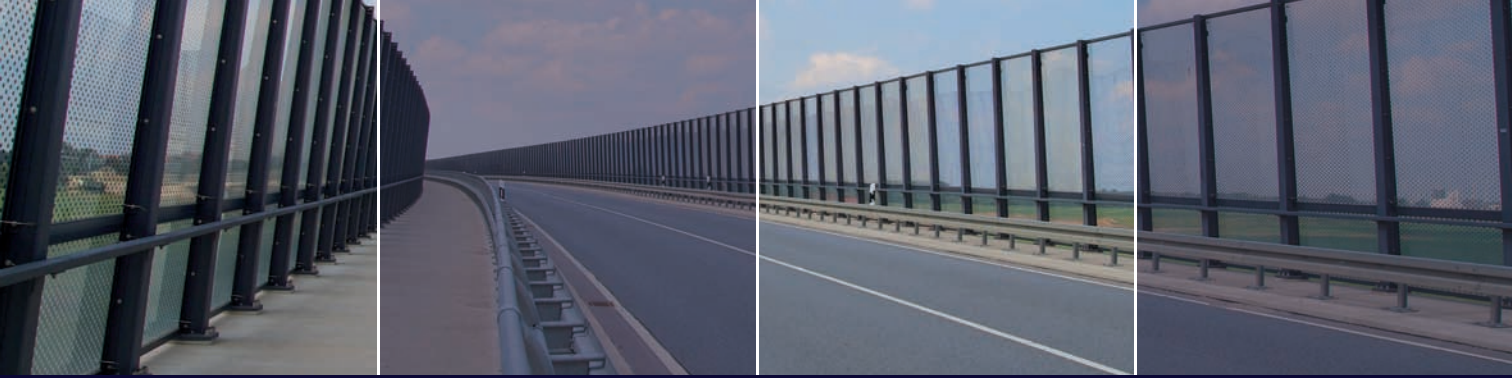




BUDOWNICTWO DROGOWE I KOLEJOWE **VADEMECUM**

ISSN 2353-5261

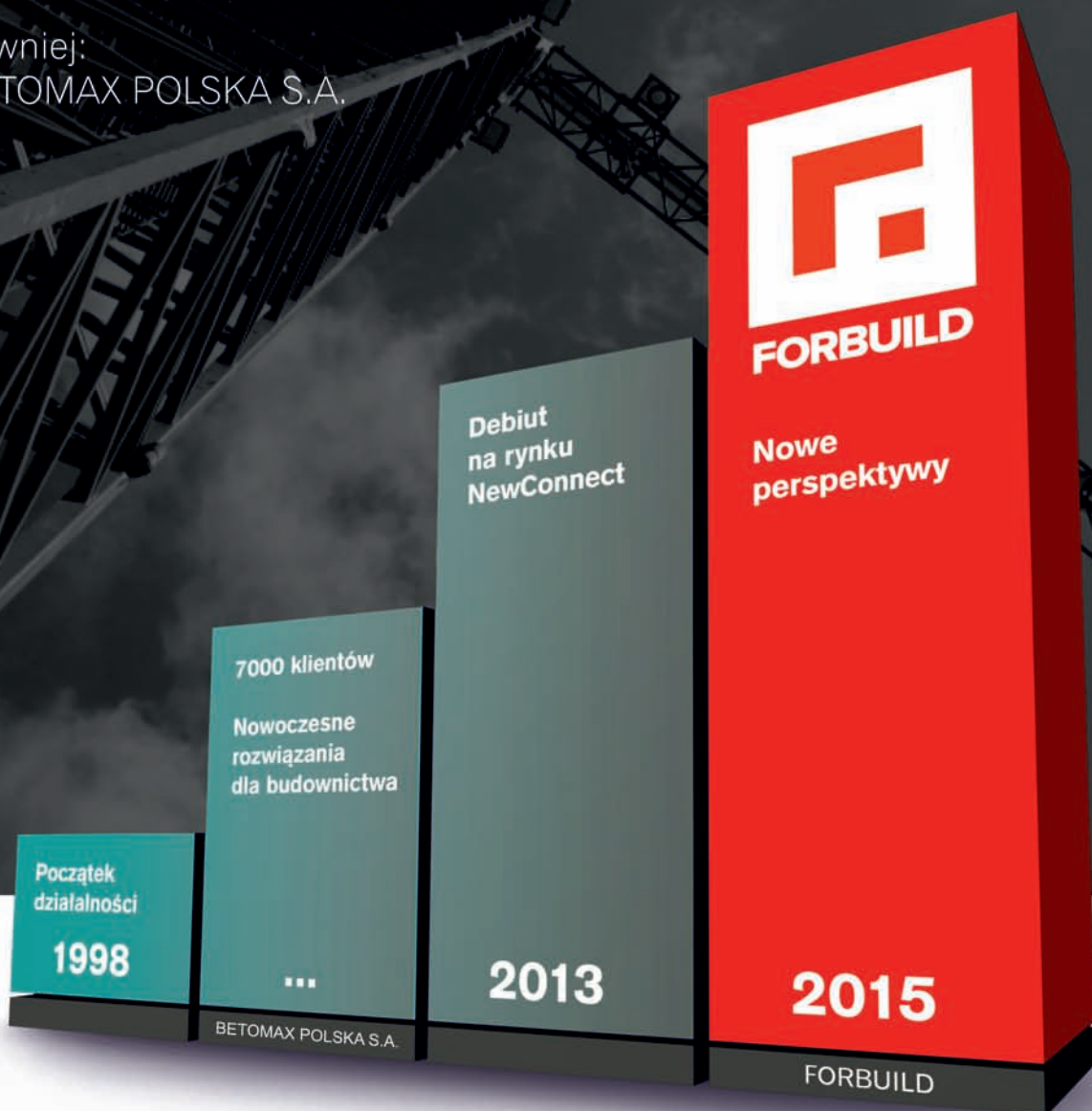


edycja
2015





dawniej:
BETOMAX POLSKA S.A.



FORBUILD - nowa nazwa przyjęta przez firmę BETOMAX POLSKA S.A.

Nowa nazwa i logo o nowoczesnym, międzynarodowym charakterze to elementy długoterminowej strategii rozwoju spółki, związanej z planami dalszej ekspansji na rynki zagraniczne.



Pale prefabrykowane

Pale żelbetowe

Fundamenty palowe pod słupy sieci trakcyjnej

Fundamenty ekranów akustycznych

Pale stalowe

Pale drewniane

Zabezpieczenia wykopów

Grodzice stalowe - tymczasowe

Grodzice stalowe - stałe

Obudowy berlińskie

Palisady

Kotwy i gwoździe gruntowe

Kotwy tymczasowe

Kotwy trwałe

Gwoździe gruntowe

Pale formowane w gruncie

Mikropale

Pale formowane w gruncie

Wzmacnianie gruntu

Kolumny prefabrykowane

Wgłębne mieszanie gruntu (DSM)

Kolumny betonowe

Kolumny iniekcyjne (jet grouting)

Most drogowy im. gen. Elżbiety Zawackiej przez Wisłę w Toruniu

BUDOWNICTWO DROGOWE I KOLEJOWE
VADEMECUM

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

2015



Szanowni Państwo, Koleżanki i Koledzy

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP patronuje publikacji „VADEMECUM Budownictwo Drogowe i Kolejowe”. Zachęcamy do korzystania z pierwszej edycji tego czasopisma w Waszej pracy zawodowej, tak potrzebnej w dzisiejszych czasach.

Wszyscy już wiemy, że gospodarkę najlepiej pobudzać poprzez inwestycje w transport. Po wieloletnim okresie stagnacji nastąpiła wreszcie korzystna koniunktura dla budownictwa w branżach związanych z komunikacją drogową i kolejową. Unijne wsparcie projektów komunikacyjnych pozwoliło na realizację wielkich inwestycji, które już w dużym zakresie poprawiły mobilność użytkowników dróg i jakość przewozów kolejowych – zarówno pasażerskich, jak i towarowych. Kolejne przedsięwzięcia są w trakcie realizacji lub zostały ujęte w planach nowej perspektywy unijnego współfinansowania projektowanych inwestycji.

Dla ułatwienia i usprawnienia działania środowiska inżynierów i techników w branżach drogowej i kolejowej opracowane zostało niniejsze wydawnictwo. Polecamy jego lekturę i korzystanie z zawartych w treści informacji branżowych.

Życzymy jednocześnie sukcesów zawodowych oraz osobistej satysfakcji z wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie drogowym i kolejowym, a także w branżach pokrewnych i współpracujących z nimi.

Janusz Dyduch

Prezes

*Stowarzyszenia Inżynierów i Techników
Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej*

WYDAWCA

WYDAWNICTWO POLSKIEJ IZBY
INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA Sp. z o.o.

00-924 Warszawa
ul. Kopernika 36/40, lok. 110
tel. 22 551 56 00, faks 22 551 56 01
www.inzynierbudownictwa.pl
www.vademecuminzyniera.pl
www.kataloginzyniera.pl
biuro@inzynierbudownictwa.pl

Prezes zarządu:

Jaromir Kuśmider

REDAKCJA**Redaktor naczelna:**

Anna Dębińska

Redaktor prowadzący:

Piotr Bień

Redaktorzy:

Aneta Małek

Justyna Mioduszevska

Projekt graficzny:

Jolanta Bigus-Kończak

Skład i łamanie:

Jolanta Bigus-Kończak

Grzegorz Zazulak

BIURO REKLAMY**Szef biura reklamy:**

Dorota Błaszkiwicz-Przedpeńska

– tel. 22 551 56 27

d.blaszkiewicz@inzynierbudownictwa.pl

Zespół:

Martyna Brzezicka – tel. 22 551 56 07

m.brzezicka@inzynierbudownictwa.pl

Natalia Golek – tel. 22 551 56 26

n.golek@inzynierbudownictwa.pl

Dorota Malikowska – tel. 22 551 56 06

d.malikowska@inzynierbudownictwa.pl

Małgorzata Roszczyk-Hałaszcak

– tel. 22 551 56 11

m.halaszcak@inzynierbudownictwa.pl

Monika Zajko – tel. 22 551 56 20

m.zajko@inzynierbudownictwa.pl

ZDJĘCIA NA OKŁADCE

Fotolia.com: Fexel, Mykola Mazuryk,
dannayacres, Marina Ignatova, Val Thoermer,
skynet

DRUK

CGS Drukarnia Sp. z o.o.

Print Management: printCARE

NAKŁAD

3500 egz.

BUDOWNICTWO DROGOWE I KOLEJOWE VADEMECUM

Szanowni Państwo,

Z przyjemnością przekazuję w Państwa ręce pierwsze wydanie VADEMECUM Budownictwo Drogowe i Kolejowe. W ostatnich latach w budownictwie infrastrukturalnym wiele się zmieniło, a mając na uwadze dotacje unijne należy sądzić, że w dalszym ciągu będziemy mogli obserwować wzrost inwestycji w tym sektorze gospodarki. Powstają nowe drogi i autostrady, a linie kolejowe są modernizowane. Taka sytuacja powoduje, że firmy chcąc dopasować się do zmieniającego się rynku opracowują i wdrażają nowe produkty i technologie. W VADEMECUM Budownictwo Drogowe i Kolejowe przedstawiamy firmy, które działają właśnie w tej sferze budownictwa. Zajmują się one m.in. geotechniką, badaniami i produkcją nawierzchni drogowych, ich odpowiednim zabezpieczaniem i wzmacnianiem, a także produkcją prefabrykatów dla infrastruktury kolejowej. W dziale Kompendium wiedzy znajdują się artykuły poświęcone asfaltom drogowym, modernizacji obiektów kolejowych, a także wytycznym doboru drogowych barier ochronnych oraz wybranym metodom wzmacniania podłoża w budownictwie komunikacyjnym.

VADEMECUM Budownictwo Drogowe i Kolejowe zostało objęte patronatem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, a także Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej.

Zachęcam Państwa również do odwiedzenia naszej strony internetowej www.vademecuminzyniera.pl, na której dostępne będą artykuły zawarte w tej publikacji, a także e-wydanie VADEMECUM Budownictwo Drogowe i Kolejowe.

Anna Dębińska

Redaktor naczelna

– Redakcja Katalogów



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





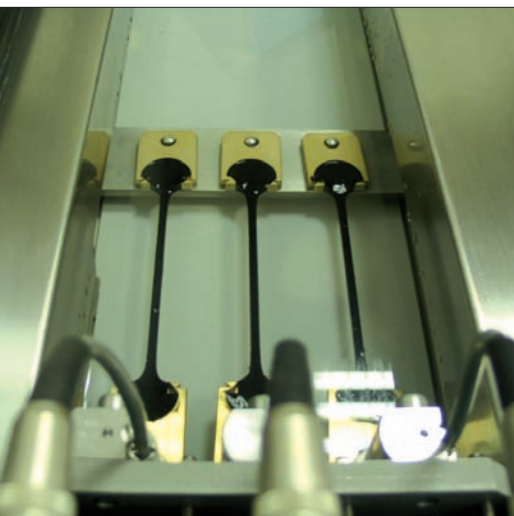
KOMPENDIUM wiedzy

Asfalty drogowe, dr inż. Wojciech Bańkowski

Modernizacja kolejowych obiektów inżynierskich,
dr hab. inż. Tomasz Siwowski, prof. PRz

Wytyczne doboru drogowych barier ochronnych,
dr inż. Beata Stankiewicz

Wybrane metody wzmacniania podłoża,
mgr inż. Beata Gajewska, dr inż. Cezary Kraszewski



Asfalt jest powszechnie stosowanym materiałem budowlanym, wykorzystywanym przede wszystkim jako spoiwo. Pierwsze zastosowania asfaltu w budownictwie miały miejsce w Mezopotamii 800-600 lat p.n.e. Używany był do łączenia mozaiki, cegieł w budynkach. Z tego okresu pochodzi również pierwsza droga do Babilonu i most na Eufracie wybudowane z użyciem asfaltu [1]. Podstawowymi cechami, które decydują o przydatności asfaltów w drogownictwie jest odporność na działanie wody oraz właściwości termoplastyczne.

dr inż. Wojciech Bańkowski
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

ASFALTY DROGOWE

Terminologia

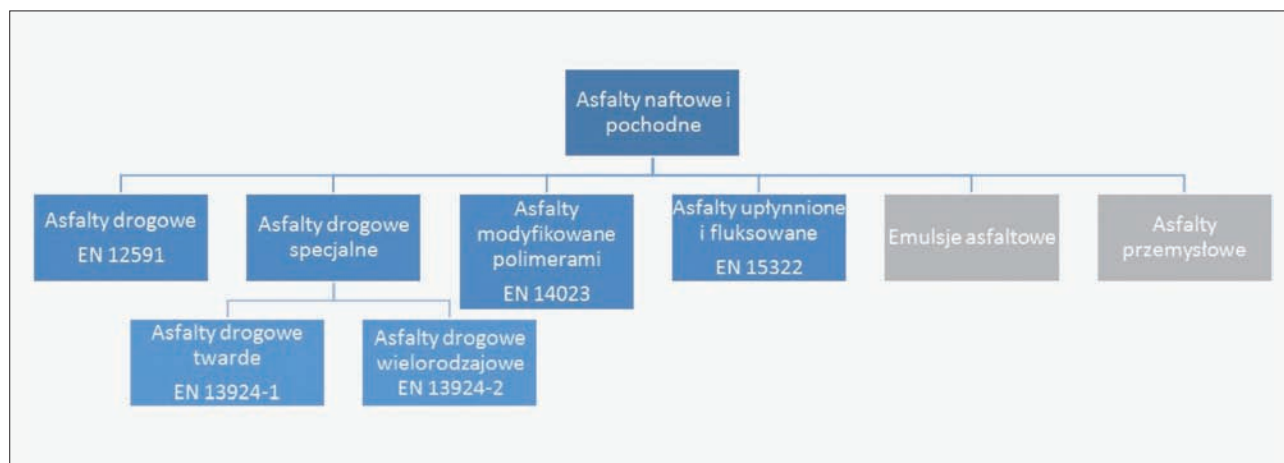
Asfalt jest lepiszczem, który podgrzany do odpowiednio wysokiej temperatury mięknie i upłylnia się, natomiast po schłodzeniu – jego lepkość zwiększa się i staje się ciałem stałym. Obecnie jest on podstawowym składnikiem mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA) stosowanych do budowy nawierzchni asfaltowych. Zgodnie z klasyfikacją podaną w normie PN-EN 12597 [2] asfalty te zaliczają się grupy asfaltów naftowych. Należy do nich zaliczyć asfalty drogowe, drogowe specjalne i modyfikowane polimerami (rys. 1).

Asfalt drogowy

Asfalt drogowy tzw. zwykły jest stosowany do otaczania kruszywa i/lub destruktu asfaltowego oraz wykorzystywany głównie w budowie i utrzymaniu nawierzchni drogowych. Klasyfikowane są wg normy PN-EN 12591 [3]. Asfalty przeznaczone do mieszanek mineralno-asfaltowych klasyfikowane są wg penetracji w temp. +25°C. Wymagania zgodne z Załącznikiem Krajowym NA do normy PN-EN 12591 przedstawiono w tablicy 1.

Asfalt specjalny

Asfalt specjalny produkowany jest w celu uzyskania specyficznych właściwości. Wyodrębniamy w tej grupie asfalty twarde (o penetracji nie wyższej niż 25 x 0,1 mm, przeznaczone do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności) oraz wielorodzajowe charakteryzujące się mniejszą wrażliwością termiczną w stosunku do asfaltów drogowych, które są produktami pośrednimi między asfaltem drogowym a modyfikowanym (nie zawierają polimerów, technologia ich produkcji opracowywana jest w rafineriach).



▲ Rys. 1. Klasyfikacja asfaltów naftowych

▼ Tablica 1. Wymagania dotyczące asfaltów drogowych do MMA [3]

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Rodzaj asfaltu drogowego			
			20/30	35/50	50/70	70/100
Penetracja w temp. +25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	20-30	35-50	50-70	70-100
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	55-63	50-58	46-54	43-51
Odporność na starzenie w temp. +163°C (RTFOT)	PN-EN 12607-1					
Pozostała penetracja		%	≥ 55	≥ 53	≥ 50	≥ 46
Wzrost temperatury mięknięcia		°C	≤ 8		≤ 9	
Zmiana masy (wartość bezwzględna)		%	≤ 0,5			
Temperatura zapłonu	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 240		≥ 230	
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	%	≥ 99			
Temperatura łamliwości Fraassa	PN-EN 12593	°C	NR ^{a)}	≤ -5	≤ -8	≤ -10

^{a)} NR – No Requirement (brak wymagań)

Asfalty twarde objęte są normą PN-EN 13924 [4], do której opracowano Załącznik Krajowy NA. Jednak zgodnie z Wymaganiami Technicznymi WT-2 2014 [23] nie przewiduje się stosowania takich asfaltów do MMA w Polsce. Wymagania dla asfaltów wielorodzajowych zamieszczone są w Załączniku Krajowym do normy PN-EN 13924-2 [5] (tablica 2).

Asfalt modyfikowany polimerem

Asfalt modyfikowany polimerem tzw. polimeroasfalt to asfalt, którego właściwości reologiczne zostały zmodyfikowane w produkcji przez dodanie jednego lub kilku polimerów organicznych. Celem stosowania polimeroasfaltów jest poprawa właściwości funkcjonalnych nawierzchni asfaltowych:

odporności na koleinowanie, odporności na pękanie niskotemperaturowe, trwałości zmęczeniowej, odporności na starzenie. Na poziomie cech lepszycy dąży się do zwiększenia zakresu temperaturowego lepkości. Zakres ten definiowany jest przez temperaturę łamliwości wg Fraassa oraz temperaturę mięknięcia i jest nazywany temperaturowym zakresem plastyczności.

▼ Tablica 2. Wymagania dotyczące asfaltów wielorodzajowych do MMA [5]

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Rodzaj asfaltu wielorodzajowego					
			MG 20/30-64/74		MG 35/50-57/69		MG 50/70-54/64	
			wymaganie	klasa	wymaganie	klasa	wymaganie	klasa
Penetracja w temp. +25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	20-30	2	35-50	3	50-70	4
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	64-74	4	57-69	1	54-64	2
Odporność na starzenie w temp. +163°C	PN-EN 12607-1							
Pozostała penetracja	PN-EN 1426	%	≥ 60	3	≥ 60	3	≥ 50	2
Wzrost temperatury mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≤ 12	4	≤ 10	3	≤ 10	3
Zmiana masy		%	< 0,5 ^{a)}	1	< 0,5 ^{a)}	1	< 0,5 ^{a)}	1
Indeks penetracji	PN-EN 13924-2 (zał. A)	–	od +0,3 do +2,0	3	od +0,3 do +2,0	3	od +0,3 do +2,0	3
Temperatura zapłonu	EN ISO 2592	°C	≥ 250	4	≥ 250	4	≥ 250	4
Rozpuszczalność	PN-EN 12592	%	≥ 99	2	≥ 99	2	≥ 99	2
Temperatura łamliwości Fraassa	PN-EN 12593	°C	≤ -8	2	≤ -15	4	≤ -17	5
Lepkość dynamiczna w temp. +60°C	PN-EN 12596	Pa·s	≥ 1500	5	≥ 1500	5	≥ 1500	5
Lepkość dynamiczna w temp. +135°C	PN-EN 12595	mm ² /s	NR ^{b)}	0	NR ^{b)}	0	NR ^{b)}	0

^{a)} Zmiana masy może być wartością ujemną ^{b)} NR – No Requirement (brak wymagań)

▼ Tablica 3. Wymagania dotyczące asfaltów modyfikowanych polimerami do MMA

Właściwość	Metoda badania	Jednostka	Rodzaj asfaltu									
			PMB 10/40-65		PMB 25/55-60		PMB 45/80-55		PMB 45/80-65		PMB 65/105-60	
			zakres	klasa	zakres	klasa	zakres	klasa	zakres	klasa	zakres	klasa
Penetracja w temp. +25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	10-40	2	25-55	3	45-80	4	45-80	4	65-105	6
Temperatura mięknięcia	PN-EN 1427	°C	≥ 65	5	≥ 60	6	≥ 55	7	≥ 65	5	≥ 60	6
Siła rozciągania w duktylometrze (50 mm/min)	PN-EN 13589 PN-EN 13703	J/cm ²	≥ 2 (+10°C)	6	≥ 2 (+10°C)	6	≥ 3 (+5°C)	2	≥ 2 (+10°C)	6	≥ 3 (+5°C)	2
Zmiana masy po starzeniu	PN-EN 12607	% m/m	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3
Pozostała penetracja w temp. +25°C po starzeniu	PN-EN 12607 PN-EN 1426	%	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 60	7
Wzrost temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 12607 PN-EN 1427	°C	≤ 8	2	≤ 8	2	≤ 8	2	≤ 8	2	≤ 10	3
Temperatura zapłonu	EN ISO 2592	°C	≥ 235	3	≥ 235	3	≥ 235	3	≥ 235	3	≥ 235	3
Temperatura łamiwości	PN-EN 12593	°C	≤ -5	3	≤ -10	5	≤ -15	7	≤ -15	7	≤ -15	7
Nawrót w temp. +25°C	PN-EN 13398	%	≥ 60	4	≥ 60	4	≥ 70	3	≥ 80	2	≥ 70	3
Nawrót sprężysty w temp. +10°C	PN-EN 13398	%	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0
Zakres plastyczności	PN-EN 14023	°C	TBR ^{b)}	1	TBR ^{b)}	1	TBR ^{b)}	1	TBR ^{b)}	1	TBR ^{b)}	1
Stabilność magazynowania – różnica temperatury mięknięcia	PN-EN 13399 PN-EN 1427	°C	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2
Stabilność magazynowania – różnica penetracji	PN-EN 13399 PN-EN 1426	0,1 mm	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0
Spadek temperatury mięknięcia po starzeniu	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	TBR ^{b)}	1	TBR ^{b)}	1	TBR ^{b)}	1	TBR ^{b)}	1	TBR ^{b)}	1
Nawrót sprężysty w temp. +25°C	PN-EN 12607-1	%	≥ 50	4	≥ 50	4	≥ 50	4	≥ 60	3	≥ 60	3
Nawrót sprężysty po starzeniu w temp. +10°C	PN-EN 13398	%	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0	NR ^{a)}	0

^{a)} NR – No Requirement (brak wymagań) ^{b)} TBR – wartość deklarowana

Im wyżej położona warstwa asfaltowa, tym większy powinien być zakres plastyczności asfaltu. Są szczególnie zalecane do warstw ścieralnych, a w niektórych przypadkach i wiążących. W zastosowaniu do warstwy podbudowy wykorzystuje się je do poprawy trwałości zmęczeniowej. Warto również zauważyć na szczególne cechy lepkości asfaltu modyfikowanego, która w niewielkim stopniu zmienia się w zakresie od -20 do +80°C. W temperaturze +60°C lepkość polimeroasfaltu jest kilkukrotnie wyższa niż asfaltu zwykłego o tej samej penetracji. Jednocześnie w wyższych temperaturach lepkość szybko spada powodując, że temperatury technologiczne produkcji i wbudowania mogą być nawet niższe niż w przypadku asfaltów drogowych [22].

