 814 31 31
► www.ulmaconstruction.pl ► info@ulmaconstruction.pl
ULMA

Grupa Kapitałowa VISTAL jest wiodącym producentem konstrukcji stalowych dla sektora infrastrukturalnego, offshore, marine, budownictwa kubaturowego, przemysłowego, hydrotechnicznego oraz energetycznego. W ramach świadczonych usług oferujemy również kompleksowe usługi wykonywania powłok antykorozyjnych, w tym cynkowanie.

Grupa Kapitałowa VISTAL to solidność, niezawodność, doświadczenie oraz wiedza poparta wieloma certyfikatami i uznaniem naszych krajowych i międzynarodowych partnerów.

Vistal Gdynia S.A.
ul. Hutnicza 40, 81-061 Gdynia
tel. +48 58 783 37 04
fax +48 58 783 37 05
e-mail: info@vistal.pl

VISTAL

www.vistal.pl

WOLmost Sp. z o.o.

KOMPLEKSOWE WYKONANIE OBIEKTÓW MOSTOWYCH, REMONTY OBIEKTÓW MOSTOWYCH, USŁUGI SPRZĘTEM DO POGRĄŻANIA GRODZIC W UTRUDNIONYCH WARUNKACH. OFERUJEMY USŁUGI SPRZĘTEM TYPU:

- KOPARKI Z WIBROMŁOTEM MOVAX 60/70
- ŁADOWARKI TELESKOPOWE DO 21m
- KOPARKI GĄSIENICOWE

WOLMOST.PL

ul. Gen. L. Okulickiego 18
35-206 Rzeszów
tel./fax 17 78 44 821
e-mail: kontakt@wolmost.pl

GRAPHISOFT®

ARCHICAD 18

PROJEKTOWANIE W TECHNOLOGII BIM

ArchiCAD 18 to nowoczesny system projektowania w technologii BIM. Zintegrowanie informacji o projekcie w modelu BIM pozwala w pełni panować nie tylko nad formą przestrzenną i technicznymi aspektami inwestycji, ale też nad jej harmonogramem i kosztami. ArchiCAD wprowadza przy tym rewolucyjne narzędzia koordynacji międzybranżowej, pozwalające płynnie zarządzać wprowadzaniem zmian.

Powiązana z ArchiCADem technologia BIMx pozwala udostępniać model BIM poprzez urządzenia mobilne (tablety i smartfony), ograniczając rolę papierowej dokumentacji i umożliwiając stałą aktualizację zasobów projektu udostępnionych wykonawcy.

ArchiCAD wspiera większość standardów wymiany danych, wymaganych przez buildingSMART oraz inne organizacje zajmujące się implementacją BIM, w tym formaty IFC oraz BCF. Ułatwia to współpracę międzybranżową niezależnie od posiadanego specjalistycznego oprogramowania.

