BUDOWNICTWO MOSTOWE VADEMECUM

ISSN 2353-5261

edycja
2014

25 lat razem

www.ulmaconstruction.pl

Deskowania kształtują inwestycje

ULMA

From the beginning of your projects

BUDOWNICTWO MOSTOWE

VADEMECUM

Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa Sp. z o.o.
2014

Szanowni Państwo,

W ostatnich latach budownictwo infrastrukturalne w Polsce, w tym budownictwo drogowo-mostowe przeżywa swój rozkwit i stanowi znaczną część całego sektora budowlanego. W porównaniu do lat poprzednich zwiększyła się dynamika rozwoju sieci komunikacyjnych polskich miast – prowadzone są remonty i modernizacje dróg, mostów i wiaduktów. Często są to obiekty nie tylko funkcjonalne, ale także potrafiące wzbudzić podziw i zachwyt swoim wyglądem, nawet wśród osób, które z budownictwem nie mają nic wspólnego. Nowoczesne technologie i kreatywność twórców – inżynierów, pozwalają na zastosowanie niespotykanych dotąd rozwiązań, tworzenie niesamowitych konstrukcji z wykorzystaniem osiągnięć światowej nauki oraz inżynierskiej myśli. Budownictwo mostowe jest dziedziną wymagającą nie tylko głębokiej wiedzy, ale i dużego doświadczenia. Budowa każdego z obiektów to niepowtarzalne przedsięwzięcie realizowane w odmiennych warunkach, według indywidualnego projektu. Obiekty muszą także spełniać specyficzne wymagania, jak np. trwałość, a materiały użyte do ich budowy, oprócz wysokich parametrów wytrzymałościowych, powinny odznaczać się odpornością na agresywne środowisko, w którym konstrukcja powstanie. Walory estetyczne i dobre wkomponowanie w otoczenie zarówno miast, jak i środowisk naturalnych, to kolejne z wymagań. Chociaż nie jest łatwe projektowanie i realizowanie takich obiektów, to nie brakuje chętnych do zgłębiania tajników zawiłości konstrukcyjnych i technologicznych współczesnego budownictwa mostowego.

Mam nadzieję, że przygotowana przez Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa publikacja „VADEMECUM Budownictwo Mostowe", skierowana do członków PIIB, posiadających uprawnienia mostowe, ułatwi Państwu wykonywanie zawodu oraz przyczyni się do poszerzenia wiedzy na temat tej dziedziny budownictwa, co będzie miało także bezpośrednie przełożenie na efekty Państwa pracy.

Andrzej Roch Dobrucki
Prezes
Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa

Szanowni Państwo,

Pierwsza edycja „VADEMECUM INŻYNIERA Budownictwo Mostowe" cieszyła się w środowisku dużym powodzeniem. Rozprowadzana była wśród członków Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa ze specjalnością mostową. Jednak wiele osób zajmujących się budownictwem mostowym nie miało okazji otrzymać tej publikacji. Należy pamiętać, że wielu mostowców zrzeszonych w Izbie posiada uprawnienia konstrukcyjno-budowlane, które w pewnych okresach wydawania pozwalały na pełnienie samodzielnych funkcji technicznych w mostownictwie. Również w przypadku łączenia różnych uprawnień, członkowie Izby otrzymują numer ewidencyjny BO. Pojawiły się nawet postulaty specjalnego dodruku pierwszej edycji Vademecum Mostowego, czego należy pogratulować Wydawnictwu PIIB.

Jego życzliwe przyjęcie sprawiło, że nakład rozpowszechniany będzie również wśród członków Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej, a kolejna edycja Vademecum ukazuje się pod patronatem ZMRP. Publikacja zawiera zarówno materiały komercyjne, jak również artykuły merytoryczne, które na pewno będą przydatne w codziennej działalności inżynierskiej.

Szczególną osobistą satysfakcję sprawia mi fakt, że obecna edycja ukazuje się na seminarium „Nowatorskie rozwiązania w mostownictwie i geoinżynierii" połączonym z obchodami Dnia Mostowca. Dzień 18 maja został ustanowiony Dniem Mostowca uchwałą Zarządu ZMRP i Krajowego Zebrania Delegatów w 2013 roku. Z tej okazji wszystkim osobom zawodowo związanym z mostownictwem, składam życzenia wszelkiej pomyślności i satysfakcji z wykonywania niezwykle ciekawej profesji inżynierskiej.

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.kataloginzyniera.pl
biuro@inzynierbudownictwa.pl

Prezes zarządu: Jaromir Kuśmider

REDAKCJA
Redaktor naczelna: Anna Dębińska
p.o. Redaktor naczelna: Aneta Małek

Redaktorzy: Piotr Bień
Justyna Mioduszewska

Projekt graficzny: Jolanta Bigus-Kończak

Skład i łamanie: Jolanta Bigus-Kończak
Grzegorz Zazulak

BIURO REKLAMY
Koordynator projektu: Olga Kacprowicz – tel. 22 551 56 08
o.kacprowicz@inzynierbudownictwa.pl

Dorota Błaszkiewicz-Przedpełska
– tel. 22 551 56 27
d.blaszkiewicz@inzynierbudownictwa.pl
Barbara Koczkodaj – tel. 22 551 56 07
b.koczkodaj@inzynierbudownictwa.pl
Ewa Lewkowicz – tel. 22 551 56 23
e.lewkowicz@inzynierbudownictwa.pl
Karolina Pletkus – tel. 22 551 56 26
k.pletkus@inzynierbudownictwa.pl
Małgorzata Roszczyk-Hałuszczak
– tel. 22 551 56 11
m.haluszczak@inzynierbudownictwa.pl
Agnieszka Zielak
Monika Zysiak

ZDJĘCIA NA OKŁADCE Fotolia.com: Tom Oliveira, Luis Santos, Andrew Orlemann, smudgerone, Gary Blakeley, Prodakszyn

DRUK Drukarnia CGS Studio
Print Management: printCARE

NAKŁAD 3500 egz.

Od redakcji

Z przyjemnością przekazuję Państwu kolejne wydanie „VADEMECUM Budownictwo Mostowe" i mam nadzieję, że stanie się ono użytecznym narzędziem w Państwa codziennej pracy.

Miło mi poinformować, że w tym roku publikacja została objęta patronatem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa oraz Związku Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej.

Realizując główne założenia publikacji przedstawiamy polskie budownictwo mostowe z perspektywy firm reprezentujących tę branżę. W katalogu zamieszczamy informacje na temat firm, produktów i technologii, które są stosowane przy realizacji nowo budowanych, a także remontowanych obiektów inżynierskich.

W części merytorycznej Vademecum zamieszczamy artykuły poświęcone tematyce zabezpieczeń antykorozyjnych mostów stalowych, trwałości konstrukcji betonowych oraz nowościom w dziedzinie sprężania i podwieszania konstrukcji. Poruszany jest również temat najczęściej wykorzystywanych metod wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie komunikacyjnym.

„VADEMECUM Budownictwo Mostowe" będzie dostępne w formie e-wydania, a wszystkie informacje zawarte w publikacji zostaną zamieszczone na stronie www.kataloginzyniera.pl

Zapraszam do lektury.

p.o. Redaktor naczelna
Aneta Małek

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 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

▲ Fot. 1. Most w Puławach

Koszty zniszczeń korozyjnych sięgają w krajach rozwiniętych 7% PKB [1]. Powodują katastrofy, w tym ekologiczne, utrudnienia w życiu codziennym (przerwy w dostawie wody i elektryczności, objazdy na drogach itd.) oraz przyczyniają się do zeszpecenia krajobrazu, który nas otacza [2].

ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNE MOSTÓW STALOWYCH

dr inż. Agnieszka Królikowska
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

Wstęp

Prace antykorozyjne na obiektach mostowych nie przekraczają nigdy 3% kosztów inwestycji, a koszt samych farb stanowi 0,5%. Warto więc zwrócić uwagę na to, aby wykonane były jak najlepiej przyczyniając się do wysokiej trwałości obiektów. Dobrze zaprojektowane i wykonane zabezpieczenia antykorozyjne, przy właściwym, systematycznym utrzymaniu mogą mieć trwałość powyżej 50 lat.

Aby zapewnić taką trwałość musi być ścisła współpraca pomiędzy projektantem konstrukcji i projektantem zabezpieczeń antykorozyjnych, inwestorem, wykonawcą i profesjonalnym inspektorem nadzoru robót mostowych i antykorozyjnych.

Projektowanie konstrukcji stalowych

Trwałe zabezpieczenia antykorozyjne mogą zostać wykonane jedynie na konstrukcjach stalowych, które zostały zaprojektowane z uwzględnieniem wymagań związanych z tymi pracami.

Norma PN-EN ISO 12944-3 [3] podaje wymagania dotyczące zaprojektowania konstrukcji pod kątem zabezpieczeń antykorozyjnych, pokazując równocześnie także przykłady rozwiązań prawidłowych i błędnych. W normie przedstawiono m.in. zalecane rozmiary otworów, dopuszczalne rozmiary szczelin, typowe wymagane odległości, gdy używa się narzędzi przy pracach antykorozyjnych.

Ważny jest również stopień przygotowania spoin, ostrych krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni według normy PN-EN ISO 8501-3:2008 [4]. Są to czasochłonne i kosztowne prace, które muszą zostać uwzględnione w specyfikacji robót antykorozyjnych.

▲ Fot. 2. Trudna do zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcja mostu kratowego

W normie rozróżnia się trzy stopnie przygotowania powierzchni stali przed nakładaniem farb i podobnych produktów, a mianowicie:

- P1 – lekkie przygotowanie; minimalne wymagania przed czyszczeniem; zalecane dla konstrukcji eksploatowanych w środowisku o małej agresywności korozyjnej (C1 do C2) – niespotykane na obiektach mostowych
- P2 – dokładne przygotowanie; usunięcie większości wad powierzchni przed czyszczeniem; zalecane dla konstrukcji eksploatowanych w atmosferze o średnim narażeniu korozyjnym (C3 do C4) – występuje na obiektach poza głównymi ciągami komunikacyjnymi (drogi powiatowe i gminne, gdzie nie używa się substancji chemicznych do zimowego utrzymania dróg)
- P3 – bardzo dokładne przygotowanie; powierzchnia wolna od widocznych wad; zalecane dla konstrukcji eksploatowanych w atmosferze o dużym narażeniu korozyjnym (C5I do C5M) – większość obiektów mostowych.

Wzorce dotyczące przygotowania powierzchni dla każdego stopnia przedstawione są w odpowiednich tablicach zawartych w ww. normie [4].

W starych konstrukcjach kratowych jest wiele miejsc, których nie można dobrze zabezpieczyć. Przykład trudnego do zabezpieczenia węzła, nitów, szczelin i ostrych krawędzi pokazany jest na fot. 2.

W aktualnie projektowanych konstrukcjach również spotykamy się z rozwiązaniami, które są bardzo trudne do zabezpieczenia, bądź nawet dobrze zabezpieczone stanowią stałe miejsce zagrożeń korozyjnych, ze względu na możliwość gromadzenia się mediów korozyjnych (fot. 3 i fot. 4).

Szczególnie ważne jest, aby dobrać odpowiednią technologię zabezpieczeń antykorozyjnych, licząc się z charakterem zaprojektowanych konstrukcji. Na kładce pokazanej na fot. 3 projektant przewidział system duplex z powłoką cynkową i powłoką malarską natryskiwanymi cieplnie (tzw. metalizacja). Nie wziął jednak pod uwagę gabarytów pistoletu do natryskiwania tych powłok i konieczności wykonania natrysku prostopadle do powierzchni, co jest warunkiem koniecznym zapewnienia im dobrej przyczepności i właściwej grubości. W konsekwencji tego w wytwórni należało zamienić w tych miejscach technologię na malowanie farbami wysokocynkowymi, co w tym wypadku spowodowało nieciągłość zabezpieczenia i opóźnienia związane ze zmianą technologii.

▲ Fot. 3. Fragment kładki z wieloma miejscami trudno dostępnymi dla zabezpieczeń antykorozyjnych (fot. A. Kaleta)

W Stanach Zjednoczonych wydatek pieniędzy państwowych na zabezpieczenia antykorozyjne jest uwarunkowany prawnie przez „Corrosion Prevention Act of 2006" (H.R. 4913). Wymagana jest weryfikacja wszystkich projektów w tej dziedzinie przez specjalistę z dziedziny korozji i obecności certyfikowanego inspektora antykorozji podczas wykonywania prac. U nas powinno być tak samo.

Nowoczesne systemy antykorozyjne

Nowoczesność systemów antykorozyjnych oznacza ich wysoką trwałość oraz sprostanie wymaganiom ekologicznym i społecznym.

Aby proces zabezpieczeń antykorozyjnych odpowiadał określeniu „nowoczesny" wymagane są:

- projekt uwzględniający ekologiczne technologie, materiały oraz plan robót, zapewniający uzyskanie wysokiej jakości i ograniczenie utrudnień społecznych
- wyspecjalizowana firma wykonawcza
- certyfikowany nadzór.

Elementy te pozwalają wykonać zabezpieczenia wysokiej jakości w krótkim czasie, bez zanieczyszczania środowiska.

Zastosowane materiały są tylko jednym z elementów nowoczesności całego procesu.

Wymagane jest również zaplanowanie i systematyczne wykonywanie prac utrzymaniowych.

Monitorowanie zachowania się systemów przy pomocy badań nieniszczących (w tym techniki spektroskopii impedancyjnej) pozwoli na ocenę prawidłowości wyboru i aplikacji systemu oraz ekonomiczne zaplanowanie renowacji. Wnioski z obserwacji systemów w czasie eksploatacji są bardzo cenną wskazówką dla projektowania następnych zabezpieczeń.

Materiały stosowane w zabezpieczeniach antykorozyjnych

W Europie najczęściej stosowanymi systemami na dużych konstrukcjach stalowych są systemy epoksydowo-poliuretanowe, a w Stanach Zjednoczonych czyste systemy poliuretanowe. Nowe systemy dążą do:

a) zwiększenia trwałości systemu
b) zmniejszenia liczby powłok
c) skrócenia minimalnego czasu przemalowywania
d) większej tolerancji na przygotowanie podłoża
e) większej tolerancji na warunki zewnętrzne podczas aplikacji
f) krótszego czasu do uzyskania pełnych właściwości systemu

▲ Fot. 4. Niewłaściwe rozwiązanie konstrukcyjne pozwalające na gromadzenie się wody na moście kolejowym

g) zmniejszenia ilości związków szkodliwych dla środowiska
h) wyeliminowania składników lub reakcji ubocznych wpływających negatywnie na jakość powłok.

Należy jednak zdawać sobie sprawę, że uzyskanie cech wymienionych w punktach b÷h wiąże się najczęściej z mniejszą trwałością systemów.

Bazując na własnych doświadczeniach w badaniach, nadzorach i ekspertyzach, najchętniej uwzględniam w projektach zabezpieczeń antykorozyjnych na nowych mostach systemy opisane poniżej.

Grunt etylokrzemianowy wysokocynkowy pokryty hybrydową, grubopowłokową farbą polisiloksanowo-epoksydową

System o najwyższej trwałości antykorozyjnej i najdłuższym okresie utrzymania koloru i połysku. Odkąd powstała nowa generacja farb etylokrzemianowych wysokocynkowych, które są gotowe do przemalowania po 4 godzinach utwardzania się w wilgotności względnej 50-60%, wyeliminowany został problem długiego czasu oczekiwania do nanoszenia następnej warstwy. Nowe grunty etylokrzemianowe wysokocynkowe są również mniej wrażliwe na niewielkie przegrubienia i nie mają skłonności do suchego natrysku. Są to jedyne farby, które łączą się chemicznie z podłożem zapobiegając „podpływaniu" wilgoci w miejscach uszkodzeń. Bardzo duża przyczepność do podłoża pozwala na pozostawienie ich na powierzchni podczas renowacji. Aplikuje się je tak jak wszystkie farby, nadają się więc do użycia na każdej, nawet najbardziej skomplikowanej konstrukcji.

Farba polisiloksanowa oparta jest na żywicy nieorganicznej tak, jak grunt etylokrzemianowy (jest hybrydą żywicy nieorganicznej i organicznej). Wiąże się z tym dużo wyższa odporność na zniszczenia związane z promieniowaniem słonecznym. Stąd pochodzi trwałość jej połysku i koloru. Domalowania wykonane nawet z roczną przerwą nie różnią się kolorem i połyskiem od pozostałych powłok na konstrukcji. Stanowi to duże ułatwienie przy wykonywaniu poprawek i zabezpieczaniu spoin na placu budowy. Jest to jeden z niewielu systemów dwupowłokowych, które poleca się na duże konstrukcje stalowe.

Bardziej tradycyjną wersją tego systemu jest system trójpowłokowy z gruntem etylokrzemianowym wysokocynkowym, międzywarstwą epoksydową i poliuretanową powłoką nawierzchniową. Jest to system tańszy, ale czas do renowacji powłoki nawierzchniowej jest dużo krótszy. Powłoka ulega szybszej degradacji pod wpływem promieni słonecznych. Konieczność nanoszenia trzech, a nie dwóch powłok zwiększa pracochłonność prowadzonych prac.

Tradycyjne systemy epoksydowo-poliuretanowe trójpowłokowe

Jako grunt można stosować grunt epoksydowy wysokocynkowy (zawartość cynku w suchej powłoce powyżej 70%) lub mastykę epoksydową z aluminium, która zwiększa bezpieczeństwo przy niedokładnościach w przygotowaniu powierzchni. Można też stosować wszystkie inne typy epoksydów wysokiej jakości. Należy pamiętać, że pod nazwą „farba epoksydowa" kryje się kilkadziesiąt farb o bardzo dużych różnicach we właściwościach i jakości. Podstawowym kryterium jakości systemów malarskich jest ich odporność w badaniach przyspieszonych. Wykonuje się je zgodnie z normą PN-EN ISO 12944-6 [5] lub zgodnie z normą Norsok 501, która jest równoważna opracowanej później normie ISO 20340 [6]. Jako powłokę międzywarstwową można stosować powłokę epoksydową z wysoką zawartością wypełniacza płatkowego (np. tlenku żelaza lub płatków szklanych) lub następną warstwę mastyki epoksydowej z aluminium. Mogą to być również inne farby epoksydowe wysokiej jakości. Do wykonania cienkowarstwowych powłok nawierzchniowych można zastosować farbę akrylowo-polisiloksanową, która zapewnia stabilny kolor i połysk lub tradycyjnie farbę poliuretanową. Te ostatnie też różnią się trwałością (i ceną), należy więc je wybierać w zależności od wymagań estetycznych.

Systemy metalizacyjno-malarskie

Są to systemy najczęściej projektowane do zabezpieczeń konstrukcji mostowych, jednak nie nadają się do zastosowania na wszystkie typy konstrukcji. Gęste użebrowanie, małe skalopsy, czy inne przestrzenie trudno dostępne wykluczają ich prawidłowe nałożenie. Zastosowanie ich w przestrzeniach zamkniętych (skrzynki) grozi samozapaleniem pyłów cynkowych lub aluminiowych, a rzadkie rozmieszczenie otworów przez które przechodzi podczas prac antykorozyjnych wiele przewodów technologicznych zwiększa jeszcze zagrożenie dla życia pracujących ludzi. Dotyczy to również wykonywania zabezpieczenia spoin wewnątrz skrzynek nawet, gdy pozostałe powłoki zostały nałożone w wytwórni. Powłoki te są bardzo wymagające, zarówno w odniesieniu do przygotowania podłoża (wymagany stopień

Sa 3, wyjątkowo Sa 2 ½, odpowiedni profil i chropowatość powierzchni, szlifowanie krawędzi ciętych na gorąco) jak i procesu aplikacji. Muszą one zostać nałożone natychmiast po oczyszczeniu powierzchni, a uszczelnione w ciągu 4-8 godzin. Dla dużego dźwigara mostowego jest to duże wyzwanie, szczególnie jeśli weźmiemy pod uwagę konieczność sprawdzenia i uzupełnienia grubości oraz usunięcia suchego natrysku. Spotyka się również wiele wad powłok metalizacyjnych związanych z nadmierną chropowatością powłoki cynkowej, niemożliwymi do sprawdzenia na bieżąco efektami uszczelnienia, widocznymi śladami prowadzenia pistoletu itd. (fot. 5, 6, 7).

Systemy z powłoką metalową (cynkową, aluminiową i cynkowo-aluminiową) są bardzo dobrym zabezpieczeniem o wysokiej trwałości na konstrukcjach blachownicowych z dobrym dostępem do powierzchni. Wymagają one wyszkolonych metalizatorów do ich właściwej aplikacji.

Nowe produkty są droższe od dotychczas stosowanych. Stosując jednak rachunek opierający się „na czasie życia" systemu okazują się być opłacalne i znajdują zastosowanie na wielu konstrukcjach. Ocena kosztów bazująca na trwałości systemu jest elementem nowoczesności systemów antykorozyjnych.

Niezbędne dokumenty

Do prawidłowego przebiegu procesu zabezpieczeń antykorozyjnych ważne są następujące dokumenty:

- Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia (SIWZ)
- Szczegółowa Specyfikacja Techniczna (SST)
- Dokumentacja powierzchni referencyjnych
- Techniczne warunki gwarancji.

Od wielu lat panuje przekonanie, że branie pod uwagę w przetargach najniższej oferowanej ceny jako głównego parametru prowadzi do złej jakości prac. Nie musi tak być, jeżeli inwestor prawidłowo określi w **Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia** (SIWZ) swoje wymagania. Dla prac antykorozyjnych poza szczegółowymi wymaganiami dotyczącymi technicznych właściwości materiałów, technologii przygotowania powierzchni i technologii aplikacji, należy zamieścić wymagania dotyczące pory roku, kiedy mają one zostać wykonane. Konieczne jest zastosowanie osłon i systemu nagrzewczo-wentylacyjnego, jeśli prace miałyby być prowadzone w trudnych warunkach atmosferycznych. Należy również określić wymagania dotyczące doświadczenia wykonawcy i inspektora nadzoru w pracach antykorozyjnych (lata doświadczenia, zaliczone kursy). Jeśli mamy do czynienia z pracami remontowymi to konieczne jest wykonanie szczegółowej ekspertyzy stanu istniejącego zabezpieczenia przed rozpoczęciem prac projektowych.

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna poza szczegółowymi wymaganiami dotyczącymi systemów antykorozyjnych, technologii przygotowania powierzchni i aplikacji materiałów, powinna uwzględnić kryteria odbiorowe i metody pomiaru parametrów przygotowania powierzchni i wykonanych powłok.

W specyfikacji powinny również znaleźć się wymagania określające liczbę, miejsca i czas wykonania **pól referencyjnych.** Pierwsze pole referencyjne powinno zostać wykonane na początku prac, aby sprawdzić, czy z zaproponowanymi materiałami i technologiami można otrzymać wymagane efekty.

▲ Fot. 5. Nierówna powłoka metalizacyjna

▲ Fot. 6. Powłoki malarskie na bardzo nierównej powłoce metalizacyjnej

Ostatni dokument, który należy omówić, to **techniczne warunki gwarancji.** Umowa gwarancyjna powinna zostać podpisana przed rozpoczęciem prac, kiedy są jeszcze możliwe negocjacje. Nie wystarczy dostać gwarancje na 3, 5 czy 10 lat. Ważne jest jednoznaczne określenie w jakim stanie mają być zabezpieczenia antykorozyjne po tym okresie czasu. Należy określić jaką muszą mieć przyczepność (np. wg normy PN-EN ISO 16276-1 i/lub 2 [7] wraz z wyspecyfikowaniem przyrządu pomiarowego), zniszczenia (stopień skorodowania, spęcherzenia, złuszczenia, spękania, skredowania wg normy PN-EN ISO 4628-3:2005 [8]) oraz wymagania dotyczące zmiany połysku i koloru (wg PN-EN ISO 2813 [9] i wzornika RAL).

▲ Fot. 7. Delaminacja powłoki metalizacyjnej na źle przygotowanej krawędzi ciętej na gorąco

Podsumowanie

Zabezpieczenia antykorozyjne są nowoczesną i trudną dziedziną wiedzy technicznej, która wymaga specjalistów do jej stosowania.

W procesach zabezpieczeń antykorozyjnych w Polsce, pomimo znaczącego rozwoju w ostatnich latach, występuje wciąż wiele niedoskonałości. Duża część z nich wynika z braku umocowania tych zabezpieczeń w Prawie Budowlanym. Wynika z tego brak zaangażowania specjalistów antykorozyjnych w projektowanie i nadzór nad wykonywaniem tych prac. Stąd pochodzą błędy w wyborze systemów, brak zwrócenia uwagi na różne ważne elementy technologii wykonania, rozplanowania robót, standardów wymagań, właściwego utrzymania powłok itd. Efektem jest skrócona trwałość i niewłaściwie ocenione koszty.

Brak jest też uwzględnienia nowych materiałów i technologii w aktualnie prowadzonych zabezpieczeniach. Nowości „przebijają się" na nasz rynek dużo dłużej niż w innych rozwiniętych krajach. Związane jest to również ze słabą współpracą jednostek badawczych ze środowiskiem inwestorów i projektantów.

Mimo to w ciągu ostatnich lat udało się osiągnąć pewien postęp – w dziedzinie mostów stalowych GDDKiA wydała „Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych" [10] określające wymagania w tej dziedzinie. Rozpoczęto szkolenia certyfikowanych inspektorów antykorozyjnych, od lat prowadzone są szkolenia metalizatorów, rozpoczynają się kursy certyfikacyjne dla malarzy. Również miasta zainteresowały się uporządkowaniem spraw korozyjnych i zlecają opracowanie wymagań dostosowanych do potrzeb infrastruktury miejskiej.

Koszt zabezpieczeń antykorozyjnych nie powinien być oceniany jedynie na podstawie poniesionych nakładów. Trzeba uwzględnić koszt przypadający na każdy przewidywany rok bezremontowego użytkowania. Zapewni to wówczas najniższe koszty społeczne i środowiskowe, przy zachowaniu najwyższej trwałości.

Literatura

1. „Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United State" Raport Federalnej Administracji Autostrad 2001
2. WCO (Światowa Organizacja Korozyjna) „Global Needs for Knowledge, Dissemination, Research, and Development in Materials Deterioration and Corrosion Control" (maj 2009)
3. PN-EN ISO 12944-3: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 3: Zasady projektowania
4. PN-EN ISO 8501-3:2008: Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wzrokowa ocena czystości powierzchni – Część 3: Stopnie przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni
5. PN-EN ISO 12944-6: Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich – Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości
6. ISO 20340: Paints and varnishes – Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures (Farby i lakiery – Wymagania dla systemów ochronnych konstrukcji nadbrzeżnych i podobnych)
7. PN-EN ISO 16276-1,2: Ochrona konstrukcji stalowych przed korozją za pomocą ochronnych systemów malarskich – Ocena i kryteria przyjęcia adhezji/kohezji (wytrzymałości na odrywanie) powłoki – Część 1: Badanie metodą odrywania; Część 2: Badanie metodą siatki nacięć i metodą nacięcia w kształcie litery X
8. PN-EN ISO 4628-3:2005: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok
9. PN-EN ISO 2813: Farby i lakiery – Oznaczanie połysku zwierciadlanego niemetalicznych powłok lakierowych pod kątem 20°, 60° i 85°
10. Królikowska A., *Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych – nowelizacja w 2006 r.* Zarządzenie nr 15 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 8 marca 2006 roku

Nowo budowane trasy komunikacyjne coraz częściej napotykają na trudne warunki gruntowe. Wymusza to stosowanie różnych technik wzmacniania podłoża nasypów i fundamentów obiektów inżynierskich.
Wśród wielu nowoczesnych i skomplikowanych metod wzmacniania podłoża gruntowego istnieją proste sposoby znane od wieków a nawet takie, które nie wymagają dodatkowych nakładów.

METODY WZMACNIANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO
W BUDOWNICTWIE KOMUNIKACYJNYM

mgr inż. *Piotr Rychlewski*
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

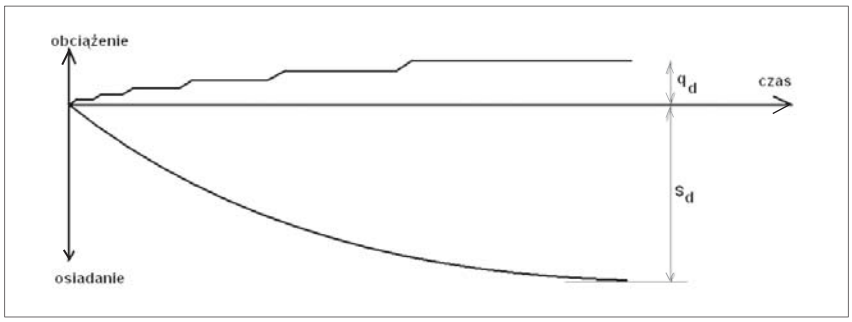
Wymiana gruntu

Najbardziej oczywistym sposobem rozwiązania problemu słabego gruntu zalegającego w podłożu jest jego wymiana na materiał przydatny do posadowienia nasypu czy fundamentu obiektu. Stosowna jest w przypadku słabych gruntów organicznych (torfy, gytie), miękkoplastycznych gruntów spoistych czy występujących składowisk odpadów i innych nieprzydatnych do posadowienia materiałów. Głębokość pełnej wymiany gruntu dochodzi do kilku metrów (3-5 m). W sprzyjających warunkach możliwa jest wymiana na większą głębokość. Zabieg staje się dużo trudniejszy w przypadku występowania wody gruntowej.
W przypadku problemów z pełną wymianą gruntu wymieniane są tylko przypowierzchniowe warstwy słabego podłoża. W zależności od obciążenia, dopuszczalnych osiadań i czasu konsolidacji może to być zabieg wystarczający albo wymagający dodatkowego wzmocnienia wgłębnego.
Gdy grunty są bardzo słabe o charakterze bagna z wysoko występującą wodą gruntową stosuje się wypieranie słabego podłoża. Budowany nasyp „tonie" w słabym gruncie nawodnionym i jednocześnie wyciska ten grunt. Należy pamiętać, że wyciskanie nie jest stuprocentowe i pod nasypem pozostanie warstwa gruntu, która będzie musiała ulec konsolidacji. Zabieg wypierania wspomaga się np. mechanicznie, przecinając kożuch torfowy lub używając metody wybuchów.
Na fot. 1 pokazano przykłady wykonywania wymiany gruntu na budowie Trasy Siekierkowskiej w Warszawie.