Do modyfikacji asfaltów stosuje się najczęściej elastomery SBS, rzadziej plastomery EVA uzyskując w ten sposób odpowiednio elastomeroasfalt lub plastomeroasfalt. Elastomeroasfalty charakteryzują się szerokim zakresem plastyczności, sprężystością natychmiastową i wysokim nawrotem sprężystym. Poprawiają zarówno odporność na koleinowanie, jak i trwałość zmęczeniową oraz podatność na pękanie niskotemperaturowe. W odróżnieniu plastomeroasfalty mają większy udział odkształcenia trwałego i większą sztywność w wysokiej temperaturze. Nie poprawiają odporności na pękanie w niskich temperaturach.

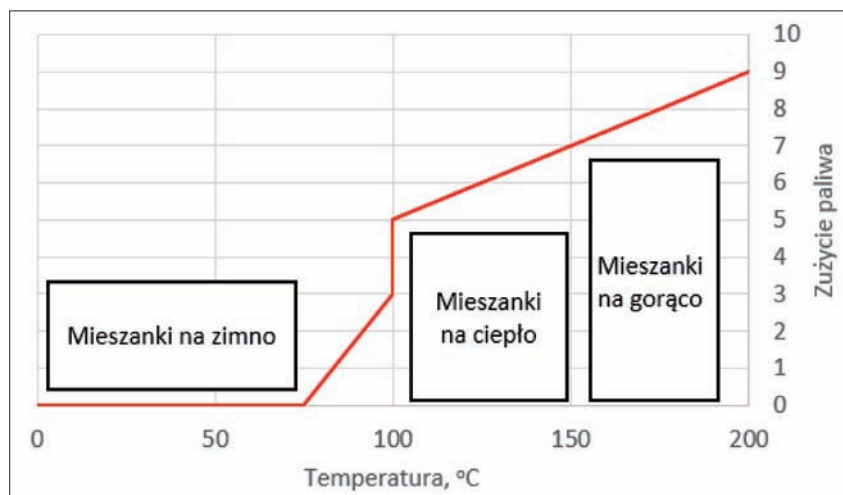
Wymienione wyżej definicje asfaltów wynikają z klasyfikacji i zapisów normy PN-EN 12597 [2], natomiast na rynku dostępne są również inne asfalty, które nie są tam wymienione. Należy tu wymienić asfalty do mieszank na ciepło (WMA), asfalty wysokomodyfikowane (HiMA) oraz polimeroasfalt modyfikowany gumą (CR). Tego rodzaju nowe rozwiązania technologiczne powstają w odpowiedzi na zwiększające się wymagania pod względem technicznym, ekonomicznym oraz ekologicznym w zakresie budownictwa drogowego. Technologie te są bardzo obiecujące, czego dowodem są wdrożenia oraz ujęcie możliwości ich stosowania w dokumentach technicznych. Asfalty wysokomodyfikowane oraz polimeroasfalty CR uwzględnione zostały w Załączniku Krajowym do normy PN-EN 14023 [6]. Możliwość ich stosowania, jak również asfaltów WMA, została zapisana również w wymaganiach technicznych wydanych przez Generalną Dyrekcję Dróg Krajowych i Autostrad [23].

Asfalty WMA

Asfalty WMA są przeznaczone do MMA na ciepło. Mieszanki mineralno-asfaltowe na ciepło (WMA – z ang. warm mix asphalt) to stosunkowo nowa technologia w Polsce, która w ostatnich latach jest coraz częściej stosowana. Stanowi technologię pośrednią pomiędzy mieszankami na gorąco, w których obniżenie lepkości asfaltu (upłynnienie) jest uzyskiwane przez wysoką temperaturę (w zależności od rodzaju asfaltu wynosi ona od +150 do +195°C, a w przypadku mieszanki typu asfalt lany może wynosić nawet +230°C [7]), a mieszankami na zimno, gdzie efekt ten uzyskiwany jest przez wytworzenie emulsji wodno-asfaltowej (rys. 2). Podstawowym warunkiem dla mieszank WMA jest zachowanie właściwości i zalet mieszank w technologii na gorąco. Natomiast pierwszą korzyścią z ich stosowania jest obniżenie temperatury produkcji o co najmniej +30°C. Dzięki temu uzyskiwane są oszczędności na zużyciu paliwa [8]. Korzystne są również efekty środowiskowe z uwagi na zmniejszoną emisję gazów cieplarnianych i oparów na poziomie około 20% [9]. Niższa temperatura i mniej intensywne opary wpływają na lepszy komfort pracy robotników drogowych i zmniejszają chwilową uciążliwość dla ludzi przebywających w otoczeniu robót [10]. Drugą korzyść to lepsza urabialność i zagęszczalność przy wbudowaniu mieszanki. Mieszanka mineralno-asfaltowa na ciepło będzie łatwiej się rozkładać i zagęszczać niż mieszanka na

gorąco w danej temperaturze szczególnie, gdy jest ona niższa niż optymalna temperatura zagęszczania. Mieszanki na ciepło mogą być więc stosowane w mniej korzystnych warunkach atmosferycznych, kiedy ulegają szybszemu wystudzeniu. Dzięki temu możliwe jest wydłużenie sezonu robót nawierzchniowych oraz wydłużenie odległości transportu mieszanki mineralno-asfaltowej z wytwórni do miejsca wbudowania. Mieszanki na ciepło mogą być również stosowane w warunkach, gdy czas wykonania robót jest bardzo ograniczony np. na lotniskach. Niższe temperatury technologiczne oznaczają krótszy czas potrzebny do ostygnięcia nawierzchni przed oddaniem do ruchu. Za przykład może posłużyć przebudowa nawierzchni na lotnisku we Frankfurcie w roku 2005, gdzie do wymiany poszczególnych odcinków pasa startowego wystarczyło zaledwie 7,5 godziny [11]. Stosowanie technologii „na ciepło” jest również wykorzystywane przy produkcji MMA z dodatkiem destruktu [7, 11].

Ostatnią nowością na polskim rynku są asfalty drogowe, które umożliwiają produkcję i wbudowanie mieszank mineralno-asfaltowych w technologii na ciepło [12] bez konieczności stosowania dodatków. Są to asfalty rodzaju 20/30, 35/50 i 50/70, a więc są klasyfikowane jako podstawowe asfalty drogowe „zwykłe” wg normy PN-EN 12591. Efekt osiągany jest dzięki wprowadzeniu do asfaltu specjalnych substancji chemicznych, które poprawiają efektywność mieszania i urabialność przez zmniejszenie



▲ Rys. 2. Orientacyjny podział mieszank w zależności od temperatury produkcji i zużycia paliwa [8]

napięcia powierzchniowego na granicy asfalt-kruszywo. Asfalty WMA charakteryzują się lepszą przyczepnością w stosunku do asfaltów zwykłych, co jest szczególnie widoczne w przypadku skał kwaśnych jak np. granit. Wyniki badań wodoodporności, które są powiązane z adhezją, wskazują, że w przypadku niektórych skał można nawet zrezygnować ze stosowania dodatkowych środków adhezyjnych. Temperatury technologiczne z asfaltami WMA mogą zostać obniżone o +30°C. Dodatkowo przeprowadzone badania wykazały, że możliwe jest efektywne zastosowanie tych asfaltów w produkcji mieszanki z użyciem destruktu (granulatu) pochodzącego w recyklingu nawierzchni asfaltowej nawet w ilości 50%. Jest to efektem dobrej urabialności oraz obniżenia temperatur technologicznych.

Polimeroasfalty CR

Polimeroasfalty CR są asfaltami modyfikowanymi polimerem z dodatkiem miazgi gumowego. Historia stosowania gumy w nawierzchniach asfaltowych sięga aż 1840 r., kiedy odnotowano pierwsze zastosowania kauczuku naturalnego jako modyfikatora asfaltu [13]. Niemal sto lat później odnotowano pierwsze zastosowanie gumy z zużytych opon samochodowych do modyfikacji asfaltu w USA, a w latach połowie lat 60. Charles McDonald (USA, Arizona) opracował metodę „na mokro” modyfikacji asfaltu gumą [14, 15]. W metodzie tej rozdrobniony granulatu gumowy mieszany jest na gorąco z asfaltem w wysokiej temperaturze w specjalnej instalacji, co pozwala wprowadzić nawet 20% granulatu. W ten sposób uzyskane lepisko w istotnym stopniu przejmuje wartościowe cechy gumy. Obecnie ta metoda dość szeroko upowszechniła się w Stanach Zjednoczonych i jest do dzisiaj stosowana [16]. Metodą alternatywną jest metoda „na sucho”, w której granulatu gumowy dozowany jest bezpośrednio do kruszywa w mieszalniku otaczarki przed podaniem asfaltu. Reakcja gumy z asfaltem jest znikoma. W istocie granulatu gumowy jest składnikiem kruszywa w mieszance. Pomimo tego efekt modyfikacji właściwości fizyko-mechanicznych asfaltu i mieszanki nie jest znaczący, natomiast jest stwierdzone zmniejszenie hałaśliwości nawierzchni [17]. Dostępna jest również technologia pośrednia tj. granulatu gumowy z dodatkiem asfaltu [18].

Składa się z asfaltu drogowego 50/70 lub 70/100 oraz zwulkanizowanej gumy chemicznie i fizycznie związanej z lepiszczem, a także z odpowiednich wypełniaczy i olejów. Ostatnią nowością na rynku są polimeroasfalty modyfikowane gumą typu CR (z ang. crumb rubber). Są one wytwarzane metodą terminalową „na mokro” w rafinerii. Z punktu widzenia producenta mieszanki jest to najprostsza metoda, która nie wymaga dodatkowych zabiegów czy instalacji, poza koniecznością mieszania asfaltu w zbiorniku. Dostępne są asfalty rodzaju 25/55-60 CR oraz 45/80-55 CR. Pierwszy z nich dedykowany jest do warstwy podbudowy i wiążącej, a w szczególności do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności. Natomiast asfalt 45/80-55 CR przeznaczony jest to mieszanki do warstwy ścieralnej, w szczególności typu SMA i BBTM. Badania laboratoryjne polimeroasfaltów CR wykazały, że spełniają one wymagania normy PN-EN 14023 dotyczącej polimeroasfaltów i mogą być stosowane do mieszanej mineralno-asfaltowych [19, 20]. W badaniach mieszanki mineralno-asfaltowych typu beton asfaltowy o wysokim module sztywności wykazano istotną poprawę niektórych właściwości w porównaniu do zastosowania polimeroasfaltu bez dodatku gumy [21]. W szczególności dotyczy to odporności na pękanie niskotemperaturowe i trwałości zmęczeniowej, przy zachowaniu odporności na koleinowanie.

Asfalty wysokomodyfikowane

Asfalty wysokomodyfikowane (HiMA) są szczególną odmianą polimeroasfaltów. W Polsce najczęściej do modyfikacji asfaltów stosuje się elastomery typu SBS (styren-butadien-styren) [22]. W klasycznych polimeroasfaltach zawartość SBS nie przekracza ilości 7,0% m/m. Zwiększenie zawartości polimeru powoduje ryzyko zmniejszenia stabilności (rozdzielenia fazy polimeru i asfaltu) oraz zwiększenia lepkości powodujące problemy podczas produkcji i wbudowywania. Jednak prace badawczo-rozwojowe prowadzone przez producentów i ośrodki naukowe doprowadziły ostatecznie do uzyskania polimeroasfaltów o zwiększonej ilości polimerów, nazywanych asfaltami wysokomodyfikowanymi. W takich asfaltach zmianie ulegają proporcje pomiędzy zawartością objętościową asfaltu i polimeru.

Na rynku polskim w największych rafineriach dostępne są trzy rodzaje asfaltów wysokomodyfikowanych: 25/55-80, 45/80-80 oraz 65/105-80. Możliwość ich stosowania wynika z zapisów Załącznika Krajowego do normy PN-EN 14023 oraz z dokumentu WT-2 2014 [23]. Ten ostatni dokument wskazuje zastosowanie tych asfaltów w zależności od przeznaczenia (rodzaj warstwy) i kategorii ruchu. Z uwagi na szczególne właściwości tych asfaltów są one zasadniczo przeznaczone do nawierzchni o zwiększonym obciążeniu ruchem. Prace rozwojowe [24] wykazały znaczną poprawę właściwości niskotemperaturowych asfaltu (temperatura łamliwości, temperatura krytyczna wg PG) oraz mieszanki mineralno-asfaltowych. Bardzo korzystne wyniki uzyskano również w badaniach zmęczeniowych DSR (Dynamic Shear Rheometer) asfaltu oraz mieszanki metodą belki czteropunktowo zginanej. Jednocześnie poprawie w stosunku do polimeroasfaltów uległa odporność na deformacje trwałe, co wykazały wyniki górnej temperatury krytycznej wg PG, MSCR (Multiple Stress Creep Recovery) i koleinowania mieszanki mineralno-asfaltowych. Tak dobre właściwości predysponują do stosowania nie tylko w nawierzchniach najwyższych kategorii ruchu, ale również w nawierzchniach długowiecznych, projektowanych na 30-50 lat.

Zastosowanie asfaltów

Przeznaczenie asfaltów zależy od kategorii ruchu i warstwy nawierzchni. W tablicy 4 przedstawiono zalecane asfalty do mieszanki mineralno-asfaltowych wg Wymagań Technicznych WT-2 2014 [23].

Literatura

1. Sybilski D., *Czy asfalt jest szkodliwy dla środowiska*, Magazyn Autostrady 12/2009.
2. PN-EN 12597 Asfalty i produkty asfaltowe – Terminologia.
3. PN-EN 12591 Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Wymagania dla asfaltów drogowych.
4. PN-EN 13924 Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Wymagania dla asfaltów drogowych twardych.
5. PN-EN 13924-2 Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Zasady klasyfikacji asfaltów drogowych specjalnych – Część 2: Asfalty drogowe wielorodzajowe.

▼ Tablica 4. Przeznaczenie lepiszczy asfaltowych wg WT-2 2014 [23]

Warstwa	Wyrób	Kategoria ruchu		
		KR 1-2	KR 3-4	KR 5-7
Podbudowa	mieszanka mineralno-asfaltowa	AC 16 P, AC 22 P	AC 16 P, AC 22 P, AC 32P, AC WMS 16, AC WMS 22	AC 16 P, AC 22 P, AC 32P, AC WMS 16, AC WMS 22
	asfalt	50/70	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} , PMB 25/55-60 ^{b)} , c), PMB 10/40-65 ^{b)} , MG 35/50-57/69, MG 50/70-54/64	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} , PMB 25/55-60 ^{b)} , c), MG 35/50-57/69, PMB 10/40-65 ^{b)}
Wiążąca i wyrównawcza	mieszanka mineralno-asfaltowa	AC 11 W, AC 16 W	AC 16 W, AC 22 W, AC WMS 16, AC WMS 22	AC 16 W, AC 22 W, AC WMS 16, AC WMS 22
	asfalt	50/70, MG 50/70-54/64	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} , PMB 25/55-60 ^{b)} , c), PMB 10/40-65 ^{b)} , MG 35/50-57/69, MG 50/70-54/64	35/50 ^{a)} , PMB 25/55-60 ^{b)} , c), PMB 10/40-65 ^{b)} , MG 35/50-57/69
Ścieralna	mieszanka mineralno-asfaltowa	MA 8, MA 11, AC 5 S, AC 8 S, AC 11 S, SMA 5, SMA 8, BBTM 8 ^{d)} , BBTM 11	MA 8, MA 11, AC 8 S, AC 11 S, SMA 5 ^{d)} , SMA 8 ^{d)} , BBTM 8 ^{d)} , BBTM 11, PA 8 S, PA 11 S, PA 16 S ^{f)}	MA 8, MA 11, AC 8 S ^{h)} , AC 11 S ^{h)} , SMA 8 ^{d)} , BBTM 8 ^{d)} , BBTM 11, PA 8 S, PA 11 S, PA 16 S ^{h)}
	asfalt	35/50 ^{a)} , 50/70, 70/100, PMB 25/55-60, PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, MG 50/70-54/64	35/50 ^{a)} , 50/70, PMB 25/55-60, PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 65/105-60 ^{g)} , MG 50/70-54/64, MG 35/50-57/69	PMB 25/55-60, PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 65/105-60 ^{g)} , MG 35/50-57/69

^{a)} do betonu asfaltowego AC ^{b)} do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS ^{c)} do betonu asfaltowego do warstwy podbudowy lub wiążącej ^{d)} zalecane, jeżeli wymagane jest zmniejszenie hałasu drogowego ^{e)} do cienkiej warstwy na gorąco SMA lub BBTM o grubości nie większej niż 3,5 cm ^{f)} na podstawie aprobat technicznych mogą być stosowane inne asfalty nienormowe ^{g)} do asfaltu lanego ^{h)} do kategorii ruchu KR5-6 ⁱ⁾ PA 16 S stanowi dolną warstwę dwuwarstwowej nawierzchni porowatej (w konstrukcji zawsze występuje warstwa wiążąca AC)

- PN-EN 14023 Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Zasady klasyfikacji asfaltów modyfikowanych polimerami.
- Stienss M., Judycki J., *Mieszanki mineralno-asfaltowe na ciepło – przegląd dodatków*, Drogownictwo, nr 7-8/2010, str. 227-232.
- EAPA, *The use of Warm Mix Asphalt*, EAPA Position Paper 2010.
- Prowell B., *Warm mix asphalt – The international technology scanning program – Summary report*, NCHRP 2007.
- Olard F., Le Noan C., Romier A., *Low energy asphalt technique for minimizing impacts from asphalt plants to road works*, European Roads Review 2007, ERR No. 10, str. 64-75.
- Croteau J.M., Tessier B., *Warm Mix Asphalt Paving Technologies: a Road Builder's Perspective*, Annual Conference of the Transportation Association of Canada, 2008.
- Karp E., Czajkowski P., *Ekologia w cenie*, Infrastruktura: Ludzie Innowacje Technologie, 5-6/2015.
- Rubber World, *Those Amazing Rubber Roads*, 3-4/1967.
- Morris G.R., McDonald C.H., *Asphalt-Rubber Stress Absorbing Membranes: Field Performance and State of the Art*, TRB, Transportation Research Record No. 595, National Research Council, Washington D.C., 1976.
- McDonald C.H., *Recollections of Early Asphalt-Rubber History*, National Seminar on Asphalt-Rubber, October 1981.
- Sybilski D., Horodecka R., Maliszewski M., *Możliwości stosowania cichych nawierzchni drogowych w Polsce*, Materiały Budowlane, 8/2011, str. 32-34.
- Sybilski D., Bańkowski W., Wróbel A., *Ciche nawierzchnie asfaltowe z zastosowaniem granulatu gumowo-asfaltowego*, Monografia: Ochrona środowiska i estetyka a rozwój infrastruktury drogowej, SITK, Lublin, 2011.
- Sybilski D., Bańkowski W., Horodecka R., Wróbel A., Mirski K., *Metoda modyfikacji mieszanki mineralno-asfaltowej gumą z zastosowaniem dodatku „tecRoad”*, Drogownictwo, 6/2011, str. 189-193.
- Bańkowski W., Gajewski M., Sybilski D., Horodecka R., Czajkowski P., Kędzierska A., *Laboratoryjna ocena przydatności polimeroasfaltu z dodatkiem gumy do zastosowania w mieszance AC WMS, Część 1: Badania asfaltów*, Drogownictwo, 7-8/2014, str. 226-232.
- Bańkowski W., Sybilski D., Horodecka R., Czajkowski P., *Laboratoryjna ocena przydatności polimeroasfaltu z dodatkiem gumy do zastosowania w mieszance AC WMS, Cz. 2: Badania mieszanek*, Drogownictwo, 9/2014, str. 300-306.
- Król J., Radziszewski P., Sarnowski M., Czajkowski P., Kędzierska A., Chromiec A., *Mieszanki mineralno-asfaltowe z lepiszczem polimerowogumowym do warstw ścieralnych*, Magazyn Autostrady, 5/2013, str. 82-87.
- Gawel I., Kalabińska M., Piłat J., *Asfalty drogowe*, WKiŁ, 2014.
- WT-2 2014 *Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych, część 1*, GDDKiA, Warszawa, 2014.
- Błażejowski K., Olszacki J., Peciakowski H., *Asfalty wysokomodyfikowane Orbition HiMA – Poradnik stosowania*, Orlen Asfalt, 2014. ■



dr hab. inż. Tomasz Siwowski, prof. PRz
Politechnika Rzeszowska

Sieć kolejowa w Polsce w wyniku wieloletnich zaniedbań spowodowanych przede wszystkim brakiem jasno sprecyzowanych zasad finansowania jej rozwoju i utrzymania wymaga szeregu natychmiastowych działań interwencyjnych. Skierowane one powinny być głównie na remonty i naprawę elementów infrastruktury, począwszy od torów poprzez obiekty inżynieryjne, na urządzeniach energetyki oraz automatyki i telekomunikacji kończąc.