OPEN BIM™

IFC2x3 CV2.0

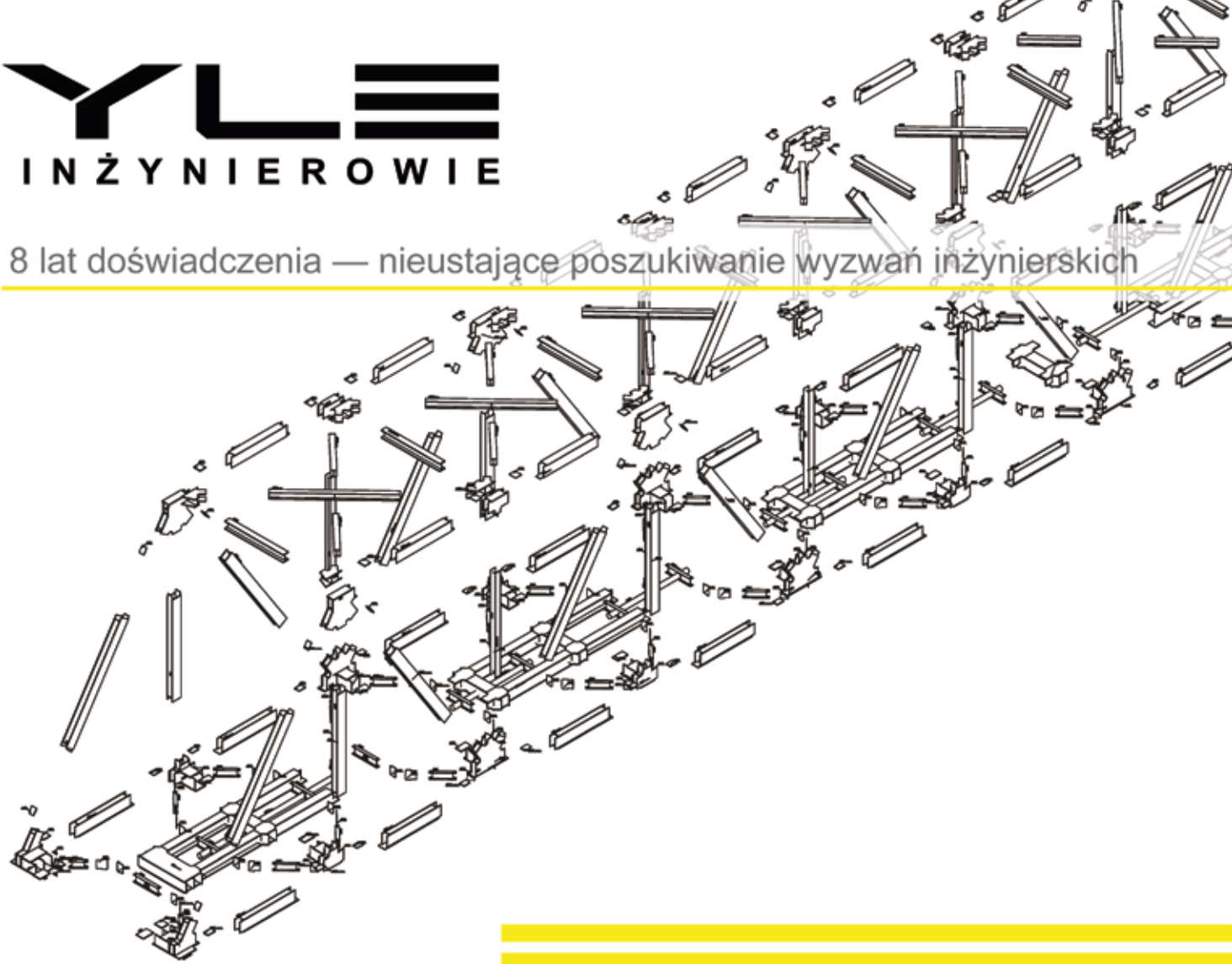
30 LAT ARCHICAD & BIM

WSC

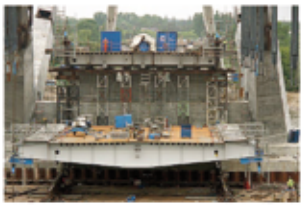
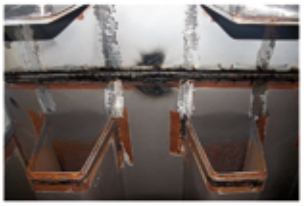
WSC Witold Szymanik i S-ka Sp. z o.o.
Graphisoft Center Poland
Brukselska 44 lok. 2, 03-973 Warszawa
tel. + 48 22 617 68 35, + 48 22 616 07 65
fax + 48 22 616 07 74
e-mail: archicad@wsc.pl

YLE
INŻYNIEROWIE

8 lat doświadczenia — nieustające poszukiwanie wyzwań inżynierskich



- Kompleksowe projektowanie:
  mostów i tuneli
  dróg
  linii kolejowych
- Doradztwo
- Ekspertyzy
- Obsługa projektowa Wykonawców w zadaniach Projektuj i Buduj
- Projekty montażu
- Projekty warsztatowe
- Projekty sprężenia i naciągu konstrukcji linowych i wantowych
- Obsługa projektowa Wykonawców na rynkach europejskich
- Rewitalizacja obiektów inżynierskich
- Rewitalizacja konstrukcji zabytkowych