▲ Fot. 1. Wymiana gruntu na dojazdach do Mostu Siekierkowskiego w Warszawie

Konsolidacja

Najprostszym sposobem wzmocnienia słabego podłoża jest jego konsolidacja. Polega ona na obciążeniu podłoża nadkładem nasypu w wyniku czego z porów gruntu wyciskana jest woda. Towarzyszy temu zmniejszenie objętości porów gruntu i wynikające z tego osiadanie nasypu. Jest to zabieg długotrwały, a czas konsolidacji może być liczony nawet w latach i zależy on od przepuszczalności podłoża oraz drogi filtracji. Szczególnie długi będzie w gruntach ilastych i gytii. Ze względu na wytrzymałość podłoża może zaistnieć konieczność budowy nasypu etapowo. Kolejne warstwy obciążenia będą dokładane w miarę postępów konsolidacji i wzrostu wytrzymałości podłoża. Wiele istniejących



▲ Rys. 1. Schemat osiadań w procesie konsolidacji

obecnie i eksploatowanych nasypów budowanych było w ten sposób. Schemat osiadań pokazano na rys.1.
Należy również pamiętać, że zmniejszenie objętości porów gruntu powoduje konieczność wykonania nasypu o większej objętości niż wynika z teoretycznego rysunku. Wynikają stąd nieoczekiwane niedobory w bilansie mas ziemnych. Zagadnienie to występuje również w nasypach o podłożu wzmocnionym innymi metodami, gdzie ma miejsce zjawisko konsolidacji.
Ze względu na potrzebny relatywnie długi czas jest to metoda obecnie rzadko wykorzystywana.

Przeciążenie

Proces konsolidacji i stabilizacji osiadań można przyspieszyć stosując przeciążenie.
Polega ono na czasowym przyłożeniu na budowanym nasypie większego obciążenia niż przewidywany docelowy nacisk na podłoże. Najprościej przyłożyć takie obciążenie za pomocą dodatkowej warstwy gruntu. W szczególnych przypadkach obciążenie takie może być wywierane za pomocą siłowników, kotew gruntowych, balastu żelbetowego lub zbiorników z wodą. Zdjęcie tego obciążenia po pewnym czasie znacząco redukuje osiadania resztkowe. Schemat osiadań z przeciążeniem pokazano na rys. 2, gdzie linią przerywaną pokazano osiadanie bez przeciążenia, a ciągłą – z przeciążeniem.

Konsolidacja podciśnieniowa

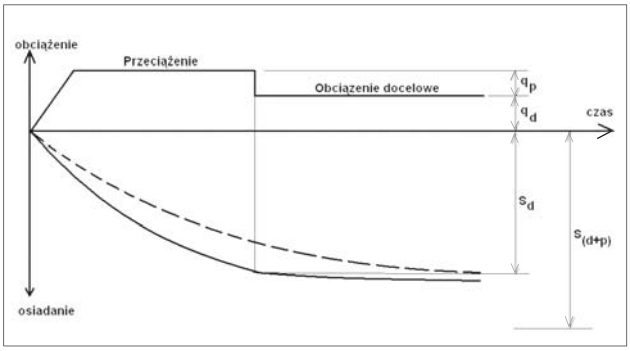
Zamiast przeciążenia nadkładem możliwe jest wykorzystanie ciśnienia atmosferycznego i wspomaganie konsolidacji wymuszonym podciśnieniem. Metoda nie była jeszcze stosowana w Polsce, ale w przypadku dużych zadań daje korzystne efekty ekonomiczne. Konsolidacja polega na ułożeniu szczelnej poziomej powłoki zagłębionej po obwodzie w wykopanych rowach wypełnionych wodą gruntową. Pod powłoką wytwarza się za pomocą pompy próżniowej podciśnienie, co powoduje oddziaływanie ciśnienia atmosferycznego porównywalne do nadkładu z gruntu. Metoda ma szereg zalet technicznych. Nie ma potrzeby etapowania obciążenia ze względu na brak zagrożenia wyparcia słabego gruntu spod nasypu. Mniejsze są osiadania konsolidacyjne i związany z tym niedobór w bilansie mas ziemnych. Nie ma potrzeby rezerwowania dużej objętości kruszywa na wykonanie przeciążenia.

Dreny pionowe

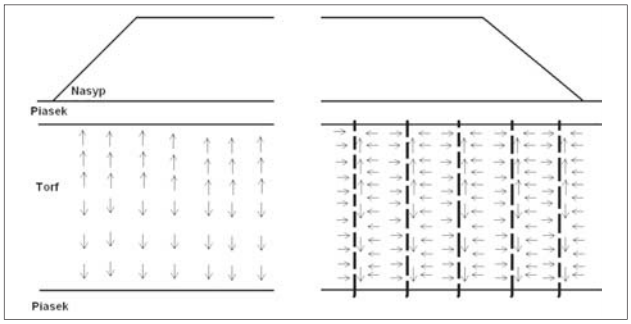
Wspomaganie konsolidacji możliwe jest również dzięki zastosowaniu drenów pionowych. Wykonanie ich w gruncie wzmacnianym powoduje znaczące skrócenie drogi filtracji i przyspieszenie konsolidacji dzięki szybszemu odpływowi wody do warstw drenujących. Schemat odpływu wody z gruntu w przypadku podłoża z drenami lub bez nich pokazano na rys. 3.
Najpowszechniej spotykane są dreny prefabrykowane w postaci specjalnie wyprofilowanych taśm otoczonych geowłókniną. Ich konstrukcja zapewnia również transport wody w przypadku załamania drenu w wyniku osiadania podłoża. Funkcje drenów mogą pełnić również kolumny wzmacniające podłoże, które zapewniają wzdłużny przepływ wody np. żwirowe lub piaskowe. Kolumny takie dla lepszej filtracji na styku grunt-kolumna wykonywane są w otoczce z materiału geosyntetycznego. Koszulka z geowłókniny zapewnia dobre parametry filtracyjno-separacyjne. Zastosowanie geotkanin, a w szczególności tkanych obwodowo, zapewnia również dużo większe wzmocnienie podłoża.

Wzmacnianie podłoża metodą ubijania

Wzmocnienie podłoża metodą ubijania polega na dogęszczaniu istniejącego podłoża za pomocą bijaka spadającego z dużej wysokości. Jest to metoda przydatna szczególnie w gruntach niespoistych, które można łatwo dogęścić. Możliwe jest również jej zastosowanie do innych rodzajów gruntu (np. lessy), do zagęszczenia istniejących nasypów oraz na terenie składowisk odpadów. Proces wykonania zagęszczania dynamicznego silnie oddziałuje na otoczenie. W przypadku wykonywania robót w pobliżu innych budowli należy monitorować wpływ realizacji na drgania tych obiektów. Wpływ ten zależy od wielu czynników, takich jak: energia bijaka (jego masa i wysokość spadania), warunki gruntowe (rodzaj, stan i ukształtowanie warstw gruntu), poziom wody, ukształtowanie terenu, konstrukcja i stan budowli oraz jej poziom posadowienia. Ze względu na złożoność zjawiska, ocena wpływów drgań nie jest intuicyjna. Zdarzało się, że najniekorzystniejszy wpływ drgań nie był na budynki położone najbliżej miejsca robót, a na te które znajdowały się w drugiej linii zabudowy. Przed rozpoczęciem zasadniczych robót należy ocenić wpływ drgań montując na przyległej zabudowie specjalne czujniki. W przypadkach wątpliwych monitoring taki powinien być prowadzony w sposób ciągły przez cały okres realizacji.
Skuteczność wykonania wzmocnienia i jego głębokość należy zweryfikować na poletkach wstępnych. Po wykonaniu wzmocnienia konieczne jest dogęszczenie warstwy



▲ Rys. 2. Schemat osiadań z przeciążeniem nasypu



▲ Rys. 3. Różnica w sposobie odpływu wody w czasie konsolidacji z warstwy bez drenażu i z warstwy drenowanej

powierzchniowej. Skuteczność i głębokość wykonanego wzmocnienia zależy od użytych bijaków, wysokości ich spadania, rozstawu punktów wzmocnienia i sposobu wykonania zabiegu.

Ubijanie lekkie wykonuje się bijakiem o masie kilku ton (2-8 t) pokrywając całkowicie wzmacnianą powierzchnię siatką uderzeń. Bijak zrzucany jest z wysokości kilku metrów (3-10 m), a zasięg wzmocnienia sięga do 4-6 m.

Zastosowanie bardzo ciężkich bijaków o masie kilkunastu do nawet dwustu ton pozwala na zagęszczenie podłoża do głębokości kilkunastu metrów. W sprzyjających warunkach zasięg takiego zabiegu może sięgać do ponad 20 m. Zwykle takie zagęszczanie jest prowadzone kilkufazowo ze stopniowym zagęszczaniem siatki uderzeń. Pozwala to np. na rozproszenie ciśnienia wody w porach jeśli jej poziom znajduje się w strefie wzmocnienia. Wysokość spadania bijaka sięga znacznych wysokości dochodzących do 30 m.

Ubijanie impulsowe

Podobne efekty można uzyskać wykonując szybkie ubijanie impulsowe. Wykorzystuje się do tego bijak zamontowany na koparce, który podrzucany jest do góry przez siłowniki hydrauliczne na wysokość ok. 1 m z częstotliwością kilkudziesięciu razy na minutę. Spadający bijak uderza w specjalna stopę stalową urządzenia i za jej pośrednictwem przekazuje energię na podłoże. Metoda generuje znacznie większy hałas, ale jednocześnie pozwala przeprowadzać zagęszczenie znacznie szybciej, eliminując czas potrzebny na podnoszenie bijaka urządzeniem dźwigowym. Zasięg wzmocnienia sięga do ok. 5 m. Metoda stosowana jest do zagęszczania podłoży różnych obiektów (hale przemysłowe, nasypy autostradowe), a ostatnio bardzo często do zagęszczania wałów przeciwpowodziowych.

▲ Fot. 2. Maszyna do zagęszczania impulsowego

Wymiana dynamiczna

Z wykorzystaniem tej metody możliwe jest formowanie kolumn tłuczniowych w słabych gruntach spoistych. Na powierzchni roboczej formuje się platformę z tłucznia lub żwiru. Możliwe jest użycie dodatkowo gruzu betonowego, np. w Warszawie udało się wykonawcy wykorzystać materiał pochodzący z rozbiórki pasa startowego na lotnisku.

Na uformowaną platformę zrzuca się bijak, który wbija materiał ziarnisty w słabe podłoże, wytwarzając na powierzchni krater o wielkości bijaka. Krater zasypuje się kruszywem i kolejnymi uderzeniami bijaka formuje się w gruncie słabym kolumnę. Powtarzając zabieg w rozstawie przewidzianym projektem formuje się siatkę kolumn wzmacniających podłoże np. nasypu drogowego. Kolumny takie skutecznie mogą zastąpić nawet wymianę podłoża w warunkach, w których jej wykonanie byłoby niemożliwe. Skuteczność zabiegu dla pojedynczych kolumn sprawdza się za pomocą obciążeń płytą. Głębokość wykonania kolumn oraz efekt wzmocnienia słabego gruntu można zweryfikować metodą sondowania w kolumnie i między kolumnami. Ostateczną weryfikacją przyjętych założeń jest pomiar osiadań podstawy nasypu. Na fot. 3, 4 i 5 przedstawiono przykłady realizacji i kontroli takich kolumn.

▲ Fot. 3. Zagłębienie bijaka w czasie formowania kolumny

▲ Fot. 4. Widok krateru wybitego przez spadający ciężar

▲ Fot. 5. Próbne obciążenie płytą statyczną z wykorzystaniem dźwigu używanego do wykonania kolumn

Wibroflotacja

Wibroflotacja jest metodą wzmacniania podłoża polegającą na wgłębnym zagęszczeniu gruntu za pomocą specjalnego wibratora zwanego wibroflotem. Podobną technologią jest wibrowymiana, dzięki której możemy we wzmacnianym gruncie uformować kolumny z kruszywa.

Wibroflotacja, analogicznie jak opisywane poprzednio ubijanie, przydatna jest w gruntach niespoistych z ewentualnymi niewielkimi domieszkami frakcji pyłowej lub iłowej oraz gruntów organicznych. Możliwe jest zagęszczanie odpadów kopalnianych, niekontrolowanych nasypów lub nasypów formowanych metodą refulacji. Metoda charakteryzuje się brakiem oddziaływań udarowych, ale na otoczenie mogą wpływać ciągłe wibracje. Pochodzą one od wibratora wgłębnego, który zagłębia się w podłoże pod własnym ciężarem, rozpychając grunt i powodując lepsze upakowanie ziaren oraz większe zagęszczenie. Zwiększa to nośność podłoża i zmniejsza osiadanie konstrukcji wykonanych na tak wzmocnionym podłożu. Zagłębianie wibroflota w grunt może być wspomagane wodą lub sprężonym powietrzem. Proces zagęszczania odbywa się ruchem posuwisto-zwrotnym, ze stopniowym podciąganiem urządzenia do góry. Powstały otwór wypełniany jest stopniowo gruntem niespoistym, najczęściej miejscowym gruntem zagęszczanym w czasie zabiegu. Efektywność

wykonania wibroflotacji zależy od rodzaju i stanu gruntu, rozstawu punktów zagęszczania oraz parametrów wibroflota. W wyniku zagęszczenia podłoża poziom terenu ulega obniżeniu. Zasięg wzmocnienia sięga w gruncie ok. 0,8-1,5 m od każdego punktu. Głębokość zagęszczenia wynosi kilka metrów, ale przy użyciu specjalnych urządzeń może dochodzić do 30 m. Po wykonaniu zabiegu konieczne jest powierzchniowe dogęszczenie podłoża.

W celu oceny skuteczności wzmocnienia wykonuje się sondowania dynamiczne lub statyczne przed i po wykonaniu zabiegu. W czasie wykonywania wibroflotacji możliwa jest zgrubna ocena skuteczności na postawie poboru prądu przez wibroflot.

Wibrowymiana

W podobny sposób formowane są kolumny żwirowe metodą wibrowymiany. Do wykonania kolumn stosuje się specjalny wibrator śluzowy, umożliwiający podawanie kruszywa przez wnętrze wibratora. Po zagłębieniu wibratora na docelową rzędną stopniowo podnosi się urządzenie jednocześnie dozując kruszywo do powstałego otworu. Ponowne zagłębienie wibratora powoduje rozepchnięcie kruszywa i formowanie kolumny. Czynności te powtarza się aż do wyrównania z powierzchnią terenu. Materiał kolumny dzięki większej przepuszczalności niż grunt rodzimy umożliwia szybszy odpływ wody i przyspiesza konsolidację. Po wykonaniu kolumn również konieczne jest zagęszczenie powierzchniowe. Wibrowymianę stosuje się do wzmocnienia podłoża z miękkoplastycznych glin i iłów. Możliwe jest również wzmacnianie gruntów organicznych: torfów, gytii i namułów. W celu oceny skuteczności wykonania kolumn wykonuje się sondowania w kolumnie, co pozwala na ocenę zakładanej głębokości i ciągłości kolumny. W przypadku bardzo słabych gruntów, które nie zapewniają oporu bocznego w czasie formowania, możliwe jest wykonanie kolumn wibrocementowych. W takim przypadku zamiast czystego kruszywa podaje się przez wibrator śluzowy mieszankę kruszywa i cementu (suchy beton). Wiązanie takiego materiału możliwe jest dzięki wodzie gruntowej. Uformowane kolumny żwirowe lub cementowe mogą być poddane próbnemu obciążeniu. Typowe obciążenia przejmowane przez kolumny żwirowe osiągają wartości do 300 kN, a przez kolumny cementowe do 500-700 kN.

▲ Fot. 6. Wibrator w czasie pracy

▲ Fot. 7. Kosz zasypowy do napełniania wibratora śluzowego

▲ Fot. 8. Głowica kolumny wibrocementowej wykonana w gruntach organicznych i nasypowych

Kolumny DSM

Kolumny DSM (ang. deep soil mixing) używane są w słabych gruntach spoistych, namułach i torfach. Projektuje się je czasami również w gruntach niespoistych. Stosowane są do wzmacniania podłoża nasypów komunikacyjnych lub fundamentów różnych obiektów (np. budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej i przemysłowych, mostów i wiaduktów, wiatraków i innych konstrukcji). Kolumny wykonane na styk w formie palisady mogą po uzupełnieniu zbrojeniem stanowić zabezpieczenie i obudowę wykopu. Natomiast po dodaniu bentonitu używane są do formowania przesłon przeciwfiltracyjnych np. w wałach przeciwpowodziowych.

Najczęściej kolumny wykonywane są na podobieństwo pali jako pojedyncze. Możliwe jest z sąsiadujących kolumn (stycznych lub wciętych) formowanie ścian, rusztów (układów ścian prostopadłych) lub bloków wymieszanego ze spoiwem gruntu. Kolumny mają zwykle średnicę od 0,4 do 1,0 m, długość kilku metrów i rozstaw od 1 do 2 m. Wszystkie te wartości zależą od obciążeń i warunków gruntowych oraz wynikają z indywidualnego projektu i obliczeń statycznych. Możliwe jest wykonywanie pojedynczych elementów o większych wymiarach używając specjalnych mieszadeł podwójnych lub potrójnych, których obroty są przeciwbieżne. Zmniejsza to przy okazji moment obrotowy przekazywany na maszynę.

Formowanie kolumny polega na zagłębieniu w grunt specjalnego mieszadła, odspojeniu gruntu i wymieszaniu ze spoiwem, którym najczęściej jest zaczyn cementowy. Znane są również metody mieszania na sucho z użyciem cementu i wapna podawanego pneumatycznie (w Polsce bardzo rzadko stosowane). W czasie wykonywania kolumny mieszadło kilkukrotnie zagłębia się w grunt z jednoczesnym obracaniem i tłoczeniem zaczynu cementowego.

Technologia wykonywania kolumn DSM wymaga, aby grunt rodzimy został dobrze wymieszany z tłoczonym zaczynem cementowym. Podstawowym kryterium oceny tego procesu jest liczba zagłębień mieszadła w grunt ustalona doświadczalnie w konkretnych warunkach gruntowych oraz obserwacja przez operatora jednorodności mieszaniny wynoszonej przez mieszadło. Jednorodność wymieszania zależy od konstrukcji mieszadła, liczby poprzeczek mieszających i sposobu działania. Ponadto ocenia się jednorodność wymieszania w czasie ścinania głowic kolumn i na próbkach pobranych do badań.

Wykonanie kolumn DSM, z pozoru proste, jest jednak trudniejsze niż wykonywanie pali. Wynika to głównie z faktu, że materiał kolumny (cementogrunt) nie pochodzi z certyfikowanej wytwórni, a został wymieszany bez wizualnej kontroli z przygotowanego zaczynu

oraz rodzimego gruntu i wody gruntowej. Realizacja prac wymaga doświadczenia, prób na budowie oraz kontroli procesu wykonania kolumny i przygotowania materiałów. Szczególną uwagę należy zwrócić na wstępną ocenę realności wykonania i osiągnięcia zakładanych wytrzymałości w przypadku gruntów organicznych. Wymaga to prób na budowie lub doświadczenia w porównywalnych warunkach. Proces mieszania i tłoczenia zaczynu powinien być rejestrowany. Metryki kolumn powinny zawierać szereg informacji: datę i godziny wykonania, rzędną poziomu roboczego, głębokości mieszania w funkcji czasu, rodzaj maszyny, średnicę mieszadła, użyty cement, ewentualne dodatki, stosunek w/c oraz gęstość zaczynu, zużycie zaczynu, prędkości opuszczania i podnoszenia mieszadła oraz prędkości obrotowe.

Wytrzymałość cementogruntu jest kontrolowana na zgniatanych kostkach, analogicznie jak betonu. Należy jednak pamiętać, że nie jest to beton, a kolumna nie jest palem. Wytrzymałości cementogruntu są dużo mniejsze, zwykle 2-5 MPa i zależą od rodzaju gruntu. W gruntach bardzo słabych, organicznych mogą osiągać jedynie 0,3-0,5 MPa, a w piaskach lub żwirach dochodzić do 20 MPa, upodabniając się do kolumny betonowej. Rozrzut wyników ściskania kostek też może być bardzo duży w ramach nawet jednej kolumny i nie należy stosować rygorystycznych zasad oceny znajdujących zastosowanie w betonie towarowym. Uzyskane właściwości cementogruntu mają wpływ na sztywność i podatność wykonanych kolumn.

Projektując skład i ilość wtłaczanego zaczynu należy również uwzględnić wodę

▲ Fot. 9. Maszyna do wykonywania kolumn

▲ Fot. 10. Mieszadło w trakcie wykonywania kolumny w gruntach spoistych. Widoczne trudności w prawidłowym mieszaniu i oblepienie mieszadła gruntem

znajdującą się w gruncie. Nie tylko ze względu na jej ilość, ograniczając jej udział w zaczynie w przypadku gruntów bardziej nawodnionych, ale również ze względu na jej skład chemiczny. W palach woda agresywna lub zanieczyszczona oddziałuje tylko za pośrednictwem powierzchni betonu. W kolumnach jest składnikiem mieszaniny cementogruntu i w skrajnych przypadkach może utrudnić lub uniemożliwić wiązanie cementu.

Kolumny DSM mogą być wykonywane jedynie w gruntach niezawierających przeszkód i będących w takim stanie, który umożliwia prawidłowe wymieszanie ze wspomaganiem tłoczonym zaczynem.

Kolumna DSM ze względu na słaby materiał i powolny proces wiązania jest szczególnie narażona na uszkodzenia. W czasie wykonywania należy zadbać, aby ruch ciężkiego sprzętu w obszarze wykonywanych kolumn oraz ścinanie, skuwanie i pogłębianie wykopu nie wpływało negatywnie na wykonane wcześniej kolumny.

Do głównych zalet kolumn DSM należy:

- brak wibracji i drgań oraz umiarkowany hałas
- brak urobku i wykonanie kolumn z materiału miejscowego
- szybkość wykonania
- niższa cena w stosunku do ceny pali.

Do słabszych stron kolumn DSM należy niejednorodność cementogruntu wynikająca z właściwości i składu gruntu oraz konieczność wykonania prób wstępnych.

Kolumny betonowe

Kolumny betonowe wykonuje się podobnym sprzętem jak pale przemieszczeniowe.

▲ Fot. 11. Widok maszyny w czasie wykonywania kolumn CMC na obwodnicy Gdańska

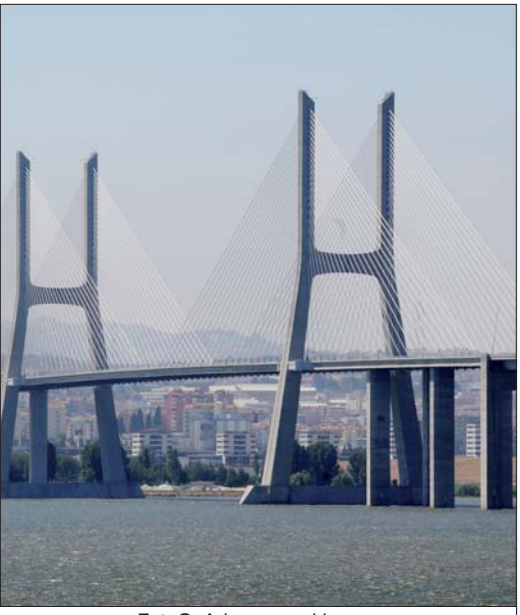
Stosowanych jest kilka rozwiązań różniących się szczegółami konstrukcyjnymi świdra, np. Omega, De Waal, CMC, FDP.

Nowoczesne palownice umożliwiają monitorowanie procesu wykonania przez operatora oraz rejestrowanie wyników pomiarów, co stanowi istotny element systemu kontroli jakości. W czasie wykonywania pala rejestrowane są: liczba obrotów i postęp świdra (zagłębianie i wyciąganie), czasy wiercenia i betonowania, ciśnienie i objętość podawanego betonu.

Specjalne konstrukcje świdrów umożliwiają przewiercenie twardych warstw gruntu. W czasie wkręcania pala grunt zostaje dogęszczony i rozepchnięty na boki. Po osiągnięciu projektowanej rzędnej przez rurę rdzeniową podawana jest pod ciśnieniem mieszanka betonowa. W czasie podciągania świdra obraca się on w tę samą stronę, co przy zagłębianiu, rozpychając ponownie grunt znajdujący się nad świdrem. Ze względu na opory wkręcania kolumny mają zwykle średnice od 40 do 60 cm. Specjalne konstrukcje świdrów mogą nieznacznie odbiegać od tych wymiarów. Maksymalne długości kolumn wynoszą około 20 m.

Literatura

1. B. Kłosiński *Współczesne sposoby wzmacniania podłoża i fundamentów budowli,* Seminarium: Wzmacnianie podłoża gruntowego i fundamentów budowli, Warszawa, 15 listopada 2007 r.
2. B. Gajewska, B. Kłosiński *Rozwój metod wzmacniania podłoża gruntowego,* X Seminarium – Geotechnika dla inżynierów: Wzmacnianie podłoża i fundamentów, Warszawa, 31 marca 2011 r.



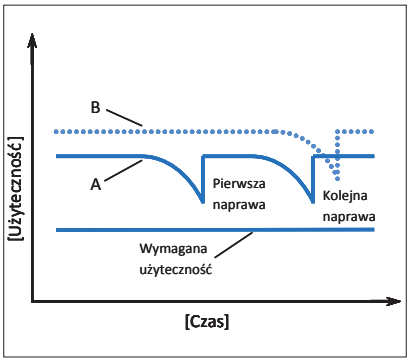
▲ Fot. G. Adamczewski

Zapewnienie wysokiej trwałości betonowych konstrukcji mostowych jest kluczem do utrzymania wymaganej użyteczności obiektu w zakładanym okresie jego eksploatacji. Całkowite koszty związane z zapewnieniem wymaganego poziomu użyteczności obiektu związane są z nakładami na czynności utrzymania (w tym naprawy bieżące) oraz nakładami początkowymi.

KSZTAŁTOWANIE TRWAŁOŚCI BETONOWYCH KONSTRUKCJI MOSTOWYCH

dr hab. inż. Piotr Woyciechowski
dr inż. Grzegorz Adamczewski
Politechnika Warszawska

Szczególnie istotna w kontekście trwałości betonowych konstrukcji jest rola nakładów początkowych, na które składają się dobór rozwiązań projektowych oraz materiałowych. W przypadku zwiększenia nakładów początkowych na uzyskanie rozwiązania optymalnego dla danych warunków eksploatacji, można spodziewać się obniżonych kosztów bieżących utrzymania w założonym okresie eksploatacji (rys. 1).



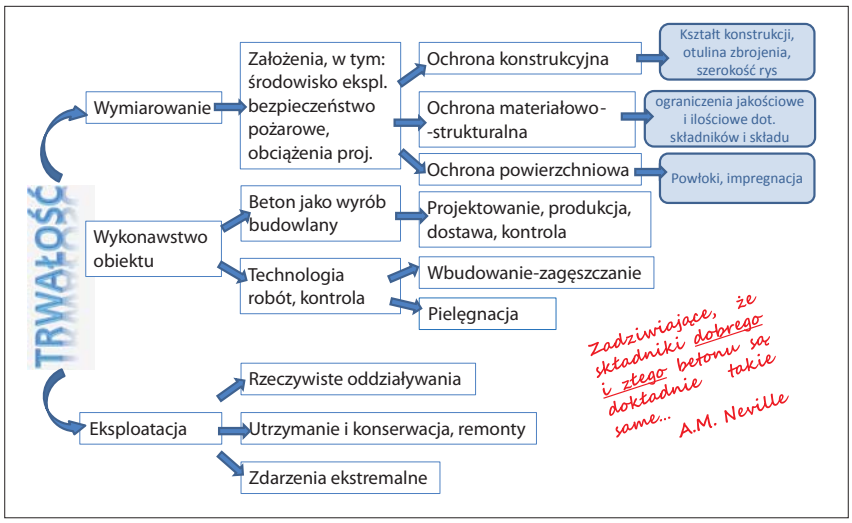
▲ Rys. 1. Użyteczność oraz koszt eksploatacji konstrukcji w czasie, w odniesieniu do konstrukcji o normalnej (A) i zwiększonej (B) trwałości

Zasady projektowania i wykonywania konstrukcji

Trwałość konstrukcji wg Eurokodu 0 stanowi – obok nośności i użytkowalności – jedno z trzech podstawowych założeń w procesie jej projektowania i w istotny sposób wpływa na przyjęte rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe. Eurokod 2 cz. 1 podaje, że "konstrukcję należy zaprojektować i wykonać w taki sposób, aby w zamierzonym okresie użytkowania (…) przejmowała wszystkie oddziaływania i wpływy, których oddziaływania można oczekiwać podczas wykonania i użytkowania oraz pozostała przydatna do przewidzianego użytkowania. Konstrukcję należy zaprojektować tak, aby jej nośność, użytkowalność i trwałość była należyta. (…) Konstrukcję należy w taki sposób projektować, aby zmiany następujące w projektowym okresie użytkowania, z uwzględnieniem wpływów środowiska i przewidywanego poziomu utrzymania, nie obniżały właściwości użytkowych konstrukcji poniżej zamierzonego poziomu". Zgodnie z Eurokodem 2 trwałość obiektu jest zachowana, jeżeli w założonym czasie konstrukcja spełnia swoje funkcje w zakresie użytkowalności (stany graniczne związane z ograniczeniem naprężeń, rys i ugięć), nośności i stateczności (stany graniczne nośności). Prawidłowe zaprojektowanie konstrukcji zapewnia spełnienie wymagań użytkowych co najmniej przez okres oczekiwanej trwałości. W rzeczywistości trwałość wzniesionej konstrukcji jest jednak obarczona istotnym poziomem niepewności, wynikającym z jednej strony z wad projektowych, wykonawczych i materiałowych, a z drugiej z ograniczonej przewidywalności oddziaływań związanych z warunkami użytkowania.

Wymagania w zakresie trwałości konstrukcji mostowych są szczególnie wysokie. Zgodnie z EC 0 mosty zaliczane są do kategorii (klasy) konstrukcji S5, co oznacza orientacyjny projektowany okres użytkowania wynoszący min. 100 lat. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej nr 735 z dn. 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie, uszczegóławia te wymagania w odniesieniu do poszczególnych części

konstrukcji mostowej. I tak wymagana jest następująca trwałość poszczególnych elementów konstrukcji mostowych: podpory mostowe, masywne przyczółki i konstrukcje oporowe – 100-200 lat; podpory wiaduktów, lekkie przyczółki, ustroje nośne belkowe i skrzynkowe – 60-80 lat; masywne konstrukcje łukowe i płytowe – 100 lat; pomosty – 30-40 lat; chodniki, belki poręczowe, nawierzchnie jezdni – 10-20 lat. Wymagana trwałość w wielu przypadkach znacznie przekracza okres 50 lat, przyjmowany według PN-EN 206-1 jako podstawowy okres trwałości betonu. Zapewniony jest on w przypadku spełnienia wymagań co do składu i składników, podanych w tej normie w odniesieniu do poszczególnych klas ekspozycji betonu.