MODERNIZACJA KOLEJOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERYJNYCH

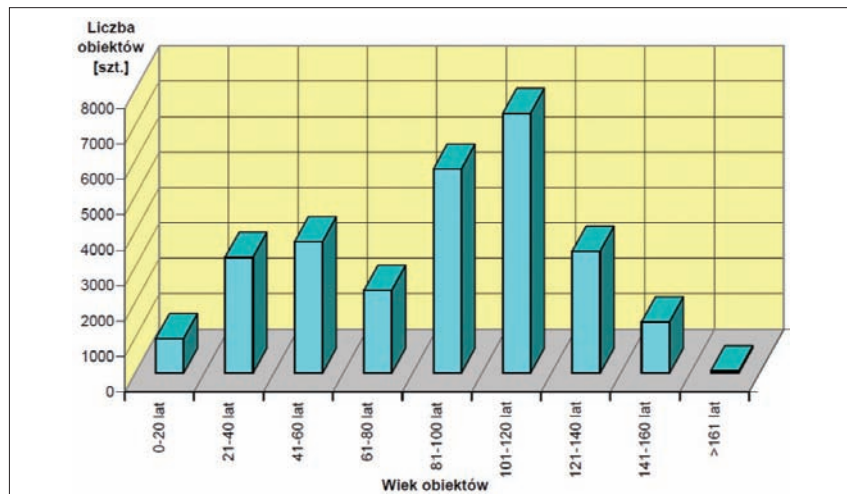
Stan techniczny kolejowych obiektów inżynieryjnych

Spółka PKP PLK S.A. zarządza liniami kolejowymi o łącznej długości 22 003 km – w tym liczba obiektów inżynieryjnych (mosty, wiadukty, przepusty) to 25 591 szt., a łączna ich długość wynosi 725 621,9 m [6]. Ze względu na historyczne uwarunkowania budowy podstawowej sieci linii kolejowych w Polsce, kolejowe obiekty mostowe to w większości konstrukcje o znacznym zawansowaniu wiekowym (rys. 1). Najstarsze istniejące dotąd kolejowe obiekty inżynieryjne powstały w Polsce na początku XIX wieku,

a intensywny rozwój sieci kolejowej rozpoczął się na przełomie lat 30. i 40. XX wieku. Blisko 45% obiektów ma powyżej 100 lat, a jedynie około 15% konstrukcji – poniżej 40 lat [1].

Tylko 36% sieci linii kolejowych w Polsce ma stan techniczny oceniany jako dobry, pozostała część ma stan dostateczny lub niezadowolający [6]. Przekłada się to na podstawowe parametry eksploatacyjne sieci, tj. maksymalną prędkość, dopuszczalne naciski osiowe i liniowe. Oceny z końca 2010 r. pokazują, że aż 1882 kolejowych obiektów inżynieryjnych (7,4% łącznej ilości) wymagało pilnego podjęcia

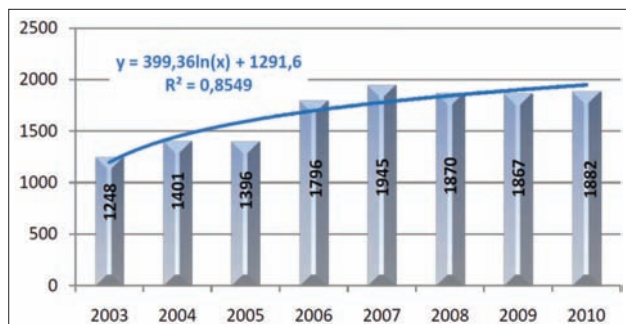
robót utrzymaniowo-naprawczych lub inwestycyjnych dla przywrócenia im pierwotnych parametrów użytkowych, likwidacji wprowadzonych ograniczeń eksploatacyjnych oraz powstrzymania dalszej degradacji technicznej. Niekorzystne zmiany ilości takich obiektów odnotowane w ostatnich latach przedstawiono na rys. 2. Trend wyznaczony wyłączeniami z eksploatacji spowodowanymi przez bardzo zły stan techniczny obiektów inżynieryjnych, co uniemożliwiało zachowanie bezpieczeństwa przejazdów kolejowych nawet przy wprowadzeniu najbardziej restrykcyjnych ograniczeń warunków przejazdów, pokazano na rys. 3.



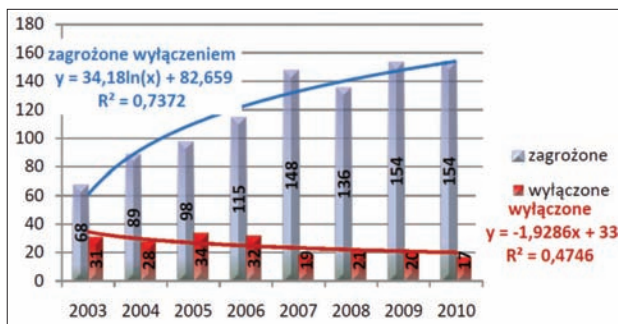
▲ Rys. 1. Struktura wiekowa kolejowych obiektów inżynieryjnych w Polsce [1]

Przepusty i małe mosty

Znaczącą liczbę obiektów inżynieryjnych stanowią przepusty i małe mosty o rozpiętości do ok. 15 m. Większość z nich to obiekty żelbetowe, monolityczne lub prefabrykowane oraz – w przypadku obiektów starszych – mosty sklepienie (ceglane lub kamienne). Wśród obiektów dłuższych (od 10 m) bardzo wiele jest także mostów (wiaduktów) stalowych, belkowych, z jezdnią otwartą. Ze względu na długoletnią eksploatację przy niskim standardzie utrzymania, zdecydowana większość tych obiektów jest całkowicie przebudowywana zarówno podczas rewitalizacji jak również przy modernizacji linii kolejowej. Zdarzają się jednak technicznie



▲ Rys. 2. Obiekty inżynieryjne wymagające napraw (szt.) [1]



▲ Rys. 3. Obiekty inżynieryjne wyłączone i zagrożone wyłączeniem z eksploatacji (szt.) [1]

błędne przypadki odtworzenia tych obiektów przez usunięcie „zepsutego” materiału i „dolożenie” nowego, łączonego ze starym różnymi sposobami. W zgodnej opinii wielu wykonawców taki sposób przebudowy jest nieefektywny zarówno technicznie (niska trwałość przebudowy) jak i ekonomicznie. Niestety został wpisany do programu funkcjonalno-użytkowego (PF-U) i w większości przypadków jest nie do zmiany.

Znacznie częściej mają miejsce przebudowy przepustów i małych obiektów, polegające na ich całkowitej wymianie przy jednoczesnym podniesieniu parametrów techniczno-eksploatacyjnych. Przy przebudowie obiektów żelbetonowych odtwarza się je w nowej formie najczęściej jako obiekty żelbetowe, monolityczne lub z wykorzystaniem typowych prefabrykatów. W tej ostatniej technologii pojawiło się na polskim rynku kilka bardzo dobrych rozwiązań konstrukcyjnych, które dzięki swoim zaletom zyskują coraz większe uznanie wśród firm wykonujących modernizacje. Przykładem takiej technologii są prefabrykowane, betonowe przepusty o przekroju łukowym i prostokątnym (fot. 1), która to po raz pierwszy zastosowana została we Francji w 1980 r. Konstrukcje te mogą być łączone w kilku kombinacjach – dwu-, trój-, cztero- i wieloelementowych. Elastyczna geometria systemu pozwala na dokładne dostosowanie się do specyfiki danego projektu. W porównaniu do tradycyjnych konstrukcji monolitycznych metoda z użyciem prefabrykatów betonowych ma wiele zalet. Właśnie ze względu na prefabrykację i związany z tym bardzo krótki czas montażu (skrócony jest także ewentualny czas zamknięcia linii kolejowej), w warunkach kolejowych technologia jest konkurencyjna pod względem jakości, czasu realizacji, kosztów i organizacji budowy. Podobną technologią, ogra-

niczoną jednak do konstrukcji łukowych, są żelbetowe prefabrykaty stosowane do budowy obiektów mostowych w bardzo szerokim zakresie rozpiętości od 5 do 20 m oraz wysokości do 8 m.

Częstym przypadkiem jest sytuacja, gdy obiekt zaprojektowany do częściowego odtworzenia (rewitalizacji), podczas robót okazuje się kompletnie nieprzydatny do takiego zabiegu ze względu na stan techniczny konstrukcji. Wykonawca wówczas musi znaleźć inną technologię przebudowy przy znacznie skróconym czasie. Najlepszym rozwiązaniem są wówczas prefabrykaty, lecz wykonywane „na miarę” obiektów istniejących. Takie rozwiązania zastosowano np. podczas modernizacji linii kolejowej nr 109 łączącej stacje Kraków-Bieżanów i Wieliczka-Rynek. Wykorzystano indywidualnie projektowane prefabrykaty ramowe i łupinowe, które pozwoliły na montaż każdego z obiektów w ciągu zaledwie 2 dni [3]. W przypadku obiektów, które były budowane nad drogami lokalnymi w celu osiągnięcia maksymalnego światła pionowego w stosunku do rzędnej główki szyny, prefabrykaty zostały przystosowane do użycia systemu nawierzchni kolejowej, który pozwala na jazdę bezpośrednio po obiekcie. Zrealizowane rozwiązania obiektów pozwoliły na obniżenie niwelety nawet o 1,2 m (fot. 2).



▲ Fot. 1. Modernizacja małego mostu kolejowego z wykorzystaniem elementów prefabrykowanych [3]

Do grupy małych obiektów mostowych, które często muszą być poddane całkowitej przebudowie należą małe mosty stalowe, najczęściej nitowane, z jezdnią otwartą na mostownicach. Bardzo popularną i efektywną metodą przebudowy takich obiektów jest całkowita wymiana przęsła (a niekiedy także podpór) na nowy obiekt z przęsłem z tzw. dźwigarów obetonowanych. Ta typowa konstrukcja kolejowa, stosowana powszechnie na europejskich liniach kolejowych od lat 70. XX w., przeżywa właśnie w Polsce renesans. Dobrym przykładem może być modernizacja linii kolejowej E-30 na odcinku Białdolino-Tarnów, która obejmuje m.in. przebudowę 35 obiektów inżynieryjnych. Większość z nich to jednoprzęsłowe mosty stalowe z jezdnią otwartą lub płyty żelbetowe. Przebudowa obejmuje całkowitą rozbiórkę starych obiektów i wykonanie nowych podpór i przęseł, najczęściej o konstrukcji z dźwigarów obetonowanych. Przebudowa linii kolejowej oraz obiektów mostowych odbywa się tylko pod jednym torem, a więc konieczne jest przy rozbiórce obiektów zabezpieczanie podtorza za pomocą wbijanych ścianek szczelnych. Typową technologię przebudowy mostu na tej linii kolejowej pokazano na fot. 3. Zaletą przęsła z dźwigarów obetonowanych, oprócz ich



▲ Fot. 2. Obiekty mostowe wykonane z indywidualnie projektowanych elementów prefabrykowanych (ramowych i sklepionych) [3]

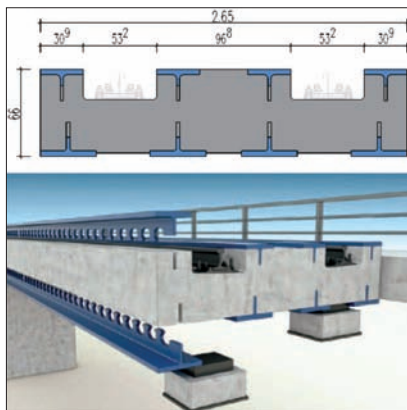


▲ Fot. 3. Przebudowa małego mostu stalowego z wykorzystaniem nowego przęsła z dźwigarów obetonowanych

doskonałych parametrów eksploatacyjnych oraz łatwego wykonania, jest niewielka wysokość konstrukcyjna od główki szyny do spodu konstrukcji, co pozwala ją bez problemu wpisać w dostępną przestrzeń, pozostawioną po rozbiórce przęsła stalowego.

Nowatorską i ekonomiczną odmianą konstrukcji przęseł z dźwigarów obetonowanych są przęsła VFT-WIB, które w kolejowej odmianie pomostu noszą nazwę VFT-Rail [5]. Są to konstrukcje zespolone, stalowo-betonowe, w których wykorzystano zespolenie typu „composite dowels” do połączenia obu materiałów (rys. 4).

Jednym z pierwszych obiektów, gdzie zastosowano tą nowatorską konstrukcję jest most Simmerbach położony w południowo-zachodniej części ciągu niemieckiej sieci kolejowej. Nowe przęsła zastąpiły dwa o rozpiętościach 12,75 m (eksploatowane przez ponad 100 lat). Przęsła zostały zaprojektowane jako zespolone konstrukcje prefabrykowane swobodnie podparte, każda o rozpiętości 12,75 m. Aby zmniejszyć masę i zapewnić możliwość dostawy



▲ Rys. 4. Przęsła mostów kolejowych w technologii VFT-Rail [5]

elementów prefabrykowanych, należało ograniczyć wysokość konstrukcyjną. Po optymalizacji całkowity ciężar każdego przęsła wynosił 65 ton i mogły być one podnoszone za pomocą dużych żurawi samochodowych (fot. 4). Redukcja wysokości konstrukcyjnej przęsła jest również niezwykle ważna w obszarach miejskich, gdzie w większości przypadków wysokość światła jest ściśle określona i znacząco ograniczona. Dlatego w technologii VFT-Rail zastosowano bezpośrednie mocowanie szyn do konstrukcji za pomocą specjalnie opracowanych zakotwień i systemu podkładek [5].

Obiekty o średniej rozpiętości

W tej grupie kolejowych obiektów inżynierskich znajdują się mosty i wiadukty o rozpiętości przęsła od 15 do 30 m. Są to najczęściej belkowe konstrukcje stalowe z jezdnią otwartą na mostownicach lub – w przypadku obiektów nowszych – z żelbetową (zespoloną) lub stalową (ortotropową) płytą pomostu oraz ukształtowanym na niej korytem balastowym. W przypadku mostów z jezdnią otwartą konieczność przebudowy jest oczywista, w przypadku obiektów z korytem balastowym rewitalizacja obejmuje najczęściej wymianę wyposażenia, jezdni kolejowej oraz odnowę zabezpieczenia



▲ Fot. 4. Modernizacja mostu w Simmerbach z wykorzystaniem technologii VFT-Rail [5]



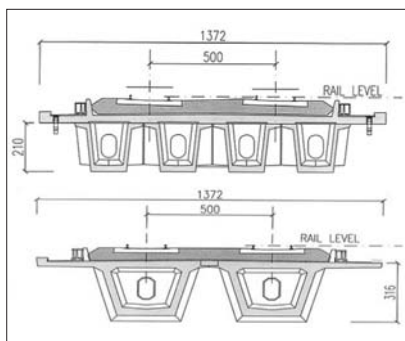
▲ Fot. 5. Wiadukt kolejowy przed i po modernizacji, obejmującej całkowitą wymianę konstrukcji stalowej przęsła

antykorozyjnego. Natomiast modernizacja polega zazwyczaj na wzmocnieniu mostu, dostosowaniu przęseł do nowych parametrów eksploatacyjnych (np. większa prędkość) lub na całkowitej wymianie starych przęseł na nowe.

W Polsce w tej ostatniej grupie mostów dominują belkowe konstrukcje stalowe lub zespolone. Są to zazwyczaj indywidualnie projektowane przęsła blachownicowe z żelbetową płytą zespoloną lub stalową płytą ortotropową, położone w poziomie pasów górnych (gdy pozwalają na to warunki skrajni pod obiektem) lub w poziomie pasów dolnych. W pomostach ukształtowane jest koryto balastowe, w którym ułożona jest na podsypce nawierzchnia kolejowa. Przęsła projektuje się indywidualnie pod każdy tor. Przykład takiego obiektu, położonego w ciągu magistrali E-30 niedaleko Dębicy pokazano na fot. 5.

W Europie Zachodniej przęsła mostów kolejowych o średniej rozpiętości są w znaczącej części konstrukcjami prefabrykowanymi z betonu sprężonego lub stalowo-betonowe. Ten pierwszy rodzaj konstrukcji jest stosowany w przypadku braku ograniczeń wysokości konstrukcyjnej obiektów, a także w przypadku długich obiektów wieloprzęsłowych. Betonowe belki sprężone są zaprojektowane w celu spełnienia bardzo wysokich wymogów trwałości (ograniczenie pojawienia się rys w betonie) i sztywności (ograniczenie ugięcia i obrotów końców belek). Proces prefabrykacji zapewnia jednocześnie wysoką jakość betonu oraz unifikację i jednolitość sprężenia. Betonowanie monolityczne oraz zbrojenie betonu na budowie ogranicza się zazwyczaj do minimum. Nowoczesne przykłady tego ostatniego typu działań przedstawiono poniżej. Przykładowe przęsła ze sprężonych belek prefabrykowanych pokazano na rys. 5.





▲ Rys. 5. Przesła mostów kolejowych średniej rozpiętości z belek prefabrykowanych

Pierwsze z pokazanych rozwiązań (czterobelkowe) ma zastosowanie dla przęseł od 24 do 34 m. W pierwszym przypadku belki mają wysokość 2,10 m, w drugim 2,70 m. Belki krótsze są prefabrykowane jako strunobetonowe w wytwórni prefabrykatów, belki dłuższe – na budowie. Po ułożeniu belek na podporach montowane są prefabrykowane elementy poprzeczne, które są następnie sprężane. Ostatnia faza budowy przęsła obejmuje wykonanie monolitycznej płyty pomostu, wylanej na betonowych deskach traconych, zamykających przekrój belek. Układ dwubelkowy jest stosowany dla przęseł o rozpiętości ok. 35 m. Prefabrykaty o wysokości 3,16 m wykonuje się i spręża na budowie. Po ustawieniu na podporach betonuje się monolitycznie zamek łączący dwie części przęsła i układu izolacyjnego oraz nawierzchnię kolejową.

W przypadku małej dostępnej wysokości konstrukcyjnej przęsła sprężone kształtuje się w postaci betonowej łupiny, wypełnionej wewnątrz nawierzchnią kolejową. Takie rozwiązanie stosuje się szczególnie w przypadku długich obiektów, położonych nisko nad terenem, gdzie zarówno względy środowiskowe (hałas) jak również estetyczne mają bardzo duże znaczenie. Przykładowy przekrój poprzeczny typowego przęsła łupinowego o długości 24 m pokazano na rys. 6. Podobnym przykładem mogą być

stosowane we Włoszech i Francji przęsła typu „Omega”, zawdzięczające swoją nazwę nietypowemu kształtowi przekroju poprzecznego. Wysokie na 3,5 m konstrukcje z jazdą na dole działają jednocześnie jako ekrany dźwiękochłonne i pochłaniają znaczącą ilość hałasu generowanego przez pojazdy szynowe. Ten sam układ w przypadku typowych przęseł skrzynkowych z jazdą na górze i niezbędnymi ekranami miałby wysokość około 7,5 m, co byłoby niejednokrotnie nieakceptowane ze względów estetycznych. Średnia rozpiętość swobodnie podpartych przęseł typu „Omega” wynosi 31,5 m.

Duże mosty lub wiadukty

Duże mosty kolejowe to najczęściej kratownice stalowe lub długie obiekty kamienne (murowane), których jest jeszcze stosunkowo dużo (12% wg [1]). Zarówno w przypadku rewitalizacji jak również modernizacji linii kolejowej dąży się do zachowania istniejącej konstrukcji, głównie w celu obniżenia kosztów robót. Jest to zazwyczaj możliwe ze względu na duże zapasy nośności w obu rodzajach obiektów i niewielki konieczny zakres dostosowania pozostałych parametrów eksploatacyjnych (np. skrajnia, jezdnia). W takich przypadkach obiekty są poddawane remontom kapitalnym, obejmującym wymianę i odtworzenie nawierzchni i pozostałego wyposażenia oraz odnowę lub wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego w przypadku mostów stalowych. Niekiedy również konieczne są pewne prace wzmacniające, które są stosunkowo łatwe do wykonania w konstrukcjach kratownicowych. W przypadku, gdy remont kapitalny obiektu nie zapewnia osiągnięcia wymaganych parametrów techniczno-eksploatacyjnych, konieczna jest zazwyczaj całkowita wymiana przęseł, przy dość częstym wykorzystaniu (wzmocnieniu, adaptacji) istniejących podpór. Nowe przęsła wykonuje się wówczas

najczęściej w postaci ciągłych układów belkowych (blachownicowych), kratownic swobodnie podpartych lub ciągłych typu W oraz pojedynczych przęseł łukowych z jazdą dołem, najczęściej w układzie Langerera.

Przykładem modernizacji mostu kolejowego przez całkowitą wymianę jego konstrukcji na belkowe przęsła blachownicowe jest przebudowa mostu nad Wisłokiem w Czudcu, wykonana w ramach modernizacji linii kolejowej nr 106 Rzeszów-Jasło (fot. 6). Istniejący most był obiektem trójprzęsłowym o przęsłach swobodnie podpartych w postaci kratownic nitowanych z jazdą dołem na mostownicach, których górny pas był paraboliczny. Długości przęseł wynosiły 31,68 m + 32,00 m + 31,68 m. Most został zbudowany w 1958 roku. Konieczność jego przebudowy wynikała ze złego stanu technicznego, niespełniania obowiązujących wymagań oraz zbyt małej nośności obiektu, która nie odpowiada obciążeniom przewidzianym dla linii pierwszorzędnej.

Nowy most jest obiektem jednotorowym o schemacie trójprzęsłowej belki ciągłej, z jazdą dołem oraz jezdnią zamkniętą. Ustrój nośny przęsła mostu stanowią dwa dźwigary blachownicowe o zmiennej wysokości konstrukcyjnej oraz poprzecznicze blachownicowe, na których ułożona jest stalowa płyta ortotropowa (rys. 7). W przebudowie wykorzystano podpory istniejącego mostu, odpowiednio je wzmacniając przez ich częściową rozbiórkę oraz odtworzenie z nowych materiałów.

Istniejące nitowane przęsła kratownicowe, niejednokrotnie jeszcze z XIX w., wymienia się zazwyczaj na współczesne kratownice typu W (najefektywniejsze ekonomicznie), o węzłach spawanych lub na śruby sprężające. W większości przypadków, w celu zwiększenia trwałości obiektu, pręty kratownic kształtuje się jako zamknięte, co ogranicza rozwój korozji stali. Pomost nowych kratownic jest zazwyczaj wykonywany w postaci stalowej płyty ortotropowej,



▲ Fot. 6. Most nad Wisłokiem w Czudcu przed i po modernizacji

uksztaltowanej w koryto balastowe dla ułożenia nawierzchni kolejowej na podsypce. W przypadku obiektów modernizowanych rzadko zdarza się stosowanie żelbetonowych płyt i koryt balastowych. W zależności od dotychczasowego schematu statycznego, długie mosty kratownicowe wykonuje się jako układy ciągłe lub szereg przęseł swobodnie podpartych.

Jako przykład takiego działania może posłużyć przebudowa mostu przez Narew w Modlinie, który został wymieniony w ramach modernizacji linii kolejowej E-65 Warszawa-Gdańsk w latach 2009-2011 [4]. Przebudowa mostu obejmowała m.in. rozbiórkę istniejącej konstrukcji przęseł w torze nr 2, przebudowę podpór i budowę nowego ustroju nośnego. Ustrój nośny w torze nr 2 został wykonany w 1973 r. jako tymczasowy, z elementów wojskowych mostów składanych z okresu II Wojny Światowej. Most był złożony z trzech swobodnie podpartych przęseł kratowych typu X o rozpiętościach teoretycznych 86,47 m + 76,26 m + 86,47 m (pomost był otwarty). Obiekt był eksploatowany aż do 2009 r. (fot. 7).