YLE Inżynierowie
ul. Rakietników 32, Warszawa
+48 22 216 5779

www.yle.com.pl

INDEKS
firm

Spis artykułów zamieszczonych w dziale KOMPENDIUM WIEDZY

Nazwa	Autor	Tytuł artykułu	Strona
INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW	dr inż. **Andrzej Niemierko**	Łożyska mostowe – kontrola podczas eksploatacji	7-10
ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE	dr hab. inż. **Paweł Mieczkowski**	Hydroizolacja płyt pomostów na obiektach mostowych	11-17
POLITECHNIKA KRAKOWSKA; STOWARZYSZENIE PRODUCENTÓW BETONU TOWAROWEGO W POLSCE	dr inż. **Maciej Gruszczyński**	Współczesne betony stosowane w mostownictwie	18-21
POLITECHNIKA GDAŃSKA	dr hab. inż. **Adam Krasiński**	Fundamentowanie obiektów mostowych na palach żelbetowych	22-25

Spis firm zamieszczonych w działach FIRMY, PRODUKTY, TECHNOLOGIE oraz PRZEGLĄD PRODUKTÓW I REALIZACJI, WYPOWIEDZI EKSPERTÓW

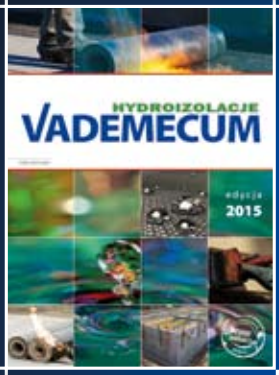
Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
ASIS Sp. z o.o. ul. Biskupińska 2 30-732 Kraków	tel./faks 12 423 62 83, 12 656 37 66 www.asis.com.pl biuro@asis.com.pl	Zajmuje się projektowaniem oraz montażem elementów konstrukcyjnych i elementów wyposażenia obiektów budowlanych m.in. mostów. Oferuje sprężanie i podwieszanie konstrukcji, łożyska konstrukcyjne, urządzenia dylatacyjne oraz nawierzchnio-izolacje.	29, 37
BENTLEY SYSTEMS POLSKA sp. z o.o. ul. Nowogrodzka 68 (budynek Prima Court) 02-014 Warszawa	tel. 22 504 07 50 faks 22 504 07 49 www.bentley.com/pl/mosty	Globalny lider specjalizujący się w dostarczaniu architektom, inżynierom, geodetom, konstruktorom oraz zarządcom infrastruktury, kompleksowych rozwiązań w zakresie oprogramowania do zrównoważonego rozwoju infrastruktury.	38-39
CHROBOK Zakład Robót Inżynieryjnych spółka jawna ul. Gościnna 101 43-220 Bojszowy Nowe	tel. 32 218 90 00 faks 32 328 92 91 www.firma-chrobok.pl info@firma-chrobok.pl	Działalność firmy obejmuje: technologie bezwykopowe, wzmacnianie gruntu i posadowienie pośrednie (CFA, DSM, jet grouting, pale przemieszczeniowe, mikropale, kotwy i gwoździe gruntowe), zabezpieczanie wykopów (ścianki szczelne, ścianki berlińskie, palisady).	36
CONSTRUSOFT Sp. z o.o. ul. Wilczak 16A 61-623 Poznań	tel. 61 826 00 71, 504 058 218 faks 61 828 03 04 www.construsoft.pl info@construsoft.pl	Jedyny w Polsce oficjalny partner firmy Tekla, fińskiego dostawcy oprogramowania Tekla Structures. Construsoft zapewnia optymalne rozwiązania BIM dla wszystkich etapów procesu powstawania budynku.	28, 40-41
DWD Service Sp. z o.o. ul. Wajdeloty 9/4 80-437 Gdańsk	tel. 602 776 300 faks 58 741 56 76 www.dwdservice.pl mosty@dwdservice.pl	Specjalista w dostawie i montażu systemów odwodnień mostów i wiaduktów z żywic poliestrowych GPR, PP oraz PE-HD. Od 2014 r. wyłączny przedstawiciel w Polsce firmy Stirling Lloyd. Wykonuje także zabezpieczenia antykorozyjne powierzchni betonowych.	29, 42