▲ Rys. 3. Kształtowanie trwałości obiektu z betonu

Czynniki wpływające na trwałość konstrukcji

Warunki środowiskowe eksploatacji betonu konstrukcji mostowej są zróżnicowane w odniesieniu do poszczególnych elementów konstrukcji i zwykle stanowią kombinację kilku rodzajów oddziaływań (rys. 2). Są to warunki trudne, obejmujące wszystkie rodzaje negatywnych oddziaływań o charakterze mechanicznym, środowiskowym, a także – w pewnym zakresie – termicznym.

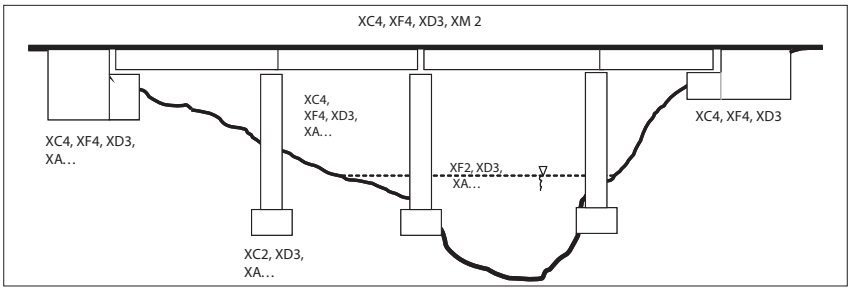
Większość powierzchni betonowych konstrukcji mostowych narażona jest na karbonatyzację (klasy XC), oddziaływanie zamrażania i odmrażania w obecności soli odladzających, w tym chlorków (klasy XF i XD), a także intensywnego ścierania (klasy XM). W zależności od charakterystyk podłoża, wód gruntowych i powierzchniowych możliwe są także agresywne oddziaływania chemiczne (klasy XA).

Kształtowanie trwałości elementów z betonu obejmuje działania podejmowane na wszystkich etapach ich powstawania, w tym na etapie wymiarowania konstrukcji, doboru, produkcji i dostaw materiałów, a także technologii wznoszenia obiektu (rys. 3). Przechodząc od fazy kształtowania trwałości do oceny trwałości uzyskanej, należy uzupełnić listę czynników wpływających na tą ocenę o niepewność wynikającą z rzeczywistego przebiegu eksploatacji, w tym poziomu wytężenia, faktycznej charakterystyki środowiska, zabiegów utrzymania, a także napraw i remontów oraz zdarzeń ekstremalnych.

Kluczowym etapem kształtowania trwałości jest wymiarowanie konstrukcji, które w kontekście trwałości obejmuje ochronę konstrukcyjną, materiałowo-strukturalną i powierzchniową. Działania te powinny być podejmowane łącznie, zgodnie z zasadą ochrony wielostopniowej.

Ochrona konstrukcyjna

Ochrona konstrukcyjna dotyczy przede wszystkim właściwego doboru otuliny i obliczeniowej szerokości rysy w konstrukcji. W zakresie doboru otuliny obowiązują wymagania podane w PN-EN 1992-1 wynikające z klas ekspozycji, z zastrzeżeniem konieczności powiększania grubości otuliny o 10 mm w przypadku elementów narażonych na ścieranie wywołane przez tarcie lodu lub stały przepływ wody. W zakresie maksymalnej szerokości obliczeniowej rysy obowiązują reguły zaostrzone (tab. 1) w stosunku do wymagań sformułowanych w PN-EN 1992-1. W aspekcie wymagań konstrukcyjnych możliwe jest uwzględnienie w wymiarowaniu projektowanego okresu użytkowania, przede wszystkim poprzez dobór grubości otuliny, która zależna jest od klasy (kategorii) konstrukcji, a więc od założonej trwałości. Szerokość maksymalna rysy obliczeniowej nie wynika natomiast, wg Eurokodów, z projektowanego okresu użytkowania.



▲ Rys. 2. Przykład wyspecyfikowania klas ekspozycji elementów konstrukcji mostowej

Ochrona materiałowo-strukturalna

Ochrona materiałowo-strukturalna jako element kształtowania trwałości konstrukcji z betonu w zakresie podstawowym uregulowana jest postanowieniami normy PN-EN 206-1, w której w odniesieniu do klas ekspozycji betonu, sformułowane są ograniczenia dotyczące doboru jakościowego i ilościowego składu betonu. Dotyczą one zalecanych rodzajów i odmian cementów, minimalnej klasy wytrzymałości na ściskanie, maksymalnego wskaźnika woda-cement oraz minimalnej zawartości masowej cementu w betonie.

▼ Tablica 1. Zalecane maksymalne szerokości rysy obliczeniowej w_{max} [mm] w konstrukcjach mostowych wg PN-EN 1992-2

Klasa ekspozycji	Elementy żelbetowe i sprężone z cięgnami bez przyczepności, quasi stała kombinacja obciążeń	Elementy sprężone z cięgnami z przyczepnością, częsta kombinacja obciążeń
X0, XC1	0,3 mm	0,2 mm
XC2, XC3, XC4	0,3 mm	0,2 mm
XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3	0,3 mm	naprężenia rozciągające w betonie są niedopuszczalne

W przypadku środowisk z grupy XF dodatkowy warunek dotyczy właściwego napowietrzenia mieszanki betonowej. Spełnienie wymagań normy PN-EN 206-1, wynikających z klas ekspozycji zapewnia nominalną trwałość betonu nie mniejszą niż 50 lat.

Dla większości elementów konstrukcji mostowych trwałość na poziomie 50 lat jest niewystarczająca. Wymaga to podjęcia dodatkowych działań zapewniających zwiększenie trwałości (tab. 2), do których należą zindywidualizowane podejście do projektowania otuliny poszczególnych elementów, modyfikacje materiałowe betonu, stosowanie nowoczesnych systemowych rozwiązań ochrony powierzchniowej konstrukcji oraz ochrony antykorozyjnej zbrojenia. W zakresie ochrony materiałowo-strukturalnej zwiększenie trwałości obiektów mostowych można uzyskać poprzez optymalizację składu jakościowego i ilościowego betonu, w tym także wykorzystanie betonów nowych generacji (tab. 3). Betony te aczkolwiek trudniejsze technologicznie, to jednak przy prawidłowym przebiegu wytwarzania, wbudowania i pielęgnacji, charakteryzują się podwyższoną trwałością. Obecnie najczęściej wykorzystywane w światowym mostownictwie są przede wszystkim betony łączące zalety BWW lub LBWW i SCC. Odmiany te mają także doskonałe perspektywy stosowania w mostownictwie polskim, zwłaszcza jeśli podjęte ostatnio przez GDDKiA działania na rzecz uaktualnienia i zmodyfikowania mostowych wymagań formalnych, uwieńczone zostaną sukcesem w postaci przepisów nowoczesnych i otwartych na nowości, w tym także z dziedziny technologii betonu. Pozostałe nowe odmiany betonów są albo wizją dalszej przyszłości, jak betony BUWW (w tym betony z proszków reaktywnych), samonaprawialne czy wysokopopiołowe, albo znajdują swoje mostowe zastosowanie w ograniczonym zakresie, jak fibrobetony, betony PCC czy popiołowe betony PC.

Ochrona powierzchniowa

Ochrona powierzchniowa oznacza zwiększenie szczelności betonu poprzez nałożenie na jego powierzchnię dodatkowej warstwy w postaci powłoki lub penetrującego w pory impregnatu. Dobór materiału do ochrony powierzchniowej powinien uwzględniać jej podwyższoną odporność na dane środowisko eksploatacji, ale także kompatybilność z podłożem betonowym. Z reguły ten sposób zwiększania trwałości zaleca się w naprawach i remontach istniejących konstrukcji, natomiast w konstrukcjach nowo wznoszonych stosowany jest rzadziej. Ochrona powierzchniowa betonu konstrukcji mostowej powinna charakteryzować się dużym oporem dyfuzyjnym względem CO_2, wodoszczelnością, ale jednocześnie przepuszczalnością dla pary wodnej, rysoodpornością i elastycznością zapewniającą mostkowanie rys o zmieniającej się w pewnych granicach szerokości, dobrą przyczepnością do betonowego podłoża oraz odpornością na czynniki środowiskowe i starzenie.

Impregnaty to materiały wnikające w pory i poprawiające jakość strefy powierzchniowej betonu (emulsje wodne żywic epoksydowych i poliestrowych) lub materiały hydrofobizujące, które nie zmieniają struktury porowatości, a jedynie zmniejszają nasiąkliwość (silikony). Powłoki (cienkowarstwowe od 0,1 do 1 mm i grubowarstwowe 1-2 mm) wykonywane są jako żywiczne lub cementowo-żywiczne z różnych spoiw organicznych. Wyprawy charakteryzują się większą grubością jednorodnego materiału na spoiwach mineralnych, polimerowych lub mieszanych, natomiast wykładziny są wielowarstwowe i obejmują także materiały nakładane w postaci arkuszy lub okładzin.

Ochrona zbrojenia

Ochrona zbrojenia obejmuje nakładanie powłok na pręty stalowe (cynkowanie, powłoki z PVC i epoksydowe, powłoki z zapraw polimerowo-cementowych), wprowadzanie do mieszanki betonowej

▼ Tablica 2. Działania zwiększające trwałość konstrukcji z betonu

Grupa działań	Rodzaj działań	Przykładowe rozwiązania	Uwagi
Ochrona konstrukcyjna	zindywidualizowane projektowanie otuliny zbrojenia	zwiększanie grubości otuliny	problem skurczu otuliny
Ochrona materiałowo-strukturalna	niekonwencjonalne modyfikacje betonu	betony wysokowytrzymałe, betony samozagęszczalne, inne betony nowej generacji	zaostrzona kontrola czynności technologicznych, w szczególności pielęgnacji
Ochrona powierzchniowa	zastosowanie powłok, impregnatów, wypraw, wykładzin	hydrofobizacja, wypełnianie porów, powłoki cementowo-polimerowe i cementowe	problem przygotowania podłoża, kompatybilność
Ochrona zbrojenia	powierzchniowa, inhibitorowa, anodowo-katodowa	powłoki metaliczne, polimerowe, inhibitory, migrujące inhibitory korozji, anody metaliczne	ograniczona skuteczność, wysoki koszt

▼ Tablica 3. Betony nowej generacji w mostownictwie

Odmiana betonu	Specyfika odmiany	Zastosowanie w mostownictwie
Wysokowytrzymały (BWW)	$f_c \sim$ 60-150 MPa	podpory, dźwigary
Lekki wysokowytrzymały (LBWW	$f_c \sim$ 60-70 MPa $\rho \sim$1700-2000 kg/m^3	dźwigary, pomosty
Ultrawysokowytrzymały/na proszkach reaktywnych (BUWW/RPC)	$f_c >$ 150 MPa	pomosty, krzyżulce, dźwigary
Beton ze zbrojeniem rozproszonym (FRC)	włókna stalowe, z tworzyw sztucznych	naprawy, wzmocnienia, detale pod obciążeniem dynamicznym
Beton samozagęszczający się (SCC)	wysoka płynność i dynamika rozpływu, odporność na segregację	prefabrykacja i konstrukcje monolityczne – praktycznie wszędzie możliwe
Wysokopopiołowy (HVFC)	zawartość popiołów lotnych min. 50% masy spoiwa	elementy masywne
Polimerowo-cementowy (PCC)	spoiwo cementowo-polimerowe o zawartości polimeru ponad 5% masy cementu	betony modyfikowane kopolimerem styrenowo-butadienowym, SB oraz betony modyfikowane polimerem akrylowym (lateksowe) – mrozoodporne nawierzchnie mostowe; betony epoksydowo-cementowe (epoksycem), PCC-postmix – naprawy konstrukcji betonowych; beton samonaprawialny
Cementowo-polimerowy o niskiej zawartości polimeru	spoiwo cementowe modyfikowane domieszkami polimerowymi w ilości < 5% masy cementu	mieszanki o bardzo długim czasie zachowania własności roboczych
Polimerowy (PC)	spoiwo wyłącznie żywiczne	elementy odwodnień, systemów tłumienia drgań

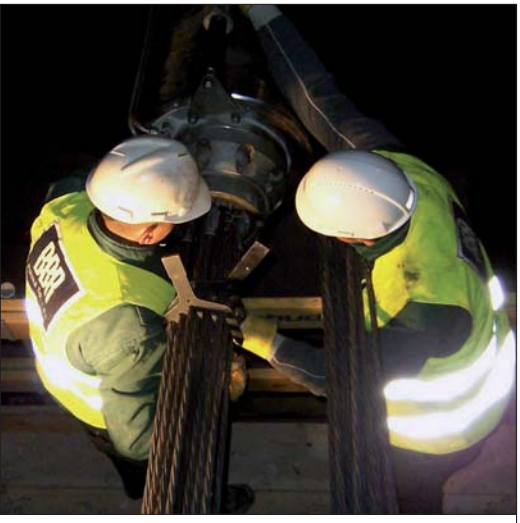
inhibitorów korozji, traktowanie betonu stwardniałego migrującymi inhibitorami korozji, stosowanie ochrony anodowo-katodowej (element anodowy stanowiący celowe miejsce korozji elektrochemicznej, mocowany do zbrojenia, które – stając się katodą – nie koroduje).

Podsumowanie

Bogactwo dostępnych obecnie zaawansowanych materiałów i wynikająca z tej różnorodności mnogość odmian betonów nowej generacji wskazuje, że przyszłość betonu to tak zwany „tailor made concrete". Określenie to odnosi się do betonu zaprojektowanego w taki sposób, aby spełniał precyzyjnie zdefiniowany zbiór wymagań, nie tylko dla określonego obiektu, ale wręcz dla każdego jego elementu. Zbiór ten zawierałby zarówno eksploatacyjne wymagania konstrukcyjne i trwałościowe, jak i wymagania technologiczne, związane z optymalizacją robót. Tak zaprojektowany, skrojony niejako na miarę beton wysokowartościowy (Well Defined Performance Concrete), często jest wynikiem kompilacji właściwości różnych odmian betonów nowej generacji i zapewnia optymalne zrównoważenie użyteczności i trwałości konstrukcji. Zwrócić uwagę należy jednak na niebezpieczeństwa związane z szerokim wykorzystaniem nowoczesnych składników materiałów budowlanych. Powszechne stosowanie cementów z dodatkami, zaawansowanych chemicznie domieszek, wszelkiego rodzaju dodatków oraz materiałów pochodzących z recyklingu niesie ryzyko braku kompatybilności składników układu. Może się on objawiać dopiero w dalszej, trudnej obecnie do przewidzenia, perspektywie czasowej. Pociąga to za sobą konieczność wypracowania i stosowania odpowiednich procedur badawczych, pozwalających w wiarygodny sposób wnioskować o rzeczywistej trwałości zaawansowanych kompozytów betonopodobnych.

Literatura

1. Eurokod 0 – Podstawy projektowania konstrukcji
2. Eurokod 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
3. Eurokod 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu – Część 2: Mosty z betonu – Obliczanie i reguły konstrukcyjne
4. PN-EN 206-1 Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
5. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej nr 735 z dn. 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie
6. Furtak K., Śliwiński J. *Materiały budowlane w mostownictwie*, WKŁ, Warszawa 2004
7. Woyciechowski P., *Betony nowej generacji - zalety i wady*, Materiały Seminarium: Mosty Betonowe, Jachranka, luty 2012, 145-158



Instytucją o największym, ogólnoświatowym zasięgu w zakresie budownictwa betonowego jest Międzynarodowa Federacja Betonu (fib), a jedna z działających w jej ramach Komisji zajmuje się technologiami zbrojenia, sprężania, a także podwieszania konstrukcji (fib Commission 9 „Reinforcing and prestressing materials and systems”).

AKTUALNY STAN TECHNOLOGII SPRĘŻANIA I PODWIESZANIA KONSTRUKCJI

mgr inż. Jan Piekarski
Polska Grupa *fib*

Wstęp

Technologia sprężania monolitycznego betonu ewoluuje nieprzerwanie od czasu, kiedy uważany powszechnie za jej twórcę Eugene Freyssinet zaproponował sposób kotwienia wiązki drutów z wysokowytrzymałej stali wciskanym w korpus zakotwienia betonowym stożkiem. Istniało wiele pomysłów wprowadzania siły sprężającej do konstrukcji betonowych, które z czasem ustępowały miejsca innym, skuteczniejszym. Po latach w praktycznym zastosowaniu pozostały w zasadzie jedynie trzy rodzaje cięgien. Dwa z nich mają charakter raczej niszowy do zastosowań specjalnych. Są to kable z wiązki równoległych drutów średnicy 7 mm spęczonych na końcach i cięgna prętowe kotwione gwintowanymi nakrętkami. Dominującą technologią i powszechnym standardem sprężania konstrukcji są obecnie cięgna składające się z wiązki siedmiodrutowych splotów (w szczególnym przypadku jednosplotu – tzw. monostrand) kotwionych trójdzielnymi klinowymi szczękami. To rozwiązanie podlega kolejnym udoskonaleniom, które jednak nie są już łatwo zauważalne dla użytkowników. Wprowadzane przez specjalistyczne firmy optymalizacje są oceniane przez niezależne instytucje badawczo-kontrolne, które decydują o ich przydatności do sprężania nowoczesnych konstrukcji.

Systemy sprężania nie są objęte przepisami normowymi. W Unii Europejskiej obowiązują dla nich Aprobaty Techniczne (ETA). Wydawanie aprobat jest częścią realizacji dyrektywy Rady EWG (z 1988 r.) w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych państw członkowskich. Aprobaty są udzielane na podstawie wytycznych ETAG 013 (Guideline for European Technical Approval) z 2002 roku. Dokument ETA zawiera informacje, które mogą być potrzebne użytkownikom na każdym etapie procesu powstawania budowli – od projektu do ostatecznego odbioru. Wymogi obowiązujących obecnie aprobat oparte są na założonym 100-letnim okresie użytkowania cięgien. Aprobaty zawierają wytyczne

zarówno do projektowania jak i instalowania systemów sprężania. Stanowią pomoc merytoryczną nie tylko dla projektantów i wykonawców, ale także dla organizacji nadzoru i kontroli procesu budowlanego. Broszury informacyjno-techniczne wydawane przez specjalistyczne firmy zawierają zwykle najważniejsze informacje zawarte w aprobatach i, co istotne, nie mogą być z nimi sprzeczne ani zmieniać ich zapisów. Aprobaty definiują wymagania dotyczące każdego z zastosowanych w systemie materiałów. Finalny produkt, którym jest cięgno sprężające oceniany jest pod kątem zgodności z aprobatą, którą poświadcza oznaczenie znakiem CE. Poszczególne elementy systemu mają jedynie promesę tego oznaczenia, które jest wydawane po zakończeniu wszystkich czynności związanych ze sprężeniem konstrukcji i dopełnieniu wszystkich wymaganych procedur. Wynika z tego, że stosowanie systemu sprężania wymaga odpowiednich poświadczonych kwalifikacji i nie może być wykonane przez podmioty nieuprawnione. Wytyczne europejskie wymagają odpowiedniego certyfikatu „Post Tensioning Specialist Company", który wystawia właściciel systemu uprawnionemu wykonawcy na podstawie załącznika D.1 ETAG 013 oraz przepisu CWA 14646. W Polsce nie wdrożono dotychczas jednoznacznych przepisów regulujących uprawnienia do wykonywania prac sprężalniczych.

Kable sprężające do sprężania wewnętrznego z przyczepnością

Przez sprężenie wewnętrzne rozumie się rozwiązanie, w którym kable przebiegają wewnątrz przekroju betonowego, który je otacza. Kable mogą osiągać wysoką nośność, co czyni je szczególnie użytecznymi w budownictwie mostowym i w innych wielkogabarytowych konstrukcjach inżynierskich.

Podstawowy system kabli tego typu oferowany przez wiodące firmy obejmuje zwykle typoszereg kabli od 4 do nie mniej niż 31 splotów – nośność największego z nich przekracza 8 500 kN.

Niektóre firmy oferują kable większe, złożone nawet z 61 splotów (nośność blisko 15 000 kN) przeznaczone do zastosowań specjalnych. Tak duże kable do zastosowań np. w energetyce jądrowej wymagają przeprowadzenia odpowiednich wszechstronnych testów. Odpowiedni program badawczy można zrealizować jedynie w nielicznych wyspecjalizowanych laboratoriach dysponujących odpowiednim sprzętem.

Na system kabli składają się następujące jego komponenty:

- cięgno składające się z od 4 do 31 lub więcej splotów 7-drutowych o nominalnej średnicy od 15,3 do 15,7 mm i wytrzymałości na rozciąganie 1860 N/mm^2
- zakotwienie ze szczękami kotwiącymi; mogą to być zakotwienia końcowe lub łączniki stałe bądź ruchome
- płyta oporowa
- spirale i dodatkowe zbrojenie ze stali miękkiej w obszarze zakotwienia
- środki ochrony antykorozyjnej dla cięgien i zakotwień.

Zbrojenie miękkie strefy zakotwienia zdefiniowane w aprobacie należy rozumieć jako wymóg minimalny. Projektant może je określić inaczej z zachowaniem zasady ekwiwalentności. Specyfikację zabezpieczenia antykorozyjnego uszczegółowia norma EN 447. Ważne elementy jakimi są osłonki kabli nie są wg ETA komponentem systemu. W przypadku osłonek metalowych aprobata odsyła do normy EN 523, a osłon z tworzyw sztucznych do załącznika C.3. ETAG 013.

Kable wewnętrzne umieszczane są zwykle ciasno w przekroju sprężanej konstrukcji. Ważnym zagadnieniem jest więc określenie minimalnych odstępów osiowych pomiędzy zakotwieniami kabli oraz ich minimalnego odstępu od krawędzi konstrukcji. To właśnie tu najlepiej widać stały postęp techniczny. Optymalizacja zakotwień powiązana jest z wytrzymałością sprężanego betonu. W toku badań aprobacyjnych testowane są próbki wykonane z różnych klas betonu. W wyniku tych badań określone są minimalne wymiary zakotwień i otaczającego je betonu konstrukcji w funkcji jego wytrzymałości.

Kable koncentryczne do sprężania zewnętrznego

Kable zewnętrzne wg definicji ETAG to cięgna, które prowadzone są poza przekrojem poprzecznym, ale wewnątrz obrysu konstrukcji, np. przekroju skrzynkowego konstrukcji mostowej. Mogą być prowadzone wzdłuż środników belek, ale również w obrysie sprężanej konstrukcji. Program testów, jakimi kable zewnętrzne są poddane w procesie aprobacyjnym nie przewiduje bowiem badań pod obciążeniami takimi jak wiatr, deszcz i inne czynniki zewnętrzne, na jakie są narażone kable prowadzone poza konstrukcją. ETAG 013 wyklucza możliwość stosowania kabli zewnętrznych w rozumieniu definicji cytowanej wyżej do celów podwieszenia. Komisja 9 *fib* powołała grupę roboczą TG 9.14, która opracowuje dokument pod nazwą „Kable zewnętrzne dla mostów". Prace nad dokumentem, który podsumowuje najnowsze doświadczenia i określa wytyczne w tej dziedzinie, są na ukończeniu.

W przypadku kabli zewnętrznych standardowy typoszereg obejmuje na ogół cięgna od 4 do 31 splotów. Nie przewidziano przyjmowania kabli większych, gdyż ich użyteczność byłaby ograniczona, a niektóre przepisy krajowe np. w Niemczech wręcz nie dopuszczają ich do stosowania. Zestaw komponentów systemowych jest podobny jak w przypadku kabli wewnętrznych (nie zawiera łączników ruchomych), różne są jednak rury osłonowe, najczęściej z tworzyw sztucznych zgodnie z EN 12201 lub stali.

Specyficzną cechą sprężenia zewnętrznego jest konieczność stosowania dewiatorów odchylających projektowaną trasę kabli. Zadaniem dewiatorów jest przeniesienie sił poprzecznych i podłużnych (stycznych) z cięgna na konstrukcję. Prawidłowo zaprojektowany musi zapewnić minimalny promień gięcia kabla i ukształtowanie zapobiegające załamaniu cięgna na jego krawędzi. Dewiator może być wykonany z betonu, stali lub innego materiału. Może być pojedynczy, jeśli stanowi część osłony kabla, lub podwójny, kiedy jest od niej niezależny. Podstawową ochronę antykorozyjną stanowi zaczyn cementowy, ale można także stosować trwale plastyczne woski lub smary.

Przepisy przewidują możliwość doprężania kabli zewnętrznych związane ze zwolnieniem i ponownym zaciśnięciem szczęk kotwiących. W takim przypadku szczęki muszą być wciśnięte w nienaruszoną powierzchnię splotu na odcinku przynajmniej 15 mm. Niedopuszczalne jest pozostawienie odcisków szczęk na wolnej długości splotu pomiędzy zakotwieniami.

Kable czterokątne do sprężania zewnętrznego

Alternatywą dla kabli koncentrycznych są cięgna zbudowane z różnych kombinacji płaskich taśm. Pojedyncza taśma składa się z 2 lub 4 splotów powlekanych osłonką PE-HD połączonych ze sobą, a następnie pokrytych dodatkową osłonką o kształcie czworokątnym. Tak zbudowane taśmy można pakietować w różnych kombinacjach tworząc typoszereg cięgien od 2 do 16 splotów.

W tym systemie przewidziano zastosowanie, obok standardowych splotów o średnicy 15,3 oraz 15,7 mm (odpowiednio pole powierzchni 140 i 150 mm^2), także specjalnych splotów skompaktowanych. Mają one średnicę zaledwie 15,2 mm, a pole powierzchni przekroju wynosi 165 mm^2.

Kable taśmowe mogą być odprężane i wymieniane. Wśród ich zastosowań specjalnych warto podkreślić dopuszczenie do zastosowań kriogenicznych (sprężanie zbiorników LNG), a także coraz powszechniejsze używanie do pionowego sprężania wież turbin wiatrowych.

System kabli wewnętrznych do sprężania bez przyczepności

Obszarem stosowania jest sprężanie konstrukcji betonowych i specjalne zastosowania zgodnie z Eurokodami 2, 4 i 6. Do sprężania bezprzyczepnościowego betonu stosuje się na ogół kable 1-, 2- i 4-splotowe.

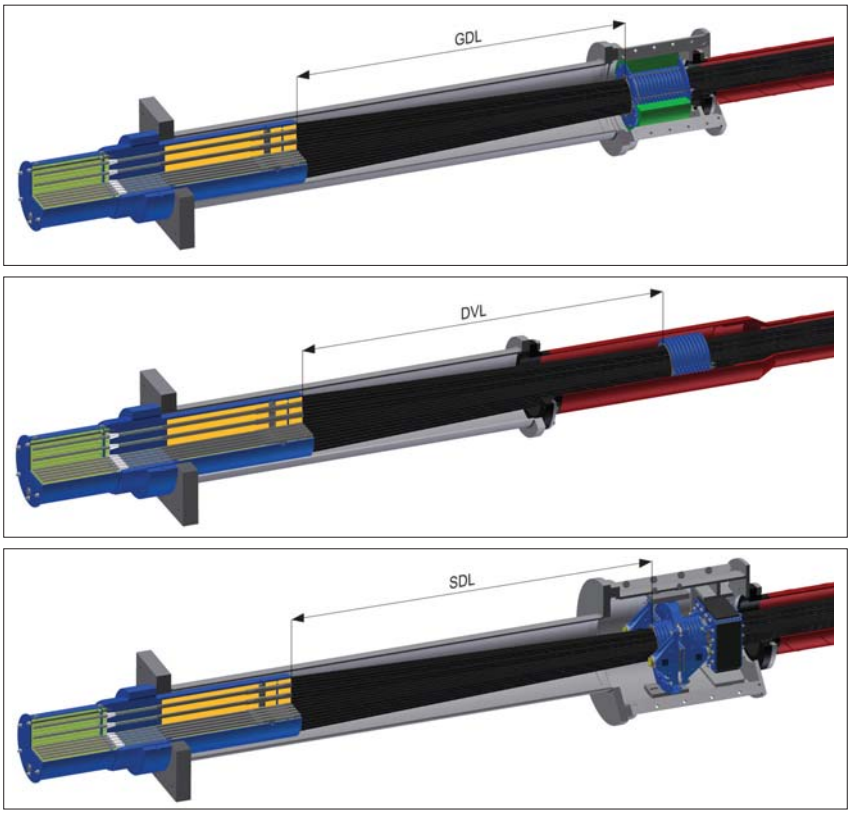
Sploty są fabrycznie zabezpieczone substancją antykorozyjną ochronną i osłonkami z PE-HD. Są to kable o niewielkiej nośności konstruowane tak, by możliwe było ich stosowanie w elementach betonowych o niewielkiej grubości. Typowym zastosowaniem w mostownictwie jest sprężanie poprzeczne płyt pomostu, a w budownictwie kubaturowym sprężanie stropów w budynkach. Sploty, z których składają się kable są prowadzone płasko obok siebie w jednej płaszczyźnie, a w kablu 4-splotowym w obszarze zakotwienia mogą być zgrupowane w obrysie kwadratu. Umożliwia to optymalne trasowanie, nawet w cienkich elementach konstrukcyjnych. Dodatkowym usprawnieniem może być opcjonalne stosowanie taśm 2- lub 4-splotowych. Taśmy utworzone są z osłonek pojedynczych splotów, połączone są ze sobą „mostkami" i mogą być szybciej i łatwiej układane w zbrojeniu płyty.

Systemy podwieszeń

Współczesne cięgna służące do podwieszania mostów i innych budowli są konstruowane z wykorzystaniem doświadczeń zdobytych w technologii sprężania.

Mimo, że podstawowa zasada konstrukcyjna najczęściej stosowanych systemów jest taka sama jak w przypadku systemów sprężania, stosowanie lin do podwieszeń jest regulowane innymi przepisami. Inny, znacznie bardziej skomplikowany jest charakter ich pracy i odpowiednie szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne.