Nowy ustrój nośny w torze nr 2 został wyko-



▲ Fot. 7. Stary i nowy most kolejowy przez Narew w Modlinie

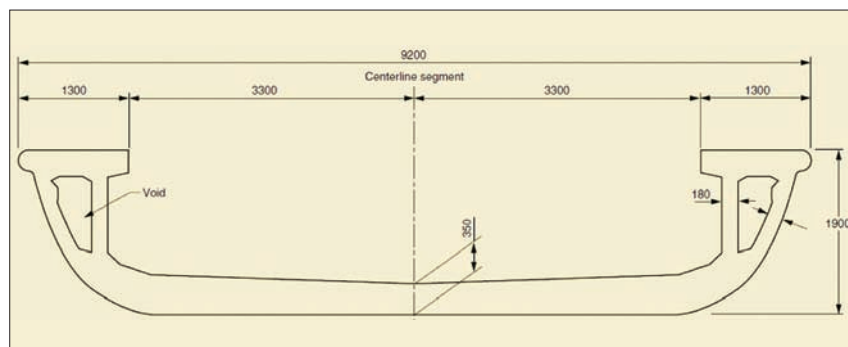
nany w postaci ciągłej, trójprzęsłowej kratownicy trójkątnej, z jazdą dołem i torem na podsypce. Rozpiętości teoretyczne przęseł wynoszą 85,00 m + 78,00 m + 85,50 m. Pasy dolne oraz górne kratownice mają przekroje skrzynkowe, natomiast krzyżulce – przekrój dwuteowy lub skrzynkowy. Pomost wykonano w postaci płyty ortotropowej. Nowa konstrukcja mostu została zmontowana na podporach przez nasuwanie podłużne. Segmenty montażowe były kolejno scalane na placu montażowym, zlokalizowanym bezpośrednio za przyczółkiem od strony Modlina. Wykorzystano do nasuwania po dwie podpory pośrednie dla

każdego przęsła mostu, które służyły wcześniej do rozbiórki starego obiektu.

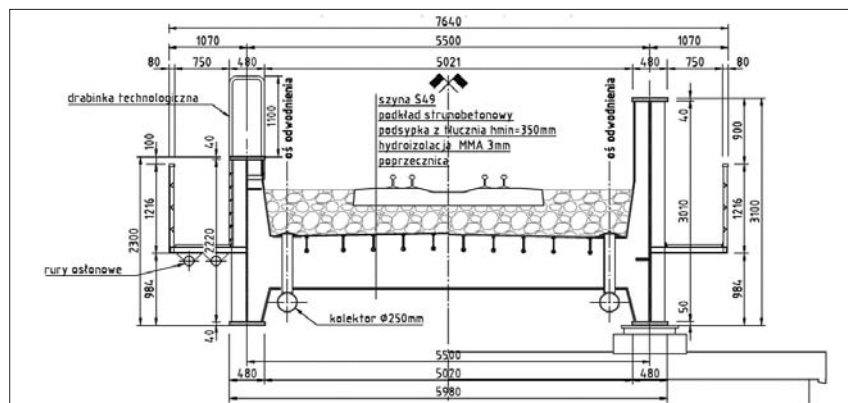
Dużą popularnością wśród projektantów modernizacji linii kolejowych w Polsce cieszą się ostatnio mosty łukowe z jazdą dołem. Konstrukcje takie są stosowane głównie w miastach, gdzie linia kolejowa przechodzi przez tereny zurbanizowane, w których pewne znaczenie ma estetyka obiektu mostowego. Ponieważ mosty łukowe uważa się za konstrukcje zdecydowanie ładniejsze niż kratownice, dlatego często ma miejsce wymiana starych kratownic na łuki podczas modernizacji linii. Wykonane obiekty mają najczęściej schemat Langer'a, tj. dość masywny pomost połączony ze stosunkowo wiotkim łukiem za pomocą pionowych wieszaków. Jezdnia kolejowa jest ułożona na pomoście w korycie balastowym, ukształtowanym w postaci stałego pomostu ortotropowego lub (rzadziej) żelbetonowego. Przykłady takich obiektów, wybudowanych w ciągu ostatnich kilku lat pokazano na fot. 8.

Układy łukowe Langer'a, stosowane w polskich mostach kolejowych, nie są obecnie w grupie mostów łukowych uważane za najbardziej efektywne konstrukcyjnie i ekonomicznie. Znacząco lepszą efektywnością cechują się układy łukowe tzw. „network arch” [2]. Cechy współczesnych mostów tego typu (fot. 9):

- każdy wieszak przecina się z sąsiednimi przynajmniej dwa razy
- ściąg łuku stanowi betonowy pomost sprężony kablami
- w stalowych dźwigarach łukowych dominuje ściskanie i występuje bardzo mały moment zginający
- w wieszakach zdecydowanie dominuje rozciąganie (brak efektu „wylączania się” wieszaków)
- dźwigar łukowy ma bardzo dużą stateczność w swojej płaszczyźnie



▲ Rys. 6. Typowy przekrój poprzeczny prefabrykowanego przęsła sprężonego o konstrukcji typu „Omega”



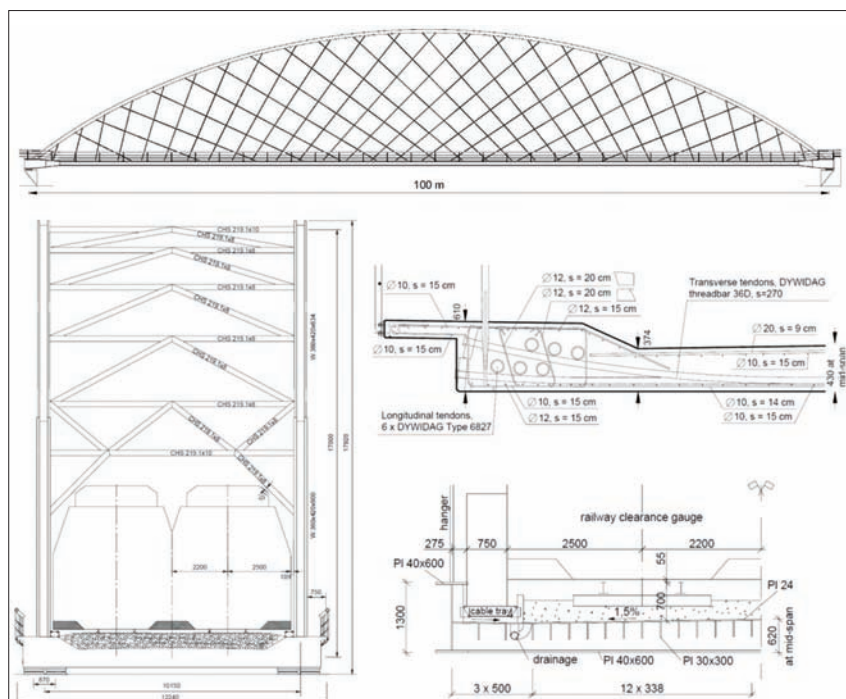
▲ Rys. 7. Przekrój poprzeczny nowej konstrukcji przęseł mostu w Czudcu



■ wykorzystanie stali konstrukcyjnej zarówno w łuku jak i w wieszakach jest bardzo wysokie.

Dzięki tym cechom łuki typu „network arch” są najbardziej smukłe i estetyczne wśród mostów łukowych ze ściągiem. Pomost, a zarazem ściąg stanowi prosta i cienka płyta betonowa, sprężona kablami (pomost). Dzięki temu ma on małą wysokość konstrukcyjną, co jest bardzo istotne podczas modernizacji. Ponadto konstrukcja mostu

jest lekka, nie obciąża znacząco podpór (często już istniejących). Konstrukcja tych mostów jest także bardzo ekonomiczna: oszczędności ok. 30% kosztów i do 70% stali konstrukcyjnej w porównaniu do łukowych mostów typu Langera. W Polsce zbudowano już kilka mostów drogowych tego typu, jednak do tej pory nie powstała jeszcze most kolejowy. Główne rozwiązania konstrukcyjne prześła mostu kolejowego typu „network arch” pokazano na rys. 8.



Podsumowanie

Perspektywa unijna 2014-2020 będzie perspektywą „kolejową”. W grudniu 2011 r. minister transportu oznajmił, że po wykonaniu studium wykonalności zamroza wszelkie prace nad budową Kolei Dużych Prędkości (KDP) do 2030 r. W uzasadnieniu wyjaśnił, że w najbliższych latach czeka nas wielka modernizacja polskich kolei w ramach tego, co już posiadamy i pełna koncentracja wysiłków na projektach modernizacyjnych i rewitalizacyjnych. Istniejąca sieć wymaga remontów i to z niej będzie mogło skorzystać więcej pasażerów. Przedsmak Kolei Dużych Prędkości w Polsce ma dać zmodernizowana linia CMK, na której pociągi będą mogły rozwijać prędkość 200 km/h. Zatem droga do KDP ma być ewolucyjna i wieść poprzez projekty modernizacyjne. Kluczową rolę w tych projektach będą pełnić efektywne technicznie i ekonomicznie konstrukcje oraz technologie dla kolejowych obiektów inżynierskich.

Literatura

1. Bień J., *Mosty kolejowe – uszkodzenia, awarie, katastrofy*. Materiały z XXIV Konferencji Naukowo-Technicznej „Awarie budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje, 26-29 maja 2009, str. 45-62.
2. Brunn B., Schanack F., Steimann U., *Network arches for railway bridges*, Arch Bridges IV, Advances in Assessment, Structural Design and Construction, P. Roca & C. Molins (Eds.), pp. 671-680, Barcelona, Spain, 2004.
3. Dubanek J., *Prefabrykacja ustrojów nośnych kolejowych obiektów inżynierskich*, Mosty, nr 1/2013, str. 34-35.
4. Frej G., Sturzbecher K., *Montaż mostu kolejowego położonego w ciągu linii E-65 przez Narew w Modlinie*, Materiały z XXII Seminarium pt. Współczesne metody budowy, wzmacniania i przebudowy mostów, Poznań-Rosnówko, 06.2012.
5. Seidl G., Lorenc W., Koźuch M., Rowiński S., *VFT-Rail: nowa technologia budowy zespolonych prześel mostów kolejowych na przykładzie przebudowy mostu Simmerbach w Niemczech*, Mosty, nr 2/2013, str. 48-54.
6. *Wieloletni program inwestycji kolejowych do 2013 roku z perspektywą do roku 2015*, Infrastruktura kolejowa zarządzana przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Minister Infrastruktury, 7.11.2011. ■



▲ Fot. 1. System barier linowych

dr inż. Beata Stankiewicz
Politechnika Opolska

Bariera ochronna przejmująca energię uderzenia pojazdu jest urządzeniem służącym bezpieczeństwu ruchu drogowego, mającym na celu zapobieżenie zjechaniu pojazdu z drogi w miejscach niebezpiecznych lub przejechanie na jezdnię z przeciwnym kierunkiem ruchu, a także niedopuszczenie do kolizji z obiektami w pobliżu drogi. Bariera może być skrajna – przy krawędzi jezdni lub dzieląca – umieszczona na pasie dzielącym jezdnie o przeciwnych kierunkach.

WYTYCZNE DOBORU DROGOWYCH BARIER OCHRONNYCH

Bariery są stosowane m.in. na wiaduktach i nasypach, jak również w miejscach, gdzie w pobliżu znajdują się obiekty i przeszkody stałe np. słupy lub budynki, kolizja z którymi może być szczególnie niebezpieczna.

Podstawą orzeczeń o jakości bariery jest test zderzeniowy wykonywany wg zharmonizowanej normy europejskiej PN-EN 1317. Dopuszczenie do stosowania barier drogowych regulują aktualne przepisy prawne. Obecnie dopuszcza się do stosowania na drogach i mostach jedynie takie bariery, które mają pozytywne wyniki poligonowych prób zderzeniowych i które przeszły pomyślnie wymagany przepisami prawa budowlanego proces certyfikacji.

Norma PN-EN 1317 podaje wymagania, jakie powinny być spełnione przez bariery przy uderzeniu, przy czym duży nacisk kładzie się na zabezpieczenie pasażerów przed działaniem zbyt dużych przeciążeń i wynikającymi stąd urazami. Jednocześnie norma ta nie określa konstrukcji, kształtu czy materiału, z jakiego bariera jest wykonana (np. bariery stalowe, betonowe, linowe). Formuluje się jedynie wartości parametrów funkcjonalnych barier, potwierdzonych podczas prób zderzeniowych, tj. poziomu powstrzymywania, wielkości odkształceń bariery oraz opóźnień doznawanych przez głowę osoby jadącej w pojeździe.

Na drogach można dopuszczać stosowanie tylko takich barier, które w testach zderzeniowych udowodniły swoją skuteczność

i jednocześnie barier identycznych w każdym aspekcie (fizycznym, technicznym i technologicznym) jak te, które poddawane były próbom zderzeniowym.

Norma PN-EN 1317 klasyfikuje bariery ochronne według klas działania na podstawie następujących cech funkcjonalnych:

- poziomu powstrzymywania
- odkształcenia wyrażonego szerokością pracującą
- poziomu intensywności zderzenia.

Poziom powstrzymywania w funkcji bariery

Poziom powstrzymywania jest to zdolność bariery do powstrzymywania uderzającego w nią pojazdu. Określany jest na podstawie badań zderzeniowych i dzieli się na:

- mały – T1, T2, T3 (przeznaczony tylko do tymczasowych barier ochronnych)
- normalny – N1, N2
- podwyższony – H1, H2, H3
- bardzo wysoki – H4a, H4b.

W Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST) powinien być obowiązkowo podawany podstawowy parametr bariery, jakim jest poziom powstrzymywania. Parametrowi temu powinni poświęcić więcej uwagi szczególnie projektanci, gdyż to właśnie od niego w znacznym stopniu zależy bezpieczeństwo.

Jeżeli chcemy za pomocą bariery ochronnej zapobiec uszkodzeniu przez pojazdy

obiektów szkolnych i sportowych, centrów handlowych – gdzie zwykle spotyka się skupiska ludzi, elementów konstrukcyjnych, których uszkodzenie grozi katastrofą, innych pojazdów, w tym pociągów przejeżdżających w pobliżu urządzeń chemicznych i gazowych, powinniśmy w pierwszej kolejności odpowiednio dobrać poziom powstrzymywania. W projektach drogowych często można zauważyć tendencję do zaniżania tego parametru, co tłumaczy się jedynie kwestiami ekonomicznymi.

Z drugiej strony chronienie np. chodnika dla pieszych przed wtargnięciem pojazdów na drogach z dużym natężeniem ruchu barierą o poziomie powstrzymywania N2 jest niewłaściwe. Bariera ta jest bowiem w stanie powstrzymać jedynie samochód o masie 1,5 t, co dopuszcza możliwość pokonania jej przez każdy większy pojazd ze wszystkimi tego skutkami. Często próbuje się uzależniać poziom powstrzymywania zastosowanych w danym miejscu barier ochronnych, używając parametru prędkości obliczeniowej. Na przykład na drogowych obiektach inżynierskich taką graniczną wielkością, po przekroczeniu której podwyższa się poziom powstrzymywania, jest 100 km/h. Jednocześnie zapomina się o tym, że prędkość samochodu testowego przy testach na poziomie H1 i H2 norma PN-EN 1317 wyznacza na 70 km/h, a test na poziomie H4 (miejsc, które winny być wyjątkowo chronione) przeprowadzany jest

dla samochodu ciężarowego (masa 38 t) przy prędkości 65 km/h.

Warto wspomnieć, iż na polskich i niemieckich autostradach obowiązkowo stosowane są bariery o poziomie powstrzymywania H1 i H2, natomiast Szwecja dopuszcza bariery o poziomie N2.

Szerokość pracująca bariery w sytuacji zderzenia

W odróżnieniu od normy PN-EN 1317-2:2001, gdzie okształcenie bariery ochronnej charakteryzowane było przez szerokość pracującą, w obowiązującej normie PN-EN 1317-2:2010 charakteryzowane jest ono przez: znormalizowane ugięcie dynamiczne (DN), znormalizowaną szerokość pracującą (WN) oraz znormalizowaną intruzję pojazdu (VIN). W zależności od rodzaju miejsca zagrożenia maksymalne dopuszczalne okształcenie bariery ochronnej może wymagać określenia przez jeden z ww. parametrów lub w szczególnych przypadkach przez więcej niż jeden z tych parametrów jednocześnie. Znormalizowana szerokość pracująca (WN) to maksymalna poprzeczna odległość pomiędzy dowolną częścią bariery ochronnej od strony ruchu a jej maksymalnym dynamicznym położeniem. Znormalizowane ugięcie dynamiczne (DN) to maksymalne boczne przemieszczenie (w pewnych okolicznościach tylko tymczasowe) dowolnego punktu powierzchni czołowej bariery ochronnej od strony ruchu. Znormalizowana intruzja pojazdu (VIN) to maksymalna boczna odległość dowolnej części samochodu ciężarowego (HGV) lub autobusu od dowolnej nieodkształconej części bariery ochronnej od strony ruchu.

Tablica 1 przedstawia zbiorczą klasyfikację szerokości pracującej z uwzględnieniem ośmiu klas poziomów tej szerokości. Zasadniczo bariera ochronna powinna być tak dobrana i usytuowana w przekroju poprzecznym drogi, aby jej szerokość pracująca była mniejsza lub równa odległości między przednią krawędzią bariery ochronnej i przednią krawędzią miejsca zagrożenia.

Bariera o klasie poziomu szerokości pracującej wyższej niż wynikałoby to z odległości pomiędzy przednią krawędzią bariery ochronnej a przednią krawędzią miejsca zagrożenia może być wówczas zastosowana, gdy z badań wykonanych zgodnie z normą PN-EN 1317 wynika, że taka bariera o wyższej o jedną klasę poziomu szerokości pracującej jest w stanie powstrzymać pojazdy oraz, że nie zmienia się sposób działania bariery, ani nie zostanie zmniejszona skuteczność ochrony danego miejsca zagrożenia.

Poziom intensywności zderzenia pojazdu z barierą

Bariery przeciwwypadkowe są zwykle tak zaprojektowane, że samochód po uderzeniu „wraca” z powrotem na drogę. Osiągnięte jest to zwykle dzięki podporom, które są w stanie zatrzymać zderzenie. Jednakże w niektórych przypadkach bariery takie po uderzeniu w nie, na skutek wadliwej konstrukcji przechylają się i załamują, nie spełniając tym samym swojej roli. Tradycyjne bariery mogą być również potencjalnym niebezpieczeństwem dla motocyklistów, którzy przy zderzeniu z barierą najczęściej nie mają szans na przeżycie m.in. z powodu szatunkowni – najczęściej metalowych podpór podtrzymujących bariery.

By zapobiegać wypadnięciu z drogi ciężkim pojazdom, od lat 90. XX wieku zaczęto

w niektórych państwach rozwijać bardziej stabilne systemy barier, które są w stanie zatrzymać pojazdy o masie do 40 ton. Generalnie, poziom intensywności zderzenia jest to parametr odzwierciedlający oddziaływanie zderzenia na osoby znajdujące się w pojeździe (określany jako A, B lub C) oceniany wskaźnikami ASI, THIV i PHD.

■ ASI – wskaźnik intensywności przyspieszenia ASI jest wielkością bezwymiarową obliczaną zgodnie z normą PN-EN 1317. Maksymalna wartość jest uważana za miarę ciężkości wypadku pasażerów w uderzającym w przeszkodę pojeździe. ASI jest jednym z najważniejszych parametrów barier ochronnych.

■ THIV – wartość teoretycznej prędkości uderzenia głowy osoby przebywającej w pojeździe w powierzchnię wewnątrz pojazdu, na skutek uderzenia pojazdu w barierę ochronną, zmierzona w trakcie badań zderzeniowych wykonywanych zgodnie z normą PN-EN 1317, wyrażona w km/h.

■ PHD – opóźnienie głowy po zderzeniu. Jest to wartość opóźnienia, jakiej doznaje głowa osoby znajdującej się w pojeździe w momencie uderzenia pojazdu w barierę ochronną, zmierzona w trakcie badań zderzeniowych wykonywanych zgodnie z warunkami określonymi w normie PN-EN 1317, wyrażona w jednostkach przyspieszenia ziemskiego (g). Maksymalna wartość opóźnienia nie może przekroczyć 20 g.

Zgodnie z obowiązującymi wytycznymi na drogach krajowych bariera ochronna musi mieć poziom intensywności zderzenia A (również na pasach dzielących) chyba, że projektant udowodni, iż w określonych okolicznościach nie mógł zapewnić wystarczającej odległości między barierą a miejscem zagrożenia [4]. Jedynie w przypadku, gdy nie jest możliwe zapewnienie wystarczającej odległości między barierą a obszarem zagrożonym lub przeszkodą, można brać pod uwagę zastosowanie innego poziomu intensywności zderzenia bariery ochronnej niż A. Wówczas dopuszcza się możliwość zastosowania bariery o poziomie intensywności zderzenia B. W żadnej sytuacji nie dopuszcza się możliwości stosowania na drogach krajowych barier o poziomie intensywności zderzenia C.

Projektant obligatoryjnie musi sprawdzić, czy dla określonej przy pomocy przyjętego poziomu powstrzymywania i poziomu intensywności zderzenia A bariery ochronnej,

▼ Tablica 1. Klasyfikacja szerokości pracującej barier ochronnych

Klasy poziomów szerokości pracującej	Poziom szerokości pracującej [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

nie zostały przekroczone maksymalne dopuszczalne wielkości odkształceń bariery wyrażone w zależności od przypadku: znormalizowaną szerokością pracującą (WN) albo znormalizowanym ugięciem dynamicznym (DN) albo znormalizowanym wtargnięciem pojazdu (VIN) albo więcej niż jednym z tych parametrów jednocześnie np. w przypadku gdy w obszarze zagrożonym położonym w odległości mniejszej od drogi niż odległość graniczna dla przeszkody znajduje się wysoka i masywna przeszkoda, którą trzeba uwzględnić z uwagi na możliwość wtargnięcia pojazdu.

Przeszkody obowiązkowo oddzielone barierami drogowymi

Bariera ochronna jest urządzeniem służącym bezpieczeństwu ruchu drogowego. Może być ona skrajna – przy krawędzi jezdni lub dzieląca – umieszczona na pasie dzielącym jezdnie o przeciwnych kierunkach. Bariery są stosowane m.in. na wiaduktach i nasypach, jak również w miejscach, gdzie w pobliżu znajdują się obiekty i przeszkody stałe np. słupy lub budynki. Do przeszkód szczególnie niebezpiecznych należy zaliczyć:

- podpory obiektów mostowych, w tym pełnościenne i słupowe
- słupy ekranów akustycznych
- słupy betonowe (niezależnie od średnicy)
- słupy metalowe o najmniejszym wymiarze przekroju poprzecznego (większym niż 70 mm i grubości ścianki większej niż 3 mm)
- słupy drewniane i z tworzyw sztucznych o najmniejszym wymiarze przekroju poprzecznego (większym niż 100 mm)
- cokoły betonowe wsporczych konstrukcji wystające co najmniej 0,15 m ponad poziom terenu
- drzewa o obwodzie pnia (co najmniej 30 cm) mierzonego na wysokości piersnicy (1,30 m)
- wznoszące się skarpy o pochyleniu bardziej stromym niż 1:2, o wysokości co najmniej 1,50 m
- opadające skarpy o wysokości większej niż 2,0 m i pochyleniu bardziej stromym niż 1:3
- wody powierzchniowe o głębokości większej niż 1,20 m
- konstrukcje oporowe o wysokości większej niż 1,50 m

■ rowy drogowe o głębokości co najmniej 1,50 m

■ wznoszące się skarpy z wystającymi dużymi odłamkami skalnymi oraz umocnione elementami betonowymi lub kamieniami (np. gabionami) wystającymi ponad powierzchnię skarpy na wysokość co najmniej 0,15 m, niezależnie od pochylenia tych skarpy.

Po stwierdzeniu występowania na drodze lub w jej otoczeniu zagrożeń wymagających zastosowania zabezpieczeń, należy sprawdzić możliwość usunięcia, przesunięcia lub zminimalizowania tych zagrożeń przez działania inżynierskie (np. zmianę lokalizacji przeszkód, zastosowanie konstrukcji wsporczych spełniających wymogi normy PN-EN 12767 [2], złagodzenie pochylenia skarp i wyokrąglenie ostrych krawędzi, odsunięcie drogi od przeszkody).

Na drogach i w ich otoczeniu należy unikać stosowania rozwiązań, które stanowią mogłyby zagrożenia i których zabezpieczenie wymagałoby zastosowania barier ochronnych.