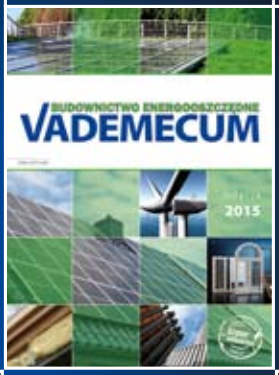
Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
FRANKI SK Sp. z o.o. ul. Jasnogórska 44 31-358 Kraków	tel. 12 622 75 60 faks 12 622 75 70 www.frankipolska.pl info@frankipolska.pl	Wykonuje fundamenty specjalne i pale głównie w technologii FRANKI Nowej Generacji, a także pale typu Atlas, pale w rurach typu BSP, kolumny żwirowe, żwirowo-betonowe, betonowe typu Franki. Tworzy koncepcje i projekty palowania oraz fundamentów.	30, 44-45
Freyssinet Polska Sp. z o.o. ul. Szyszkowa 20 02-285 Warszawa	tel. 22 203 17 00 faks 22 203 17 22 www.freyssinet.pl biuro@freyssinet.pl	Świadczy usługi w zakresie: sprężania konstrukcji, podwieszania mostów, nasuwania podłużnego, betonowania wspornikowego, montażu łożysk i dylatacji mostowych, napraw konstrukcji. Wykonuje konstrukcje z gruntu zbrojonego oraz konstrukcje typu TechSpan.	46-47, III okładka
FORCAD Sp. z o.o. ul. Czechosłowacka 23/12 61-461 Poznań	tel. 61 832 40 81 www.forcad.pl biuro@forcad.pl	Firma FORCAD realizuje potrzeby projektantów związanych z projektowaniem komputerowym CAD. Proponuje oprogramowanie graficzne i obliczeniowe, biblioteki, konwertery i łączniki danych, szczególnie dla branż: budownictwo, mechanika, instalacje.	43
GEOKRAK sp. z o.o. ul. Mazowiecka 21 30-019 Kraków	tel./faks 12 633 81 10, 12 632 09 00 www.geokrak.pl geokrak@geokrak.pl	Firma oferuje usługi z zakresu geologii inżynierskiej, geotechniki, ochrony środowiska (decyzje środowiskowe) i hydrogeologii na każdym etapie realizacji inwestycji. Prowadzi również prace związane z geotechniczną obsługą budowy.	48
Hilti (Poland) Sp. z o.o. ul. Puławska 491 02-844 Warszawa	tel. 22 320 56 33, 801 888 801 faks 22 320 56 01 www.hilti.pl klient@hilti.com	Producent systemowych rozwiązań dla profesjonalistów w branży budowlanej. Celem firmy jest tworzenie innowacyjnych rozwiązań, produktów i usług, które wyprzedzają potrzeby rynku oraz wyznaczają nowe standardy. W Polsce firma działa od 1991 roku.	49
HUFGARD POLSKA Sp. z o.o. ul. Rząsawska 40 42-209 Częstochowa	tel. 34 360 46 94 faks 34 360 46 98 www.hufgard.pl biuro@hufgard.pl	Hufgard Polska Sp. z o.o. oferuje innowacyjne zaprawy techniczne do ochrony, naprawy i wzmacniania konstrukcji betonowych i żelbetowych m.in. w budownictwie ogólnym, przemysłowym i infrastrukturalnym.	28, 50
ICOPAL S.A. ul. Łaska 169-197 98-220 Zduńska Wola	tel. 43 823 41 11 faks 43 823 40 25 www.icopal.pl info.pl@icopal.com	Producent i dostawca szerokiego spektrum materiałów budowlanych do hydro- i termoizolacji. W ofercie firmy znajdują się m.in. papy bitumiczne, masy kauczukowo-bitumiczne, lakiery żywiczno-bitumiczne oraz gonty modyfikowane kauczukiem SBS.	30, 52-53
JD ENGINEERING al. 29 Listopada 130 (p. 412) 31-406 Kraków	tel. 604 575 600, 737 302 652 www.jde.com.pl biuro@jde.com.pl	Firma JD Engineering jest jedynym dystrybutorem oprogramowania dla inżynierii lądowej MIDAS IT (Civil, GEN, GTS, FEA) oraz IDEA RS (Idea StatiCa) w Polsce.	32, 54
KCC Polska Sp. z o.o. ul. Budowlana 4-6 21-040 Świdnik	tel. 81 744 12 34 (33) faks 81 744 33 33 www.kcc.pl info@kcc.pl	KCC Polska to oddział koreańskiego koncernu KCC produkującego farby antykorozyjne. Oferowane zabezpieczenia antykorozyjne dla konstrukcji stalowych oraz cynkowych spełniają normy nawet w najbardziej agresywnych środowiskach przemysłowych i morskich.	33, 51