Systemy nie podlegają normom, a także postępowaniu aprobacyjnemu w rozumieniu przepisów europejskich, ani innych wiodących krajów (USA, Japonia). W Komisji Europejskiej jest wprawdzie planowane opracowanie wytycznych (ETAG) niezbędnych do wprowadzenia Europejskich Aprobat, jednak nie nastąpi to prawdopodobnie jeszcze w najbliższej przyszłości. Podstawowym dokumentem odniesienia o zasięgu ogólnoświatowym dla systemów kabli podwieszających jest Biuletyn 30 *fib* z roku 2005 definiujący kryteria ich akceptacji.



◄ Fot. 1. Warianty zakotwień wantowych:
- z dewiatorem w obudowie
- z dewiatorem na wolnej długości liny
- z tłumikiem drgań

Z formalnego punktu widzenia Biuletyn 30 (podobnie jak zbliżone merytorycznie amerykańskie rekomendacje PTI czy francuskie Setra) stanowi jedynie rekomendację dla inwestorów, projektantów i wykonawców systemów podwieszania. Jednak spełnienie określonych w nim kryteriów kwalifikacyjnych systemów decyduje o ich dopuszczeniu do stosowania w większości projektów na całym świecie. W szczególności dotyczy to testów poszczególnych komponentów oraz kompletnych kabli.

Wstępne badania kwalifikacyjne systemu podwieszenia wg Biuletynu 30 obejmują:

- statyczną i dynamiczną próbę rozciągania kompletnych wyposażonych w systemowe zakotwienia kabli typowych wielkości (najmniejszego, średniego i największego w systemie)
- statyczny i dynamiczny test siodła, jeśli system przewiduje takie rozwiązanie
- test szczelności kabla
- testy zabezpieczeń antykorozyjnych.

Kable potrzebne do podwieszenia współczesnych mostów o spektakularnych rozpiętościach przęseł muszą być projektowane na nośność znacznie większą niż kable do sprężania. W niektórych systemach osiągają nośność rzędu 60 000 kN, co wymaga zastosowania wiązki zawierającej nawet powyżej 200 splotów. Tak duża liczba splotów wymaga budowy zakotwień o odpowiednio dużej średnicy, a w konsekwencji konieczność stosowania specjalnych dewiatorów redukujących średnicę wiązki na wolnej długości kabla. Dewiatory mogą być umieszczone w obudowie zakotwienia lub poza nią. Poza redukcją średnicy wiązki splotów wychodzących z zakotwienia dewiatory pełnią w pewnym zakresie funkcję tłumienia drgań. W przypadku szczególnie dużych obciążeń dynamicznych na wiązkę splotów nakładane są dodatkowe elementy tłumiące. Do tego celu stosuje się tłumiki o różnej konstrukcji, hydrauliczne, tarciowe lub wizkotyczne (lepkościowe). Tłumiki muszą zapewniać efektywność (logarytmiczny dekrement tłumienia) nie mniejszą niż wynikająca z charakterystyki możliwych wibracji określonej w projekcie mostu. Ze względu na często grożący dużym mostom podwieszonym fenomen wzbudzenia wiatrowo-deszczowego (tzw. galoping), rury osłonowe długich kabli wyposaża się w spiralne żeberka skutecznie redukujące to zagrożenie.

▲ Fot. 2. Przykład rozwiązania tłumika drgań

Coraz większą popularnością cieszą się w ostatnich latach konstrukcje mostów extradosed, charakteryzujące się większą sztywnością pomostu i niższymi pylonami niż typowe mosty podwieszone. Stosowane w nich liny są obciążone dynamicznie w mniejszym stopniu niż w dużo bardziej wiotkich konstrukcjach podwieszonych. Granica pomiędzy konstrukcjami podwieszonymi i extradosed bywa trudna do zdefiniowania dlatego zdecydowano nie rozróżniać kryteriów kwalifikacji systemów podwieszeń dla obydwu typów konstrukcji.

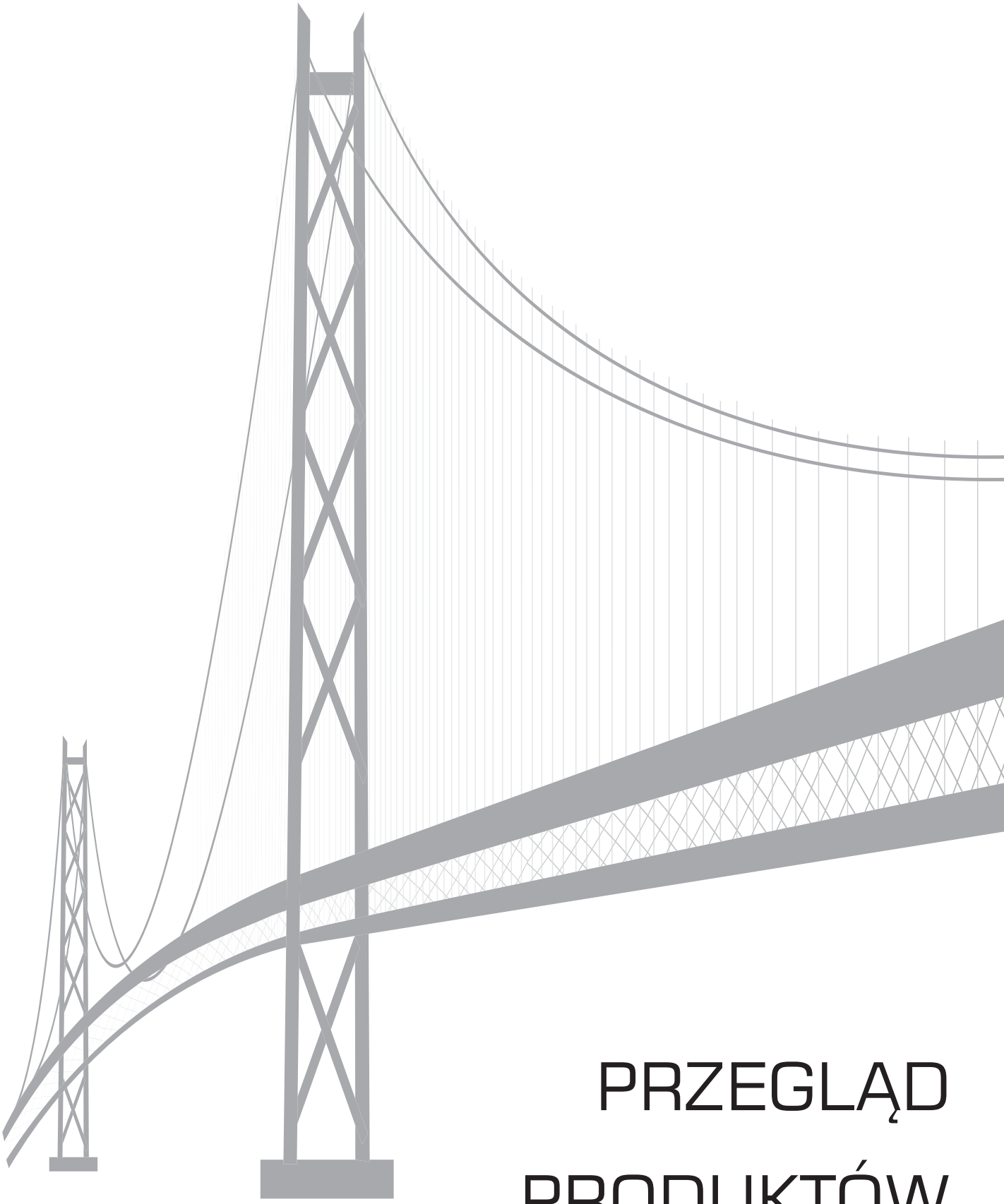
W pracach Komisji 9 *fib* zmierzających do uaktualnienia Biuletynu 30, przyjęto odpowiednio następujące założenia:

- cięgnom do podwieszania mostów stawia się najwyższe wymagania według dzisiejszego stanu techniki tak, by zapewniały bezpieczeństwo każdego typu konstrukcji
- jeżeli parametry techniczne cięgien podwieszających przewyższają wymagania dla innych konstrukcji np. extradosed, można zwiększyć dopuszczalny obliczeniowy poziom wykorzystania naprężeń.

Odpowiednio nowe wytyczne *fib* będą odnosić się do systemów lin stosowanych dla szerokiej kategorii mostów, określanych w proponowanej terminologii angielskiej łącznie „cable supported bridges" czyli mosty podtrzymywane linami.

Literatura

1. ETA – 06/0147 Bonded Post-tensioning System
2. ETA – 07/0168 External Post-tensioning System with Flat Anchorages
3. ETA – 06/0165 Unbonded Tensioning System
4. ETA – 10/0065 Unbonded Band Post-Tensioning System
5. Acceptance of stay cable systems using prestressing steels, Recommendations *fib* Bulletin 30, January 2005



PRZEGLĄD PRODUKTÓW I REALIZACJI

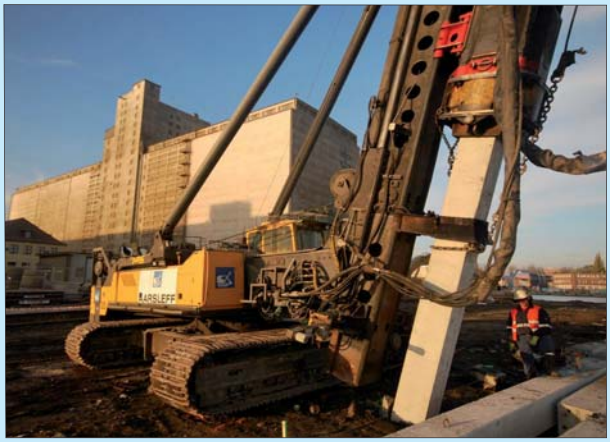
Żelbetowe pale prefabrykowane wbijane

Produkt

Dostawca: AARSLEFF sp. z o.o.
Zastosowanie: fundamenty pod konstrukcje inżynierskie

Prefabrykowane wbijane pale są podstawową i najbezpieczniejszą technologią posadowienia głębokiego dla większości konstrukcji inżynierskich. Dzięki możliwości przenoszenia obciążeń pionowych, poziomych i momentów zginających stosowane są do wykonywania fundamentów w każdych warunkach gruntowych.
Zalety posadowienia na żelbetowych palach prefabrykowanych:

- **kontrolowana jakość** – wysokie parametry prefabrykatów palowych (kontrola jakości wg ISO 9001)
- **bezpieczeństwo** – weryfikacja badań gruntowych i założeń projektowych w fazie testów statycznych i dynamicznych, bieżąca kontrola nośności każdego pala w trakcie wbijania
- **szybkość** – duży potencjał wykonawczy, szybkie tempo realizacji, technologia robót niezależna od warunków temperaturowych
- **elastyczność** – dostępność szerokiego asortymentu prefabrykatów, możliwość zastosowania pali segmentowych oraz wbijania pali pod kątem.



Produkt

Stal zbrojeniowa EPSTAL o wysokiej ciągliwości

Jednostka certyfikująca: Centrum Promocji Jakości Stali Sp. z o.o.
Zastosowanie: zbrojenie elementów betonowych

Znak jakości EPSTAL jest nadawany w drodze dobrowolnej certyfikacji producentom stali zbrojeniowej gatunku B500SP, którzy poddali swoje wyroby dodatkowym badaniom potwierdzającym ich właściwości i wysoką jakość oraz spełnili zaostrzone wymagania programu certyfikacji. Stal EPSTAL jako jedyna stal zbrojeniowa na polskim rynku łączy w sobie dwie najważniejsze cechy: wysoką wytrzymałość ($f_{yk} \geq 500$ N/mm^2, klasa A-IIIN wg PN-B-03264:2002) oraz wysoką ciągliwość (klasa C wg Eurokodu 2). Ponadto jest odporna na obciążenia dynamiczne. Odporność tę sprawdza się wykonując dwa rodzaje badań: badania cykliczne (naprzemienne ściskanie i rozciąganie badanej próbki stalowej) oraz zmęczeniowe (rozciąganie badanej próbki stalowej zmienną siłą osiową). Dla ułatwienia identyfikacji tego gatunku stal znakowana jest napisem EPSTAL, który jest nawalcowany na każdym pręcie w odległościach nie większych niż 1,5 m.

Tekla Structures Primary

Produkt

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

Primary jest rodzajem licencji oprogramowania BIM - Tekla Structures, stworzonej z myślą o małych i średnich projektach. Wykorzystując to przystępne cenowo oprogramowanie, użytkownik może tworzyć, zarządzać i współdzielić dokładne modele 3D konstrukcji z różnych materiałów np. stalowych, żelbetowych, drewnianych czy z aluminium. Licencja Primary oferuje takie same funkcje jak Tekla Structures Full Detailing, a jedynym ograniczeniem jest wielkość modeli, które mogą zawierać do 2500 elementów i do 5000 grup prętów zbrojeniowych. Nie ma ograniczeń co do ilości śrub i nakrętek. Oprócz automatycznego tworzenia dokumentacji technicznej różnego typu, można wykorzystać m.in. połączenie z programami obliczeniowymi, planowanie i zarządzanie budową czy wykrywanie kolizji. Przekazanie danych z przygotowanego modelu bezpośrednio na maszyny CNC pozwoli z kolei usprawnić proces produkcji. Tekla Structures Primary ułatwia integrację oraz wymianę informacji pomiędzy różnymi branżami współpracującymi przy realizacji projektu.

Produkt

System ochrony bocznej XP

Producent: Doka Polska Sp. z o.o.
Zastosowanie: ochrona przed upadkiem z deskowania i konstrukcji budynku

System XP może służyć jako zabezpieczenie krawędzi stropu lub deskowania, a także jako zabezpieczenie przed upadkiem z istniejącego budynku. Ten uniwersalny zestaw barier jest w pełni dzierżawiony i kompatybilny z każdym systemem deskowania Doka. Głównym elementem jest słupek XP dł. 1,2 m, który mocuje się do pięciu rodzajów przyłączy, tzw. „butów". W zależności od tego, gdzie będzie zamontowana bariera wyprodukowano „buty" do montażu na krawędzi stropu lub deskowania, do wkręcania w gotowe otwory lub do kotwienia w betonie. Wszystkie elementy łączone są na tzw. easy click, co zwiększa efektywność pracy. Nowym rozwiązaniem jest przedłużka słupka XP dł. 0,6 m, podwyższająca obarierowanie z wymaganego normowo 1,1 m do wysokości 1,8 m. Innowacją jest również wprowadzenie do asortymentu siatki ochronnej XP, dzięki czemu system XP jest kompletnym zabezpieczeniem BHP.

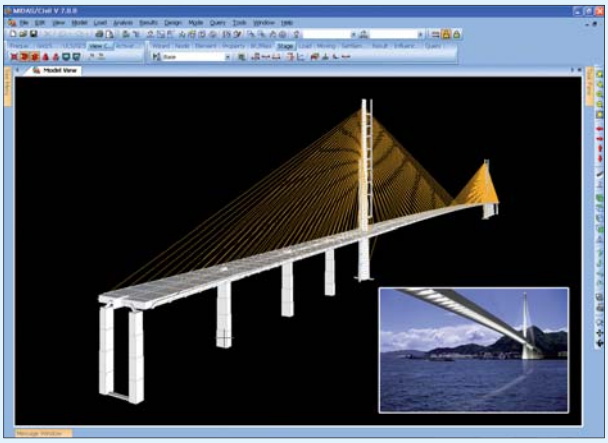
EuroCret® Elastocryl

Produkt

Producent: Hufgard Polska Sp. z o.o.
Zastosowanie: podłoża betonowe, żelbetowe, murowe
Cechy szczególne: mostkuje rysy w niskich temperaturach (-20°C)

Jednoskładnikowy materiał w postaci dyspersji wodnej na bazie polimerowej, przeznaczony do wykonywania elastycznej warstwy pośredniej o podwyższonej zdolności mostkowania rys.
Do stosowania jako warstwa podwyższająca zdolność do mostkowania na podłożach: betonowym, żelbetowym lub murowym, przed wykonywaniem warstwy z materiałów: EuroCret Color Flex lub EuroCret Color Super Flex. Wykorzystywany również do wypełniania niewielkich porów oraz do wypełniania porów przy nanoszeniu powłok malarskich na istniejące powłoki. W systemie z materiałem EuroCret Color Flex lub EuroCret Color Super Flex mostkuje rysy dynamiczne do 0,3 mm w klasie B 3.1 (-20°C) wg normy PN-EN 1062-7. Materiał charakteryzuje się bardzo dobrą przyczepnością do betonu oraz dobrą przyczepnością do starych powłok. Odporny na warunki atmosferyczne. Osiąga pełne utwardzenie w temperaturze +20°C po 7 dniach.

Produkt



MIDAS Civil

Producent: MIDAS IT
Dystrybutor: JD Engineering

MIDAS Civil to zaawansowane oprogramowanie dla konstr. mostowych oraz inżynierskich wykorzystane m.in. przy następujących realizacjach:

- Weirton-Steubenville Bridge, m. wantowy, rzeka Ohio, USA, dł. 600 m
- La Jabalina Bridge, m. skrzynkowy, Durango, Meksyk, dł. 191 m
- El Marquéz Bridge, m. kratownicowy, Michoacán, Meksyk, dł. 102 m
- Lange Wapper, m. wantowy, Antwerpia, Belgia, dł. 1520 m
- Korabelny Farvater Bridge, m. wantowy, Sankt-Petersburg, Rosja, dł. 620 m
- Basarab Wiadukt, płytowy sprężony, Bukareszt, Rumunia, dł. 1480 m
- Bang Hwa Bridge, łuk kratownicowy, Seul, Korea Płd., dł. 2559 m
- Young Jong Bridge, najdłuższy most podwieszony na świecie, Incheon, Korea Płd., dł. 4420 m, oddany do użytku w 12.2000 r.
- Stonecutters Bridge, drugi najdłuższy most wantowy na świecie, Hong-Kong, Chiny, dł. 1600 m, oddany do użytku w 12.2009 r.
- Sutong Bridge, najdłuższy most wantowy na świecie, nad rzeką Jangcy, Chiny, dł. 8206 m, oddany do użytku w 05.2008 r. (na zdjęciu obok).

Produkt

System rusztowań przejezdnych LAYHER P2

Producent: Wilhelm LAYHER GmbH&Co. KG
Zastosowanie: realizacja prac na wysokościach od 2,86 do 13,38 m
Zalety: podest roboczy co 2,0 m oraz bezpieczna konstrukcja ze zintegrowaną poręczą boczną

Bezpieczeństwo i ergonomia pracy jest to aspekt, który nie tylko regulowany jest licznymi przepisami, ale również wpływa na szybkość i dokładność jej wykonania. Aby sprostać tym wymogom firma LAYHER wprowadziła na rynek system rusztowań jezdnych P2. Jest to system, który poprzez sposób montażu zapewnia pracownikowi ochronę za pomocą wyprzedzającej poręczy bocznej. Dzięki podestom rozmieszczonym co 2 m, górne poręcze ochronne można montować z niższego podestu, przez co po wejściu na kolejny podest pracownik posiada ochronę boczną z każdej strony.
Dodatkową zaletą takiego rozmieszczenia podestów jest brak przeszkód przy podawaniu elementów w czasie montażu lub materiałów pomiędzy poziomami. Zastosowanie Uni-haków montażowych pozwala na szybki i bezśrubowy montaż całej konstrukcji.

Nasuwanie podłużne wiaduktu WS-9

Realizacja

Wykonawca: DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL sp. z o.o.
Inwestor: GDDKiA oddział Zielona Góra
Lokalizacja: trasa S3, Gościkowo (woj. lubuskie)
Realizacja: 08-10.2012 r.

Dział technik sprężania firmy DSI w Polsce oprócz usług sprężalniczych oferuje również tzw. realizacje specjalne z dziedziny technik budowy obiektów mostowych. Jednym z ambitniejszych projektów tego typu było zadanie zrealizowane dla firmy Mota-Engil na budowie trasy S3. Zakres prac DSI obejmował projekt, nadzór i wykonanie nasuwania podłużnego ustroju nośnego zachodniej części wiaduktu WS-9 wraz z całością prac sprężalniczych. Długość przęseł obiektu to ok. 34 m + 8x42 m + 34 m. Przebieg trasy: łuk kołowy o nachyleniu pionowym 1,6%. Wykonanie obiektu podzielono na 10 segmentów. Po zaadoptowaniu przez DSI projektu do nowej technologii wybudowano wytwórnię na przyczółku i zamontowano urządzenia do nasuwania. Pierwszy segment został wykonany i nasunięty planowo w sierpniu 2012 r. Dzięki bardzo dobrej organizacji prac firmie DSI udało się nasunąć i sprężyć wszystkie segmenty na czas, utrzymując tempo wykonania ok. 7 dni/segment.

Realizacja

Fot. i autor tekstu: mgr inż. Michał Marusiak – Freyssinet Polska Sp. z o.o.

Most M-1 nad Motławą

Wykonawca podwieszenia i sprężenia: Freyssinet Polska Sp. z o.o.
Inwestor: GDDKiA oddział Gdańsk
Lokalizacja: Południowa Obwodnica Gdańska
Realizacja: 08.2011-04.2012 r.

Zakres prac obejmował: sprężenie centryczne konstrukcji pomostu realizowane metodą nasuwania podłużnego, sprężenie ekscentryczne oraz podwieszenie typu extradosed w systemie HD2000E.
Kluczową dla bardzo rygorystycznego harmonogramu, zakładającego oddanie do użytku lewej nitki mostu do dnia 31 maja 2012 roku, była szybka instalacja systemu sprężenia extradosed. Montaż cięgien rozpoczęto już w trakcie budowy pylonów, utrzymując wysokie tempo prac (co najmniej 4 wanty dziennie). Ostatecznie na obu nitkach mostu zainstalowano 112 cięgien, składających się z 42 splotów każdy.
Konstrukcja mostu składa się z dwóch niezależnych, trzyprzęsłowych, ciągłych ustrojów nośnych o rozpiętościach 77,5 m + 135 m + 77,5 m. Do każdego pomostu przynależą 4 niezależne pylony o wysokości 22,75 m ponad poziom górnej powierzchni przęsła. Łączna masa zainstalowanego sprężenia wyniosła 700 t, z czego 250 t w systemie extradosed.

Realizacja

Posadowienie Szkoły Łacińskiej w Malborku

Wykonawca: GEO-EKSPERT Sp. z o.o.
Inwestor: Gmina Miasta Malbork
Lokalizacja: Malbork, Stare Miasto
Realizacja: 09.2012-05.2013 r.

Jedną z ciekawszych realizacji w historii firmy GEO-ESPERT Sp. z o.o. było wykonanie pośredniego posadowienia budynku Szkoły Łacińskiej w Malborku. Zastosowano technologię wierconych mikropali iniekcyjnych, które wykonano pod fundamentami:

- budynku głównego
- istniejącej ściany zachodniej
- murów oporowych.

Łącznie osadzono ponad 4000 mb mikropali systemowych. Ze względu na trudne warunki terenowe (obecność licznych średniowiecznych fundamentów na terenie budowy) prace wymagały bardzo dobrej organizacji oraz wykorzystania specjalistycznego zaplecza sprzętowego.

Rozbudowa mostu Krakusa

Wykonawca: Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o.
Inwestor: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
Lokalizacja: Brzeg, ul. Krakusa
Realizacja: 2012-2013 r.

Rozwijająca się dynamicznie firma z Opolszczyzny, po raz kolejny udowodniła, że jest w stanie terminowo zrealizować powierzone zadanie. W bardzo krótkim okresie, tj. dwunastu miesięcy, oprócz mostu łukowego, który stał się kolejną wizytówką miasta Brzeg, firma zrealizowała także trzyprzęsłowy most tymczasowy, z dwoma pasami ruchu o rozpiętości 71 metrów oraz wykonała skomplikowane zabezpieczenie kanału żeglugowego wraz z rozbiórką istniejącego mostu.
Ustrój nośny obiektu łukowego stanowi jednoprzęsłowa stalowa konstrukcja łukowa z jazdą dołem (dwa łuki o przekroju skrzynkowym o zmiennej wysokości przekroju). Pomost przęsła to stalowy ruszt ze współpracującą płytą żelbetową. Łuki zamocowano na sztywno w poprzecznicach podporowych. Pomost podwieszono do konstrukcji łuków za pomocą ośmiu pionowych wieszaków.

Realizacja

Realizacja

Konstrukcja oporowa z gruntu zbrojonego

Wykonawca: Maccaferri Polska Sp. z o.o.
Lokalizacja: Łabowa, DK 75
Realizacja: 09-12.2012 r.

Standardowo do budowy konstrukcji z gruntu zbrojonego używa się gruntów przepuszczalnych, dobrze zagęszczalnych. Niestety, nie zawsze materiał taki jest dostępny w rozsądnej odległości od miejsca wbudowania i dlatego podejmowane są działania w celu wykorzystania miejscowych gruntów spoistych. W przypadku zbrojenia gruntów spoistych pojawia się problem zbyt dużej wilgotności gruntu i kłopoty z jego zagęszczeniem. Rozwiązaniem jest specjalna geosiatka ParaDrain, w której podłużne pasma mają wprasowaną warstwę geowłókniny filtracyjnej. Zastosowanie geowłókniny pozwala na rozpraszanie ciśnienia wody w porach gruntu, dzięki czemu nie mamy do czynienia ze zmniejszeniem wytrzymałości na ścinanie gruntu. Podczas zabezpieczania osuwiska w Łabowej zastosowano ścianę oporową o wysokości 6 m z gruntu zbrojonego geosiatkami ParaDrain z licem z gabionowym podpierającą nasyp drogowy i zabezpieczającą go na zakolu rzeki górskiej.

Realizacja

Fot. M. Chruściel

Autostrada A4 – Wierzchosławice-Krzyż

Producent chemii budowlanej: MAPEI POLSKA Sp. z o.o.
Lokalizacja: okolice Tarnowa
Realizacja: 2010-2012 r.

Współpraca MAPEI z budowniczymi A4 rozpoczęła się jesienią 2010 r. od zaproponowania rozwiązań na wykonanie powłoki zabezpieczającej podziemne części podpór jednego z najdłuższych mostów autostradowych w Polsce (obiekt MA-78). W tym celu wykorzystano PLASTIMUL.
Kolejnym problemem do rozwiązania było osadzenie i zakotwienie krawężników granitowych na mostach. Do wklejania kotew stalowych użyto ADESILEX PG1, a sam krawężnik posadowiono na zaprawie MAPEGROUT 430. Połączenia krawężników uszczelniono jednoskładnikową masą poliuretanową MAPEFLEX PU40 lub MAPEFLEX PU45.
Następnym zadaniem było zabezpieczenie nadziemnych części mostów przed oddziaływaniem czynników atmosferycznych. Na odpowiednio przygotowane powierzchnie betonowe nałożono powłoki zabezpieczające: farby ochronne o kolorystyce zbieżnej z projektem. Na powierzchniach sprężonych (przęsła mostów) zastosowano COLORITE PERFORMANCE, natomiast na podpory farbę elastyczną ELASTOCOLOR PITTURA.

Most na rzece Odra w Brzegu Dolnym

Realizacja

Projekt: MP-MOSTY Sp. z o.o.
Inwestor: Dolnośląska Służba Dróg i Kolei
Lokalizacja: Brzeg Dolny
Realizacja: 2012-2013 r.

Obiekt mostowy znajduje się w ciągu Obwodnicy Aglomeracji Wrocławia nad rzeką Odrą. Most zaprojektowano w postaci wieloprzęsłowego, betonowego i sprężonego ustroju belkowego o poprzecznym przekroju skrzynkowym, jednokomorowym. Wysokość mostu w przęsłach nurtowych realizowanych metodą nawisową jest zmienna, a wysokość na części zalewowej realizowana na rusztowaniach jest stała. Konstrukcja oparta jest na żelbetowych podporach tarczowych i przyczółkach masywnych. Posadowienie podpór mostu przewidziano jako pośrednie, na ścianach szczelinowych. Na obiekcie zaprojektowano ciąg pieszo-rowerowy, obustronne ekrany akustyczne o wysokości 4,5 m oraz oświetlenie drogowe. Dwa przęsła nurtowe mają rozpiętość 140 m. Całkowita długość obiektu wynosi 565 m.

Realizacja

System monitorowania konstrukcji mostu Rędzińskiego we Wrocławiu

Wykonawca sytemu: NeoStrain sp. z o.o.
Projekt oraz nadzór naukowy: Katedra Mostów Politechniki Wrocławskiej
Lokalizacja: Wrocław
Realizacja: od 09.2009 r. do 08.2011 r.

Jest to największy w Polsce system monitorowania konstrukcji mostu zrealizowany przez firmę NeoStrain. Powstał w trakcie wznoszenia obiektu. Instalacja systemu (elektronika pomiarowa, oprogramowanie i integracja) na tym etapie pozwoliła na obserwację pracy konstrukcji już w czasie prowadzenia prac budowlanych. Dzięki temu możliwa była rejestracja wielu oddziaływań, które nie były możliwe do uwzględnienia w modelu teoretycznym obiektu.
Mierzone wielkości: siła, odkształcenie w betonie i stali, naprężenia w betonie, kąt wychylenia, temperatura, przyspieszenie drgań (ponad 200 pomiarów synchronicznych).
Sprzęt pomiarowy: czujniki strunowe (model 4100, 4200, 4370, 6350), akcelerometry i siłomierze.

Realizacja

Obwodnica Czarnkowa

Producent keramzytu: Saint-Gobain Construction Products Polska sp. z o.o., marka Weber Leca®
Inwestor: Wielkopolski Zarząd Dróg Wojewódzkich

Budowana obwodnica Czarnkowa (ciąg drogi wojewódzkiej 178), na odcinku około 1500 m przechodzi przez dolinę Noteci, gdzie w podłożu zalegają nasypy i grunty organiczne. Na końcowym fragmencie tego odcinka występują szczególne uwarunkowania. Warstwy torfu o różnej grubości zalegające pod wodą są przykryte piaskami i nasypami. Ponadto w bliskim sąsiedztwie istnieją budynki oraz stacja benzynowa. W tych warunkach nie było możliwości wzmacniania podłoża metodami generującymi drgania lub wykonania całkowitej wymiany słabych gruntów, choćby ze względu na koszty.
Najwłaściwszym rozwiązaniem okazało się wykonanie odciążającego nasypu z keramzytu geotechnicznego, ułożonego w miejsce usuniętych cięższych piasków oraz nasypów. Pod projektowaną nawierzchnią drogi i parkingów wykonano: 50 cm warstwę nasypu zbrojonego (kruszywo łamane + geosiatka) oraz 70 cm warstwę nasypu z keramzytu geotechnicznego „opakowanego" geotkaniną z poliestru.