W przypadku pojedynczej przeszkody, której nie można wyeliminować lub w przypadku tradycyjnej konstrukcji wsporczej, której nie można zastąpić konstrukcją spełniającą wymogi normy PN-EN 12767 [2], należy rozważyć czy dla jej zabezpieczenia bardziej efektywne i ekonomiczne będzie zastosowanie barier ochronnych czy też poduszek zderzeniowych.

Wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, w którym zagłębione są słupki barier ochronnych powinny być zgodne z normą PN-S-02205:1998 [3].

W procesie projektowym barier fundamentalne jest stwierdzenie, czy dany obszar lub przeszkodę należy traktować z punktu widzenia drogi jako miejsce zagrożenia następuje przez zmierzenie ich odległości od krawędzi jezdni drogi i porównanie z wartościami odległości granicznych. Z uwagi na to, że ochrona osób trzecich przebywających na obszarze zagrożonym ma szczególne znaczenie, gdyż to one odnoszą najcięższe obrażenia w przypadku wjechania pojazdu na ten obszar przyjęto, iż dla obszarów zagrożonych (poziomy zagrożenia 1 i 2) obowiązuje zwiększona odległość graniczna L_{ob} , zaś dla przeszkód (poziomy zagrożenia 3 i 4) obowiązuje odległość graniczna L_{prz} . Odległości graniczne L_{ob} i L_{prz}

zależą od wysokości skarpy oraz od przyjętego dla celów obowiązujących wytycznych parametru prędkości obliczeniowej V_{obl} . Określa się je na podstawie nomogramów sporządzonych dla różnych zakresów prędkości obliczeniowej podzielonych wg. klasyfikacji:

■ drogi o $V_{obl} \geq 100$ km/h oraz drogi dwujezdniowe o $V_{obl} < 100$ km/h o charakterze ruchu autostrad i dróg ekspresowych

■ 100 km/h $> V_{obl} \geq 70$ km/h

■ 70 km/h $> V_{obl} \geq 50$ km/h.

Wymagana długość barier ochronnych

Bariery ochronne muszą mieć minimalną długość, aby ich działanie było możliwe. Minimalna długość L_1 podana jest w sprawozdaniu z badania zderzeniowego wykonanego zgodnie z normą PN-EN 1317. Długość bariery ochronnej zastosowanej na drodze określana jako L , nie może być mniejsza od długości zalecanej L_1 podanej w sprawozdaniu z badania zderzeniowego. Bariery ochronne muszą wystawać przed miejsce zagrożenia co najmniej na długość oznaczoną L_2 po to, aby zmniejszyć możliwość wślizgu pojazdu na barierę lub wjechania pojazdu za tył bariery. Na drogach jednojezdniowych z ruchem dwukierunkowym bariera ochronna musi wystawać poza miejsce zagrożenia z przodu i z tyłu na długość L_2 . Końcowe połowy długości odcinka L_2 bariery mogą mieć poziom powstrzymywania zasadniczego odcinka bariery ochronnej. Jeżeli poziom powstrzymywania zasadniczego odcinka bariery ochronnej wynosi H4b można go na końcowych połowach długości zredukować do poziomu powstrzymywania H2. Gdy można wykluczyć możliwość wjechania pojazdu za tył bariery (np. wysoka, stroma skarpa wału ziemnego) oraz gdy nie występuje zagrożenie wślizgu pojazdu na barierę, długość L_2 powinna wynosić 40 m. W takim przypadku nie można redukować poziomu powstrzymywania bariery.

Drogowa bariera ochronna musi być wyposażona w odcinki początkowe i końcowe. Mogą być one albo odcinkami bariery nachylonymi do powierzchni korony drogi na odpowiedniej długości oraz zagłębionymi i zakotwionymi poniżej poziomu gruntu albo specjalnymi konstrukcjami (końcówkami)

spełniającymi wymagania normy PN-EN 1317-2. Dla dróg o $V_{\text{obj}} \geq 100$ km/h długość odcinka początkowego bariery ochronnej wynosi 16 m, a końcowego 12 m. Dla dróg o $V_{\text{obj}} < 100$ km/h długość odcinka początkowego bariery ochronnej wynosi 12 m, a końcowego 8 m. Odcinki początkowe i końcowe barier ochronnych należy tak połączyć z zasadniczą barierą ochronną, aby nie ograniczały one wzajemnie swoich właściwości funkcjonalnych (m.in. efektu ciągnięcia prowadnicy bariery, bezpieczeństwa biernego odcinka początkowego i końcowego, przenoszenia sił). Właściwości funkcjonalne tak połączonych barier powinny być potwierdzone przez producenta konstrukcji początkowej i końcowej. Jeżeli na zewnętrznych krawężnikach rozgałęzień (rozjazdów) konieczne jest zastosowanie barier ochronnych, wówczas między odcinkami początkowymi barier musi być zachowany odstęp co najmniej 3 m. Na początku pasa dzielącego, w którym występują bariery, należy zastosować odcinki początkowe. W przypadku występowania miejsc zagrożeń (drugiej jezdni nie traktujemy jako miejsca zagrożenia) należy uwzględnić dodanie długości normowej L_2 . Przy czasowo otwieranych przejazdach przez pas środkowy, na okres korzystania z nich, należy zastosować odcinki początkowe barier ochronnych.

Długość bariery ochronnej L dla obiektów inżynierskich ustala się tak, jak dla barier na odcinkach dróg poza obiektami. Długość ta łącznie z odcinkiem początkowym i końcowym nie może być mniejsza od: minimalnej długości L_1 podawanej w sprawozdaniu z badań zderzeniowych wykonanych zgodnie z normą PN EN 1317-2 [1], odległości między skrajnymi punktami przyczółków powiększonej z każdej strony o długość L_2 określoną normowo. W miejscach lokalizacji urządzeń dylatacyjnych bariery ochronne muszą być tak ze sobą połączone, aby zapewnić swobodę odkształceń bez znaczącego wpływu na funkcjonalność barier, a szczególnie na ich poziom powstrzymywania.



▲ Fot. 2. System barier FLEXTRA

Nowoczesne wybrane systemy barier ochronnych

Na polskich drogach coraz powszechniej stosowane są bariery linowe (fot. 1). Szczególnego podkreślenia wymaga fakt, że wbrew przekonaniom nie są one barierami sprężystymi. Ich konstrukcja i właściwości są bowiem tak dobrane, by po przekroczeniu wyznaczonego obciążenia zaczepy końców liny ulegały zerwaniu i lina (określając to w dużym uproszczeniu) ulegała odpowiedniemu poluzowaniu, proporcjonalnie do siły uderzenia. Wyklucza to sprężyste odrzucenie pojazdu, a więc sytuację, która może być bardzo niebezpieczna dla innych użytkowników drogi, np. pojazdów jadących obok lub z tyłu.

W barierach linowych właściwości kolizyjne, a zwłaszcza wykazywany przez nią poziom powstrzymywania, zależą zwykle od odległości między słupkami (rozstawu słupków). Stąd rozstaw ten traktowany jest najczęściej jako wyznacznik odmiany bariery. Na zabudowanym na drodze odcinku bariery o określonej długości np. 600 m, może się więc znajdować kilka jej odmian, gdy np. bariera dzieląca w swoim fragmencie przechodzi przez jednoprzestrzenny obiekt mostowy. Podobnie rozstaw słupków w poszczególnych sekcjach bariery może być różny, gdy np. część odcinka znajduje się na łuku drogi. W zależności od promienia tego łuku odległości między słupkami ulegają wtedy odpowiedniemu zmniejszeniu, co rzutuje się na oznaczenie odmiany tej sekcji bariery.

Wprowadzane na drogach w krajach o rozwiniętym poziomie BRD nowoczesne rozwiązanie FLEXTRA (fot. 2) zastępuje tradycyjne łączenia stalowo-betonowe i jednocześnie zapewnia dużo wyższy poziom bezpieczeństwa. Zadaniem nowatorskiego systemu jest nie dopuścić do rozbięcia samochodu na betonowym elemencie, a auto powinno się odbić od bariery i wytracić prędkość.

Konstrukcja FLEXTRA opiera się na sile uderzenia, dzięki czemu samochód odbija się od przeszkody. Można zakładać, że w większości przypadków po odbiciu od bariery kierowca będzie w stanie hamować i zatrzymać samochód. Uszkodzenia na barierze i pojeździe, szczególnie w porównaniu ze starym rozwiązaniem są bardzo małe.



▲ Fot. 3. Pokazowy „crash test” na Konferencji Polska Wizja Zero [5]

Podsumowanie

Testy zderzeniowe (fot. 3) barier drogowych są najistotniejszym czynnikiem weryfikacji cech funkcjonalnych barier ochronnych. To na ich podstawie określa się ich spójność z zaleceniami normowymi, które klasyfikują dokładnie kryteria badań zderzeniowych i kompleksowe metody badań barier ochronnych, określając w jaki sposób bariery przejmują energię uderzenia i w jakim sposób poprawiają bezpieczeństwo na drodze.

Literatura

1. PN-EN 1317-2:2010 Systemy ograniczające drogę – Część 2: Klasy działania, kryteria przyjęcia badań zderzeniowych i metody badań barier ochronnych i balustrad.
2. PN-EN 12767:2008 Biernie bezpieczeństwo konstrukcji wsporczych dla urządzeń drogowych – Wymagania i metody badań.
3. PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania.
4. Wytyczne stosowania drogowych barier ochronnych na drogach krajowych, GDDKiA, Warszawa 2010.
5. Materiały konferencyjne, konferencja Polska Wizja Zero 2014 i 2015. ■



mgr inż. Beata Gajewska
dr inż. Cezary Kraszewski
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

We współczesnym budownictwie konieczność wzmocnienia podłoża gruntowego jest bardzo powszechna. W budownictwie drogowym technologie te mają zastosowanie niemal na każdej budowie. Za wzmocnieniem podłoża przemawiają względy ekonomiczne i ekologiczne. Jest ono często konkurencyjne ekonomicznie w porównaniu do klasycznych fundamentów głębokich.

WYBRANE METODY WZMACNIANIA PODŁOŻA

Prowadzone studia i pomiary wielkości emisji gazów (tzw. przeliczniki węglowe) wykazują, że wykorzystanie technologii wzmocnienia podłoża znacznie mniej obciąża środowisko niż klasyczne rodzaje konstrukcji, zwłaszcza w przypadku wykorzystania miejscowego gruntu oraz materiałów odpadowych (popiołów lotnych, żużli, odpadów kopalnianych i hutniczych itp.).

Wzmocnienie i ulepszanie właściwości podłoża obejmuje grupę różnorodnych zagadnień. Wybór metody zależy nie tylko od geotechnicznych warunków posadowienia i rodzaju słabego gruntu w podłożu, ale także od rodzaju posadowionej na słabym podłożu konstrukcji.

Zagadnienia wzmocnienia podłoża nie są dostatecznie spopularyzowane. Niemal zupełnie brak jest szczegółowych przepisów krajowych i wytycznych projektowania, zwłaszcza dla metod głębokiego wzmocnienia podłoża. Szerzej zagadnienie przedstawione jest m.in. w Wytycznych wzmocnienia podłoża [24] i podręczniku do geotechniki Grundbau-Taschenbuch [3], [4], [6], [18].

Zakres i cele wzmocnienia podłoża

Ogólnym celem wzmocnienia podłoża jest dostosowanie go do wymagań, jakie stawiane są konstrukcji posadowionej na nim

budowli. Cele wzmocnienia podłoża zależą od rodzaju zadania budowlanego oraz warunków gruntowych. Mogą one być następujące: zmniejszanie osiadań budowli, zwiększenie nośności, zapobieganie utracie stateczności (poślizgom lub osuwiskom), zapobieganie upłynnianiu podłoża, stabilizacja struktury podłoża, zabezpieczenie skarp wykopów i ochrona pobliskich konstrukcji. W niniejszym artykule omówiono przykłady wzmocnienia typowego dla podłoży nawierzchni drogowych i wglębnego wzmocnienia podłoża.

Rozpoznanie słabych podłoży

Badania podłoża mają ogromne znaczenie – ich wyniki decydują o tym, czy konieczne jest wzmocnienie podłoża. Pozwalają także ustalić niezbędny zakres i ocenić przydatność różnych metod. Badania podłoża powinny być wyczerpujące, a poniesione na nie nakłady prawie na pewno się zwrócą. Zbadanie warunków gruntowych powinien zapewnić inwestor. Wyniki badań powinny być dostępne dla projektanta i wykonawcy przed sfinalizowaniem warunków kontraktu. Jednak dane te zwykle są dalece niewystarczające – tak do projektu, jak i do przygotowania oferty oraz wyceny robót. Badania podłoża powinny być podzielone na etapy:

- badania wstępne w fazie studiów do wyboru lokalizacji trasy lub budowli i oceny wykonalności
- badania podstawowe do uzyskania decyzji lokalizacyjnej albo do projektu budowlanego – służą do zaprojektowania konstrukcji oraz do wstępnego wyboru metod budowy
- badania uzupełniające lub kontrolne (w fazie projektowania lub budowy obiektu), uściślające zakres badań, m.in. właściwości słabych warstw pod kątem ich wzmocnienia.

Podłoże powinno być rozpoznane do głębokości strefy aktywnej oddziaływania budowli. Budowę i parametry podłoża należy ustalać na podstawie wierceń lub wykopów badawczych, sondowań i innych badań polowych, makroskopowych oraz laboratoryjnych.

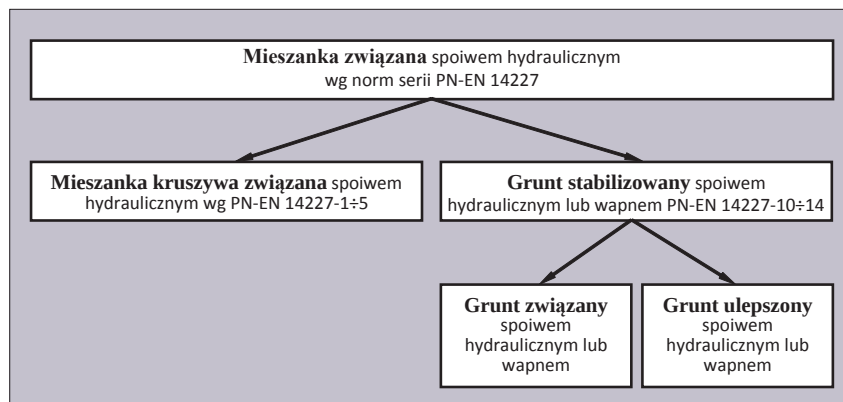
Niektóre metody wzmocnienia i ulepszania podłoża wymagają określenia konkretnych właściwości lub parametrów warstw podłoża np. współczynnika wodoprzepuszczalności czy współczynników konsolidacji. Badania powinny objąć także właściwości warstw określanych zwykle jako „nienośne” (np. niekontrolowane nasypy lub grunty organiczne). Ich parametry (przed zabiegami i po wzmocnieniu) są podstawą projektowania posadowienia. Może to wymagać specjalistycznych badań laboratoryjnych, a także wstępnych prób terenowych w dużej skali [18].

Wzmacnianie podłoża nawierzchni

Wymagania normowe PN-S-02205:1998 nakładają obowiązek uzyskania wysokich parametrów technicznych dla podłoża drogowego ($E_2 = 100-120$ MPa, $I_s = 1,00-1,03$) jak również dla niższych warstw budowli ziemnych ($E_2 = 30-80$ MPa, $I_s = 0,95-1,00$) w zależności od głębokości zalegania warstwy i obciążenia ruchem [6]. Parametry te często są trudno osiągalne lub nieosiągalne w gruntach naturalnych (miejscowych) i wymagają stosowania technik stabilizacji. Problem ten dotyczy szczególnie przewilgoconych gruntów drobnoziarnistych. Grunty o ograniczonej przydatności to między innymi gliny, pyły, ropy, piaski pylaste i gliniaste, które zalicza się do gruntów trudno urabialnych, sprawiających kłopoty w robotach ziemnych.

Stabilizacją gruntów nazywamy proces wzmacniania gruntów w celach budowlanych. Oczekiwany efektem stabilizacji gruntów w budownictwie drogowym jest poprawa nośności stabilizowanej warstwy gruntu i jej utrzymanie w różnych warunkach wodnych i atmosferycznych, co sprzyja minimalizacji osiadań konstrukcji oraz zwiększeniu jej trwałości. Jedną z metod stabilizacji, szeroko stosowaną w drogownictwie jest stabilizacja chemiczna.

Stabilizacja chemiczna to proces wzmacniania gruntów poprzez stosowanie dodatków spoiw lub innych środków chemicznych do gruntów. Najbardziej popularnymi spoiwami stosowanym dotychczas do stabilizacji gruntów w budownictwie drogowym były wapno i cement. Obecnie coraz częściej obserwuje się na rynku pojawianie nowych spoiw hydraulicznych i środków chemicznych zastępujących tradycyjne spoiwa bądź stosowanych wraz z nimi. Wapno (palone lub hydratyzowane) używane jest do stabilizacji gruntów spoiwych oraz gruntów zawierających dużą zawartość cząstek ilowych i pyłowych o wskaźniku plastyczności $I_p > 5$. Cementy stosowane są do stabilizacji gruntów niespoistych lub mało spoiwych. Spoiwa drogowe, w zależności od składu, są stosowane zarówno do stabilizacji gruntów spoiwych oraz niespoistych. Do polepszania właściwości gruntów i zwiększania ich nośności mogą być stosowane



▲ Rys. 1. Definicje stabilizacji gruntów

również popioły lotne z węgla kamiennego lub brunatnego. Kolejną grupą stabilizatorów gruntów są substancje chemiczne dodawane w postaci proszku lub płynu do gruntu. Środki te są najczęściej stosowane wspólnie z innymi spoiwami np. cementem. Stabilizatory chemiczne powodują zwiększenie wymiany jonowej grunt/spoiwo oraz wpływają na pozbycie się wody błonkowej z gruntów spoiwych polepszając ich zagęszczalność. Gama środków do stabilizacji gruntów jest bardzo szeroka. Zastosowanie konkretnego środka czy spoiwa powinno opierać się na badaniach dostosowanych do wymagań projektowych, które należy przeprowadzić na gruntach przeznaczonych do stabilizacji.

W praktyce wybór odpowiedniego rodzaju i wielkości dodatku spoiwa uzależnia się od:

- rodzaju, stanu i wilgotności gruntu
- pożądanego efektu wzmocnienia (zwiększenie nośności E , CBR, uzyskanie odpowiedniej wytrzymałości na ścislenie R_c) [2], [7].

W Polsce aktualnymi normatywami odnosnie stabilizacji gruntów w drogownictwie są normy PN-EN 14227-10÷14:2006. Zostaną one wkrótce zastąpione jedną normą EN 14227-15, której projekt obecnie jest w opiniowaniu. Wprowadzają one następujące definicje stabilizacji gruntów: grunt stabilizowany, grunt związany, grunt ulepszony spoiwem (rys. 1).

Grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym – mieszanka gruntu ze spoiwem hydraulicznym lub wapnem i wodą, a w razie potrzeby również z dodatkami, dobranymi w optymalnych ilościach, tward-

niejąca dzięki reakcji hydraulicznej i/lub karbonatyzacji.

Grunt związany spoiwem hydraulicznym – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym lub wapnem, zaprojektowany w celu uzyskania materiału związanego i stwardniałego, na którym możliwe jest bezpośrednie oznaczenie wytrzymałości na ścislenie R_c . Grunt związany spoiwem hydraulicznym lub wapnem klasyfikuje na podstawie wytrzymałości na ścislenie R_c w kategoriach C, np. $C_{1,5/2}$.

Grunt ulepszony spoiwem hydraulicznym – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym lub wapnem zaprojektowany w celu otrzymania materiału o postaci możliwej do uformowania i zagęszczenia, na którym możliwe jest bezpośrednie oznaczenie wskaźnika nośności CBR. Grunt ulepszony spoiwem hydraulicznym klasyfikuje się wskaźnikiem nośności CBR, np. CBR_{10} .

Najczęściej stosowaną technologią stabilizacji gruntów spoiwami jest metoda mieszania gruntu na miejscu „mix in place”. Metoda polega na rozłożeniu spoiwa w ustalonej ilości (kg/m^2) i wymieszaniu z gruntem na określonej głębokości przy pomocy grunto-mieszkarki.

Po wymieszaniu gruntu ze spoiwem materiał jest wyrównywany i zagęszczany. Po zagęszczeniu i pielęgnacji (3-7 dni) związana warstwa charakteryzuje się już wysoką nośnością i wytrzymałością umożliwiającą wykonywanie nadległych konstrukcji. W przypadku ulepszenia gruntów już nawet po kilku godzinach uzyskuje się wzrost nośności umożliwiający kontynuowanie prac. Głębokość mieszania gruntu ze spoiwem grunto-mieszkarką wynosi maks. 50 cm.



▲ Fot. 1. Mieszanie spoiwa z gruntem

Konsolidacja statyczna słabego podłoża

Konsolidacja podłoża [18], [24] – jest procesem zmniejszenia objętości porów gruntu pod obciążeniem dzięki wyciskaniu wolnej wody z porów gruntu. Dlatego powodzenie i czas konsolidacji w decydującym stopniu zależą od przepuszczalności podłoża i długości drogi filtracji.

Jest stosowana w przypadku wykonywania budowli ziemnych na słabym, bardzo ściśliwym podłożu: organicznym (z torfów, namulów, gytyi, gruntów zatorfionych), gruntów spoistych w stanie miękkoplastycznym, zwalówisk śmieci i odpadów. Są to materiały o dużej wilgotności – do 300% i większej. Metoda ta może być stosowana w nawodnionych gruntach pylastych (zwłaszcza z przewarstwieniami piaszczystymi) i w niektórych torfach. Proces konsolidacji grubych warstw gytyi i gruntów ilastych wymaga bardzo długiego czasu. Konsolidację można przyspieszyć np. przez skrócenie drogi filtracji w celu umożliwienia szybszego odpływu wody.

Wspomaganie konsolidacji drenami pionowymi – drena wprowadzone odpowiednio gęsto w podłoże zwykle do 10-15 m skracają drogę filtracji i przyspieszają odpływ wody wyciskanej z gruntu. Dzięki temu szybciej następuje konsolidacja gruntu i zanik

osiadań. Wymagania dotyczące drenów zawiera norma PN-EN 15237.

Dreny mają postać taśm plastikowych, złożonych z przestrzennego rdzenia z kanałami do przepływu wody w osłonie z geowłókny, zabezpieczającej dren przed wnikaniem gruntu. Dreny najczęściej przecinają całą odwadnianą warstwę do przepuszczalnego podłoża – jeżeli ono występuje. Górne końce drenów sięgają do układanej na powierzchni warstwy drenażowej z materiału o dużej przepuszczalności, zwykle żwiru lub tłucznia, odprowadzającej wyciskaną wodę.

Rolę drenów spełniają także pale piaskowe lub żwirowe, jak i kolumny z kruszywa wykonywane metodą wibrowymiany lub mikro-wybuchów.

Konsolidacja może być wspomagana podciśnieniem [1] – powierzchnia gruntu lub ułożonej warstwy drenującej jest przykrywana szczelną powłoką, zagłębioną na obwodzie w wykopanych rowach i dociśniętą gruntem. Pod powłoką montowana jest instalacja drenująca i wywoływane podciśnienie za pomocą pompy próżniowej. W ten sposób można uzyskać przeciążenie podłoża ciśnieniem atmosferycznym, odpowiadające naciskowi nasypu wysokości 4 m. Metoda jest skuteczna w słabych gruntach spoistych i organicznych, zwłaszcza bardzo ściśliwych grubych warstwach o miąższości 10-20 m, w dużych robotach ziemnych.