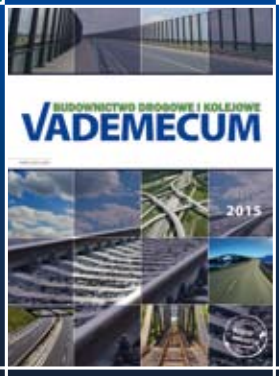
Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
MACCAFERRI POLSKA Sp. z o.o. ul. Płochocińska 19 03-191 Warszawa	tel. 22 510 61 08 faks 22 510 61 10 www.maccaferri.pl info@maccaferri.pl	Firma MACCAFERRI oferuje dla budownictwa mostowego: ściany oporowe i nasypy z gruntu zbrojonego, umocnienia stożków i elementów mostowych przed erozją oraz kotwy gruntowe. Prowadzi szkolenia techniczne dla projektantów, wykonawców i inwestorów.	30, 56-57
MAPEI POLSKA Sp. z o.o. ul. Gustawa Eiffela 14 44-109 Gliwice	tel. 22 595 42 00 faks 22 595 42 01 www.mapei.pl info@mapei.pl	MAPEI POLSKA to część Grupy MAPEI, światowego lidera w produkcji klejów i produktów chemicznych dla budownictwa. Zdobywca tytułu Srebrna Budowlana Marka Roku 2012, 2013 i 2014 w klasyfikacji generalnej. Swoje produkty oraz doradztwo techniczne, kieruje do profesjonalistów.	31, 58-59, IV okładka
MMGEO ul. Relaksowa 33/110 02-796 Warszawa	tel. 501 700 981, 22 648 27 87 www.mmgeo.pl www.finesoftware.pl info@mmgeo.pl	Biuro projektów oraz wyłączny dystrybutor oprogramowania GEO5, zintegrowanego pakietu programów do wszechstronnej analizy i projektowania różnorodnych zagadnień geotechnicznych z zastosowaniem metod analitycznych lub MES.	55
MP-MOSTY Sp. z o.o. ul. Dekerta 18 30-703 Kraków	tel. 12 312 18 78 faks 12 312 18 70 www.mpmosty.pl biuro@mpmosty.pl	MP-Mosty Sp. z o.o. świadczy usługi w zakresie projektowania, nadzorów inwestorskich oraz doradztwa technicznego w branży budownictwa komunikacyjnego (drogowego, tramwajowego, kolejowego), w branży geotechnicznej i geodezyjnej; badania laboratoryjne.	31, 60
NeoStrain Sp. z o.o. ul. Lipowa 3 30-702 Kraków	tel. 12 255 44 44 faks 12 255 44 40 www.neostrain.pl biuro@neostrain.pl	NeoStrain Sp. z o.o. jest firmą inżynierską zajmującą się projektowaniem, produkcją oraz wdrażaniem zaawansowanych systemów przeznaczonych do ciągłego monitorowania konstrukcji budowlanych, warunków środowiskowych oraz procesów przemysłowych.	II okładka, 31
OPTEM Sp. z o.o. al. Grunwaldzka 156/4 80-258 Gdańsk	tel. 58 346 40 40, 58 742 30 40 faks 58 742 10 70 www.optem.pl www.muryoporowe.com.pl biuro@optem.pl	Zajmuje się projektowaniem i wykonywaniem obiektów mostowych oraz kubaturowych. Kompleksowo wykonuje także mury oporowe, od pomysłu przez projekt do realizacji. Wieloletnie doświadczenie projektowe umożliwia pełną i profesjonalną obsługę klienta.	32, 61
PPI CHROBOK S.A. ul. Kowola 11 43-220 Bojszowy Nowe	tel. 32 218 98 88 www.chrobok.com.pl ppi@chrobok.com.pl	Prowadzi działalność w zakresie projektowania i wykonywania m.in. pali wierconych, ścianek z grodzic stalowych, kotew, gwoździ, mikropali, przecisków, przewiertów (w tym HDD), mikrotunelowania, iniekcji wysokociśnieniowej jet grouting oraz reliningu.	64
PPU Palisander Sp. z o.o. ul. Elewatorska 11B 15-620 Białystok	tel. 85 676 81 59 faks 85 676 81 60 www.palisander.com.pl biuro@palisander.com.pl	Firma Palisander, działająca od 1993 roku, jest jednym z czołowych dostawców systemów szalunkowych w kraju. Oferuje do wynajmu szalunki ścienne, stropowe, słupowe, szalunki do budowy obiektów inżynieryjnych oraz bogaty asortyment systemów BHP.	28, 62-63
REKMA Sp. z o.o. ul. Szlachecka 7 32-080 Brzezie	tel. 12 633 59 22 www.rekma.pl rekma@rekma.pl	Firma Rekma Sp. z o.o. istnieje od 1998 r. i wykonuje m.in.: bitumiczne oraz mechaniczno-asfaltowe dylatacje mostowe, naprawy spękań i uszkodzeń, cięcie oraz rowkowanie nawierzchni. Oferuje również sprzedaż mas zalewowych i sprzętu do prac drogowych.	65