Trasa Uniwersytecka w Bydgoszczy

Dostawca deskowań: ULMA Construccion Polska S.A.
Lokalizacja: Bydgoszcz, Trasa Uniwersytecka
Realizacja: 04.2011-06.2013 r. (prace deskowaniowe)

Pierwszy odcinek Trasy Uniwersyteckiej o dł. 1,7 km wraz z mostem na rzece Brdzie został oddany pod koniec 2013 r. Firma ULMA dostarczyła deskowania na ustroje nośne dwóch estakad, dwóch wiaduktów oraz pomosty robocze potrzebne do montażu nietypowego pylonu mostu. Jako pierwsza została zrealizowana estakada E3. Deskowanie płyty obiektu w systemie ENKOFORM H-120 zostało zaprojektowane ze specjalnymi wstawkami nadającymi krawędziom obły kształt. Konstrukcję podparto wieżami T-60. Najciekawszym elementem trasy jest pylon mostu o wys. 70 m, składający się z dwóch części w kształcie liter A i Ω. Jego konstrukcja wykonywana była na miejscu z kolejnych segmentów. Ze względu na skomplikowaną geometrię obiektu ULMA zaproponowała rozwiązanie z zastosowaniem pomostów wznoszących BMK. Umożliwiło jednoczesne wykonywanie połączeń spawanych elementów oraz szlifowanie spoin i pokrywanie farbą antykorozyjną uprzednio wykonanych połączeń.

Realizacja

Realizacja

Most zwodzony

Wykonawca: VISTAL Gdynia S.A.
Inwestor: Starostwo Powiatowe w Chojnicach
Lokalizacja: Małe Swornegacie k. Chojnic
Realizacja: 02.2012-03.2013 r.

VISTAL w zakresie kontraktu wykonał projekt budowlany oraz dokonał demontażu istniejącej żelbetowej konstrukcji mostu. Firma wykonała nowe podpory żelbetowe, montaż stalowej konstrukcji nośnej wraz z mechanizmami zwodzenia, a także roboty przyobiektowe. W ramach robót przełożono sieć wodociągową i tłoczną kanalizacji sanitarnej, a także linię telefoniczną oraz energetyczną SN. Wszystkie sieci ułożono pod dnem rzeki Brdy metodą przewiertu sterowanego. Ustrój nośny mostu wykonano w wytwórni VISTAL w Gdyni. Stanowią go dwa przęsła stałe oraz jedno, dwuklapowe przęsło zwodzone o konstrukcji blachownico-wej. Komora balastowa została wypełniona stalą i betonem. Ozdobą mostu są dwie pary pylonów wspomagające podnoszenie skrzydeł zwodzonych. Mechanizmy hydrauliczne pozwalają na podnoszenie przęsła, umożliwiając w ten sposób swobodne przepływanie jednostek pływających między jeziorem Karasińskim i Charzykowskim.

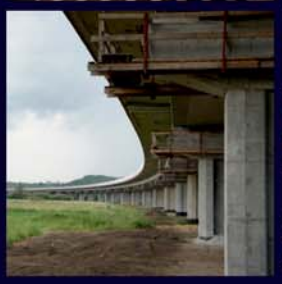
FIRMY

PRODUKTY

TECHNOLOGIE

BBV SYSTEMS

Wiadukt WD-1 w ciągu trasy J. Słowackiego, Gdańsk. Wykonawca BUDIMEX SA



BBV Systems Sp. z o.o., ul. Siennicka 25, 80-758 Gdańsk,
tel. 58 300 67 93, fax: 58 300 67 91, info.pl@bbv-systems.com, www.bbv-systems.pl

AARSLEFF sp. z o.o.

AARSLEFF sp. z o.o.
al. Wyścigowa 6
02-681 Warszawa
tel. 22 648 88 34
faks 22 648 88 36
www.aarsleff.com.pl
aarsleff@aarsleff.com.pl

▲ Most na Wiśle w Toruniu wraz z dojazdami – pale prefabrykowane, stalowe ścianki szczelne, kotwy gruntowe

O firmie

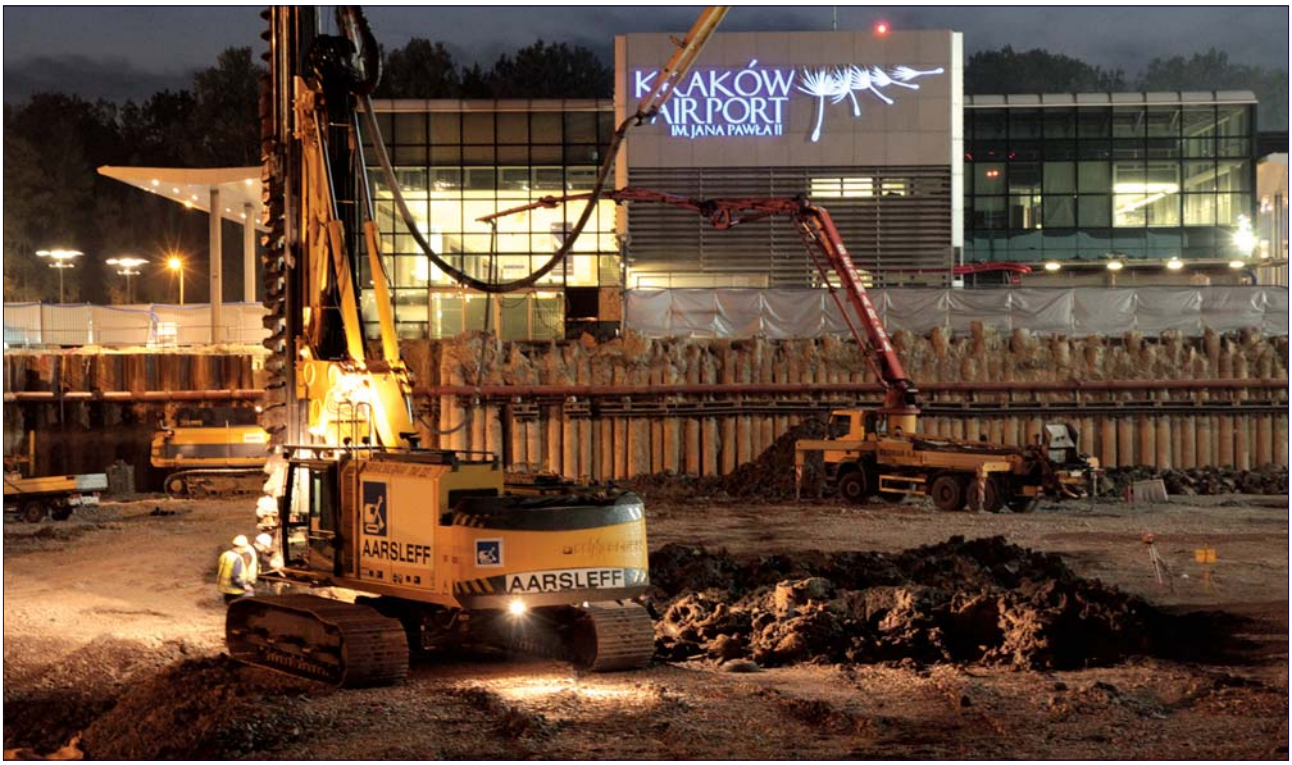
Firma AARSLEFF od lat kojarzona na rynku przede wszystkim w dziedzinie pali prefabrykowanych wbijanych, dzisiaj oferuje większość dostępnych na rynku technologii głębokiego fundamentowania. Firma specjalizuje się również w projektowaniu i wykonawstwie konstrukcji oporowych wykorzystywanych m.in. w budownictwie komunikacyjnym, hydrotechnicznym oraz przy zabezpieczaniu głębokich wykopów fundamentowych.

Spółka AARSLEFF zapewnia swoim klientom kompleksowe doradztwo techniczne poprzez sieć biur regionalnych oraz obsługę projektową we własnej pracowni. Zlecenia wykonywane są na bazie powierzonej dokumentacji lub w systemie „projektuj i buduj" (w oparciu o własne analizy i rozwiązania). Dodatkowym atutem firmy jest możliwość korzystania z doświadczeń grupy PER AARSLEFF, działającej na całym świecie.

Podstawowym celem działań spółki jest zapewnienie klientom możliwości współpracy z solidnym, profesjonalnym i godnym zaufania partnerem. Firma realizuje różnorodne zadania, od niewielkich inwestycji prywatnych do ogromnych przedsięwzięć budowlanych publicznych i komercyjnych. Klientami są indywidualni inwestorzy prywatni oraz międzynarodowe przedsiębiorstwa budowlane z całego świata.

AARSLEFF jest członkiem Polskiego Zrzeszenia Wykonawców Fundamentów Specjalnych (PZWFS).

▲ Autostrada A4 Rzeszów-Dębica – pale prefabrykowane pod fundamenty obiektów inżynierskich



▲ Terminal międzynarodowy w Krakowie-Balicach – kompleksowe zabezpieczenie wykopu: stalowe ścianki szczelne, palisady, wzmocnienie gruntu kolumnami cementowymi

Zakres działalności

Roboty palowe i wzmocnienia gruntu:
- pale prefabrykowane (żelbetowe, stalowe i drewniane)
- prefabrykowane fundamenty palowe pod konstrukcje wsporcze kolejowych sieci trakcyjnych, ekranów akustycznych i masztów energetycznych
- kolumny i pale formowane w gruncie (CFA, FDP, CMC, DSM)
- iniekcje wysokociśnieniowe jet grouting
- mikropale iniekcyjne.

Zabezpieczenia wykopów:
- stalowe ścianki szczelne wciskane i wibrowane
- iniekcyjne kotwy gruntowe
- palisady z pali wierconych i kolumn.

Konstrukcje hydrotechniczne na wodach morskich i śródlądowych:
- przesłony przeciwfiltracyjne
- nabrzeża, falochrony, dalby, jazy, mariny.

Prace projektowe i badawcze:
- kompleksowe rozwiązania projektowe w zakresie fundamentowania głębokiego
- testy nośności pali, badania ciągłości pali
- pomiary wibracji i hałasu
- pomiary inklinometryczne.

▲ Terminal LNG w Świnoujściu – generalne wykonawstwo robót hydrotechnicznych

▲ Farma wiatrowa w Darłowie – posadowienie elektrowni wiatrowych na palach prefabrykowanych

ArcelorMittal Commercial Long Polska sp. z o.o.

ArcelorMittal Commercial Long Polska sp. z o.o.
al. Piłsudskiego 92
41-308 Dąbrowa Górnicza
tel. 32 776 82 91
faks 32 776 70 67
www.arcelormittal.com/sections
www.constructalia.com
wojciech.ochojski@arcelormittal.com

▲ Produkcja dźwigarów HL 1100, dł. 42 m

O firmie

Firma ArcelorMittal powstała w czerwcu 2006 r. w wyniku połączenia firm Mittal Steel Company i Arcelor. W wyniku fuzji powstał największy na świecie producent stali.

Koncern zatrudniający 245 000 pracowników jest w stanie produkować ponad 120 milionów ton stali rocznie, co stanowi 6% światowej produkcji.

ArcelorMittal Commercial Long Polska sp. z o.o., będąca częścią koncernu ArcelorMittal, zajmuje się na polskim rynku obsługą sprzedaży w zakresie stalowych wyrobów długich, tj. kształtowników walcowanych na gorąco, grodzic, szyn, prętów okrągłych gładkich/żebrowanych, walcówki oraz profili górniczych.

Spółka zapewnia szerokie wsparcie techniczne w zakresie projektowania i wykonywania konstrukcji opartych na wyrobach długich. Wsparcie techniczne dedykowane jest wszystkim gałęziom przemysłu budowlanego i polega na opracowywaniu wstępnych koncepcji rozwiązań konstrukcyjnych wybranych elementów lub całych budowli z wykorzystaniem nowoczesnych rozwiązań materiałowych i konstrukcyjnych.

Spółka świadczy również usługi w zakresie prefabrykacji konstrukcji stalowych. Oferta obejmuje prefabrykację wstępną, tj. cięcie do wysokości profili 1138 mm, wiercenie lub wypalanie otworów, nadawanie wstępnej strzałki ugięcia, gięcie elementów, spawanie kołków Nelsona, wykonanie zabezpieczeń antykorozyjnych i ppoż. Centrum prefabrykacyjne C3P wykonuje również kompletne konstrukcje stalowe, oparte na innowacyjnych rozwiązaniach, w tym na bazie nowych rodzajów profili stalowych w gatunku HISTAR®, z wykorzystaniem belek ażurowych ACB® i Angelina™.

Zakłady C3P specjalizują się w wykonaniu konstrukcji obiektów inżynierskich, kubaturowych (hal i parkingów stalowych) oraz obiektów przemysłowych.

Wsparcie techniczne

Międzynarodowy zespół inżynierów projektantów TECOM pomaga klientom na całym świecie w opracowywaniu i optymalizacji projektów obiektów inżynierskich – mostów, wiaduktów, estakad, przejść ekologicznych – zarówno na drogach kołowych jak i na kolei.

Inżynierowie pracujący w zespole Doradztwa Technicznego ArcelorMittal Commercial Sections, przygotowują opracowania koncepcyjne wykorzystując oprogramowanie ArcelorMittal ACOBRI, które jest darmowym narzędziem do wymiarowania obiektów drogowych i kolejowych, zespolonych i obetonowanych na bazie EC-3. Program można pobrać na stronie www.arcelormittal.com/sections w zakładce Centrum Pobierania.

Opracowania koncepcyjne polegają na zwymiarowaniu danego ustroju nośnego obiektu mostowego ze szczególnym naciskiem na konstrukcję stalową, niemniej analiza obejmuje również określenie ilości betonu oraz zbrojenia. Każde opracowanie projektowe poparte jest szczegółową ofertą cenową wykonania konstrukcji stalowej.

Doświadczenie z rynku polskiego pokazuje, iż w zakresie od 25 do 50 metrów rozpiętości przęsła, wykorzystanie innowacyjnych konstrukcji zespolonych z kształtowników walcowanych na gorąco w gatunkach HISTAR355® lub HISTAR460® może dać do 40% oszczędności masy konstrukcji oraz 30% oszczędności kosztów wykonania obiektu, w stosunku do typowych blachownic spawanych.

Zakres wsparcia technicznego obejmuje również etap realizacji inwestycji, w tym technologii wykonania konstrukcji, zabezpieczenia antykorozyjnego, transportu oraz technologii montażu itp.

▲ Wiadukty WD-7 oraz WD-8 na trasie Sucharskiego w Gdańsku

Współczesne stalowe dźwigary walcowane w konstrukcjach mostowych

Szeroki asortyment dostępnych na rynku dwuteowników walcowanych o dużych wymiarach umożliwia budowanie ekonomicznych obiektów mostowych o przęsłach w konstrukcji dźwigarów zespolonych stalowo-betonowych, kratowych lub obetonowanych – dźwigarowo-betonowych. Zastosowanie kształtownika walcowanego jest rozwiązaniem tańszym niż blachownice spawane. Możliwe jest to poprzez eliminację spawanych połączeń pasów i środników oraz badań związanych z ich wykonaniem. Dodatkowo wykonanie profili w procesie całkowicie zautomatyzowanym pozwala na uzyskanie produktu o 100% powtarzalności i jakości.

Stosowane obecnie do budowy mostów stale konstrukcyjne są lepsze niż te wykorzystywane w przeszłości. Zasada doboru stali na konstrukcje mostu jest następująca: przyjmując min. temperaturę z normy dla danej lokalizacji przyjmujemy odpowiednią grupę jakości dla danego gatunku stali, w funkcji grubości elementu i poziomu wytężenia. Dla typowych elementów klasa jakości J2 jest zwykle wystarczająca, natomiast wraz ze wzrostem grubości konieczne może być zastosowanie materiału o większej udarności, tj. wyższej klasie jakości. Walcowanie termomechaniczne, oznaczone jako M w klasie jakości stali, zapewnia udarność odpowiadającą klasie K2. Jednocześnie stale walcowane termomechanicznie wykazują się o ok. 5-10% lepszą spawalnością z tytułu niższej wartości równoważnika węglowego CEV w porównaniu z gatunkami stali normalizowanych lub walcowanych normalizująco. Kształtowniki walcowane do budowy mostów są wytwarzane z takich właśnie materiałów lub ze stali HISTAR® produkowanej w Luxemburgu, a będącej własnością koncernu ArcelorMittal.

HISTAR® jest gatunkiem stali konstrukcyjnej niskostopowej łączącej wysoką wytrzymałość, dobrą udarność i doskonałą spawalność. Gatunki te dostępne są z gwarantowaną min. granicą plastyczności 355 lub 460 N/mm^2. Wyróżniają się polepszonymi gwarantowanymi własnościami mechanicznymi dla całego zakresu grubości. Umożliwia to stosowanie kształtowników walcowanych w przęsłach o coraz większej rozpiętości. Własności stali HISTAR® pozwalają na projektowanie bez konieczności stosowania redukcyjnych współczynników materiałowych wg PN-82/S-10052. Potwierdza to opinia IBDiM nr 37/1086/2012. W ten sposób stosowanie kształtowników walcowanych termomechanicznie jest równoznaczne z uzyskaniem konstrukcji o dużej wytrzymałości i udarności, wystarczającej na kolejowe i drogowe obiekty mostowe na terenie Polski, bez ograniczeń co do grubości ich półek. Zastosowanie grubych półek natomiast skutkuje ograniczeniem powierzchni do zabezpieczenia antykorozyjnego. Spośród szerokiej gamy innowacyjnych rozwiązań opracowanych przez dział R&D ArcelorMittal, na szczególną uwagę zasługuje gatunek stali trwale patynującej Arcorox®, który nie wymaga jakiegokolwiek zabezpieczenia antykorozyjnego. Gatunek ma wszelkie własności wytrzymałościowe stali konstrukcyjnych, natomiast ochronę korozyjną tworzy naturalna warstwa patyny.

Poniżej przedstawiono rozwiązania przęseł zespolonych, w których zastosowano najwyższe dostępne kształtowniki o przekroju dwuteowym w obiekcie drogowym i kolejowych na rynku polskim.

Obiekty drogowe z dwuteowników walcowanych.

Typowe rozwiązania w mostach, wiaduktach czy estakadach zespolonych zakładały zwykle stosowanie dwuteowników, na których wykonywano bez ich podpierania płytę betonową „na mokro". Obecnie coraz częściej stosuje się technologię belek zespolonych, w których płyta żelbetowa jest wykonywana bez konieczności podpierania montażowego, a deskowanie jest w 100% podwieszane do dźwigarów stalowych. Wykorzystywane są elementy prefabrykowane np. filigran jako szalunek tracony lub prefabrykat betonowy tzw. VFT stanowiący w pełni współpracujący szalunek ustroju nośnego. Fakt włączenia do współpracy betonu w fazie montażowej znacznie ogranicza rozmiar przekroju stalowego, co pozytywnie przemawia za stosowaniem takiego rozwiązania. Aspekt finansowy rozwiązania obiektu zespolonego należy rozpatrywać globalnie. Koszt wykonania samej konstrukcji nośnej będzie oczywiście wyższy aniżeli w ustroju żelbetowym, niemniej wpływ takiego rozwiązania na pozostałe elementy oraz łatwość i tempo budowy będą powodowały znaczące oszczędności, przekraczające wartością różnicę w cenie konstrukcji. Lżejsza konstrukcja nośna (obiekt zespolony jest ok. 4-5-krotnie lżejszy od porównywalnego ustroju żelbetowego) będzie miał wpływ na koszty posadowienia, masywność fundamentów, rozmiar i ilość łożysk. Lżejsze i drobniejsze elementy stalowe znacznie taniej i szybciej można przetransportować i scalić na budowie. Podane powyżej technologie deskowania płyty pozwalają na całkowite wyeliminowanie podparcia tymczasowego dźwigarów, a tempo prac przy ustrojach zespolonych jest znacznie krótsze, co przekłada się na szybsze uruchomienie danego obiektu i ograniczenie negatywnych wpływów społecznych z tytułu prowadzonych prac budowlanych. Należy również pamiętać, iż stalowe konstrukcje nośne ustrojów zespolonych są w 100% poddawane recyklingowi.

Przykładem optymalnego wykorzystania nowoczesnych dwuteowników walcowanych są obiekty WD-7, WD-8 na trasie Sucharskiego w Gdańsku. Obiekty wykonane są w technologii VFT.

Obiekty kolejowe z dwuteowników walcowanych

Popularnym rozwiązaniem konstrukcyjnym obiektów kolejowych jest wykonywanie zbrojenia płyty pomostu w formie stalowych profili walcowanych, stanowiących równocześnie szalunek tracony ustroju. Rozwiązanie to zapewnia odpowiednią sztywność i bezwładność ustroju na działanie dużej dynamiki w szczególności na trasach kolei wysokich prędkości. Dodatkowo grupowanie dźwigarów pozwala na szybki montaż kompletnych ustrojów nośnych bez potrzeby zatrzymywania ruchu pod obiektem. Obiekty obetonowane w technologii dźwigarów walcowanych są realizowane na trasach szybkich pociągów na terenie całej Europy – TGV, Eurostar, Thalys czy niemiecki ICE. Również w Polsce ta technologia zyskała uznanie m.in. na Centralnej Magistrali Kolejowej nr 4, gdzie realizowane jest 21 obiektów inżynierskich na odcinku od Grodziska Mazowieckiego do Zawiercia, na której docelowa prędkość przejazdu pociągów Pendolino będzie przekraczać 200 km/h.

CADMOST PROJEKT s.c.

O firmie

Firma CADMOST PROJEKT s.c. powstała w 1995 r. w Gliwicach. Jest biurem projektowym specjalizującym się w budownictwie mostowym. Oferuje usługi w zakresie projektowania, doradztwa technicznego oraz badania pod próbnym obciążeniem obiektów mostowych. Firma jest twórcą aplikacji BeStCAD, służącej do projektowania konstrukcji inżynierskich w środowisku programów AutoCAD® i ZWCAD®. Od 1997 r. jest autoryzowanym deweloperem firmy Autodesk®.

Próbne obciążenia obiektów mostowych

Próbne obciążenia obiektów mostowych firma wykonuje już przez prawie 20 lat i ma w tym względzie ogromne doświadczenie. Badania realizowane były najczęściej w kooperacji z Zespołem Badań Terenowych Politechniki Śląskiej, który oprócz tego, że jest jednostką naukową, ma również wdrożony system zarządzania jakością zgodny z PN-ISO 17025. Spełnione są w ten sposób wymagania Zarządzenia nr 47

Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 10.08.2011 r. oraz Standardów Technicznych PKP PLK i CNTK – Tom III dla modernizacji lub budowy linii kolejowych z 2009 r. Firma przeprowadziła badania ponad 600 obiektów m.in. na autostradach A1, A2, A4, A6, A18, na drogach szybkiego ruchu S1, S3, S7, S8, S14, S69, S89 i na liniach kolejowych CMK, E65, E30.

Wyniki i doświadczenie zdobywane w realizowanych badaniach mostów pod próbnym obciążeniem, wykorzystywane są również w działalności naukowo-badawczej spółki. Pracownicy mogą poszczycić się wieloma publikacjami z tego zakresu oraz kilkoma rozprawami doktorskimi. Działania te docenił również Związek Mostowców RP, który w 2009 roku wyróżnił dwóch członków zespołu nagrodą im. Mieczysława Rybaka za wybitne osiągnięcia w dziedzinie badań i rozwoju polskiej techniki mostowej.

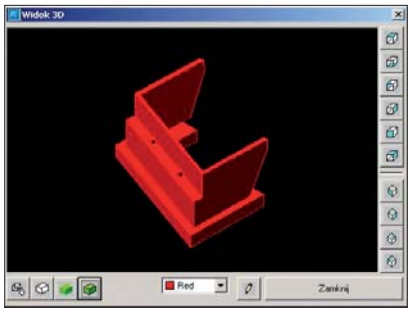
CADMOST PROJEKT s.c.
ul. Plebiscytowa 1
44-100 Gliwice
tel. 32 231 11 56
faks 32 300 66 65
www.cadmost.com.pl
sekr@cadmost.com.pl

BeStCAD

BeStCAD jest programem działającym w środowisku AutoCAD-a, a od 2014 r. również na platformie ZWCAD+ 2014 Professional. Służy do tworzenia rysunkowej dokumentacji technicznej, betonowych i stalowych konstrukcji budowlanych i inżynierskich. W skład aplikacji wchodzą moduły: Ogólny, Stal, Żelbet, Mosty, Inżynier, Sprężenie, Drogi, Geotechnika i Robot.

Dla projektantów branży mostowej szczególnie polecany jest moduł Mosty, w skład którego wchodzą m.in. polecenia do parametrycznego rysowania przekrojów mostowych, zabudowy pomostu, przyczółków, ścian oporowych i barier energochłonnych. Moduł Sprężenie natomiast wspomaga tworzenie rysunków konstrukcji sprężonych poprzez generowanie tras kabli sprężających w widoku z boku i z góry, automatyczne rozmieszczanie opórek, opisywanie kabli i tabelaryczne zestawienie rzędnych kabli. Program pozwala na sprawdzanie kolizji tras kabli w przekroju poprzecznym. Możliwe jest również wygenerowanie obciążeń, działających na konstrukcję, wywołanych sprężeniem.

Szczegółowe informacje dot. programu można znaleźć na www.bestcad.com.pl



Stal zbrojeniowa **EPSTAL**®
Bezpieczeństwo każdej konstrukcji

Badania naukowe potwierdzają:

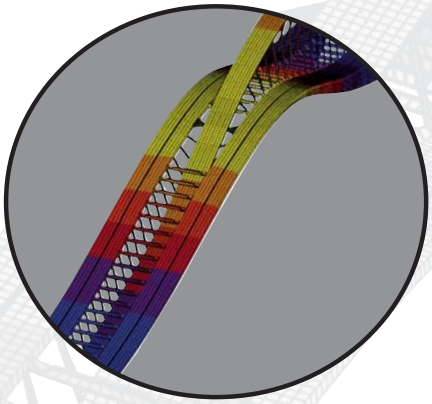
Zastosowanie stali zbrojeniowej **EPSTAL**®
o wysokiej ciągliwości i odporności na obciążenia dynamiczne
zabezpiecza konstrukcję przed kruchym i nagłym zniszczeniem
w sytuacji awaryjnej i tym samym przyczynia się
do wzrostu bezpieczeństwa jej użytkowników.

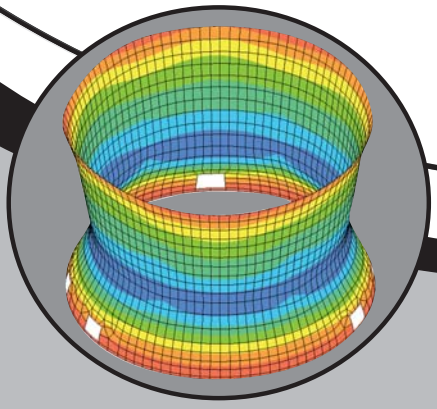
Parametry **EPSTAL**® odpowiadają wymaganiom
klasy C wg Eurokodu 2 oraz klasy A-IIIN wg Polskich Norm.
Produkowane średnice: 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 28, 32, 40 mm.

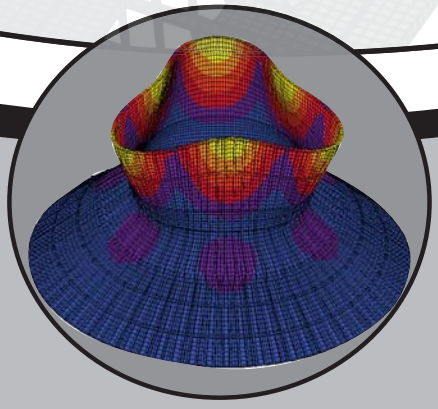
www.cpjs.pl

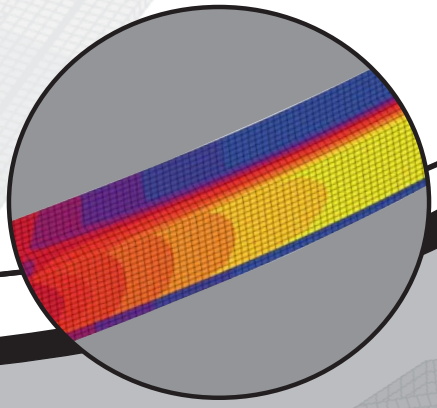
CG Structural Consulting

- Doradztwo techniczne
- Zaawansowane obliczenia MES
- Złożone modele obliczeniowe
- Analiza zjawisk lokalnych
- Obliczenia wariantowe
- Obliczenia weryfikacyjne
- Badania konstrukcji w trakcie wznoszenia
- Obciążenia próbne mostów
- Pomiary odkształceń, przemieszczeń, drgań



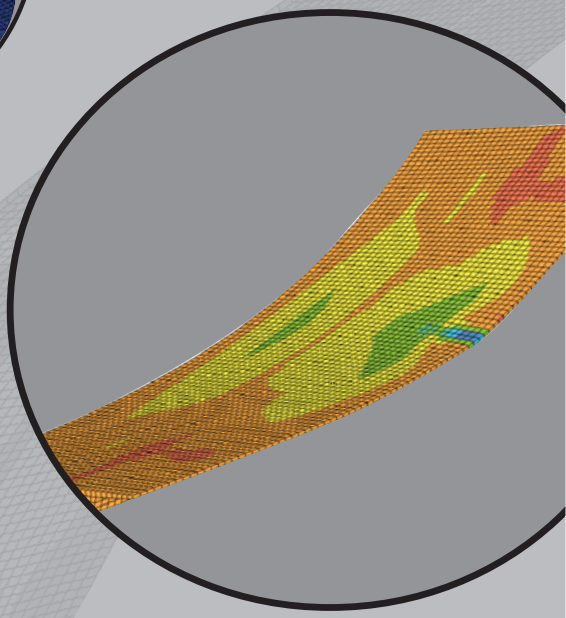






LUSAS

- Eurokody, PN i AASHTO
- Mosty, budynki, zbiorniki
- Żelbet, stal, kompozyty
- Belki, powłoki, cięgna
- Projektowanie sprężenia, podwieszenia
- Fazy montażu, etapy wznoszenia i budowy
- Skurcz, pełzanie, reologia
- Pękanie, uplastycznienie, zmęczenie
- Nieliniowa statyka i dynamika
- Stateczność, częstości, wyboczenie
- Optymalizacja obciążenia pojazdami
- Interakcja podłoże - konstrukcja



30-732 Kraków, ul. Biskupińska 2
tel. 501 183 666, 698 715 469

www.cgsc.pl

LUSAS należy do najlepszych programów obliczeniowych na świecie w branży mostowej. W odróżnieniu od wielu prostych programów liczących, przeznaczony jest dla bardziej zaawansowanych użytkowników. Twórcy LUSAS połączyli wygodę użytkowania z dużymi możliwościami modelowania złożonych zjawisk mechanicznych.