Wzmacnianie podłoża przy zastosowaniu kolumn

Kolumny wzmacniające podłoże są rodzajem zbrojenia gruntu, współpracują z nim pod obciążeniem. Wzmocnienie podłoża kolumnami ma na celu ograniczenie osiadań. W odróżnieniu od posadowienia na palach, obciążenie jest przekazywane na warstwy nośne zarówno przez kolumny jak i grunt między nimi. Próbné obciążenia kolumn mają na celu ustalenie ich sztywności. Kolumny mogą być formowane różnymi metodami. Różne rodzaje kolumn różnią się sztywnością. Sztywność kolumn zależy od sposobu formowania oraz od użytych materiałów (np. ich wytrzymałości). Najbardziej sztywne są kolumny wiercone przemieszczeniowe i iniekcyjne, mniej sztywne – formowane metodami mieszania wgłębnego DSM lub wibrobetonowe, a najbardziej podatne są kolumny niezwiązane (żwirowo-kamiennie, wybijane udarowo).

Ważne jest zapewnienie odpowiedniego rozłożenia obciążeń przekazywanych na głowice kolumn. W celu zapewnienia równomiernego oparcia nasypu na stosunkowo sztywnych kolumnach i przekazania obciążenia na ich głowice, wykonuje się nad nimi warstwę z zagęszczonego mechanicznie kruszywa, zwykle zbrojonego geosyntetykiem. Sposoby wymiarowania kolumn opierają się na wynikach obserwacji i zaleceniach specjalistycznych wykonawców. Kolumn tych nie można utożsamiać z palami. Metody projektowania kolumn sztywnych zawierają francuskie wytyczne ASIRI [19].

Przegląd wybranych metod formowania kolumn

Wgłębne mieszanie gruntu – mieszanie wgłębne [23] (ang. deep soil mixing DSM) polega na formowaniu w podłożu kolumn (pojedynczych kolumn, ścian, rusztów lub bloków), utworzonych z miejscowego gruntu mieszanego ze spoiwem: najczęściej z wapnem i/lub cementem, niekiedy z mieszanką cementowo-piaskową. Spoiwo może być w postaci suchej lub mokrej. Metoda ta jest wykorzystywana do wzmacniania grubych warstw (nawet ponad 20 m) słabych gruntów spoistych, namulów i torfów, które trudno byłoby wymienić albo wzmocnić innymi metodami. Średnica kolumn wynosi od 0,4 do 1,0 m, długość zwykle do 10 m,

ale osiąga 20 m i więcej. Kolumny są zwykle rozmieszczane w siatce 1x1 m do 2x2 m, albo w rzędach (styczne lub wcięte). Wykonywane tą metodą, mogą być obciążane już po paru tygodniach po ich wykonaniu. Mieszanie wgłębne, w zależności od warunków podłoża, jest wykorzystywane do wzmocnienia podłoża, w celu zwiększenia nośności i poprawy stateczności oraz ograniczenia osiadań pod nasypami drogowymi lub kolejowymi, dojazdami do mostów, stabilizacji bloków gruntu (zwykle głębokości 2 do 5 m) w celu uzyskania ich jednorodnej wytrzymałości, formowania przegród przeciwnieprzepuszczalnych, zapobiegania upłynięciu luźnych gruntów piaszczystych.

Metoda jest mało skuteczna, jeżeli w gruncie występują przeszkody utrudniające mieszanie lub grunt ma niekorzystne właściwości chemiczne itp. W przypadku gruntów o dużej zawartości części organicznych należy sprawdzić możliwość uzyskania wymaganej wytrzymałości, przepuszczalności i długotrwałej stateczności.

Średnica kolumn wynosi zwykle od 60 do 120 cm. W metodzie mieszania na sucho wytrzymałość wzmocnionego gruntu wynosi zwykle 0,10-0,15 MPa. W metodzie mieszania na mokro wytrzymałość na ściskanie kolumn cementowo-wapiennych osiąga 3,0 do 6,0 MPa, zależnie od właściwości gruntu oraz rodzaju i ilości użytego spoiwa. W gruntach organicznych wytrzymałość

jest znacznie mniejsza. W świeżej kolumnie może być osadzane zbrojenie w postaci kośza lub profilu stalowego.

Wymagania dotyczące wykonywania i projektowania zawiera norma PN-EN 14679.

Kolumny wiercone przemieszczeniowe

– do formowania kolumn stosowane są maszyny do wykonywania przemieszczeniowych pali wierconych w systemie „bezrobkowym” z użyciem świda rozpychającego grunt na boki. Kolumny te wzmacniają podłoże zagęszczając luźne grunty piaszczyste lub „zbrojąc” słabe grunty spoiste i organiczne. Kolumny są formowane z betonu słabszego niż pale (zwykle C8/10-C16/20 w zależności od wymaganej podatności).

Zaletą kolumn przemieszczeniowych, w stosunku do kolumn formowanych metodą wibrowymiany lub mieszania wgłębego, jest możliwość formowania ich również w warstwach bardzo słabych gruntów. Dzięki ciągłemu procesowi tłoczenia mieszanki betonowej, która rozpycha słaby grunt i tworzy w nim pogrubienia trzonu, nie ma obawy „rozplynięcia się” lub osłabionych przewarstwień kolumn.

Wymiana dynamiczna – jest odmianą konsolidacji dynamicznej. W metodzie tej w podłożu formowane są kolumny tłuczniowe [5], [20]. Metoda ta ma zastosowanie przede wszystkim w bardzo słabych gruntach o niewielkiej miąższości od 2 do 5-7 m. Formowanie kolumn polega na



▲ Fot. 3. Formowanie kolumn przemieszczeniowych – świder wyjęty z otworu (fot. K. Grzegorzewicz)

wybiciu w podłożu kilkoma uderzeniami ubijaka krateru, w który wysypuje się materiał formujący kolumnę. Materiał ponownie się ubija i dosypuje, aż do zaniku osiadań gruntu pod kolejnymi uderzeniami ubijaka. Do formowania kolumn najlepszy jest gruby tłuczeń i okruszy skalne. Istnieje możliwość wykorzystania lokalnie dostępnych materiałów (żwir, piasek) i materiałów odpadkowych (żużel, spieki, odpady kopalniane, gruz, destrukta betonowy). W stosunku do tradycyjnej konsolidacji dynamicznej, wymianę dynamiczną charakteryzuje szybszy proces wzmocnienia podłoża, większa niezawodność wzmocnienia oraz skuteczniejsza poprawa właściwości słabego gruntu wzmocnianego dzięki przemieszaniu z dostawanym materiałem. Kolumny formowane w podłożu zwiększają jego nośność, znacznie ograniczają osiadania, a także zwiększają stateczność wznoszonych budowli. Kolumny mogą być obciążone niezwłocznie po uformowaniu.

Kolumny kombinowane (hybrydowe) – są to kolumny o zmiennym module. Mogą to być kolumny betonowe ze stopą żwirową,



▲ Fot. 2. Przykład świda do wykonywania kolumn DSM (fot. K. Grzegorzewicz)

głowicą żwirową lub stopą i głowicą żwirową. W zależności od rodzaju kolumny hybrydowej, do jej wykonania stosowana jest jedna lub dwie maszyny. Głowica żwirowa wykonywana jest po około 4-10 godzin po wykonaniu trzonu betonowego. Jako materiał na stopę i głowicę żwirową najczęściej stosowane jest kruszywo o uziarnieniu 0-32 mm. Średnica części betonowej wynosi 25-60 cm, części żwirowej zwykle 60-80 cm. Stopa żwirowa zapewnia lepsze podparcie kolumny, a głowica żwirowa zapewnia podatny charakter podparcia. Kolumny z głowicą żwirową są szczególnie przydatne w przypadku niskich nasypów drogowych. Kolumny ze stopą żwirową zwykle mają nośność od 250 do 700 kN.

Szczególnym rodzajem są kolumny z piasku lub kruszywa w osłonie geotekstyliów. Kolumny te są szczegółowo omówione w referacie panów J. Sobolewskiego i J. Ajdukiewicza [21].

Kolumny formowane metodą mikrowybuchów – w technologii tej wykorzystuje się energię powstałą w efekcie eksplozji niedużych ładunków wybuchowych. Pozwala to na wzmocnienie słabego podłoża gruntowego o dużej objętości w krótkim czasie. Następuje poprawa parametrów wytrzymałościowych gruntu. Główne zalety

to znacznie szybsza konsolidacja gruntu oraz mniejsze koszty w stosunku do innych metod wzmocniania podłoża.

Detonacja ładunków wybuchowych powoduje w otoczeniu wzrost temperatury i powstanie pęcherza gazowego, wzrost ciśnienia wody w porach, drgania i chwilowe upłynnienie gruntu. Następuje zniszczenie pierwotnej struktury gruntu i jego przemieszczenie, powodujące bardziej ścisłe ułożenie ziaren oraz zagęszczenie gruntu. Efekt zagęszczenia jest tym większy, im luźniejszy jest początkowo grunt. Ładunek wybuchowy może być umieszczony na powierzchni terenu, w wywierconym otworze lub zatopiony pod wodą. Masę ładunków należy określić doświadczalnie mając na względzie bezpieczeństwo budowli w okolicy prac strzałowych. Wybuchy przeprowadza się w kilku seriach, stopniowo zagęszczając siatkę otworów.

Metoda jest przydatna głównie do wzmocniania nawodnionych gruntów niespoistych lub mało spoistych, a także lessów (po ich nawodnieniu). Zaletą jest możliwość zagęszczenia gruntu do znacznej głębokości (rzędu 25-30 m) i pod wodą.

Mikrowybuchy można stosować również do wzmocniania słabych gruntów spoistych i organicznych. W wyniku wybuchu następują natychmiastowe osiadania (nawet > 1 m) i jednocześnie uformowane są kolumny piaskowe z materiału platformy roboczej, który samoistnie wysypuje się do powstałych po wybuchach kawern. Kolumny mają średnice od 60 do ponad 200 cm. Przyspieszają one konsolidację i zwiększają sztywność podłoża. Rozmieszczenie otworów i kolejność detonacji ładunków są tak dobrane, aby kolejne serie strzałów „wyciskały” wodę z wykonanych sąsiednich kolumn. W krótkim czasie występują osiadania konsolidacyjne osiągające 20 do 50 cm.

Metoda wybuchów ma pewne niedostatki. Jest skuteczna tylko poniżej zwierciadła wody gruntowej, a możliwość wykorzystania metody na terenach zabudowanych jest znacznie ograniczona. W każdym przypadku konieczne jest zweryfikowanie przyjętej technologii za pomocą wybuchów próbnych.

Warstwa powierzchniowa terenu lub platformy pozostaje luźna i wymaga dodatkowych zabiegów, np. zagęszczenia walcami. Bardzo dobre wyniki i szybki trwały efekt daje dogęszczenie powierzchni za pomocą ubijania (ciężkiego lub impulsowego).

Szybkie ubijanie impulsowe

Jest jedną z odmian wglębnego wzmocniania podłoża metodą ubijania. Technologia ta polega na przekazaniu na grunt poprzez stalową płytę dużej ilości energii (ok. 6,40 MJ) w krótkim czasie (ok. 1 minuty). Ubijak (7-9 t) jest zrzucający przez specjalne urządzenie z wysokości 1,2 m do 1,5 m z częstotliwością 40 do 60 uderzeń/minutę. Średnica płyty przekazującej energię uderzeń na grunt wynosi 1,5 m. Ilość przekazywanej energii w określonych punktach siatki, zależnie od potrzeb, może być różna w każdym kolejnym przejściu.

Metoda szybkiego ubijania impulsowego jest skuteczna przy zagęszczaniu nienawodnionych rodzimych i nasypowych gruntów niespoistych, gruntów zapadowych, odpadów przemysłowych, gruzu, śmieci, zwykle do głębokości 5 m, w sprzyjających warunkach nawet do 8 m. Stosowana jest w celu poprawy parametrów geotechnicznych (sztywności i nośności) i redukcji osiadań.

Podsumowanie

Istnieje wiele metod wzmocniania podłoża, zarówno powierzchniowego jak i wglębnego. Poza opisanymi w artykule istnieje szereg innych, np. grupa metod wibracyjnych czy iniekcja strumieniowa.

Różnorodność warunków gruntowych oraz szeroka gama metod wzmocniania, często dostosowanych do specyficznych warunków powodują, że wybór odpowiedniej i nie najdroższej metody jest trudny. Metody wglębnego wzmocniania są słabo znane przez projektantów, inspektorów nadzoru i inwestorów. Często niezadowolające są dane z badań podłoża, których zakres w przypadku technik wzmocniania powinien być szerszy. Zagadnienie wglębnego wzmocniania słabego podłoża jest skomplikowane. Ze względu na zmienność właściwości gruntów i złożoność zachodzących zjawisk niejednokrotnie zabieg wzmocnienia podłoża jest w istocie eksperymentem w skali naturalnej. Jego wyniki można w pełni ocenić dopiero po wykonaniu robót, a czasem po dłuższym okresie obserwacji obiektu. Dlatego wskazane jest korzystanie z pomocy specjalistów posiadających stosowną wiedzę i doświadczenie.

Wykorzystanie metod wzmocniania i ulepszania podłoża gruntowego stwarza duże



▲ Fot. 4. Formowanie kolumny wybijanej

możliwości wykorzystania terenów uważanych za nieprzydatne do zabudowy oraz oszczędności kosztów i materiałów. Wykorzystanie i ulepszanie miejscowych gruntów jest korzystne dla środowiska. Metody te są zwykle mniej energochłonne, a roboty i materiały emitują mniej gazów cieplarnianych w stosunku do metod klasycznych. Techniki wzmocnienia podłoża nawierzchni i w głębszego stale się rozwijają i doskonalą. Poprawia się jakość robót i możliwości ich kontroli, co sprzyja zwiększaniu zakresu ich stosowania. Istnieje zbiór norm europejskich dla większości metod.

Literatura

1. Binder K., *Podciśnieniowa konsolidacja podłoża gruntowego*, Geoinżynieria drogi mosty tunele, nr 2/2008.
2. Gajewska B., Gajewski M., Kraszewski C., Rafalski L., *Badania modułów sprężystości wybranych mieszanek związanych hydraulicznie (HBM) pod obciążeniem cyklicznym (Investigations of resilient moduli of selected hydraulically bound mixtures (HBM) under cyclic load)*, Roads and Bridges – Drogi i Mosty, część 11, nr 4/2012, str. 269-280.
3. Gajewska B., Kłosiński B., *Wzmocnienie słabego podłoża kolumnami w budownictwie drogowym*, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, nr 4/2012, str. 56-62.
4. Gajewska B., Kłosiński B., *Rozwój metod wzmocniania podłoża gruntowego*, Seminarium IBDiM i PZWFS – Wzmocnianie podłoża i fundamentów, Warszawa, 31 marca 2011.
5. Godlewski T., Saloni J., *Wzmocnienie podłoża gruntowego kolumnami DR na przykładzie odcinka trasy Siekierkowskiej w Warszawie*, XIX Krajowa Konferencja Mechaniki Gruntów i Fundamentowania, Augustów, czerwiec 2006, Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej – Budownictwo, zeszyt nr 28, t. 2, str. 347-348.
6. Grundbau-Taschenbuch, Teil 1-3, Verl. Ernst und Sohn, Berlin, 2008-2009.
7. Kraszewski C., *Charakterystyka wytrzymałościowa mieszanek kruszyw związanych hydraulicznie do stosowania w podbudowach drogowych*, Drogi i Mosty, nr 3/2009, str. 31-54.
8. PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania.
9. PN-EN 14679:2005 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Względne mieszanie gruntu.
10. PN-EN 15237:2007 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Drenaż pionowy.
11. PN-EN 14227-10:2006 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Specyfikacja – Część 10: Grunty stabilizowane cementem.
12. PN-EN 14227-14:2006 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Specyfikacja – Część 14: Grunty stabilizowane popiołami lotnymi.
13. PN-EN 14227-11:2006 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Specyfikacja – Część 11: Grunty stabilizowane wapnem.
14. PN-EN 14227-12:2006 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Specyfikacja – Część 12: Grunty stabilizowane żużlem.
15. PN-EN 14227-13:2006 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Specyfikacja – Część 13: Grunty stabilizowane hydraulicznym spoiwem drogowym.
16. PN-EN 14227-14:2006 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Specyfikacja – Część 14: Grunty stabilizowane popiołami lotnymi.
17. prEN 14227-15 Hydraulically bound mixtures – Specifications – Part 15: Hydraulically stabilized soils.
18. Pisarczyk S., *Geoinżynieria. Metody modyfikacji podłoża gruntowego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005.
19. *Recommendations for the design, construction and control of rigid inclusion ground improvements*, ASIRI National Project, Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil (IREX), 2012.
20. Sękowski J., Kwiecień S., *Wymiana dynamiczna – Praktyczne aspekty zastosowania w budownictwie drogowym*, Magazyn Autostrady, 10/2010, str. 124-128.
21. Sobolewski J., Ajdukiewicz J., *Budowa autostrad A1 i A2 na terenach o zdegradowanym oraz słabym podłożu z zastosowaniem geosyntetyków i monitoringu w ich posadowieniu*, Konferencja „Podłoże i fundamenty budowli drogowych”, Kielce, 9 maja 2012.
22. Teżyk S., Głodzik K., *Wzmocnienie podłoża gruntowego pod budowę Stadionu Narodowego w Warszawie*, Seminarium IBDiM i PZWFS – Fundamenty palowe, Warszawa, 22 kwietnia 2009.
23. Topolnicki M., *Wzmocnianie i uszczelnianie gruntu metodą mieszania in-situ (Soil Mixing)*, Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 6/2003, str. 385-398.
24. Kłosiński B., Grzegorzewicz K., Rychlewski P., Wierzbicki S., Wileński P., *Wytyczne wzmocniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym*, GDDP, Wydawnictwo IBDiM, Warszawa, 2002, str. 124. ■



▲ Fot. 5. Urządzenie do szybkiego ubijania impulsowego [4]





PRZEGLĄD **produktów i realizacji,** **WYPOWIEDZI ekspertów**

Żelbetowe pale prefabrykowane wbijane

Mieszanka mineralno-asfaltowa Viasaf®

Płyty pobocza LEFIX®

Monolityczny system bezpodsytkowy RHEDA 2000®

3D RADAR – nowa generacja GPR

Karta detekcji wizyjnej TDV-2.1 z wejściami dla dwóch kamer

Pociąg Zabudowy Rozjazdów

System oznakowania robót drogowych WIVA

Podkład strunobetonowy PS-08/ICOSTRUN-02/60E1

Audyt prawny roszczeń oraz doradztwo

Most im. Tadeusza Mazowieckiego w Rzeszowie

Parking przed CH Targówek

Budowa drogi ekspresowej S19 Lubartów-Kraśnik

Droga Wojewódzka nr 653 Suwałki-Smolany Dąb

Pomiary inklinometryczne ścian zabezpieczających głębokie wykopy

Obwodnica Czarnekowa

System podawania i odbierania wagonów z wywrotnicy wagonowej

Czy kolej potrzebuje prefabrykatów?

Luminacja nawierzchni – nowe badania w drogownictwie

Szkolenie operatorów maszyn budowlanych

Na czym polega technologia logistyki rozjazdów kolejowych w blokach?

Produkt

**Żelbetowe pale prefabrykowane wbijane**

Dostawca: AARSLEFF sp. z o.o.

Zastosowanie: fundamenty pod obiekty mostowe, nasypy drogowe i konstrukcje inżynierskie

Prefabrykowane żelbetowe pale wbijane są jednym z najczęściej stosowanych rozwiązań posadowienia głębokiego konstrukcji inżynierskich. Mogą przenosić obciążenia pionowe, poziome i momenty zginające w każdych warunkach gruntowych.

Zalety posadowienia na żelbetowych palach prefabrykowanych:

- kontrolowana jakość – wysoka jakość prefabrykatów palowych (kontrola jakości wg ISO 9001)
- bezpieczeństwo – bieżąca weryfikacja badań gruntowych w trakcie wbijania, łatwość prowadzenia badań statycznych i dynamicznych nośności przed, w trakcie i po palowaniu
- wydajność – duży potencjał produkcyjny i wykonawczy, wysokie tempo realizacji robót, niezależność od warunków klimatycznych i lokalizacyjnych (np. roboty z wody)
- elastyczność rozwiązań – szeroki asortyment prefabrykatów, możliwość wykorzystania pali łączonych oraz wbijania ich pod kątem.

Mieszanka mineralno-asfaltowa Viasaf®

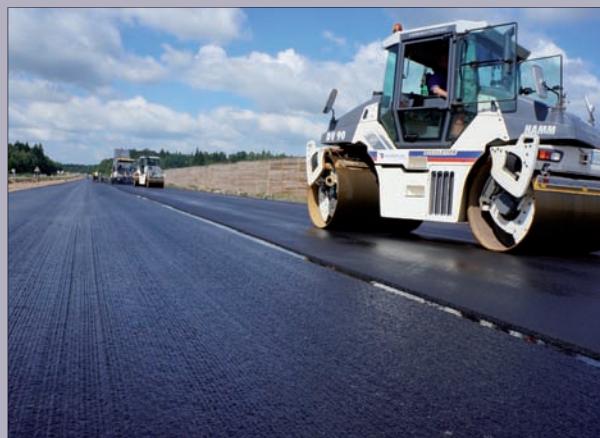
Producent: EUROVIA POLSKA S.A.

Zastosowanie: zapobieganie spękanom nawierzchni

Viasaf® to drobnodziarnista mieszanka mineralno-asfaltowa przeznaczona do wykonywania cienkich membran przeciwspekaniowych. Membrany Viasaf® redukują propagację spękań wywołanych skurczem dolnych warstw konstrukcyjnych w górne warstwy konstrukcji asfaltowej. Układa się je na grubość 15-25 mm. Technologia jest odpowiednia dla wszystkich kategorii ruchu oraz wszystkich typów konstrukcji drogowej z nawierzchnią asfaltową. Główne zalety stosowania technologii Viasaf®:

- przedłużenie żywotności nawierzchni drogowej poprzez redukcję spękań odbitych
 - aplikacja nie osłabia złącza międzywarstwowego
 - łatwość stosowania technologii (konwencjonalny sprzęt drogowy)
 - znaczny postęp robót w czasie
 - nowoczesne, korzystne ekonomicznie rozwiązanie.
- Grupa Eurovia wypracowała własną metodę badawczą określającą efektywność tłumienia spękań odbitych. Każdy projekt mieszanki Viasaf® zawiera analizę skuteczności działania membrany.

Produkt



Produkt

**Płyty pobocza LEFIX®**

Dystrybutor w Polsce: HYDRO BG Sp. z o.o.

Producent: BG-Graspointner

Zastosowanie: zabezpieczanie krawędzi jezdni oraz zapobieganie rozmywaniu pobocza przez wodę opadową

Nowatorskie płyty pobocza LEFIX® wykonane z betonu gwarantują optymalne bezpieczeństwo na skraju jezdni. Są proste w montażu, pełnią funkcję stabilizacyjną poboczy drogowych oraz odprowadzają wodę opadową w kontrolowany sposób z jezdni, zapobiegając rozmywaniu pobocza. Funkcje te mają znaczenie zarówno dla kosztów utrzymania samych dróg, jak i dla bezpieczeństwa kierujących pojazdami. Przy najechaniu na płytę LEFIX® zagłębienia w płycie powodują efekt dudnienia, informując kierującego o końcu pobocza. Płyty są dostępne w dwóch szerokościach 350 i 500 mm, grubości 140 mm oraz dwóch kolorach tj. szarym (naturalnym) i czerwonym.