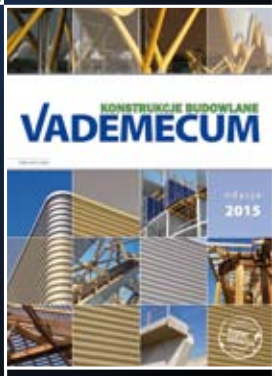
Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
STAL-BUD spółka jawna **Ryszard Syta,** **Elżbieta Kajmowicz** ul. Wiślańska 26 43-430 Skoczów	tel./faks 33 479 10 04 www.stal-bud.com.pl www.balustrady-mostowe.pl biuro@stal-bud.com.pl	Zajmuje się projektowaniem, produkcją oraz montażem balustrad mostowych na terenie całego kraju. Zatrudnia ponad 80 pracowników. W ofercie znajdują się balustrady ze stali oraz aluminium.	66
STALPRODUKT S.A. ul. Wygoda 69 32-700 Bochnia	tel. 14 615 10 00 faks 14 615 11 18 www.stalprodukt.com.pl market@stalprodukt.com.pl	Wiodący producent i eksporter wysokoprzetworzonych wyrobów ze stali: blach elektrotechnicznych transformatorowych, kształtowników giętych na zimno, barier drogowych i rdzeni toroidalnych.	67
SUBGEO Jarosław Majewski Wilczyce, ul. Borowa 28A 51-361 Wrocław	tel. 509 991 313 www.subgeo.eu info@subgeo.eu	Specjalizuje się w nieniszczących badaniach oceny stanu technicznego konstrukcji oraz dróg. Działa również na rynku jako producent oprogramowania do obróbki danych georadarowych. Wyłączny dystrybutor firmy Vmetro – producenta 3D RADARU.	68
ULMA **Construccion Polska S.A.** Koszajec 50 05-840 Brwinów	tel. 22 506 70 00 faks 22 814 31 31 www.ulmaconstruction.pl info@ulmaconstruction.pl	Jeden z czołowych dostawców systemów deskowań i rusztowań, działający na polskim rynku od ponad 25 lat. Firma systematycznie rozwija portfolio produktów i usług pozwalających na kompleksową obsługę inwestycji we wszystkich sektorach rynku budowlanego.	33, 69
VISTAL Gdynia S.A. ul. Hutnicza 40 81-061 Gdynia	tel. 58 783 37 04 faks 58 783 37 05 www.vistal.pl info@vistal.pl	Główną działalnością Grupy VISTAL jest wytwarzanie i montaż wielkogabarytowych i specjalnych konstrukcji stalowych dla sektora infrastrukturalnego, off shore, marine, budownictwa kubaturowego, przemysłowego, hydrotechnicznego oraz energetycznego.	32, 70
WOLMOST Sp. z o.o. ul. gen. L. Okulickiego 18 35-206 Rzeszów	tel./faks 17 78 44 821 www.wolmost.pl kontakt@wolmost.pl	Prowadzi działalność w zakresie projektowania, wykonawstwa oraz remontów inżynieryjnych obiektów mostowych.	71
WSC Witold Szymanik **i S-ka Sp. z o.o.** **Graphisoft Center Poland** ul. Brukselska 44/2 03-973 Warszawa WSC WSC Witold Szymanik i S-ka Sp. z o.o. Graphisoft Center Poland	tel. 22 617 68 35, 22 616 07 65 faks 22 616 07 74 www.archicad.pl wsc@wsc.pl	Przedstawiciel firmy Graphisoft i dystrybutor programu ArchiCAD w Polsce. ArchiCAD to wszechstronny program do projektowania architektonicznego i budowlanego w technologii BIM.	29, 72
YLE Inżynierowie ul. Rakietników 32 02-495 Warszawa YLE INŻYNIEROWIE	tel. 22 216 57 79 www.yle.com.pl biuro@yle.com.pl	Zajmuje się projektowaniem mostów, tuneli, dróg i linii kolejowych. Obsługuje wykonawców w zadaniach P+B również na rynkach europejskich. Wykonuje projekty montażowe i warsztatowe, a także rewitalizacje obiektów inżynierskich i konstrukcji zabytkowych.	33, 73