LUSAS BRIDGE
– ZAAWANSOWANE OBLICZENIA KONSTRUKCJI MOSTOWYCH W MES

dr inż. Henryk Ciurej
CG Structural Consulting s.c.

Współczesne konstrukcje mostowe, jak żadne inne w budownictwie, narzucają konieczność szerokiej analizy: od prostej statyki liniowej poprzez zagadnienia fizycznie nieliniowe (plastyczność, pękanie), z uwzględnieniem efektów wpływu czasu (reologia, skurcz), modelowania etapowej realizacji obiektu, a skończywszy na zagadnieniach dynamicznych i stateczności lokalnej. Jeżeli dołączy się do tego problemy geotechniczne, to otrzymany obszar zagadnień ujętych w modelu obliczeniowym, staje się wyzwaniem zarówno dla używanego oprogramowania jak i wiedzy projektanta.

Możliwości modelowania

Rozwijany od czterdziestu lat program LUSAS Bridge jest jednym ze światowych liderów w dziedzinie obliczeń konstrukcji mostowych. Program ten wymaga od użytkownika wiedzy na temat metody elementów skończonych oraz zasad modelowania w MES. Takie założenie sprawiło, że LUSAS jest chętnie wykorzystywany przez biura podejmujące się bardziej ambitnych projektów jak np.: mosty podwieszone i wiszące, kładki dla pieszych, konstrukcje zespolone, analiza etapowa, konstrukcje kompozytowe itp.

LUSAS pozwala na modelowanie elementów kratowych, kablowych, powłokowych, objętościowych, betonowych, żelbetowych, sprężonych, murowych z uwzględnieniem reologii, pełzania, skurczu i relaksacji. Możliwości modelowania pękania w materiałach kruchych oraz szerokiej gamy modeli plastycznych czyni z tego programu jedno z najbardziej zaawansowanych narzędzi inżynierii lądowej. Zarówno analiza statyczna jak i bogate możliwości modelowania zjawisk dynamicznych dodatkowo wyróżniają to oprogramowanie na tle innych dostępnych na rynku programów z branży Bridge Engineering.

Jedną z najbardziej atrakcyjnych możliwości oprogramowania jest bogaty zestaw narzędzi do modelowania procesu etapowego wznoszenia konstrukcji, w tym także nasuwania podłużnego. W każdym etapie budowy możliwe są wszystkie dostępne analizy (stateczności, statyczne i dynamiczne, liniowe i nieliniowe itp.) z uwzględnieniem wieku betonu, zmian właściwości fizycznych materiałów, zmian podparć, geometrii, sprężenia itp.

LUSAS Bridge jest szczególnie wygodnym narzędziem do modelowania i projektowania kładek dla pieszych. Zastosowanie specjalistycznych procedur pozwala na analizę komfortu wibracyjnego pieszych przy rozmaitych schematach wymuszeń dynamicznych. Podobne możliwości wiążą się z projektowaniem mostów dla szybkich kolei. Zastosowano tu gotowe normowe zestawy obciążające zarówno w odniesieniu do kładek, jak i do mostów drogowych oraz kolejowych. Zaimplementowane obciążenia dotyczą m.in. norm europejskich i polskich.

Wersje oprogramowania LUSAS

LUSAS Bridge jest dostępny w kilku wersjach w zależności od poziomu zaawansowania potrzebnych obliczeń. Wszystkie używają tego samego interfejsu użytkownika, wyposażone są w kreatory modelowania dla typowych rozwiązań konstrukcyjnych (użytkownik może dostosowywać je do własnych potrzeb), kompleksowy zestaw narzędzi do wygodnego tworzenia modelu, definiowania obciążeń i łączenia wyników z różnych przypadków obciążeń (kombinacje, obwiednie itp.). Ponadto LUSAS Bridge umożliwia pełną kontrolę przy generowaniu wyników obliczeń, raportów, wydruków itp.

CG Structural Consulting s.c. Przedstawiciel LUSAS FEA Ltd. ► ul. Biskupińska 2 ► 30-732 Kraków ► tel. 698 715 469, 501 183 666 ► www.cgsc.pl ► cgsc@cgsc.pl

CG Structural Consulting

▲ Rys. 1. Swansea Sail Bridge – realizacja oraz widok modelu w Tekla Structures

Modelowanie Informacji o Budynku (z ang. Building Information Modeling - BIM) jest rewolucyjnym rozwiązaniem wprowadzającym nową jakość do przedsięwzięć budowlanych. Założeniem BIM jest rozpatrywanie procesu powstawania konstrukcji jako całości – od fazy planowania, modelowania przez produkcję aż do montażu na placu budowy. Rozwiązanie skierowane do wszystkich współpracujących branż, pozwala na łatwiejszą i efektywniejszą komunikację oraz wymianę informacji. Korzyści, które przynosi technologia BIM sprawiają, że powszechną praktyką jest stosowanie jej także przy konstrukcjach mostowych.

TEKLA STRUCTURES
– TECHNOLOGIA MODELOWANIA INFORMACJI O BUDYNKU W BRANŻY MOSTOWEJ

dr inż. *Tomasz Olszewski*
Construsoft Sp. z o.o.
mgr inż. *Jan Osika*
Art's Project

Tekla Structures – program ułatwiający detalowanie

Oprogramowanie Tekla Structures jest samodzielnym systemem BIM, obejmującym cały proces strukturalnego projektowania. Jest to innowacyjne rozwiązanie, za pomocą którego użytkownik może przechowywać informację o każdym etapie procesu konstrukcyjnego w jednym miejscu. Za pomocą tego przystępnego narzędzia w intuicyjny sposób można projektować oraz tworzyć detale budowli różnego rodzaju i przeznaczenia: od bloków mieszkalnych, struktur przemysłowych aż do obiektów użyteczności publicznej, sportowych czy mostów (rys. 1). Program udostępnia użytkownikowi rozwiązania nie tylko dla konstrukcji stalowych, ale także żelbetowych prefabrykowanych i monolitycznych. W modelach można również wykorzystać inne materiały, np. aluminium, drewno, szkło itp., które w połączeniu stanowią spójną całość budowli.

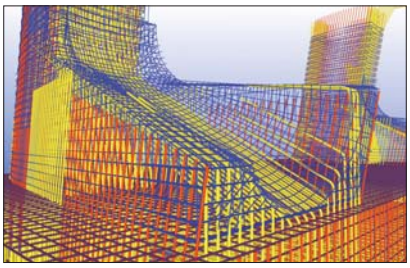
Doskonałym przykładem pełnego wykorzystania możliwości BIM jest konstrukcja mostu Crusell w Helsinkach zaprojektowanego przez WSP Finland, a zrealizowanego przez Skanska Civil. Ten wantowy most o długości 175 m i szerokości 25 m, kosztował około 15 mln euro.

Tekla Structures zawiera bogatą bazę gotowych komponentów do zbrojenia. Pozwala ponadto na ręczne dodawanie prętów zbrojeniowych do elementów. Taka metoda została wykorzystana m.in. przy modelowaniu skomplikowanych podstaw pylonów (rys. 2). 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.

Interdyscyplinarna współpraca i komunikacja z innymi systemami

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. Podczas projektowania mostu Crusell wykorzystywano różne formaty, 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

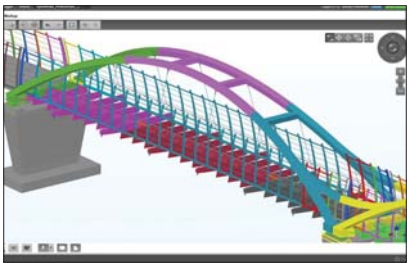


▲ Rys. 2. Widok zbrojenia fragmentu konstrukcji mostu Crusell w Tekla Structures

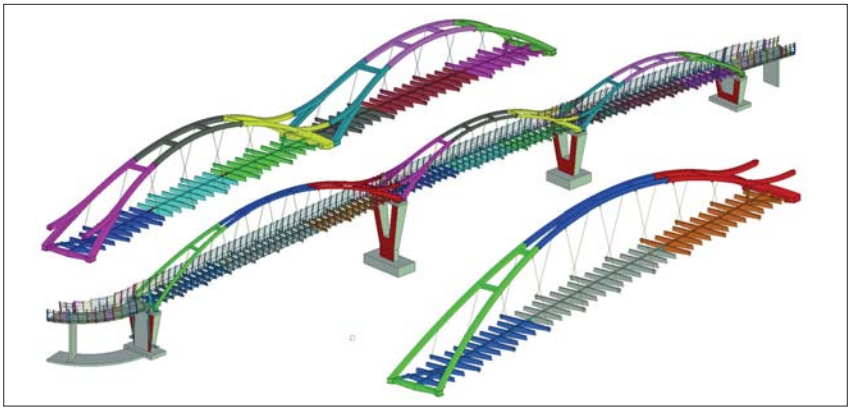
informacji na temat elementów konstrukcji. W pracach przy projekcie mostu zaangażowanych było wiele różnych podmiotów. Aby każdy z nich posiadał aktualne dane przeprowadzano ich synchronizację pomiędzy uczestnikami. Rozwiązanie to było niezbędne w związku z tym, że przez długi okres detalowanie w programie przebiegało równolegle z pracami na placu budowy. Realizacja mostu zajęła dwa lata: od 2008 do 2010 roku.

Modelowanie 3D

Możliwości BIM są od dawna z sukcesem wykorzystywane przez polskie firmy. Jedną z nich jest krakowska Art's Project, specjalizująca się w projektowaniu konstrukcji stalowych różnych typów (obiekty wojskowe, budynki użyteczności publicznej, obiekty przemysłowe oraz wielkogabarytowe konstrukcje maszyn jezdnych). Poza standardowym oprogramowaniem Tekla, wykorzystuje również darmowe narzędzie Tekla BIMsight, które pozwala łączyć modele pochodzące z różnego oprogramowania w jeden projekt (rys. 3).



▲ Rys. 3. Darmowe oprogramowanie Tekla BIMsight – jedno z przęseł mostu w Tynehead (źródło: Art's Project, Pacific detailing)



▲ Rys. 4. Dokładne przedstawienie konstrukcji ułatwia prace i pozwala na uniknięcie błędów. Model mostu w Tynehead (źródło: Art's Project, Pacific detailing)

W 2011 roku firma współpracowała przy projekcie stalowego mostu, przypominającego kształtem smoka. Konstrukcja (3-przęsłowa o masie 180 ton i długości 150 m) znajduje się przy głównym wjeździe do Vancouver, w pobliżu parku krajobrazowego Tynehead. Wykonanie innych mostów, znajdujących się w tej lokalizacji zawsze było problematyczne. W opisywanym przypadku montaż był przeprowadzany zaledwie przez dwie nocne godziny, bez wstrzymywania ruchu na autostradzie. Takie zorganizowanie pracy było możliwe dzięki wykorzystaniu precyzyjnego modelowania 3D w Tekla Structures.
Model 3D jest źródłem informacji i dokładnym, wirtualnym odzwierciedleniem rzeczywistej konstrukcji (rys. 4). Dzięki niemu można przeanalizować różne rozwiązania oraz wyszukać i eliminować ewentualne błędy jeszcze przed stworzeniem dokumentacji. Tym samym unikamy pomyłek w dalszej pracy oszczędzając czas i pieniądze.

Tworzenie rysunków i raportów

Program automatycznie generuje różnego rodzaju rysunki i raporty w każdej fazie trwania procesu modelowania. Przy projekcie mostu w Tynehead wykonano 1226 rysunków, w tym 23 plany montażowe, 763 rysunki zespołów oraz 440 rysunki warsztatowe (elementów składowych). Zmiany w modelu są automatycznie uwzględniane w rysunkach i zestawieniach przez co są one zawsze aktualne. Przy realizacji przedsięwzięcia równocześnie współpracowało 4-5 osób z wykorzystaniem trybu „wielu użytkowników". W ten sposób, przez odpowiednie rozdzielenie pracy w zespole projektowym zoptymalizowano i przyspieszono cały proces powstawania konstrukcji, przygotowując go w ok. 950 godzinach.

Powiązanie z maszynami CNC, wymiana danych

Model Tekla jest także niezastąpionym źródłem danych dla produkcji. Bezpośrednie połączenie z obrabiarkami CNC jest możliwe dzięki automatycznemu przesyłaniu informacji w formacie DSTV lub XML. Jednym z ciekawszych udogodnień jest technologia scribingu, czyli zaznaczania konturów i szczegółów połączenia na obrabianych elementach.
Dane CNC mostu Tynehead przekazazywano do chińskiej wytwórni konstrukcji stalowych, w której przeprowadzano fabrykację a następnie całe zespoły transportowano do Kanady i montowano w Vancouver.
Oprogramowanie Tekla Structures pozwala sprostać wymogom współczesnego rynku oraz być konkurencyjnym nie tylko w Polsce lecz na całym świecie. Wykorzystanie efektywnych i optymalnych rozwiązań BIM w projektach mostowych 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

DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL sp. z o.o.

DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL sp. z o.o.
ul. Bojowników o Wolność i Demokrację 38/121
41-506 Chorzów
tel. 58 300 13 53
www.dywidag-systems.com
dsi-polska@dywidag-systems.com

O firmie

DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL sp. z o.o. z siedzibą w Chorzowie jest częścią międzynarodowego koncernu, którego historia sięga 1950 roku i związana jest z działalnością niemieckiej firmy budowlanej Dyckerhoff & Widmann AG (DYWIDAG). Obecnie holding skupiający wszystkie komórki DSI na świecie należy do niezależnych inwestorów finansowych. Trzon działalności firmy w Polsce stanowi dostawa specjalistycznych rozwiązań dla geotechniki (kotwy gruntowe GEWI, żerdzie samowiercące DYWI Drill) oraz dostawa i wykonawstwo systemów sprężania.

Systemy sprężania – nowe aprobaty

W budownictwie mostowym firma DSI kojarzona jest w Polsce przede wszystkim z systemami sprężania splotami DYWIDAG i SUSPA-Splot oraz popularnym systemem prętów sprężających, zwanych potocznie „dywidagami".

Rok 2013 zaznaczył się szczególnie w historii DSI pod względem wdrażania innowacji w tej dziedzinie. Dział badań i rozwoju firmy dokonał gruntownego przeglądu dotychczasowych rozwiązań doprowadzając (po kilku latach prac) do uzyskania nowych Europejskich Aprobat Technicznych (ETA) oraz wznowienia i rozszerzenia znanych na rynku aprobat należących do DSI. Obecny zakres oferowanych rozwiązań technicznych przedstawia tablica 1.

Nowości dotyczą między innymi:

- aprobaty ETA-13/0815 (DYWIDAG) – wprowadzono opcjonalnie nowy typ głowicy kotwiącej – zmodyfikowane zakotwienie wielopłaszczyznowe MA, niewymagające stosowania spiral zbrojeniowych lub dopuszczające zmniejszenie rozstawu zakotwień; ponadto dla zakresu 38-55 splotów dostępne jest teraz zakotwienie MA (wcześniej tylko płytowe); wprowadzono również opcjonalnie rury osłonowe z tworzywa sztucznego, w tym rury owalne
- aprobaty ETA-13/0839 (SUSPA-Splot DW) – wprowadzono nowy typ głowicy kotwiącej oraz trójdzielne szczęki kotwiące (ujednolicenie z systemem DYWIDAG wg ETA-13/0815)
- aprobaty ETA-13/0979 (sprężanie zewnętrzne) – wprowadzono możliwość stosowania zakotwień wielopłaszczyznowych MA (wcześniej jedynie na bazie indywidualnych dopuszczeń).

Wybrane realizacje

Spośród ostatnich realizacji DSI w Polsce na uwagę zasługuje sprężanie obiektu WD-186 wykonane w grudniu 2013 r. w ramach kontynuacji budowy autostrady A1 na odcinku Brzezie-Kowal. Prace wykonane przez firmę obejmowały sprężenie wewnętrzne płyty pomostu kablami 7-splotowymi 6-7 systemu SUSPA (wg ETA-06/0025) oraz zewnętrzne, tj. przebiegające poza przekrojem betonowym, kablami 31-splotowymi 6831 systemu sprężania DYWIDAG-External (wg ETA-09/0068).

Sprężanie zewnętrzne miało za zadanie przejęcie rozporu obu łuków – pod każdym z nich wzdłuż podłużnic zespolonego ustroju nośnego przebiega w rurze PE pojedynczy kabel 6831, sprężony siłą ok. 5700 kN i zainiektowany zaczynem cementowym. Do wykonania naciągu firma sprowadziła

▲ Rozkładanie kabli prefabrykowanych systemu SUSPA na obiekcie WA-189 (Autostrada A1 Brzezie-Kowal)

▲ Wiadukt WD-186 – sprężenie zewnętrznymi kablami 31-splotowymi typu 6831 w systemie DYWIDAG-External

▼ Tablica 1. Zakres oferowanych rozwiązań technicznych

Nr aprobaty	System	Status	Ważność do	Wielkość cięgna		Gatunek stali [N/mm²]
ETA-03/0036	SUSPA monosplot	przedłużona ze zmianami	29.06.2018	1-5 splotów	150 mm²	1860
ETA-05/0123	DYWIDAG sprężanie prętami	przedłużona ze zmianami	29.06.2018	Ø nominalna 18-47 mm		1050
ETA-07/0186	SUSPA Drut-Ex sprężanie drutami	udoskonalona	27.06.2018	30-84 druty	38,5 mm²	1770
ETA-11/0258	DYWIDAG duże cięgna, sprężanie splotami	bez zmian	13.06.2017	38-55 splotów	150 mm²	1860
ETA-13/0814	DYWIDAG sprężanie pojedynczymi mono-splotami	pierwsze wydanie	24.06.2018	1 splot	150/140 mm²	1860
ETA-13/0815	DYWIDAG sprężanie splotami z przyczep-nością	pierwsze wydanie	27.06.2018	3-55 splotów	150/140 mm²	1860
ETA-13/0839	SUSPA DW sprężanie splotami z przyczepnością	udoskonalona ETA-06/0025	24.06.2018	1-22* sploty	150 mm²	1860
ETA-13/0979	DYWIDAG sprężanie zew. i wew. bez przyczepności	udoskonalona ETA-09/0068	27.06.2018	3-37 splotów	150/140 mm²	1860

* kable sprężające również w wersji prefabrykowanej

z Monachium prasę zdolną wygenerować siłę naciągu nawet 6800 kN.

System DSI został zaaprobowany na budowie autostrady A1 ponad 2 lata temu (budowa była wstrzymana po bankructwie generalnego wykonawcy) i bazował na zakotwieniach płytowych według obowiązującej wówczas aprobaty ETA-09/0068.

Obecnie firma uzyskała nową aprobatę ETA-13/0979, która pozwala na stosowanie zakotwienia wielopłaszczyznowego MA, przenoszącego naprężenia na beton w sposób dużo bardziej efektywny. Jest to również rozwiązanie bardzo konkurencyjne cenowo (odlew żeliwny zamiast stalowej płyty). Nowa technika opracowana przez DSI może być stosowana w nowych konstrukcjach oraz wszędzie tam, gdzie strefa zakotwień jest „dobetonowana" do istniejącego ustroju. Stare rozwiązanie z zakotwieniem płytowym najlepiej sprawdza się w przypadku napraw i wzmacniania istniejących budowli.

▲ Prasa DSI typu 6800 użyta do naciągu kabli 31-splotowych

TECHNIKI SPRĘŻANIA I PODWIESZEŃ:
- **cięgnowe systemy sprężania z wykorzystaniem**: *splotów, drutów, prętów – montaż na budowie lub prefabrykowane*
- **systemy podwieszeń ze splotów równoległych**: *DYNA Grip® i DYNA Bond®, monitoring DYNA Force*
- **zastosowania**: *obiekty mostowe, zbiorniki, stropy, płyty fundamentowe, dachy cięgnowe, maszty*
- **technika urządzeń**: *urządzenia hydrauliczne, heavy lifting*

GEOTECHNIKA
- **kotwy gruntowe**: *linowe, prętowe, samowiercące*
- **gwoździe gruntowe i skalne**: *prętowe, samowiercące*
- **mikropale**: *prętowe, samowiercące, rury z żeliwa ciągliwego*
- **ściągi**: *prętowe, linowe* GEWI®, THREADBAR®, DYWI® Drill

DSI

Nowość!
Systemy cięgien prętowych z zakończeniami widelcowymi – dostawa, montaż, naciąg, regulacja, projekty technologiczne.

DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL DSI
Local Presence – Global Competence

DYWIDAG-Systems International Sp. z o.o.
41-506 Chorzów, ul. Bojowników o Wolność i Demokrację 38/121
tel. +48 32 241 09 98, + 48 58 300 13 53
e-mail DSI-Polska@dywidag-systems.com

CE

www.dywidag-systems.pl

Freyssinet Polska Sp. z o.o.

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.

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

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 m 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.

▲ Osadzenie żerdzi wiertniczych

Brak szczelności obudowy wykopu w warunkach wysokiego zwierciadła wody gruntowej stwarza problemy w realizacji części podziemnych obiektów inżynierskich. Z uwagi na bardzo duży napływ wody, w wielu przypadkach prowadzenie prac żelbetowych w wykopie jest wręcz niemożliwe. Technologia opracowana przez firmę GEO-EKSPERT pozwala na skuteczne wyeliminowanie nieszczelności i umożliwia wykonanie zasadniczych robót budowlanych.

USZCZELNIENIE OBUDOWY WYKOPU

NA BUDOWIE PURO HOTEL W GDAŃSKU

mgr inż. *Tomasz Górski*
Geo-Ekspert Sp. z o.o.

Opis konstrukcji

Obudowę wykopu zaprojektowano jako palisadę z pali CFA ø 600 mm w rozstawie co 0,9 m wraz z wypełnieniem kolumnami jet grouting. Głowice pali zwieńczono oczepem żelbetowym. Palisadę rozparto dwoma rzędami rozpór stalowych. Docelowa rzędna dna wykopu wynosiła -5,25 m n.p.m. Na wysokości od -11,5 m n.p.m. do -13,5 m n.p.m. wykonano przesłonę w technologii jet grouting. Poziom zwierciadła wody gruntowej wynosił 1,5 m n.p.m.

Po wykonaniu wykopu do rzędnej docelowej stwierdzono nieszczelności obudowy uniemożliwiające rozpoczęcie zasadniczych robót żelbetowych. Przyczyną takiego stanu rzeczy było występowanie dużej ilości pali drewnianych znajdującymi się pomiędzy palami żelbetowymi.

Nieszczelności obudowy spowodowały sufozję gruntu i powstanie dużych kawern bezpośrednio za palisadą. Wystąpiło szczególne zagrożenie osunięcia gruntu pod ulicą Stągiewną oraz pod fundamentami pobliskich zabudowań. Zaistniała sytuacja wymagała podjęcia natychmiastowych działań mających na celu zatrzymanie niekorzystnych zjawisk oraz umożliwienie realizacji budowy Puro Hotel.

Realizacja uszczelnienia obudowy wykopu

W okresie od listopada 2013 r. do stycznia 2014 r. firma GEO-EKSPERT Sp. z o.o. wykonała uszczelnienie obudowy wykopu obiektowego. Prace realizowano w dwóch etapach:

- I etap – od ul. Stągiewnej
- II etap – od ul. Ciesielskiej.

Etapowanie pozwoliło na szybsze przygotowanie części wykopu pod właściwe roboty żelbetowe.

Prace rozpoczęto od wykonania plomb żelbetowych wzmacniających przestrzenie pomiędzy palami w miejscach największych wycieków oraz tam, gdzie istniało duże ryzyko wyparcia gruntu spowodowane wzrostem ciśnienia wody gruntowej za ścianą obudowy. W tak przygotowanych miejscach osadzono żerdzie wiertnicze o długościach od 2,0 do 7,0 m wyposażone w specjalne zawory iniekcyjne.

Na zewnątrz wykopu osadzono 27 szt. pionowych rur stalowych, przez które podano betonową mieszankę iniekcyjną, wypełniając powstałe kawerny. Dzięki iniekcji za obudową ograniczono napływ wody oraz zmniejszono ilość zużytej żywicy. Do uszczelnienia wycieków zastosowano dwuskładnikową żywicę poliuretanową. W całej obudowie wykopu wykonano uszczelnienie w 35 punktach, wtłaczając łącznie ok. 14 ton żywicy pod ciśnieniem dochodzącym do 20 MPa. Specyfika robót wymagała kilkukrotnej iniekcji każdego z punktów nieszczelności. W ten sposób wyeliminowano wycieki wody z palisady, a także je ograniczono w dnie wykopu. Prace kontynuowano pomimo występowania niekorzystnych warunków atmosferycznych i temperatury sięgającej okresami -11°C.

Roboty iniekcyjne wykonane przez firmę GEO-EKSPERT Sp. z o.o. umożliwiły przystąpienie wykonawcy do realizacji obiektu.

GEO-EKSPERT Sp. z o.o. ► ul. Balcerskiego 19 ► 80-299 Gdańsk
► tel. 58 552 15 03 ► faks 58 552 14 83
► geo-ekspert.gda.pl ► geo@geo-ekspert.gda.pl

GEO-EKSPERT Sp. z o.o.

GEOKRAK sp. z o.o.

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

O firmie

GEOKRAK sp. z o.o. rozpoczął swoją działalność w 1992 roku. Obecnie firma zatrudnia 70 osób i prowadzi prace w szerokim zakresie dotyczącym:

- geologii inżynierskiej i geotechniki
- kartografii geologicznej i GIS
- hydrogeologii i geologii środowiskowej
- mikropaleontologii
- obsługi geologicznej wierceń głębokich
- desorpcji węgli i łupków.

W obrębie działu geologii inżynierskiej firma zatrudnia ponad 20 wykwalifikowanych pracowników biurowych oraz terenowych, w tym osoby posiadające:

- uprawnienia w zakresie geologii inżynierskiej (kategorie: VI, VII, XI, XII)
- uprawnienia w zakresie hydrogeologii (kategoria V)
- certyfikat Polskiego Komitetu Geotechniki.

Firma GEOKRAK wykonuje prace w zakresie przedinwestycyjnego rozpoznania podłoża gruntowego dla potrzeb projektów, tj.:

- budownictwa kubaturowego
- obiektów energetycznych
- farm wiatrowych
- obiektów hydrotechnicznych
- terenów osuwiskowych
- składowisk odpadów.

Firma prowadzi także prace na etapie realizacji inwestycji związane z obsługą budowy.

▲ Wykonywanie sondowania sondą statyczną CPT(U) firmy PAGANI, model TG 63200

Prace terenowe

Firma GEOKRAK wykorzystuje następujące metody badań terenowych:

- wiercenie obrotowe oraz udarowe
- profilowanie otworów z uzyskiem rdzenia
- instalacje piezometrów obserwacyjnych
- sondowanie sondą CPT(U)
- sondowanie sondą dynamiczną
- badanie sondą obrotową SLVT i FVT
- próbne obciążanie podłoża płytą VSS
- obciążenie płytą dynamiczną PLT
- prace w wykopach badawczych.

Prace laboratoryjne

Firma GEOKRAK dysponuje własnym laboratorium, w którym przeprowadza badania gruntów dla określenia ich parametrów fizyko-mechanicznych.

W skład prowadzonych przez firmę badań laboratoryjnych wchodzą między innymi:

- analiza granulometryczna
- oznaczenie granic konsystencji gruntu
- badanie pęcznienia gruntów
- określenie zawartości części organicznych
- określenie endometrycznego modułu ściśliwości
- analiza wody gruntowej i gruntu
- badania mikrofaunistyczne.

Opracowania kameralne

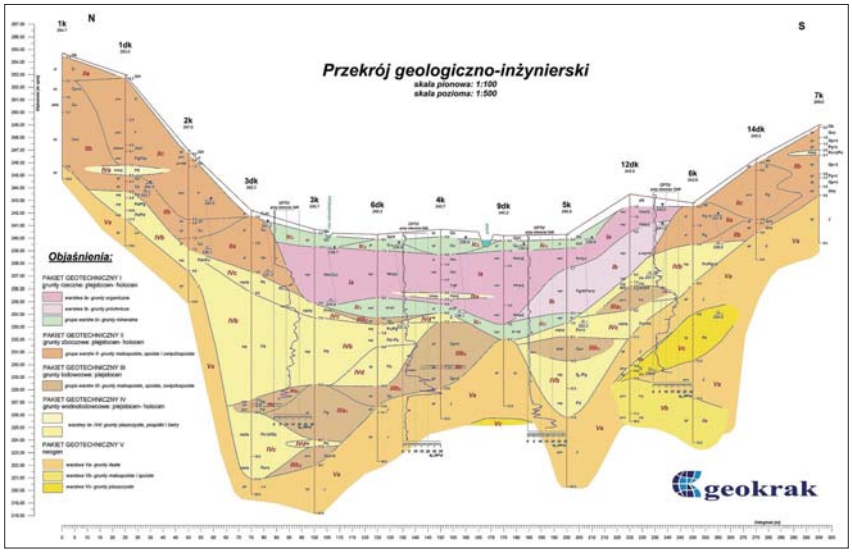
Efektem prac terenowych i laboratoryjnych są różnego rodzaju dokumentacje geologiczno-inżynierskie oraz geotechniczne.

Firma GEOKRAK korzysta z nowoczesnego oprogramowania, które wspomaga opracowywanie części graficznej, tj.: karty otworów badawczych, przekroje geologiczno-inżynierskie i karty sondowań CPT(U) (platforma Geostar), tematyczne mapy izoliniowe (Surfer 11) oraz pozwala na szybkie wykonywanie obliczeń inżynierskich pomocnych np. przy obliczaniu stateczności zboczy (Flac 6.0). Przy sporządzaniu map firma wspomaga się narzędziami GIS/CAD.

Jakość i bezpieczeństwo pracy

W celu osiągnięcia jak największego standardu oraz efektywności świadczonych usług, firma GEOKRAK wdraża program osiągnięcia zgodności z normami ISO 9001, OHSAS 18001 oraz ISO 14001.

Pracownicy firmy GEOKRAK dążą do ciągłego rozwoju, uczestnicząc w licznych szkoleniach i kursach.



Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o.

Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o.
ul. Jagiełły 39
46-020 Czarnowąsy
tel. 77 427 18 50
faks 77 469 15 91
www.hip-opole.pl
biuro@hip-opole.pl

O firmie

Firma Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o. została założona w 1999 roku w Opolu. Realizuje skomplikowane zadania inwestycyjne w zakresie wykonawstwa i projektowania budownictwa mostowo-drogowego oraz hydrotechnicznego przy wykorzystaniu wiedzy i doświadczenia własnej kadry technicznej. Wykonuje prace przy zastosowaniu najnowocześniejszego sprzętu. Firma kładzie nacisk na fachowość i jakość realizowanych zadań oraz terminowość ich wykonania.

Oferta

Oferta firmy obejmuje:

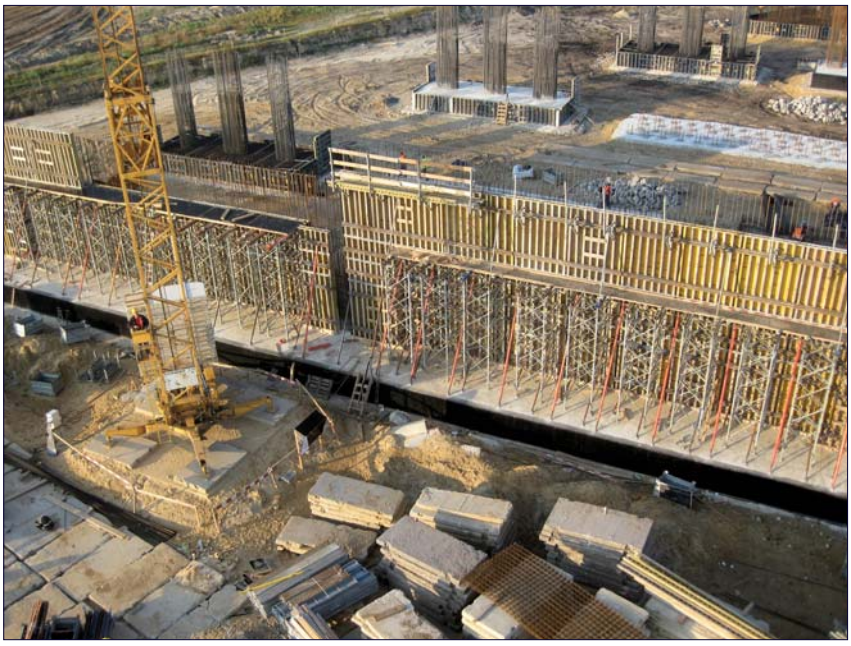
- kompleksową obsługę z zakresu budowy dróg, mostów i tuneli
  a) roboty inżynieryjne i drogowe
  b) roboty ziemne
  c) zabezpieczenie skarp i nasypów
- roboty hydrotechniczne
  a) jazy
  b) śluzy wodne
  c) elektrownie wodne
- specjalistyczne roboty budowlane
  a) pogrążanie ścianek szczelnych
  b) kotwy gruntowe
  c) rozbiórka i wyburzenia obiektów budowlanych
- wynajem sprzętu.

Ponadto, dział projektowania firmy Himmel i Papesch Opole wykonuje dokumentacje projektowe i wykonawcze elementów wsporczych szalunków oraz innych obiektów inżynierskich.

Spółka wykonuje wszelkiego rodzaju obiekty mostowe jednoprzęsłowe oraz wieloprzęsłowe z wykorzystaniem najnowszych technologii o konstrukcji żelbetowej i sprężonej oraz zespolone o różnym stopniu skomplikowania organizacyjnego i technologicznego. Firma jest przygotowana do realizowania prac w wysokim reżimie technologicznym i organizacyjnym z wykorzystaniem własnego zaplecza szalunków, rusztowań oraz rozbudowanej bazy sprzętowej.

W przypadku gruntów nienośnych wykonuje wzmocnienia fundamentów następującymi metodami: jet grouting, kolumny żwirowe, pale wiercone, mikropale i inne.

Firma Himmel i Papesch Opole zabezpiecza wykopy pod fundamenty, za pomocą ścianek szczelnych z profili stalowych wbijanych ramami wibracyjnymi montowanymi na koparkach oraz wolnowiszącymi ramami wibracyjnymi z wykorzystaniem agregatów hydraulicznych. Wykonuje także ścianki szczelne kotwione oraz inne systemy zabezpieczenia np. ścianka berlińska.



Dodatkowo firma Himmel i Papesch Opole wykonuje w ramach prac modernizacyjnych m.in. płaszcze żelbetowe, torkety, powłoki i okładziny ogniochronne, a także prace w zakresie napraw i ochrony obiektów inżynieryjnych przed korozją i erozją. W swoich realizacjach wykorzystuje technologie iniekcji wysokociśnieniowych, klejenia, zabezpieczeń antykorozyjnych elementów żelbetowych i zbrojenia.

Zaplecze techniczne

Firma Himmel i Papesch Opole w swoich pracach wykorzystuje następujący sprzęt:

- młoty wibracyjne wolnowiszące typu MÜLLER MS 10
- młoty na koparkach hydraulicznych typu ICE 425, ICE 625B, ICE 823B, ICE 75NF
- młot MOVAX SP60F-2 do zabijania ścianek szczelnych do głębokości 15 m
- szalunki systemu DOKA Framax, DOKA FF20
- ciężkie rusztowania nośne PERI HD200
- rusztowania wieżowe DOKA Staxo
- szczęki do kruszenia betonu oraz młoty wyburzeniowe na koparkach hydraulicznych.

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 i 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 godz.).

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 między kostką brukową a zaprawą podkładową.

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.

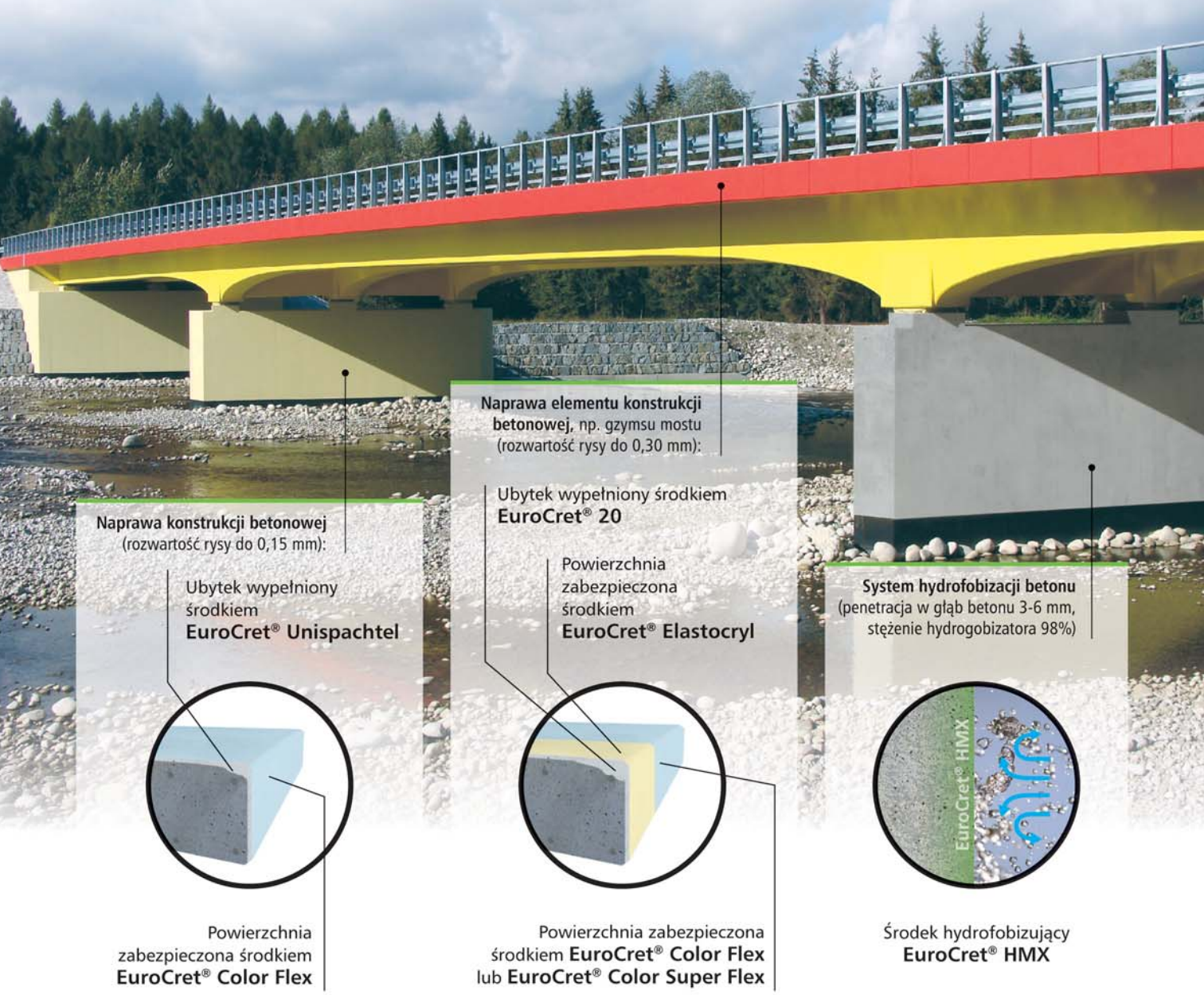
EuroHarz
Dwuskładnikowe żywice epoksydowe, poliuretanowe i akrylowe do wykonywania powierzchni chemoodpornych, uszczelniania rys, iniekcji. Stosowane także jako powłoki ochronne dla cementowych ścian i posadzek. Dodanie wysuszonego piasku kwarcowego do żywicy pozwala uzyskać masę żywiczną o konsystencji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

Mamy dobre argumenty
i jeszcze lepsze rozwiązania



Kompleksowa renowacja konstrukcji betonowych
za pomocą produktów z serii **EuroCret®** firmy **P&T Zaprawy Techniczne**

HUFGARD POLSKA Sp. z o.o., 42-209 Częstochowa, ul. Rząsawska 40
tel. +48 34 360 46 94, fax +48 34 360 46 98, biuro@hufgard.pl, **www.hufgard.pl**

P&T
Zaprawy Techniczne

WWW.INGEO.COM.PL

INGEO

Kompleksowe usługi z zakresu badań geotechnicznych, projektowania konstrukcji oraz wykonawstwa specjalistycznych robót wiertniczych.

INGEO Sp. z o.o. świadczy usługi projektowe z zakresu geotechniki i hydrotechniki oraz oferuje Państwu pełen zakres polowych prac geologicznych niezbędnych dla potrzeb projektowych. Naszym atutem jest umiejętność połączenia praktycznej wiedzy z dziedziny projektowania konstrukcji z doświadczeniem z zakresu wykonywania terenowych badań geologiczno-inżynierskich. Poruszając się swobodnie w obu dziedzinach potrafimy spojrzeć kompleksowo na stawiane przed nami zadania. Nasze rozwiązania projektowe są optymalne pod względem ekonomicznym a przeprowadzane przez nas programy badań geologicznych są dopasowane do wymagań i charakterystyki projektowanego obiektu budowlanego. Staramy się jednocześnie zachować wysoki standard i odpowiedni zapas bezpieczeństwa.

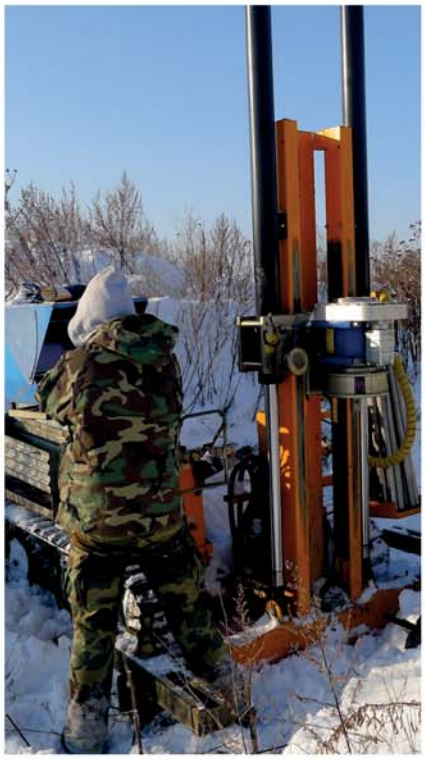
Badania polowe z wykorzystaniem sondy statycznej CPTu

Od 2009 r świadczymy najnowocześniejsze badania geotechniczne In-Situ z wykorzystaniem samobieżnego pojazdu badawczego GEOTECH 220-04.

W ramach usług które wykonujemy można wyróżnić:
- Sondowania statyczne CPTu z ciągłym pomiarem parametrów qc, fs, u2 [MPa]
- Sondowanie stożkiem sejsmicznym SCPTu z pomiarem odcinkowym prędkości propagacji fali ścinającej oraz fali kompresji.
- Sondowania dylatometrem Marchettiego (DMT) – bezpośredni pomiar parametru E_{DMT} [MPa]
- Sondowania elektroniczną sondą krzyżakową (VANE) – bezpośredni pomiar parametru c_{fv} [kPa]

Na podstawie pomierzonych parametrów podłoża za pomocą w/w metod, geotechnik w bardzo dokładny sposób opisuje geotechniczną charakterystykę podłoża.

Badanie CPTu pozwala na wstępne określenie litologicznej charakterystyki gruntu, a także na precyzyjne oszacowanie geotechnicznych parametrów wiodących takich jak stopień zagęszczenia, stopień plastyczności oraz parametrów wytrzymałościowych : modułu edometrycznego, wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu czy jak w przypadku badania SCPTu – początkowego modułu ścinania G_0.



Wsparcie z zakresu projektowania

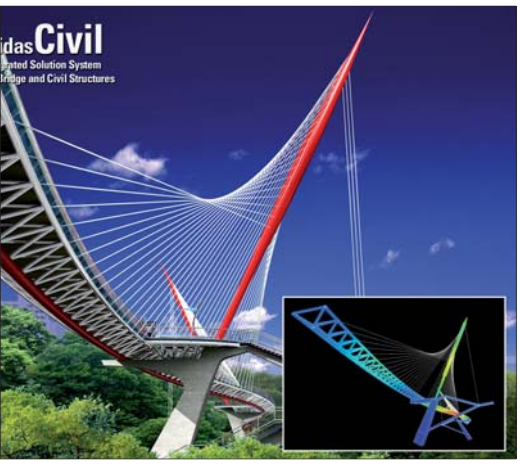
Nasza oferta obejmuje projekty zabezpieczenia zboczy oraz ścian i skarp wykopów, projekty posadowienia w trudnych warunkach geotechnicznych, projekty wzmocnień fundamentów oraz ekspertyzy geotechniczne. Ponadto projektujemy mola, nabrzeża, porty jachtowe, przystanie, pomosty a także inne konstrukcje hydrotechniczne wykonywane w warunkach wód osłoniętych i otwartego morza. Każde powierzone zadanie projektowe rozpatrujemy indywidualnie. Zawsze dobieramy odpowiednie parametry wytrzymałościowe dla konstrukcji, zapewniając tym samym najwyższe standardy bezpieczeństwa podczas późniejszej eksploatacji planowanego obiektu. Za każdym razem wspólnie poszukujemy racjonalnych sposobów wykonania zadania oraz stosujemy optymalne rozwiązania pod względem techniczno - ekonomicznym, w zależności od występujących warunków wodno - gruntowych. W projektach uwzględniamy zmienność parametrów podłoża, dzięki czemu nasze opracowania zawsze dają skuteczne rozwiązania nawet w przypadku wystąpienia niespodziewanych utrudnień. Ponadto jako kadra specjalistów zajmujemy się nadzorem geotechnicznych robót, w ramach którego postępujące procesy podlegają wielowątkowej kontroli w zakresie jakości i własności technicznych.

BIURO
tel: 58 622 11 00
e-mail: biuro@ingeo.com.pl
adres: ul. Galaktyczna 15
80-299 Gdańsk
www.ingeo.com.pl **www.cptu.pl**

PROPONUJEMY PAŃSTWU ROZSĄDNE CENY I SZYBKIE TERMINY REALIZACJI. ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY.

SPRAWDŹ NASZĄ OFERTĘ!

JD Engineering



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 roku 1989 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 i realizacji.

MIDAS Civil – projektowanie konstrukcji mostowych

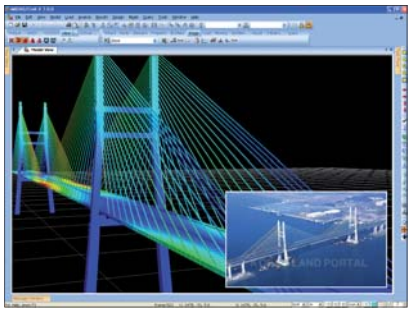
Jednym z najpopularniejszych na świecie produktów MIDAS IT jest rozwiązanie przeznaczone do projektowania konstrukcji mostowych – MIDAS Civil. Korzystając z zaawansowanego GUI (interfejsu graficznego) i przyjaznych opcji wyświetlania, model konstrukcyjny można zweryfikować na każdym etapie tworzenia, a wyniki analizy mogą być bezpośrednio zapisywane do odpowiednich formatów dokumentów. Łącząc niezliczone rodzaje analiz, tj. tworzenie etapów konstrukcji, analizę pushover, nieliniową analizę historii czasu i wiele innych, MIDAS Civil dostarcza użytkownikowi potrzebnych narzędzi do kompleksowego modelowania, analizy i projektowania konstrukcji mostowych. Program umożliwia analizę konstrukcji mostowych żelbetowych, stalowych, sprężonych, wiszących, podwieszanych oraz wnikliwe analizy m.in. ciepła hydratacji, analizy nieliniowe i dynamiczne.

Zakres zastosowań, narzędzia wspomagające

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

- mosty żelbetowe: płytowe, ramowe, sprężone, zintegrowane, przepusty
- zespolone mosty stalowe: dźwigary skrzynkowe, stalowa płyta ortotropowa
- 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, wantowe, łukowe
- konstrukcje masywne
- konstrukcje podziemne
- zbiorniki, wieże ciśnieniowe, wieże transmisyjne, elektrownie
- lotniska, tamy, porty i inne.

Powszechnie stosowane ustroje mogą zostać szybko i łatwo zamodelowane przy użyciu kreatorów (m.in. kratownice, łuki, ramy). Kreatory minimalizują czas potrzebny na wykonanie również bardziej złożonych modeli konstrukcji mostowych, takich jak mosty podwieszane czy wantowe. Ich zastosowanie pozwala na przeprowadzenie bardziej zaawansowanych analiz konstrukcji w znacznie krótszym czasie, przy pełnej kontroli poprawności modelu.

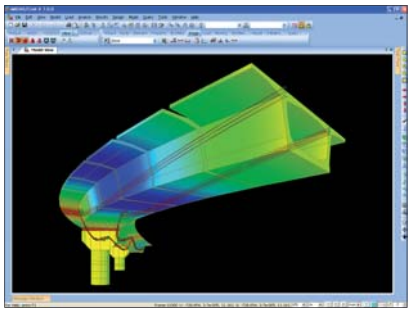


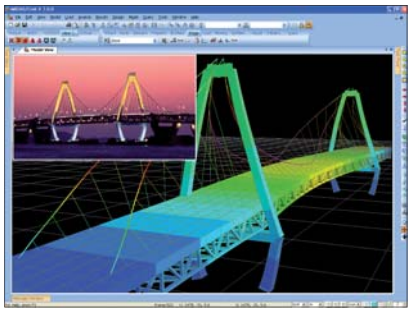
JD Engineering
ul. Racławicka 75A
32-200 Miechów
tel. 604 575 600, 692 250 859
www.jde.com.pl
biuro@jde.com.pl

MIDAS Civil dopuszcza nieograniczoną ilość węzłów i elementów w modelu konstrukcji, jak również przypadków obciążeń i kombinacji. Możliwa jest także analiza kilku modeli jednocześnie.

Niezawodność

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





▲ Montaż systemu TG60

Elementy podporowe zazwyczaj są wykorzystywane w ograniczonym czasie, jako podpory tymczasowe. Służą wzmocnieniu konstrukcji nośnych w trakcie budowy. W przeważającej części wykorzystywane są jako struktura nośna dla elementów żelbetowych utrzymujących je do chwili pełnego związania betonu i osiągnięcia odpowiednich parametrów nośnych. Wykorzystywane są również jako podpory tymczasowe w przypadku większych konstrukcji stalowych lub drewnianych złożonych z poszczególnych segmentów. Podstawowym jednak zadaniem jest przeniesienie jak największych obciążeń pionowych bezpośrednio na grunt oraz uzyskanie odpowiedniej sztywności w przypadku wystąpienia sił poziomych (np. od wiatru).

Roland Hassert
Wilhelm LAYHER GmbH&Co. KG
Grzegorz Dziewulski
LAYHER Sp. z o.o.

SYSTEM PODPOROWY LAYHER ALLROUND TG60

Popularnym układem rozwiązania szalunkowego stosowanym w budownictwie mostowym jest układ składający się z belek szalunkowych oraz sklejki ułożonej na takim ruszcie. Układ belek poprzecznych może być dopasowany elastycznie w stosunku do obciążenia i ugięcia, jednak rozstaw belek głównych jest określony przez rozkład podpór.

Optymalne wykorzystanie zastosowanego systemu podporowego wymaga stosowania dodatkowych elementów. O ile do niewielkich wysokości (4-5 m) można spotkać na rynku pojedyncze elementy podporowe o nośności 20-30 kN, o tyle w przypadku konieczności stosowania zmiennej struktury układu i większej wysokości korzystanie z tego typu rozwiązań jest nieekonomiczne, zarówno jeśli chodzi o wykorzystanie materiału jak i robocizny.

Rozwiązanie systemowe

Uniwersalny system wsporczy LAYHER ALLROUND TG60 składa się z trzech elementów tj. ramy nośnej, stężenia oraz rygla i stosowany jest jako pojedyncza kolumna podporowa lub jako wieża. Istnieje możliwość łączenia ich ze sobą za pomocą standardowych rygli systemu ALLROUND oraz złącz z podwójną głowicą klinową. Stosowanie standardowych elementów pozwala na elastyczne budowanie wież wsporczych od 1,09 do 3,07 m, a więc może być dopasowane do odpowiedniego obciążenia. Dzięki temu wykorzystanie materiału jest znacznie efektywniejsze, a koszty budowy są dużo niższe.

Zintegrowane bezpieczeństwo

Bezpieczeństwo ludzi zarówno przy montażu jak i demontażu rusztowań oraz podczas użytkowania jest bardzo ważną cechą. Odnosi się to nie tylko do rusztowań, ale również do konstrukcji wsporczych. Konstruktorzy systemu TG60 zintegrowali bezpieczeństwo poprzez połączenie konstrukcji ramy nośnej z sekwencją montażu, która przy wznoszeniu wieży podporowej zapewnia monterowi całkowitą ochronę boczną (fot.). Zostało to osiągnięte bez zastosowania dodatkowych elementów.

Most drogowy w Finlandii

Konstrukcja wież podporowych TG60 jest wydajna i ekonomiczna, gdy może być optymalnie dostosowana do panujących warunków. Przykład mostu drogowego w Finlandii pokazuje to doskonale. W konstrukcję obiektu wbudowano wieże podporowe wysokości 16 m. Bardzo wysokie obciążenia pionowe pod belkami zostały przeniesione przez ramy systemu TG60, które zostały całkowicie zintegrowane z rusztowaniem modułowym Layher ALLROUND. Obciążenia od wiatru i innych sił poziomych zostały przeniesione przez elementy systemowe ALLROUND, bez używania dodatkowych rur i złączek.

LAYHER Sp. z o.o. ► ul. Żelechowska 2A ► 96-321 Siestrzeń
► tel. 535 529 497, 22 720 69 09 ► faks 22 250 18 80
► www.layher.pl ► info@layher.pl

Layher
Więcej możliwości. Ten system rusztowań.

LAYHER ALLROUND TG 60

Szybkość.
Łatwy i szybki montaż dzięki małej wadze elementów i symetrycznym ramom z technologią łączenia Allround.

Wszechstronność.
Całkowita kompatybilność z systemem Allround zapewnia możliwość dostosowania się do każdych warunków.

Bezpieczeństwo.
Bezpieczny montaż pionowy dzięki zintegrowanej ochronie bocznej dla montera.

Efektywność.
Ponad 30% redukcja czasu montażu w porównaniu z konstrukcjami złożonymi z pojedynczych części, sukces ekonomiczny przychodzi szybko.

www.layher.pl

Layher®

Więcej możliwości. Ten system rusztowań.

W budownictwie mostowym projektanci i inwestorzy wykorzystują ściany oporowe wolno stojące 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°
- nieograniczona wysokość ścian dzięki możliwości współpracy z geosiatkami ParaGrid i ParaLink (obecnie do 70 m wysokości)
- niewymagany dźwig podczas wznoszenia ze względu na lekkie elementy siatkowe
- możliwość uzyskania ciekawych efektów estetycznych z zastosowaniem różnorodnego kamienia
- możliwość wypełniania bryłami szkła i podświetlenia pojedynczych elementów
- możliwość stosowania w agresywnym środowisku i gruncie.

▲ 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 [m]	0,50 lub 1,00	0,45-0,76	1,50	0,20
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°
- nieograniczona wysokość ścian dzięki możliwości współpracy z geosiatkami ParaGrid i ParaLink (obecnie do 70 m wysokości)
- niewymagany dźwig podczas wznoszenia ze względu na lekkie elementy siatkowe
- bardzo wysoka wydajność przy wznoszeniu konstrukcji.

▲ 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.)
- prostota i szybkość instalacji.

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.

▲ Macres

▲ 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 z 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

Jednym z kluczowych czynników determinujących skuteczność wykonywanej naprawy betonu jest właściwy poziom adhezji w złączu. Odpowiednio wysoka przyczepność zwiększa tolerancję złącza na różnice właściwości łączonych materiałów. Według prof. Lecha Czarneckiego wymaganie przyczepności nie mniejszej niż 2,0 N/mm² w próbie pull-off nie jest szczególnie rygorystycznym, także dla zapraw naprawczych klasy R4 wg normy PN-EN 1542 („Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Metody badań – Pomiar przyczepności przez odrywanie"), nawet jeśli się zauważy, że warunek ten powinien być spełniony również po licznych cyklach zmian cieplno-wilgotnościowych podczas badania kompatybilności cieplnej.

KLEJE KONSTRUKCYJNE
STOSOWANE W OBIEKTACH INŻYNIERII KOMUNIKACYJNEJ

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

Wymagania normowe

To samo zagadnienie wygląda inaczej w świetle zapisów normy PN-EN 1504-4 („Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 4: Łączenie konstrukcyjne"), gdzie złącze adhezyjne tworzy część konstrukcji i musi działać jednolicie. W tym wypadku wymaganie przyczepności definiowane jest w sposób następujący: „Podczas badania rozciągania przy zginaniu próbki betonu stwardniałego sklejonego z betonem stwardniałym zniszczenie powinno nastąpić w betonie. Podczas badania przyczepności przez odrywanie nowego betonu nałożonego na beton stwardniały zniszczenie powinno nastąpić w betonie".

Badanie przeprowadza się według normy PN-EN 12636 („Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Metody badań – Oznaczenie przyczepności betonu do betonu"), używając jako betonu kontrolnego MC (0,4), co odpowiada betonowi o klasie wytrzymałości C 50/60 i powierzchniowej wytrzymałości na odrywanie na poziomie 3,0 N/mm². Jest to zdecydowanie bardziej wymagające kryterium, w porównaniu z przytoczonym wcześniej zapisem normy dotyczącej zapraw naprawczych PN-EN 1504-3 („Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 3: Naprawy konstrukcyjne i niekonstrukcyjne").

Zapis normy PN-EN 1504-4, wg którego połączenie konstrukcyjne betonu naprawianego z betonem naprawczym powinno być tak dobrane, aby ewentualne uszkodzenia miały miejsce w naprawianym podkładzie, determinuje klasyfikację przydatności materiałów naprawczych w zależności od klasy wytrzymałościowej naprawianego betonu.

Zaprawy do połączeń konstrukcyjnych

Spośród wielu rodzajów wyrobów budowlanych stosowanych w budownictwie komunikacyjnym na szczególną uwagę zasługują zaprawy przeznaczone do połączeń konstrukcyjnych. Są one stosowane do trwałego łączenia pękniętych

Klasa wytrzymałościowa betonu naprawianego	Materiał naprawczy
< C 25/30	zaprawa/beton cementowy modyfikowany
< C 40/50	zaprawa/beton cementowo-polimerowy
< C 60/75	zaprawa/beton polimerowy
≥ C 60/75	materiał naprawczy o wysokiej przyczepności (*High Adhesives Repair Materials HARM*)

elementów konstrukcji betonowych, a także do wykonywania trwałych połączeń beton-beton, beton-stal, stal-stal oraz przyklejania materiałów wzmacniających konstrukcje betonowe, np. stalowych płaskowników czy taśm lub mat z włókien węglowych CFRP (z ang. *Carbon Fibre Reinforced Polymer*).

Materiały te muszą zapewnić łączonym elementom odpowiednią współpracę w przenoszeniu obciążeń stałych i zmiennych wywołujących naprężenia ścinające i rozciągające.

Typowymi produktami spełniającymi powyższe wymagania są zaprawy klejowe wykonane na bazie żywicy epoksydowej powstałej ze zmieszania żywicy (polimer) z utwardzaczem. W zależności od warunków stosowania klej taki może zawierać wypełniacze i dodatki powodujące przyspieszanie lub opóźnianie procesu wiązania i twardnienia, wpływające na konsystencję oraz inne właściwości fizyczne i mechaniczne.

Właściwości klejów epoksydowych

W ofercie firmy MAPEI Polska znajdują się dwie zaprawy epoksydowe ADESILEX PG1 oraz ADESILEX PG2, które wykorzystuje się w połączeniach konstrukcyjnych.

Właściwości użytkowe zapraw epoksydowych są charakteryzowane przez dwa pojęcia: czas użytkowy kleju (z ang. *pot life*) czyli przedział czasu, w którym zachowuje on właściwą urabialność oraz czas otwarty (z ang. *open time*) czyli okres, w którym klej osiąga ostateczne właściwości adhezyjne i kohezyjne.

O przydatności epoksydowych zapraw decydują w szczególności następujące cechy:

- wysoka wytrzymałość na ściskanie, rozciąganie i ścinanie
- niski skurcz (zwłaszcza w porównaniu z klejami poliestrowymi, akrylowymi i winylowymi)
- niska miara pełzania
- możliwość uzyskania odmian tiksotropowych
- możliwość stosowania do wyrównywania nieregularnych powierzchni podłoża.