Produkt



Monolityczny system bezpodsytkowy RHEDA 2000®

Dystrybutor: Railway gft Polska sp. z o.o.

Zastosowanie: system do wszystkich typów podłoża, układany zarówno na gruncie, moście lub w tunelu

Elementami składowymi systemu są: szyny, dwublokowe podkłady betonowe z dźwigarami kratowymi, elastyczne przytwierdzenie szyn, betonowa warstwa nośna oraz dodatkowo hydraulicznie związana warstwa nośna wykonana z chudego niezbrojonego betonu. Do zalet systemu należą: optymalizacja kosztów oraz niezawodność dzięki wykorzystaniu wysokiej jakości prefabrykowanych betonowych podkładów w krytycznej strefie podparcia szyny, duża precyzja wykonania geometrii toru poprzez zastosowanie prefabrykowanych podkładów betonowych, możliwość dostosowania do wszystkich rodzajów konstrukcji i podłoża poprzez wylewaną na budowie warstwę nośną toru. Ponadto elastyczny i łatwy proces instalacji oparty jest na prostych powtarzalnych czynnościach, zarówno dla ręcznego jak i automatycznego sposobu postępowania.

3D RADAR – nowa generacja GPR

Dystrybutor w Polsce: SUBGEO Jarosław Majewski

Producent: 3D-Radar AS (Norwegia)

Zastosowanie: bezinwazyjne badania metodą georadarową

3D RADAR to jeden z najnowocześniejszych systemów georadarowych dostępnych na rynku. W odróżnieniu od zwykłych radarów impulsowych 3D RADAR moduluje wysyłany sygnał pokrywając spektrum, jakie można uzyskać georadarem impulsowym profilując sześciokrotnie ten sam odcinek używając różnych anten (od 200 do 3000 MHz).

3D RADAR jest jednostką 41-kanalową, dzięki czemu możliwe jest otrzymanie 41 profili poprowadzonych w odległości 4 cm od siebie, w czasie rzeczywistym.

Szybkość, jakość i ilość danych gromadzonych, w stosunku do starszej technologii georadarowej, jest nieporównywalnie większa. Urządzenie znajduje zastosowanie w badaniach zarówno obiektów liniowych (drogi, koleje, infrastruktura), jak i wielkoobszarowych.

Produkt



Produkt



Karta detekcji wizyjnej TDV-2.1 z wejściami dla dwóch kamer

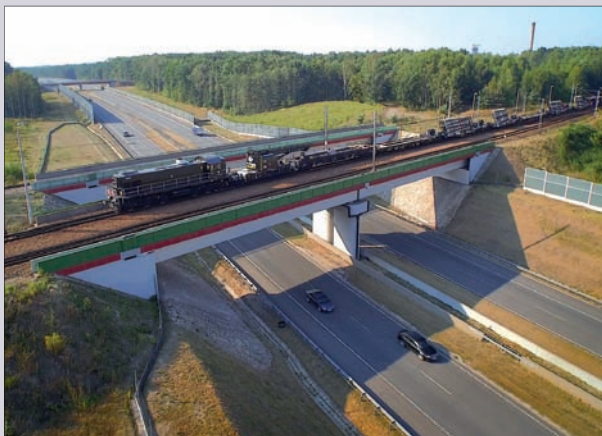
Producent: ZEIA TECHVISION

Zastosowanie: detekcja pojazdów drogowych dla potrzeb efektywnego sterowania ruchem

Karta detekcji wizyjnej TDV-2.1 służy do detekcji ruchu kołowego na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną. Wykorzystuje zaawansowane metody cyfrowej analizy obrazu, dostarczanego przez kamery zainstalowane nad wlotami. Praca karty jest całkowicie niezależna od stanu nawierzchni, przez co stanowi dobrą alternatywę dla pętli indukcyjnych. Instalacja systemu detekcji wizyjnej na skrzyżowaniu jest prosta i tania w porównaniu do wykonania analogicznego systemu detekcji indukcyjnej. Kolejną zaletą karty TDV-2.1 jest możliwość wielotygodniowej rejestracji obrazu oraz wykonania monitoringu wizyjnego skrzyżowania bez konieczności stosowania dodatkowych procesorów video.

Karta TDV-2.1 jest przeznaczona do pracy z dowolnym sterownikiem sygnalizacji, z którym współpracuje przez zestaw styków bezpotencjałowych. Jest dobrym zamiennikiem dla kart producentów zagranicznych.

Produkt



Pociąg Zabudowy Rozjazdów

Producent: Track Tec S.A.

Zastosowanie: przewóz zmontowanych bloków rozjazdów na podrozjazdnicach strunobetonowych

Podstawowymi elementami Pociągu Zabudowy Rozjazdów są wagony z zamocowanymi na nich urządzeniami ładunkowymi (UR-1). Zapewniają one bezpieczny przewóz zmontowanych u producenta bloków rozjazdów na podrozjazdnicach strunobetonowych i ich bezpośredni montaż na placu budowy, wprost z wagonu na przygotowane podtorze. Konstrukcja urządzenia ładunkowego umożliwia załadunek zmontowanych bloków krzyżownicy i bloków szyn łączonych w pozycji poziomej, a następnie, po zamocowaniu ładunku do ramy urządzenia, uniesienie jej do pozycji ukośnej za pomocą układu siłowników hydraulicznych sterowanych centralnie. Po przyjeździe na plac budowy blok rozjazdu jest opuszczany do pozycji poziomej, a następnie po zdjęciu zabezpieczeń mocujących układany przez żuraw kolejowy wprost na przygotowane podtorze. Efektami wdrożonego rozwiązania jest zachowanie geometrii rozjazdu, skrócenie czasu realizacji robót i zamknięć torowych oraz minimalizacja utrudnień dla przewoźników.

System oznakowania robót drogowych WIVA

Producent: VAN BERDE Sp. z o.o. Sp. k.

Zastosowanie: zapewnienie bezpieczeństwa na drodze

System WIVA składa się z podstawy (600x400x105 mm) oraz znaku U-21 (1000x250x15 mm), które łącznie ważą 17 kg. Jest to nowatorskie rozwiązanie na polskim rynku, które charakteryzuje:

- podstawa z gumy oraz uchylny panel znaku U-21 wykonany z tworzywa sztucznego, które gwarantują trwałość i odporność na warunki atmosferyczne oraz uderzenia
- spodnia część podstawy wyposażona w specjalne przysawki zapobiegające przesuwaniu
- możliwość zamontowania lamp ostrzegawczych na panelu
- gniazdo w podstawie pozwalające na umieszczenie baterii
- panel zapinany w podstawie zamkiem uniemożliwiającym jego wypadanie
- konstrukcja podstawy umożliwiająca wysokie i bezpieczne składowanie (50 szt. na 1 palecie).

Produkt



Produkt



Podkład strunobetonowy PS-08/ICOSTRUN-02/60E1

Producent: Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych STRUNBET Sp. z o.o.

Zastosowanie: linie KDP oraz strefy przejściowe na mostach, wiaduktach i przejazdach na liniach kolejowych wszystkich kategorii

Podkład strunobetonowy PS-08 z systemem sprężystego przytwierdzenia szyn ICOSTRUN-02 zaprojektowano w 2008 r. na Politechnice Krakowskiej z myślą o zastosowaniu go na liniach kolejowych dużych prędkości w Polsce. Od 2009 r. jest eksploatowany na odcinku o dł. 2 km linii CMK koło Góry Włodowskiej, a od 2011 r. w strefach przejściowych na kilku obiektach kolejowych. Dzięki dużej masie podkładu (ok. 400 kg) oraz podwójnym elementom przytwierdzenia SB uzyskano wyższą sztywność i stabilność toru na podsypce tłuczniowej w porównaniu ze standardową nawierzchnią toru na podsypce. Zastosowany w węźle przytwierdzenia szyny ICOSTRUN-02 „icosito-wy” nadlew ogranicza przenoszenie obciążeń dynamicznych. Wymienione zalety nawierzchni kolejowej na podkładzie PS-08/ICOSTRUN-02/60E1 potwierdzają badania eksploatacyjne toru wykonane przez zespół z PK (na linii CMK) i zespół z Instytutu Kolejnictwa (na strefach przejściowych).

Realizacja



Audyt prawny roszczeń oraz doradztwo

Obsługa prawna: JARA DRAPAŁA & PARTNERS Sp.k.

Inwestor: PKP PLK S.A.

Realizacja: grudzień 2014 r.

Projekt dotyczący rewitalizacji odcinka linii kolejowej rozpoczął się od przeprowadzenia przez kancelarię JARA DRAPAŁA & PARTNERS, na zlecenie generalnego wykonawcy, audytu prawnego roszczeń powstałych w związku z umową o roboty budowlane i o wykonanie prac projektowych, opartą o wzorzec FIDIC. Na modernizowanym odcinku odbywał się ruch pasażerski i towarowy, w tym ładunków z przekroczoną skrajnią. Wpływało to na prace dotyczące geometrii linii kolejowej, w tym na obiektach inżynierskich i peronach. Starannie i metodologicznie przeprowadzony audyt oraz rzeczowe przedstawienie jego wyników zamawiającemu i Inżynierowi Kontraktu wzmocniło pozycję negocjacyjną wykonawcy. Na podstawie rekomendacji kancelarii podjęte zostały negocjacje z zamawiającym, a także wszczęto postępowania sądowe w celu zabezpieczenia interesów finansowych wykonawcy. Szanse ich powodzenia znacznie zwiększyła dokumentacja przygotowana w trakcie audytu.

Most im. Tadeusza Mazowieckiego w Rzeszowie

Wykonawca robót elektrycznych: ELEKTROMONTAŻ RZESZÓW SA

Generalny wykonawca: Bilfinger Infrastructure SA

Inwestor: Urząd Miasta Rzeszów

Realizacja: 2015 r.

W Rzeszowie powstał jeden z najwyższych mostów wawtowych w Polsce, od którego wyższy jest tylko nowy most Rędziański we Wrocławiu. Pylon mostu ma 110 metrów wysokości, natomiast pięcioprzęsłowa podwieszona przeprawa ma długość 482 metrów. W ramach zadania została również wybudowana droga o długości około 1,8 km, łącząca ulicę Załęską z Lubelską w Rzeszowie.

Elektromontaż Rzeszów SA realizował przebudowę infrastruktury elektroenergetycznej, oświetleniowej oraz iluminację obiektu. W ramach zadania firma dostarczyła słupy oświetleniowe, których jest producentem. Wytwarzane są one z wykorzystaniem innowacyjnej technologii rozkroju i spawania laserowego oraz spełniają wymagania bezpieczeństwa biernego wg PN-EN 12767.

Realizacja



Realizacja



Parking przed CH Targówek

Dostawca kratki Ecoraster: GalaProdukt Sp. z o.o.

Wykonawca: Delta S.A.

Lokalizacja: Warszawa, Targówek

Realizacja: 09-10.2011 r.

Firma GalaProdukt Sp. z o.o. we współpracy z firmą Delta S.A. zrealizowała projekt zazielenionego parkingu o powierzchni 6000 m² przed centrum handlowym na warszawskim Targówku. Wykonawca zdecydował się wykorzystać kratki Ecoraster typ E50. Jest to produkt odporny na obciążenia nawet do 800 t/m² (w zależności od wypełnienia) oraz działanie poprzecznych sił ścinających.

Ecoraster E50 ma w swojej konstrukcji 200 komórek dylatacyjnych, a 54 opatentowane połączenia na 1 m² zapewniają równomierne rozłożenie obciążeń na całej powierzchni. Zastosowanie kratki Ecoraster pozwala na uzyskanie nawierzchni utwardzonej, a zarazem przepuszczalnej dla wody, o powierzchni biologicznie czynnej w 94%.

Do wyznaczenia linii parkingowych zostały wykorzystane systemowe znaczniki parkingowe w białym kolorze.

Realizacja



Budowa drogi ekspresowej S19 Lubartów-Kraśnik

Wykonawca geotechnicznych badań ciągłości kolumn VDC:
GEOCONTROL Instytut Konsultacyjno-Badawczy Sp. z o.o.

Generalny wykonawca: Budimex S.A.

Lokalizacja: okolice Lublina

Realizacja: 2014-2015 r.

Jedną z tegorocznych realizacji zespołu GEOCONTROL IKB z zakresu badań kontrolnych wzmocnienia podłoża był komplet badań ciągłości kolumn VDC wykonany dla budowy drogi ekspresowej S19 na odcinku od węzła Dąbrownica do węzła Konopnica. Łącznie w ramach tego kontraktu zrealizowane zostały na zamówienie generalnego wykonawcy badania ciągłości dla 521 kolumn. Celem badań było sprawdzenie czy kolumny zachowały długość i średnicę zgodnie z projektem wykonawczym. Kolumny były wykonane w złożonych warunkach gruntowych, a zachowanie zgodności parametrów geometrycznych elementów wzmocnienia z projektem wykonawczym miało priorytetowe znaczenie dla nośności i stabilności podłoża pod budowaną drogę.

Droga Wojewódzka nr 653 Suwałki-Smolany Dąb

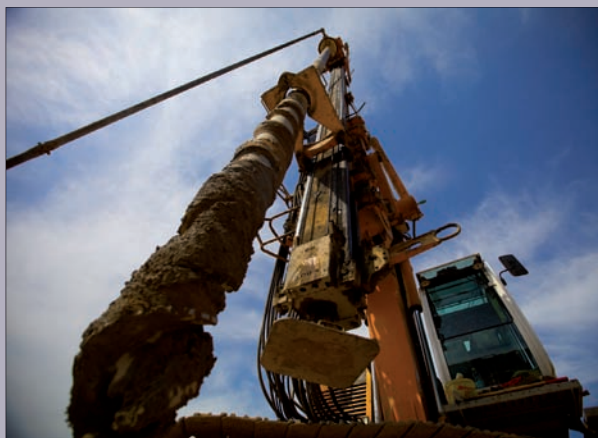
Wykonawca wzmocnienia podłoża: MENARD POLSKA Sp. z o.o.

Lokalizacja: Suwałki-Smolany Dąb

Realizacja: 07-09.2014 r.

Z punktu widzenia geotechnika, najważniejszym elementem projektu wzmocnienia podłoża jest odpowiednie rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych na obszarze inwestycji. Na trasie DW653 Suwałki-Smolany Dąb, miąższość rozpoznanych gruntów słabonośnych – torfów, namulów oraz kredy jeziornej wynosi około 6 m, a ich spąg sięgał do 8,5 m p.p.t. Dla takich warunków gruntowych zaprojektowano wzmocnienie podłoża w technologii kolumn przemieszczeniowych CMC. Zastosowane rozwiązanie zapewniło bezpieczną pracę konstrukcji oraz równomierne przeniesienie obciążeń eksploatacyjnych oraz konstrukcji nasypu na wzmocnione podłoże.

Realizacja



Realizacja



Pomiary inklinometryczne ścian zabezpieczających głębokie wykopu

Wykonawca: NeoStrain Sp. z o.o.

Lokalizacja: tunel pod Martwą Wisłą w Gdańsku

Realizacja: 2014 r.

W celu zapewnienia nadzoru nad bezpieczeństwem i prawidłową pracą konstrukcji elementów obudowy wykopu, zaprojektowano system monitoringu ścian szczelinowych oparty na pomiarach inklinometrycznych oraz geodezyjnych. Firma NeoStrain na potrzeby omawianego zadania opracowała szczegółowy program monitoringu. Danymi wyjściowymi do jego stworzenia były m.in. informacje od projektanta i wykonawcy zabezpieczenia głębokiego wykopu – firmy Keller Polska Sp. z o.o. Natomiast bezpośredni pomiar przemieszczeń poziomych ściany w wysokości jej oczepu, w ramach prac geodezyjnych, realizowany był przez firmę Geo-Bor. Jednoczesne zastosowanie pomiarów inklinometrycznych oraz geodezyjnych pozwoliło na kontrolę bezpieczeństwa realizacji tunelu pod Martwą Wisłą w Gdańsku.

Realizacja



Obwodnica Czarnkowa

Producent keramzytu: SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS
POLSKA sp. z o.o. MARKA WEBER LECA®

Inwestor: Wielkopolski Zarząd Dróg Wojewódzkich

Generalny wykonawca: Skanska S.A.

Obwodnica Czarnkowa (ciąg DW178) na odcinku około 1500 m przechodzi przez rozległą 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 są budynki i stacja benzynowa. W tych warunkach nie było możliwości wzmocnienia podłoża metodami generującymi drgania. Natomiast wykonanie całkowitej wymiany słabych gruntów byłoby zbyt kłopotliwe i kosztowne. Najwłaściwszym rozwiązaniem okazało się wykonanie odciążającego nasypu z keramzytu geotechnicznego. Został on ułożony w miejscu usuniętych cięższych piasków oraz niekontrolowanych nasypów. Pod projektowaną nawierzchnią drogi i parkingów wykonano warstwę nasypu zbrojonego (kruszywo łamane + geosiatka) ułożonego na „materacach” o zmiennej grubości z Leca® KERAMZYTU geotechnicznego owiniętego geotkaniną.

System podawania i odbierania wagonów z wywrotnicy wagonowej

Wykonawca: WICHARY Technologies sp. z o.o.

Lokalizacja: Elektrociepłownia EC3 należąca do Veolia Energia Łódź SA

System pozwala na zestawienie dowolnej ilości współpracujących ze sobą przeciągarek wagonów w jedną zautomatyzowaną całość, która może współpracować z innymi urządzeniami na bocznicach. Oddany do eksploatacji system pracuje w trybie automatycznym i pozwala na rozładowywanie wagonów z węglem w cyklu czterominutowym. Składa się z pięciu przeciągarek wagonów (P1-P5):

- P1 przepycha 14 wagonów w kierunku wywrotnicy wagonowej
- P2 podaje pojedynczy wagon do P3 na stole wywrotnicy
- P3 odbiera wagon od P2, pozycjonuje go na stole wywrotnicy wagonowej i po rozładunku przekazuje do P4
- P4 odbiera wagon od P3 i przepycha go przez rozjazd w kierunku jazdy „na wprost” przez rozjazd
- P5 odbiera wagon od P4 i odstawia wagon na tor odstawczy w kierunku jazdy „w bok” grupując kolejne wagony.

Realizacja



Wypowiedź eksperta

Dipl.-Ing. (FH) **Hermann Stenzhorn**

Prezes zarządu, dyrektor zarządzający
B+F Beton- und Fertigteilgesellschaft
mbH Lauchhammer

Czy kolej potrzebuje prefabrykatów?

Rosnące wymagania dla zarządców infrastruktury, przewoźników oraz bocznic kolejowych w zakresie stosowania Systemów Zarządzania Bezpieczeństwem wymuszają na podmiotach zajmujących się budową i modernizacją infrastruktury kolejowej, znacznie szersze prowadzenie audytów u dostawców, podwykonawców w celu właściwego zarządzania ryzykiem w obszarze kolejowym. Skutkiem tego na barkach wyko-

nawcy ciąży konieczność właściwego nadzoru nad ryzykiem stosowanych elementów, komponentów i materiałów w całym procesie budowy zarówno w zakresie nawierzchni kolejowej, jak i obiektów inżynierskich i budowlanych. Jedyną rozsądną szansą na ograniczenie i podzielenie się ryzykiem wykonawcy z dostawcami i podwykonawcami, jest szersze niż dotychczas stosowanie konstrukcji prefabrykowanych, np. zintegrowanej nawierzchni przejazdów kolejowych, torów do mycia i odfekalniania taboru lub punktów do odstawiania wagonów z towarami niebezpiecznymi, wykonywanych z innowacyjnych prefabrykatów typu GTW i GTP produkowanych przez BFL Lauhammer.

Dodatkową korzyścią dla inwestora i wykonawcy jest znaczące skrócenie czasu realizacji inwestycji, a tym samym skrócenie czasu trwania zamknięć torowych, co przekłada się bezpośrednio na mniejsze koszty inwestycji. Zamiast budowy przejazdu kolejowego np. w kilka dni, można to wykonać w kilka godzin i to podczas jednej weekendowej nocy bez wstrzymywania ruchu pociągów. Dodatkową korzyścią jest znacznie większa trwałość i niezawodność konstrukcji wykonanych z prefabrykatów żelbetonowych w porównaniu z tradycyjnymi metodami budowlanymi. Co istotne, stosowanie wspomnianych elementów umożliwia prowadzenie inwestycji niemal przez cały rok, bez obawy o pogorszenie się parametrów budowli spowodowanych upałami lub mrozami.



Wypowiedź eksperta

mgr inż. **Piotr Miduch**

Dyrektor techniczny

Centrum Badań Laboratoryjnych

CEBEL sp. z o.o.

Luminacja nawierzchni – nowe badania w drogownictwie

Badanie luminancji nawierzchni nazywane również „jasnością nawierzchni”, które w Polsce traktowane jest jako nowość, u naszych zachodnich sąsiadów funkcjonuje już kilka lat. Przeprowadzone badania

wykazały, że dzięki rozjaśnieniu warstwy ścieralnej możliwe jest obniżenie temperatury powierzchni jezdni (nawet o 10°C) i zmniejszenie ryzyka koleinowania. Jasność nawierzchni drogi przekłada się bezpośrednio na lepszą widzialność przeszkód w warunkach słabszego oświetlenia oraz lepszą widoczność krawędzi jezdni lub granicy między poboczem a nawierzchnią, co ułatwia prowadzenie pojazdów. Między innymi z tych względów w listopadzie 2014 roku Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad wprowadziła Załącznik nr 4 do Wymagań Technicznych WT-2 2014 dotyczący procedury pomiaru współczynnika luminancji (Q_d) dla nawierzchni asfaltowych. Polskie wymagania oparto na doświadczeniach niemieckich i przyjęto, że na odcinkach w tunelach luminancja ma wynosić $Q_d > 90 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$, a w terenie otwartym $Q_d > 70 \text{ mcd/m}^2/\text{lx}$. Badanie dotyczy warstw ścieralnych dla dróg w kategorii ruchu KR5-KR7. Analizie można poddać zarówno same kruszywa, jak i gotowe mieszanki mineralno-asfaltowe.

Nasze laboratorium ma odpowiedni sprzęt i doświadczenie w wykonywaniu tego typu pomiarów. Od początku wprowadzenia Wymagań Technicznych WT-2 2014 wykonaliśmy blisko 25 pomiarów różnego rodzaju kruszyw i dokonaliśmy weryfikacji luminancji na 20 mieszankach mineralno-asfaltowych, co na chwilę obecną plasuje nas w czołówce komercyjnych laboratoriów, zajmujących się tym badaniem w Polsce.

Szkolenie operatorów maszyn budowlanych

W doświadczałym Ośrodku Szkolenia Operatorów Maszyn od 2002 r. prowadzimy szkolenia zawodowe operatorów maszyn do robót ziemnych, budowlanych i drogowych, objętych Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z 20 września 2001 r.

Wstępne szkolenie praktyczne odbywa się w pracowni treningowo-szkoleniowej wyposażonej w dwa profesjonalne, dynamiczne, trójosiowe symulatory firmy VOLVO – symulator koparki i ładowarki jedno-naczyniowej.

Indywidualnie sprawdzamy predyspozycje do zawodu operatora maszyny budowlanej każdej osoby, która uczestniczy w szkoleniu. Na podstawie wyników testów dobierany jest program wstępnych zajęć praktycznych, który aktywizuje uczestnika szkolenia i mobilizuje go do osiągnięcia jak najlepszego wyniku końcowego. Zajęcia prowadzimy w tematycznych salach wykładowych, wyposażonych w pomoce dydaktyczne związane z tematem szkolenia, z wykorzystaniem np. stanowiska pokazowego firmy Layher do szkolenia montażyistów rusztowań.