Zaprezentuj swoją firmę wyselekcjonowanej grupie projektantów i wykonawców!









- hydroizolacje
- budownictwo energooszczędne
- budownictwo drogowe i kolejowe
- konstrukcje budowlane

Każdy tom VADEMECUM kierowany jest do profesjonalistów budowlanych, będących członkami Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, którzy posiadają uprawnienia budowlane do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych, jak również do aktywnej zawodowo grupy związanej z branżą.

KONTAKT

Dorota Błaszkiewicz-Przedpełska
tel. 22 551 56 27
d.blaszkiewicz@inzynierbudownictwa.pl

www.vademecuminzyniera.pl

VADEMECUM

FREYSSINET POLSKA Sp. z o.o.

ul. Szyszkowa 20, 02-285 Warszawa, tel. +48 22 203 17 00, faks +48 22 203 17 22
e-mail: biuro@freyssinet.pl, www.freyssinet.pl

FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

Freyssinet Polska sp. z o.o.

jest Wykonawcą Specjalistycznych Prac Budowlanych w dziedzinach:

TECHNOLOGIE BUDOWY

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

GEOTECHNIKA

- grunt zbrojony
- łukowe obiekty inżynierskie z prefabrykatów żelbetowych typu TechSpan

NAPRAWY KONSTRUKCJI INŻYNIERSKICH

- kompleksowa naprawa konstrukcji inżynierskich z zastosowaniem najnowszych technologii
- wzmocnienie konstrukcji inżynierskich
- sprężanie zewnętrzne: Niskotarciowy System Sprężania NSS
- pręty sprężające

NOWE KONSTRUKCJE

- dostawa i montaż: łożysk mostowych, dylatacji mostowych, kotw talerzowych i przyłączeniowych oraz taśm uszczelniających typu FreyTech
- sprężanie monolitycznych konstrukcji żelbetowych
- projektowanie i sprężanie stropów
- wykonywanie sprężanych płyt na gruncie
- podwieszanie konstrukcji mostowych

MAPEI

NAPRAWA I OCHRONA BETONU

Renowacja zabytków

WZMACNIANIE KONSTRUKCJI

MAPEI®

HYDROIZOLACJE I USZCZELNIENIA

POSADZKI MINERALNE I ŻYWICZNE

WWW.MAPEI.PL

MAPEI® Budujesz raz, a dobrze!