Materiały wzmacniające konstrukcje betonowe

Terminy i definicje oraz właściwości użytkowe wyrobów i systemów do łączenia konstrukcyjnego precyzuje norma zharmonizowana PN-EN 1504-4.

Obszar i miejsca, w którym mają zastosowanie wyroby i systemy do łączenia konstrukcyjnego, czyli opisany przez 4 zasadę naprawy (wzmacnianie konstrukcyjne), podaną w normie PN-EN 1504-9 („Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Część 9: Podstawowe zasady dotyczące stosowania wyrobów i systemów"), determinują właściwości użytkowe materiałów klejących stosowanych do doklejania płyt zbrojących, np. blachy stalowe, taśmy z włókien węglowych (metoda 4.3) lub materiałów klejących do łączenia zaprawy i betonu (metoda 4.4).

Taśmy z włókien węglowych CARBOPLATE, oferowane przez firmę MAPEI Polska, charakteryzują się szerokim zakresem modułu sprężystości (od 160 do 250 GPa). Produkowane są o szerokościach od 50 do 150 mm.

Poniżej kilka zdjęć ilustrujących etapy aplikacji wyrobu do łączenia konstrukcyjnego, w tym wypadku epoksydowego kleju do montażu taśm z włókien węglowych. Prace prowadzone były w przejściu podziemnym pod DK nr 1 we Włocławku.

▲ Nakładanie kleju ADESILEX PG1 na przygotowane podłoże, naprawione wcześniej zaprawą MAPEGROUT 430

▲ Nakładanie kleju ADESILEX PG1 na taśmę z włókien węglowych CARBOPLATE

▲ Wklejanie taśm z włókien węglowych CARBOPLATE

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 Sp. z o.o.

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

O firmie

Mocna pozycja MP-MOSTY Sp. 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 (np. PRInż Katowice, Dromex Cieszyn czy Budimex Dromex) oraz w biurach projektowych (np. Transprojekt Kraków). Na rynku budowlanym firma działa od 2005 roku.

Drugim filarem, na którym opiera się firma są ludzie – dziś zespół starannie dobranych specjalistów liczy 50 osób. To wykwalifikowana kadra inżynierska z potwierdzonymi w praktyce kompetencjami w dziedzinie usług projektowych i konsultingowych w branży mostowej, drogowej, sieci uzbrojenia terenu, torowej, geodezyjnej, ochrony środowiska oraz geotechnicznej.

Trzecim filarem firmy jest konsekwentna dbałość o rozwój. Spółka stale pogłębia specjalistyczną wiedzę pracowników. Wychodzi naprzeciw potrzebom rynku i inwestorów, realizując innowacyjne projekty w systemie „zaprojektuj i wybuduj". Biuro specjalizuje się w optymalizacji konstrukcji inżynierskich, tj. mostowych i tunelowych oraz w optymalizacji rozwiązań drogowych, zwłaszcza posadowienia i wzmocnienia podłoża. Szczególnie trudne technicznie i skomplikowane problemy inżynierskie są dla niej wyzwaniem, które chętnie podejmuje. Firmy wykonawcze polegają na jej doświadczeniu, powierzając zlecenia optymalizacji konstrukcji inżynierskich pod kątem przyjętej technologii budowy i określonych założeń ekonomicznych.

Szanując czas inwestorów i zleceniodawców spółka utworzyła grupę osób specjalizujących się w projektach organizacji montażu obiektów mostowych oraz warsztatowych konstrukcji stalowych z użyciem nowoczesnego oprogramowania. Dysponuje najnowszym sprzętem oraz zaawansowanymi rozwiązaniami software'owymi wspomagającymi projektowanie w sposób gwarantujący najwyższą efektywność, co pozwala na szybsze tempo opracowywania dokumentacji projektowej przy maksymalnej optymalizacji rozwiązań.

Główna siedziba MP-MOSTY znajduje się w Krakowie. Spółka ma także oddział projektowy w Chorzowie i Warszawie. Jej dynamiczny rozwój sprawia, że w najbliższym czasie planowane jest otwarcie kolejnych biur.

mgr inż. **Mariusz Potępa**
– prezes zarządu

Naszym kapitałem jest praktyczna wiedza zgromadzona przez zespół. Dzięki niej jesteśmy w stanie pokonać wszelkie przeszkody.

Strategia rozwoju

Kryzys ekonomiczny wzmocnił rynkową konkurencyjność, inwestorzy coraz częściej wybierają rozwiązania, które minimalizują ryzyko przedsięwzięcia takie jak realizacja w systemie „zaprojektuj i wybuduj". W tym kierunku podąża też MP-MOSTY Sp. z o.o. Projekty oparte na współpracy z wykonawcami robót budowlanych to część już wdrażanej strategii rozwoju firmy. Doświadczenie zdobyte podczas realizacji inwestycji drogowych czy kolejowych, poparte wiedzą inżynierską pozwala projektować obiekty nie tylko zaawansowane technologicznie, ale również atrakcyjne ekonomicznie dla wykonawcy robót oraz inwestora.

Spółka rozwija także swoje kompetencje w obszarze usług opartych na optymalizowaniu opracowań projektowych pod względem technicznym oraz ekonomicznym. Doskonali wykonywanie projektów montażu z uwzględnieniem możliwości technicznych zleceniodawcy i najnowocześniejszych rozwiązań. Usprawnia sporządzanie dokumentacji warsztatowej konstrukcji stalowych z użyciem nowoczesnego oprogramowania do modelowania obiektów.

Dużą rolę w sprawnej realizacji inwestycji odgrywa praktyczna znajomość wymagań i potrzeb firm wykonawczych wobec dokumentacji projektowej. Szybkość oraz umiejętność ekonomicznego projektowania są elementami decydującymi o końcowym sukcesie wykonawcy robót budowlanych. Doświadczenie zespołu inżynierów MP-MOSTY zdobyte podczas realizacji inwestycji, gwarantuje optymalną współpracę z wykonawcami na każdym etapie pracy.

Członkowie zarządu firmy widzą także przyszłość w projektach realizowanych w systemie partnerstwa publiczno-prywatnego (PPP), dlatego podjęli współpracę z firmami, którzy prowadzą inwestycje w tym systemie na terenie Unii Europejskiej.

mgr inż. **Robert Słota**
– wiceprezes zarządu

Od początku istnienia zrealizowaliśmy wiele zadań o różnej skali trudności. Każde z nich było dla nas równie ważne, są jednak wśród naszych realizacji i takie, które dają nam wyjątkowe powody do dumy.

mgr inż. **Paweł Samek**
– wiceprezes zarządu

Nie zatrzymujemy się, nie osiadamy na laurach, nie narzekamy na konkurencję i trudny rynek. W dobie kryzysu jedyną drogą jest ciągły rozwój.

Metris Sp. z o.o. Instytut Badań dla Budownictwa

▲ Badanie dynamiczne pala CFA z użyciem młota wolnospadowego

O firmie

Zespół firmy Metris Sp. z o.o. składa się z osób posiadających duże doświadczenie w prowadzeniu badań pali i pomiarów wibracji. Praktyka pracowników sięga 9 lat i dotyczy realizacji kontraktów na terenie całego kraju. Znajomość właściwości gruntów oraz wiedza na temat kształtowania się reakcji pomiędzy palem i gruntem ma szczególne znaczenie w prowadzeniu i właściwej interpretacji dynamicznych badań nośności pali.

Zakres działalności

Badania statyczne nośności pali
Tradycyjna metoda pomiaru nośności pali przy wciskaniu, wyciąganiu lub obciążaniu poziomym. Badania pozwalają na kontrolę nośności fundamentu palowego.

Badania dynamiczne nośności pali
Tańsza i szybsza w wykonaniu alternatywa badań statycznych pali betonowanych w gruncie, wbijanych lub wkręcanych. Metoda dostarcza tych samych informacji co badania statyczne. W testach uczestniczy tylko badany pal. Nie ma potrzeby balastowania stanowiska ani stosowania pali kotwiących.

Badania ciągłości i długości pali
Niskonaprężeniowa metoda kontroli jakości wykonania fundamentowych pali betonowanych w gruncie. Badania mogą uchronić przed posadowieniem konstrukcji na palach niegwarantujących bezpiecznego przeniesienia obciążeń na podłoże gruntowe.

Pomiar wibracji
Badanie wykonywane w celu kontroli poziomu wibracji przekazywanych na budynki przez podłoże gruntowe. Wyniki pomiarów stanowią ochronę interesów wykonawcy robót z użyciem ciężkiego sprzętu budowlanego, jednocześnie zabezpieczają właścicieli istniejących budynków przed obniżeniem stanu technicznego użytkowanych obiektów. Gwarantują bezpieczne stosowanie tańszych, ale powodujących wibracje technologii pogrążania ścianek szczelnych lub pali.

Badania inklinometryczne
Służą do pomiaru odchyleń poziomych w gruncie. Mogą być elementem kontroli odkształceń konstrukcji oporowych, a tym samym elementem kontroli bezpieczeństwa głębokich wykopów. Wykorzystywane są wszędzie tam, gdzie wykonywane są ściany szczelne oraz szczelinowe. Badania inklinometryczne są również przydatne w monitoringu ruchu osuwisk.

Metris Sp. z o.o.

Metris Sp. z o.o. Instytut Badań dla Budownictwa
ul. Łąkoszyńska 127A
99-300 Kutno
tel./faks 24 253 50 55
www.metris.com.pl
biuro@metris.com.pl

METRIS Sp. z o.o.
Instytut Badań dla Budownictwa

metris.com.pl

Badania statyczne nośności pali
Badania dynamiczne nośności pali
Badania ciągłości pali
Pomiary wibracji
Pomiary inklinometryczne ścianek szczelnych i szczelinowych

Centrum Monitoringu

Ciągła obserwacja i analiza stanu konstrukcji

NeoStrain

Systemy monitoringu bezpieczeństwa konstrukcji budowlanych

mosty

tunele

drogi

stadiony

hale

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

PPU Palisander Sp. z o.o.

▲ Wiadukt WA-198, autostrada A1

O firmie

Firma Palisander, z siedzibą w Białymstoku oraz oddziałami w Katowicach i Swarzędzu, działająca od 1993 roku, jest jednym z czołowych dostawców systemów szalunkowych w kraju. Oferuje do wynajmu szalunki ścienne, stropowe, słupowe oraz do budowy obiektów inżynieryjnych. Wypożycza również systemy BHP.

Specjalistyczne systemy szalunkowe

MEGASHOR – modułowy system podparcia wysokiej nośności, przystosowany do przenoszenia obciążeń do 1000 kN na podporę, którego główną zaletą jest uniwersalność; może być używany jako pojedyncza podpora lub konfiguracja wielu podpór, zarówno w pionie jak i poziomie.

▲ Trasa S8, Warszawa

SUPERSLIM – uniwersalny system belkowy do tworzenia dowolnych konstrukcji przestrzenych; maksymalna wytrzymałość poprzeczna elementu wynosi do 65 kN, natomiast wytrzymałość na siły wzdłużne ściskające nawet do 150 kN na belkę.

▲ Most w Darłowie

MAMMUT – szalunek ścienny wytrzymujący parcie mieszanki betonowej do 100 kN/m^2; dzięki zastosowaniu poszycia z tworzywa sztucznego Alkus, uzyskuje się wysokiej jakości beton licowy.

▲ Wiadukt WD-187, autostrada A1

RAPIDSHOR – bardzo szybki w montażu i demontażu system o szerokim zakresie zastosowania: podparcie ustrojów nośnych mostów, wiaduktów, estakad, przepustów, a w budownictwie przemysłowym do wykonywania, m.in. zbiorników, tuneli itp.; przenosi obciążenie do 80 kN na nogę; głowice i podstawy zawiasowe umożliwiają montaż na dowolnym podłożu, niezależnie od stopnia jego nachylenia i poziomów.

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

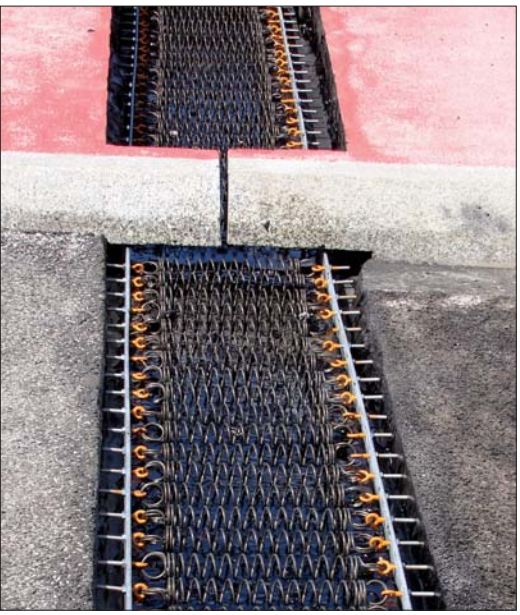
▲ Trasa Generalska, Białystok

PAL-MAX – system stosowany przy dużych obciążeniach pionowych m.in. przy budowie obiektów infrastruktury kolejowej i drogowej (mosty, wiadukty, tunele) oraz tam, gdzie warunki naturalne lub sztuczne uniemożliwiają zastosowanie standardowego podparcia szalunku (nad czynnymi drogami i liniami kolejowymi); system wytrzymuje obciążenie do 233 kN na podporę, a przy minimalnym rozstawie modularnym podpór daje aż 582,5 kN/m układu konstrukcyjnego.

▲ Bramka przejazdowa, wiadukt WA-198 (autostrada A1)

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



▲ Dylatacja Silent-Joint[RESA]

O firmie

REKMA Sp. z o.o. od 16 lat specjalizuje się w pracach związanych z montażem asfaltowych dylatacji mostowych oraz z naprawą i utrzymaniem nawierzchni drogowych i lotniskowych. Dzięki współpracy z wiodącymi producentami materiałów stosuje najnowocześniejsze na rynku technologie. 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.

Dylatacja asfaltowa EDM typ Rekma

Asfaltowe dylatacje mostowe EDM typ Rekma mają za zadanie kompensować ruchy obiektów inżynierskich (do 40 mm) związane z pracą termiczną oraz spowodowane obciążeniem użytkowym. Dylatacja składa się z mieszanki kruszywa o odpowiedniej frakcji i masy zalewowej Parking Lot Sealant, przygotowanej w specjalnym dwupłaszczowym kotle. System ten w całości jest zabudowany w nawierzchni jezdni oraz chodnika obiektu, co pozwala uzyskać całkowitą szczelność, a także wyeliminować hałas podczas ruchu 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 w całości 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 bitumicznej, takich jak szczelność, elastyczność, szybkość montażu oraz bezobsługowa eksploatacja. Dzięki zachowaniu ciągłości nawierzchni uzyskuje się wysoki komfort przejazdu oraz zmniejszoną emisję hałasu do otoczenia. Wszystkie powyższe cechy oraz duża odporność na koleinowanie sprawiają, że system Silent-Joint[RESA] jest chętnie stosowany w Polsce oraz 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.

▲ Dylatacja asfaltowa EDM typ Rekma

▲ Fot. 3

Keramzyt, do niedawna znany głównie jako materiał izolacyjny, z dużym powodzeniem znajduje zastosowanie w drogownictwie. To lekkie kruszywo stosowane jest zarówno przy remontach istniejących dróg, jak i realizacji nowo projektowanych. Przy odciążaniu nasypów drogowych wykorzystywana jest jego niska gęstość nasypowa. Metoda ta wykorzystuje naprężenia istniejące w gruncie.

mgr inż. Sławomir Dekert
marka Weber Leca®

KERAMZYT W GEOTECHNICE

Stan dróg na dojazdach do przepustów czy obiektów mostowych jest utrapieniem drogowców w całej Polsce. Wyrównanie przez nadlewkę z mieszanki asfaltowej nie rozwiązuje problemu, gdyż w ten sposób dokładane są tylko kolejne kilogramy powodujące zwiększenie osiadania. Jest to problem, z którym bardzo dobrze radzi sobie keramzyt.

Trasa Kórnik-Mosina

Przykładem takiego rozwiązania jest odciążenie najazdów i przepustu na trasie Kórnik-Mosina w ciągu drogi nr 431. Malowniczo położona droga na styku dwóch jezior Skrzynki i Kórnickie w Wielkopolsce, krzyżuje się z kanałem łączącym oba jeziora. Z powodu zalegających w tej okolicy torfów, dojazdy do mostu ulegały ciągłym deformacjom. Zastosowanie keramzytu jako wypełnienia pod drogą pozwoliło rozwiązać problem (fot. 1 i 2).

▲ Fot. 1

Droga krajowa 32 w Wolsztynie

Równie skutecznym rozwiązaniem jest wykorzystanie keramzytu w celu redukcji parcia spoczynkowego na konstrukcje inżynierskie. W przypadku wiaduktu na DK32, znajdującego się w centrum miasta Wolsztyn nad dużym węzłem kolejowym, mimo wielu prób rozwiązania problemu przemieszczania się przyczółka i osiadania najazdów niewiele udawało się osiągnąć. GDDKiA Poznań podjęła więc decyzję o przeprojektowaniu i wykonaniu napraw z tzw. 200% współczynnikiem gwarancji. Ostatecznie zastosowano w tym miejscu 900 m^3 keramzytu i problem został rozwiązany (fot. 3).

Węzeł komunikacyjny w ciągu drogi S3

Bardzo ważny dla bezpieczeństwa ruchu, w tym ruchu turystycznego, jest węzeł komunikacyjny Międzyzdroje w ciągu drogi S3.

▲ Fot. 2

Zalegające na tym terenie torfy nie pozwoliły na zastosowanie tradycyjnych rozwiązań. Dlatego też nasypy drogowe zostały posadowione na wzmocnieniu wykonanym z kolumn w osłonach z geotkaniny, natomiast ciągi dróg pomocniczych i pieszo-rowerowych zaprojektowano na podłożu z keramzytu (fot. 4).
Problem ułożenia kabla energetycznego o wysokich parametrach rozwiązano za pomocą keramzytowej „poduszki" (fot. 6 i 7).
Ponadto w trakcie realizacji węzła, do odciążenia nasypu głównego na odcinku ok. 150 m od mostu w kierunku na Świnoujście, zastosowano warstwę keramzytu (fot. 5).

Zastosowanie keramzytu w odwodnieniach

Jednym z podstawowych warunków zapewnienia bezpieczeństwa ruchu jest odwodnienie nawierzchni drogi. Urządzenia powierzchniowe służące do odprowadzania wody deszczowej, tj. rowy, ścieki i korytka odwodnień liniowych zaliczane są do najskuteczniej działających. Mają one wiele zalet – są proste w konstrukcji, łatwo jest

▲ Fot. 4

▲ Fot. 5

▲ Fot. 6

▲ Fot. 7

przeprowadzać kontrolę stanu technicznego i wykonywać remont. Ich wadą natomiast, jest zajmowanie dużych powierzchni, powodowanie utrudnień w komunikacji, uciążliwa konserwacja, szczególnie jeśli jest związana ze stale odrastającą roślinnością, ale przede wszystkim stwarzanie dużego zagrożenia bezpieczeństwa podczas wypadku. Z tego powodu np. rowy skarpowe o przekroju trapezowym przy drogach wyższej kategorii są wręcz niedopuszczalne. Alternatywną metodą jest stosowanie urządzeń podziemnych do odprowadzenia wód opadowych, takich jak kanalizacja deszczowa, drenaż, drenaż kombinowany – w tym drenaż francuski, wykorzystujący keramzyt (fot. 8 i 9).

Po więcej informacji zapraszamy na stronę www.netweber.pl do zakładki Leca® KERAMZYT lub prosimy o kontakt ze Sławomirem Dekertem, kierownikiem rynku geotechnicznego (e-mail: slawomir.dekert@saint-gobain.com, tel. 505 172 087).

▲ Fot. 8

▲ Fot. 9

weber SAINT-GOBAIN Leca®

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS POLSKA sp. z o.o.
► MARKA WEBER LECA®
► ul. Krasickiego 9 ► 83-140 Gniew ► tel. 58 772 24 10 (11)
► www.netweber.pl ► keramzyt.weber@saint-gobain.com

VISTAL

MOSTY

KONSTRUKCJE STALOWE

GENERALNE WYKONAWSTWO

www.vistal.pl info@vistal.pl

INDEKS
firm

Spis artykułów zamieszczonych w dziale KOMPENDIUM WIEDZY

Nazwa	Autor	Tytuł artykułu	Strona
INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW	dr inż. **Agnieszka Królikowska**	Zabezpieczenia antykorozyjne mostów stalowych	9-13
INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW	mgr inż. **Piotr Rychlewski**	Metody wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie komunikacyjnym	14-18
POLITECHNIKA WARSZAWSKA	dr hab. inż. **Piotr Woyciechowski**, dr inż. **Grzegorz Adamczewski**	Kształtowanie trwałości betonowych konstrukcji mostowych	19-22
POLSKA GRUPA *fib*	mgr inż. **Jan Piekarski**	Aktualny stan technologii sprężania i podwieszania konstrukcji	23-26

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

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
AARSLEFF sp. z o.o. al. Wyścigowa 6 02-681 Warszawa AARSLEFF	tel. 22 648 88 34 faks 22 648 88 36 www.aarsleff.com.pl aarsleff@aarsleff.com.pl	AARSLEFF sp. z o.o. prowadzi działalność w zakresie projektowania i wykonawstwa specjalistycznych robót fundamentowych, konstrukcji oporowych i zabezpieczeń głębokich wykopów. Specjalizuje się również w projektowaniu i wykonawstwie robót hydrotechnicznych.	29, 38-39
ArcelorMittal Commercial Long Polska sp. z o.o. al. Piłsudskiego 92 41-308 Dąbrowa Górnicza ArcelorMittal	tel. 32 776 82 91 faks 32 776 70 67 www.arcelormittal.com/sections www.constructalia.com wojciech.ochojski@arcelormittal.com	ArcelorMittal Commercial Long Polska jest jednostką operacyjną ArcelorMittal Long Carbon Europe. Odpowiada za obsługę sprzedaży, wsparcie techniczne, marketing i rozwój kształtowników gorącowalcowanych, grodzic stalowych, szyn oraz profili górniczych.	40-41
BBV Systems Sp. z o.o. ul. Siennicka 25 80-758 Gdańsk	tel. 58 300 67 93 faks 58 300 67 91 www.bbv-systems.pl info.pl@bbv-systems.com	Działalność spółki obejmuje sprężanie konstrukcji z betonu i stali, rozwiązania w zakresie projektowania i optymalizacji konstrukcji inżynierskich, produkcję i dostawę systemów geotechnicznych, naprawy oraz wzmacnianie istniejących konstrukcji sprężonych.	37
CADMOST PROJEKT s.c. ul. Plebiscytowa 1 44-100 Gliwice	tel. 32 231 11 56 faks 32 300 66 65 www.cadmost.com.pl sekr@cadmost.com.pl	CADMOST PROJEKT oferuje usługi w zakresie projektowania, doradztwa technicznego oraz badania pod próbnym obciążeniem obiektów mostowych. Firma jest również twórcą programu BeStCAD, służącego do projektowania konstrukcji inżynierskich w środowisku programów AutoCAD® i ZWCAD®.	42
Centrum Promocji Jakości Stali Sp. z o.o. al. Niepodległości 69 02-626 Warszawa	tel. 22 322 76 31, 22 322 76 32 faks 22 322 76 33 www.cpjs.pl biuro@cpjs.pl	CPJS Sp. z o.o. jest właścicielem znaku jakości EPSTAL stali zbrojeniowej. Działalność firmy skupia się na zapewnieniu wysokiej jakości wyrobów stalowych oferowanych przez producentów oraz promocji nowych rozwiązań technicznych i materiałowych.	29, 43
CG Structural Consulting s.c. Przedstawiciel LUSAS FEA Ltd. ul. Biskupińska 2 30-732 Kraków	tel. 698 715 469, 501 183 666 www.cgsc.pl cgsc@cgsc.pl	Firma zajmuje się doradztwem technicznym, rozwiązywaniem zagadnień konstrukcji mostowych, modelowaniem etapów wznoszenia mostów a także tworzeniem ekspertyz i zaawansowanych obliczeń numerycznych oraz dystrybucją programu LUSAS Bridge.	44-45
CONSTRUSOFT Sp. z o.o. ul. Wilczak 16A 61-623 Poznań CONSTRUSOFT	tel. 61 826 00 71, 504 058 218 faks 61 828 03 04 www.construsoft.pl info@construsoft.pl	Construsoft Sp. z o.o. jest jedynym w Polsce oficjalnym partnerem firmy Tekla, fińskiego dostawcy oprogramowania Tekla Structures. Construsoft zapewnia optymalne rozwiązania BIM dla wszystkich etapów procesu powstawania budynku.	29, 46-47

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
Doka Polska Sp. z o.o. ul. Bankowa 32 05-220 Zielonka	tel. 22 771 08 00 faks 22 771 08 01 www.doka.com polska@doka.com	Doka Polska jest austriackim producentem i dystrybutorem deskowań. Oferuje wszelkiego rodzaju usługi związane z prowadzeniem projektu w zakresie szalunków, od projektowania przez dzierżawę i zakup po serwis urządzeń.	30, III okładka
DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL sp. z o.o. ul. Bojowników o Wolność i Demokrację 38/121 41-506 Chorzów DSI	tel. 58 300 13 53 www.dywidag-systems.com dsi-polska@dywidag-systems.com	DSI jest znanym w Polsce dostawcą systemów sprężania (DYWIDAG, SUSPA) i systemów geotechnicznych (GEWI, DYWI Drill). Firma oferuje też pełny zakres wykonawstwa prac sprężalniczych oraz realizacje specjalne, np. nasuwanie podłużne, heavy lifting.	31, 48-49
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.	31, 50-51
GEO-EKSPERT Sp. z o.o. ul. Balcerskiego 19 80-299 Gdańsk GEO-EKSPERT Sp. z o.o.	tel. 58 552 15 03 faks 58 552 14 83 www.geo-ekspert.gda.pl geo@geo-ekspert.gda.pl	GEO-EKSPERT Sp. z o.o. świadczy usługi w zakresie specjalistycznego fundamentowania w budownictwie lądowym i wodnym. Oferuje m.in. wykonawstwo mikropali i kotew gruntowych, wzmacnianie fundamentów, stabilizację skarp i osuwisk, iniekcję podstaw pali wielkośrednicowych, obudowy wykopów.	32, 52
GEOKRAK sp. z o.o. ul. Mazowiecka 21 30-019 Kraków geokrak sp. z o.o.	tel./faks 12 633 81 10 tel./faks 12 632 09 00 www.geokrak.pl geokrak@geokrak.pl	Firma GEOKRAK oferuje pełen zakres usług oraz doradztwo z zakresu geologii inżynierskiej i geotechniki, na każdym etapie procesu inwestycyjnego. Specjalizuje się w rozpoznaniu podłoża gruntowego oraz pracach związanych z obsługą geotechniczną budowy.	53
Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o. ul. Jagiełły 39 46-020 Czarnowąsy	tel. 77 427 18 50 faks 77 469 15 91 www.hip-opole.pl biuro@hip-opole.pl	Przedmiotem działalności firmy Himmel i Papesch Opole Sp. z o.o. są roboty związane z budową obiektów inżynieryjnych, hydrotechnicznych oraz specjalistyczne roboty inżynieryjne.	32, 54-55
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.	30, 56-57
INGEO Sp. z o.o. ul. Galaktyczna 15 80-299 Gdańsk INGEO	tel. 58 622 11 00 faks 58 622 11 07 www.ingeo.com.pl biuro@ingeo.com.pl	INGEO Sp. z o.o. jest jedną z wiodących firm na rynku oferującą wykonanie profesjonalnych projektów z zakresu złożonych robót geotechnicznych i hydrotechnicznych. Ponadto firma zajmuje się badaniem ośrodka gruntowego dla celów projektowania.	58
JD Engineering ul. Racławicka 75A 32-200 Miechów	tel. 604 575 600, 692 250 859 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.	30, 59
LAYHER Sp. z o.o. ul. Żelechowska 2A 96-321 Siestrzeń Layher Więcej możliwości. Ten system rusztowań	tel. 535 529 497, 22 720 69 09 faks 22 250 18 80 www.layher.pl info@layher.pl	Firma LAYHER tworzy rusztowania od 65 lat. Siedziba i zakład produkcyjny mieści się w Eibensbach w Niemczech, skąd produkty dystrybuowane są na cały świat. Firma tworzy rozwiązania bezpieczne, ekonomiczne, innowacyjne oraz proste w montażu.	31, 60-61

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.	32, 62-63
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 i 2013. Swoje produkty oraz doradztwo techniczne, kieruje do profesjonalistów.	33, 64-65, IV okładka
Metris Sp. z o.o. Instytut Badań dla Budownictwa ul. Łąkoszyńska 127A 99-300 Kutno	tel./faks 24 253 50 55 www.metris.com.pl biuro@metris.com.pl	Firma Metris Sp. z o.o. wykonuje badania nośności pali metodą statyczną i dynamiczną, badania ciągłości i długości pali fundamentowych, pomiary wibracji przenoszonych na budynki przez podłoże oraz pomiary inklinometryczne.	68
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.	33, 66-67
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.	33, 69
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.	70
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.	71
SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS POLSKA sp. z o.o. MARKA WEBER LECA® ul. Krasickiego 9, 83-140 Gniew	tel. 58 772 24 10-11 www.netweber.pl keramzyt.weber@saint-gobain.com	Pod marką Weber Leca® oferowane jest lekkie kruszywo ceramiczne. Doskonałe parametry izolacyjności termicznej i akustycznej, ognio- i mrozoodporność pozwalają na stosowanie Leca® KERAMZYTU w budownictwie, geotechnice, ogrodnictwie oraz rolnictwie.	34, 72-73

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
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 Construccion Polska S.A. jest jednym z wiodących dostawców deskowań i rusztowań, działającym na polskim rynku od 25 lat. Jest częścią hiszpańskiej firmy ULMA C y E, S. Coop., oferującej usługi w ponad 30 krajach na całym świecie.	II okładka, 34
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, offshore, marine, budownictwa kubaturowego, przemysłowego, hydrotechnicznego oraz energetycznego.	34, 74

doka

Specjaliści Techniki Deskowań.

System ochrony bocznej XP

System ochrony przed upadkiem, kompatybilny z systemami deskowań Doka

Na zdjęciu budowa ulicy Nowej wałowej w Gdańsku

www.doka.pl

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!