Wypowiedź eksperta

mgr inż. **Stanisław Araszkiewicz**

Kierownik Ośrodka Szkolenia

Operatorów Maszyn

Instytut Mechanizacji Budownictwa

i Górnictwa Skalnego



Celem nadrzędnym jest stworzenie warunków bezstresowych, bezpiecznych, w których osoba szkolona skoncentruje się na zdobywaniu wiedzy lub zwiększaniu swoich umiejętności praktycznych. W takich warunkach możliwe jest trenowanie nawet ekstremalnie niebezpiecznych scenariuszy, które mogą zaistnieć na rzeczywistym placu budowy. W procesie szkolenia stosujemy najnowsze techniki i narzędzia dydaktyczne aktywizujące słuchacza kursu i gwarantujące najwyższą jakość końcową szkolenia.



Wypowiedź eksperta

Ryszard Leszczyński

Prezes

Kolejowe Zakłady Nawierzchniowe

„Biezanów” Sp. z o.o.

Na czym polega technologia logistyki rozjazdów kolejowych w blokach?

Rozjazdy kolejowe są kluczowym elementem infrastruktury szynowej wpływającym na bezpieczeństwo, komfort i czas jazdy. W kolejowym procesie inwestycyjnym szczególną pozycję odgrywa więc prawidłowa

zabudowa tego elementu. Wyzwaniem jest zachowanie jak najwyższej, zbliżonej do tej uzyskanej na stołach montażowych u producenta, jakości początkowej konstrukcji. W dzisiejszym systemie logistycznym – w którym rozjazd w fabryce jest rozmontowywany na setki części, transportowany zwykłymi ciągnikami siodłowymi, a następnie składany od nowa na miejscu zabudowy – jakość początkowa pozostawia wiele do życzenia. Stworzyliśmy więc kompletną technologię, która eliminuje bądź istotnie ogranicza wpływ procesu logistycznego na pogorszenie jakości naszego produktu. Bazą dla systemu są specjalistyczne wagony-platfomy (Switcher) zintegrowane z modułami dźwigów hydraulicznych (wagon A), usztywnień i mocowań. Cała technologia umożliwia bezpieczny załadunek, transport i rozładunek na placu budowy bloków rozjazdowych do promienia $R = 1200 \text{ m}$, a także zapewnia komfort pracy pod siecią trakcyjną (brak konieczności demontażu). Uzyskana dzięki naszemu systemowi wysoka jakość początkowa konstrukcji rozjazdowej wpływa na jego wysoką trwałość, niezawodność oraz obniża koszty eksploatacyjne i utrzymaniowe, którymi szczególnie zainteresowany jest zarządca sieci. Nie bez znaczenia jest czas potrzebny na zabudowę rozjazdu. Switcher skraca go do kilku godzin, co oznacza znaczącą różnicę w porównaniu z dotychczasową technologią, zakładającą powolny montaż rozjazdu z części dostarczonych z fabryki.



INNOWACYJNY ASFALT

DO BUDOWY DRÓG
W TECHNOLOGII NA CIEPŁO WMA

NOWOŚĆ
WMA
WIĘCEJ MOŻLIWOŚCI ASFALTU



Wykorzystanie
Materiału z Recyklingu



Wydłużenie Sezonu
Budowlanego



Oszczędność
Energii

www.lotosasfalt.pl







FIRMY PRODUKATY TECHNOLOGIE

AARSLEFF sp. z o.o.

B+F Beton- und Fertigteilgesellschaft mbH Lauchhammer

Centrum Badań Laboratoryjnych CEBEL sp. z o.o.

BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH

EUROVIA POLSKA S.A.

ELEKTROMONTAŻ RZESZÓW SA

GEOD Przedsiębiorstwo Wielobranżowe Michał Wójcik

FORBUILD SA

GalaProdukt Sp. z o.o.

GEOKRAK sp. z o.o.

GEOCONTROL Instytut Konsultacyjno-Badawczy Sp. z o.o.

HYDRO BG Sp. z o.o.

HydroGeoStudio Paczuski Sulkowski spółka jawna

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego

IZOHAN Sp. z o.o.

JARA DRAPAŁA & PARTNERS Sp.k.

Kolejowe Zakłady Nawierzchniowe „Biezanów” Sp. z o.o.

MENARD POLSKA Sp. z o.o.

NeoStrain Sp. z o.o.

Railway gft Polska sp. z o.o.

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS POLSKA sp. z o.o.

MARKA WEBER LECA®

SUBGEO Jarosław Majewski

TECHVISION Zakład Elektroniki i Automatyki

VAN BERDE Sp. z o.o. Sp. k.

WICHARY Technologies sp. z o.o.

WAPNOPOL Sp. z o.o.

Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych STRUNBET Sp. z o.o.

AARSLEFF sp. z o.o.



▲ Fot. 1. Most na Wiśle wraz z dojazdami, Toruń – pale prefabrykowane, stalowe ścianki szczelne, kotwy gruntowe

O firmie

Firma AARSLEFF, od lat kojarzona na rynku przede wszystkim z żelbetowymi palami prefabrykowanymi wbijanymi, dzisiaj oferuje większość dostępnych na rynku technologii z zakresu specjalistycznych robót geotech-

nicznych takich jak: fundamenty głębokie na palach i mikropalach, wzmocnienia podłoża gruntowego, zabezpieczenia głębokich wykopów oraz kotwienie.

Spółka AARSLEFF zapewnia swoim klientom kompleksowe doradztwo techniczne poprzez sieć biur regionalnych oraz obsłu-

gę projektową we własnej pracowni. Zlecenia wykonywane są na bazie powierzonej dokumentacji lub w systemie „projektuj i buduj” (na bazie własnych analiz i rozwiązań). 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 kontrakty, od niewielkich inwestycji prywatnych do wielkich projektów publicznych i komercyjnych. Klientami firmy Aarsleff są inwestorzy indywidualni, jednostki samorządu terytorialnego i publicznego oraz międzynarodowe przedsiębiorstwa budowlane z całego świata.

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



AARSLEFF

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



▲ Fot. 2. Autostrada A4 Rzeszów-Dębica – pale prefabrykowane pod fundamenty obiektów inżynierskich



▲ Fot. 3. Terminal międzynarodowy, Kraków-Balice – kompleksowe zabezpieczenie wykopu: stalowe ścianki szczelne, palisady, wzmocnienie gruntu kolumnami cementowymi

Zakres działalności

Roboty palowe i wzmocnienia gruntu:

- pale i kolumny 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)
- kolumny DSM i formowane metodą jet grouting
- mikropale samowierzące i iniekcyjne.



▲ Fot. 4. Terminal LNG, Świnoujście – generalne wykonawstwo robót hydrotechnicznych

Zabezpieczenia wykopów:

- ścianki szczelne z grodzic stalowych wciśniętych, wibrowanych lub/i wbijanych
- palisady ażurowe, stykowe i sieczne z pali wierconych i kolumn DSM/jet grouting
- systemowe rozpory stalowe
- iniekcyjne kotwy gruntowe.

Konstrukcje hydrotechniczne śródlądowe i morskie:

- przesłony przeciwniecki
- nabrzeża, falochrony, dalby, jazy, mariny, stawy nawigacyjne.



▲ Fot. 5. Farma wiatrowa, Darłowo – posadowienie elektrowni wiatrowych na palach prefabrykowanych

Kompleksowa obsługa projektowa i pomiarowa obejmująca:

- opracowanie dokumentacji projektowych wykonawczych i technologicznych
- opracowanie programów badań i monitoringu konstrukcji oraz robót geotechnicznych
- badania nośności i ciągłości pali
- badania wstępne, przydatności i odbiorcze kotew gruntowych
- pomiary wibracji i hałasu
- pomiary inklinometryczne.

B + F Beton- und Fertigteilgesellschaft mbH Lauchhammer



O firmie

B+F Beton- und Fertigteilgesellschaft należy do grupy Spezialtechnik Dresden, wchodzącej w skład amerykańskiego koncernu General Atomics, który specjalizuje się w usługach i produktach nowych technologii dla transportu, energetyki i wojska.



Firma jest jednym z europejskich liderów w produkcji specjalistycznych i innowacyjnych prefabrykatów żelbetonowych dla infrastruktury kolejowej, drogowej, wodnej i przemysłowej.

Drogowe i kolejowe płyty zbierające

System prefabrykowanych szczelnych wariantów torowych i drogowych przeznaczony jest do budowy:

- punktów przeładunkowych paliw płynnych, chemikaliów i niebezpiecznych towarów
- stacji tankowania samochodów i lokomotyw spalinowych
- punktów mycia i odfekalniania taboru szynowego.

System spełnia wszelkie wymagania w zakresie ochrony wody i środowiska naturalnego.

Torowe płyty nośne

Zintegrowana nawierzchnia drogowo-kolejowa i drogowo-tramwajowa, stosowana jest do budowy przejazdów kolejowych i tramwajowych oraz wspólnej nawierzchni (drogowej i kolejowej) w portach, magazynach, halach, terminalach kontenerowych, a także na dworcach i w tunelach.

Pozostałe produkty

Firma dodatkowo ma w swojej ofercie prefabrykaty do budowy:

- barier chroniących obiekty
- wag drogowych i kolejowych (zagłębionych, najazdowych, płaskich)
- torowisk, peronów kolejowych, nawierzchni kolejowej punktów do odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących niebezpieczne towary
- podziemnych instalacji kablowych – bezspoinowe szyby kablowe, skrzynki rozga-



B + F Beton- und Fertigteilgesellschaft mbH Lauchhammer

ul. Armii Krajowej 7

45-071 Opole

tel. 77 402 17 87, 666 900 733

faks 77 402 17 89

www.bfl-gmbh.pl, biuro@bfl-gmbh.com



łączne i szyby, normowe kanały pod kable i kanały z pokrywą, kanały kablowe, płyty betonowe zamykające kanały kablowe, betonowe kamienie znakujące

- instalacji wodnych i ściekowych – szyby do pomp, kompletne stacje pomp, budowlę wpustowe i upustowe, szyby ściekowe i płytowe, ścianki ochronne zanurzane, mnichy, osadniki piasku, kesony, niecki, studnie wodomierzowe
- koryt i kanałów – koryta z pokrywą lub bez, elementy kołpakowe, kanały ramowe z kotwieniami, koryta specjalne ze specjalnymi profilami, wielkoformatowe kanały kablowe do instalacji przemysłowych, kanały naprawcze dla punktów utrzymania pojazdów (wagonów i lokomotyw, tramwajów, samochodów)
- gotowych budynków dla stacji transformatorowych i urządzeń SRK
- zintegrowanych fundamentów myjni kolejowych i tramwajowych
- mostów, wiaduktów
- stadionów – trybuny. ■



CENTRUM BADAŃ LABORATORYJNYCH

KONTROLA JAKOŚCI WYKONANIA
OZNAKOWANIA DROGOWEGO
(POZIOMEGO I PIONOWEGO)



POMIAR BARWY OZNAKOWANIA



POMIAR WSPÓŁCZYNNIKA R_L I Q_d
(WIDZIALNOŚĆ W DZIEŃ I W NOCY)



BADANIE SZORSTKOŚCI SRT



BADANIA TYPU MM-A SMA, AC, ACWMS (KR 1-7)
I INNE BADANIA Z ZAKRESU BUDOWNICTWA



tel./fax: 81 744 33 03 | biuro@cebel.pl

www.cebel.pl



Przemysław Macioszek
BSW Berleburger
Schaumstoffwerk GmbH

Intensywny rozwój dużych aglomeracji miejskich wiąże się z zagęszczaniem zabudowy. Coraz trudniej znaleźć interesujące wolne tereny pod inwestycje w centrum miast, a ceny gruntu stale rosną. Inwestorzy zaczynają więc interesować się działkami, które jeszcze kilka lat temu, ze względu na położenie, wydawały się nieatrakcyjne lub wznoszenie na nich budynków było niemożliwe.

REGUPOL® – MATERIAŁ DO OCHRONY PRZED DRGANIAMI

Do takich miejsc należą tereny położone przy torach kolejowych, tramwajowych bądź nad tunelami metra, czyli takie gdzie występują drgania i wstrząsy wywołane transportem szynowym. Rozwój technologii elastomerów sprawił, że inwestorzy coraz chętniej nabywają nieruchomości nawet na tak problematycznych terenach. Odpowiednio dobrane materiały pozwalają na łazyskowanie budynków i eliminację wpływu drgań.

Elastomery Regupol® w warszawskich inwestycjach

Elastomery firmy BSW GmbH zostały wykorzystane m.in. podczas budowy nowych

warszawskich obiektów – Piano House oraz Carpathia Office House.

Piano House to apartamentowiec zainspirowany modernistyczną architekturą, położony przy ulicy Zajęczej w Warszawie, nieopodal Centrum Nauki Kopernik oraz stacji metra Powiśle. Obiekt został wybudowany w 2013 roku, a inwestorem był Icon Real Estate.

Stylistyka eksponowanych ścian szczytowych utrzymana jest w konwencji smukłych linii klawiatury fortepianu. Zastosowane materiały, takie jak granit, piaskowiec i onyks oraz standard wykończenia podkreśliły prestiżowy charakter projektu. W pięciopiętrowym budynku powstało 68 lokali o po-

wierzchni od 31 do ponad 250 m². W budynku znajduje się również trzypoziomowy garaż podziemny.

Carpathia Office House to sześciokondygancyjny budynek biurowy, zlokalizowany przy ulicy Cichej w Warszawie. Inwestorem nieruchomości zrealizowanej w 2014 roku był GD&K Investment Sp. z o.o. & spółka Projekt Cicha Sp.k.

Carpathia ma ok. 3700 m² powierzchni biurowej przeznaczonej na wynajem. Pod budynkiem znajduje się dwukondygnacyjny parking podziemny.

Budowa tych dwóch budynków stanowiła duże wyzwanie, z uwagi na bardzo bliski przebieg, wykonywanej praktycznie w tym samym czasie, II linii metra. Piano House jest w bardzo bliskim sąsiedztwie linii metra, natomiast budynek Carpathia znajduje się w bezpośrednim kontakcie. Ściany tunelu w tym przypadku oddalone są niewiele ponad 3 m od płyty fundamentowej biurowca.

Drgania emitowane przez przejeżdżające pojazdy szynowe (pociągi metra) mogą być duże, a ich oddziaływanie zarówno na człowieka jak i budowlę mogą być negatywne. Gdyby fundament budynku został wykonany bez odpowiedniego zabezpieczenia, w obszarze wpływu transportu szynowego, drgania oddziaływałyby na fundament,





przenosilyby się drogą materiałową po konstrukcji budynku. Elementami „transportującymi” mogą być ściany, stropy, podłogi. Należy przy tym pamiętać, że to właśnie drgania, wtórnie zamieniają się w uciążliwy i szkodliwy dla ludzi hałas.

Rozwiązania w zakresie tłumienia drgań

Ochrona przed drganiami omawianych budynków była wyjątkowo skomplikowana z uwagi na fakt, że na etapie ich budowy źródło zakłóceń czyli metro jeszcze nie funkcjonowało. Stąd też, zabezpieczenie zostało wykonane w oparciu o wiedzę i doświadczenie pracowników BSW GmbH we współpracy i według wytycznych kadry naukowej Politechniki Krakowskiej oraz Politechniki Warszawskiej.



Na podstawie zgromadzonych danych, komputerowo zbudowano modele budynków oraz przeprowadzono symulację drgań. Wykonano również obliczenia dla optymalnego elastycznego posadowienia budynków.

W przypadku budynku Piano House do wibroizolacji płyty fundamentowej wybrano produkt Regupol® HT grubości 30 mm, natomiast ściany fundamentowe, w linii możliwego oddziaływania drgań, osłonięto produktem Regupol® PL grubości 50 mm.

Dla budynku Carpathia posadowienie elastyczne zostało wykonane z mat Regupol® Vibration 450 oraz Regupol® Vibration 550, a zabezpieczenie ścian fundamentowych pionowych z Regupol® Vibration 450 grubości 25 mm.

Prace wykonawcze rozpoczęto od ułożenia na podkładzie z chudego betonu warstwy elastomeru. Styki poszczególnych płyt zostały zaklejone taśmą. Następnie położono z przesunięciem zapobiegającym pokrywaniu się fug, drugą warstwę płyt sklejając styki taśmą. Ponieważ mleczko cementowe po wyschnięciu może tworzyć mostki dźwiękowe, aby tego uniknąć materiał zabezpieczono grubą folią budowlaną. Na tak przygotowanym podłożu została wykonana płyta fundamentowa. Do realizacji tego projektu dostarczono ok. 5000 m² mat wibroizolacyjnych Regupol®.

Uzyskane efekty

Druga linia metra funkcjonuje od marca 2015 roku. Oba budynki (Piano House, Carpathia Office House) są oddane do użytku, a bliskość metra jest nieodczuwalna.

W tym czasie w Warszawie były również budowane inne budynki zlokalizowane, na terenach narażonych na drgania, pochodzące z transportu szynowego.

Niestety, w kilku przypadkach nie zastosowano zabezpieczenia wibroizolacyjnego fundamentów. Dzieje się tak głównie z uwagi na naciski inwestorów, którzy dążą do minimalizacji kosztów budowy. Biura architektoniczne również pomijają w projektach aspekt zabezpieczania przed drganiami. W efekcie końcowym to nabywca boryka się z problemem hałasu i dyskomfortem. Takie inwestycje nie spełniają normy dotyczącej wpływu drgań na ludzi w budynkach (PN-88/B-02171) normy o drganiach przekazywanych przez podłoże na budynki (PN-85/B-02170). Gdy budynek jest już oddany do użytku nie ma możliwości wbudowania mat wibroizolacyjnych pod płytę czy ławę fundamentową. Jest już za późno na rozwiązanie problemu i stuprocentową ochronę obiektu. Tego typu inwestycje kończą się potężnymi odszkodowaniami, których wartość wielokrotnie przekracza koszty zaimplementowania rozwiązań ochronnych. ■

BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH ► Am Hilgenacker 24

► 57319 Bad Berleburg, Niemcy ► Kontakt w Polsce: Przemysław Macioszek

► tel. 660 506 696 ► www.bsw-wibroakustyka.pl ► biuro@regupol.pl



MEMBRANA Z DROBNOZIARNISTEJ
MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ

VIASAF®

Redukcja spękań odbitych
– ochrona i trwałość
nawierzchni asfaltowej



Eurovia Polska S.A.

Bielany Wrocławskie, ul. Szwedzka 5
55-040 Kobierzyce
www.eurovia.pl

Informacja techniczna:
innovations@eurovia.pl
dzial.techniczny@eurovia.pl





Dawid Żymetka
EUROVIA POLSKA S.A.

Układanie nowej nawierzchni asfaltowej na nośnym, ale spękanym podłożu wymaga zastosowania rozwiązań redukujących (tłumiących) występujące w nim naprężenia.

MEMBRANY PRZECIWSPEKANIOWE Z DROBNOZIARNISTEJ MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ

Utrzymanie i naprawa istniejących ciągów drogowych stanowi większość realizowanych w drogownictwie robót. Naprawa lub przebudowa istniejących dróg to w każdym przypadku indywidualny problem do rozwiązania. Obok utraty nośności drugim największym wyzwaniem dla drogownictwa są spękania nawierzchni. Mogą one być rezultatem wielu czynników, między innymi zastosowaniem podbudów z materiałów stabilizowanych spoiwami hydraulicznymi bezpośrednio pod warstwami asfaltowymi, bez wprowadzenia jakichkolwiek rozwiązań redukujących naprężenia, niewłaściwym zaprojektowaniem lub wykonawstwem podbudów z mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych (MCE), a także stosowaniem zbyt sztywnych mieszanek mineralno-asfaltowych. Często też spękania pojawiają się na skutek braku stosowania rozwiązań redukujących naprężenia przy robotach związanych z wykonywaniem nakładek asfaltowych na spękanym podłożu betonowych oraz na podłożach wykonanych z kostki kamiennej.

Metody redukcji naprężeń

W budownictwie drogowym znanych jest wiele metod redukcji naprężeń w warstwach konstrukcji drogowej. Najbardziej

rozpowszechnione metody polegają na zastosowaniu geosiatek z tworzyw sztucznych, włókna szklanego lub geosiatek stalowych (siatki stalowe są zazwyczaj przykryte warstwą cienkiego dywanika slurry seal). Inną technologią rozpraszającą naprężenia, znaną i od lat stosowaną w Polsce jest wykonywanie warstw SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer), która polega na wykonaniu membrany z wysokomodyfikowanego asfaltu na oczyszczonym podłożu. Następnie na wykonanej membranie rozkłada się kruszywo o frakcji 8/11 lub 11/16. Na tak przygotowaną warstwę układa się kolejne warstwy asfaltowe.

Należy tutaj wyraźnie zaznaczyć, że żadna z wymienionych wyżej technologii rozpraszania naprężeń nie redukuje w 100% spękań odbitych w kilkuletniej lub kilkunastoletniej perspektywie czasowej. Technologie te dają jedynie dość wyraźne opóźnienie w występowaniu spękań odbitych na nowej nawierzchni asfaltowej, znacznie też redukują ich ilość.

Ciekawą alternatywą dla przedstawionych powyżej rozwiązań technologicznych jest zastosowanie drobnoziarnistej mieszanki mineralno-asfaltowej wyprodukowanej na bazie asfaltu wysokomodyfikowanego jako warstwy (membrany) redukującej naprę-

żenia w podłożu. Ze względu na znaczną zawartość asfaltu – mieszanki takie muszą być układane jako cienkie warstwy, aby uniknąć ryzyka koleinowania. Ta technologia redukcji naprężeń w podłożu jest od lat stosowana we Francji i wyparła tam niemal całkowicie technologię SAMI. Ogromną zaletą technologii mieszanek drobnoziarnistych jest łatwość ich układania oraz znaczny postęp robót w czasie. Nie ma też potrzeby stosowania w tym przypadku wyszukanego, specjalistycznego sprzętu drogowego. Do wykonania membrany z mieszanki drobnoziarnistej wystarczy rozścielacz i lekki walec oraz dostęp do wytwórni mieszanek asfaltowych. Technologia ta nie odbiega również od produkcji klasycznej MMA. Kwestią zasadniczą jest jedynie ustawienie właściwych czasów mieszania i ustalenie temperatury produkcji adekwatnej dla asfaltu wysokomodyfikowanego. Co istotne, technologia cienkich membran z drobnoziarnistej mieszanki mineralno-asfaltowej pozwala uniknąć często spotykanego w przypadku siatek osłabienia połączenia międzywarstwowego. Jest to więc bardziej trwała, nowoczesna i mniej kosztowna alternatywa w stosunku do stosowanych obecnie w Polsce rozwiązań redukujących propagację spękań. ■

EUROVIA POLSKA S.A.

- Bielany Wrocławskie, ul. Szwedzka 5 ► 55-040 Kobierzyce ► www.eurovia.pl
- tel. 12 420 00 52 wew. 121 (Dział Techniczny) ► dzial.techniczny@eurovia.pl





Elektromontaż
Rzeszów SA



Powłoki ochronne słupów oświetlniowych w systemie DUPLEX

Długotrwałe zabezpieczenie powłokami ochronnymi powierzchni stalowych eksploatowanych w bezpośrednim narażeniu na działanie warunków atmosferycznych, stanowi nadal duże wyzwanie dla producentów konstrukcji w przypadku gdy okresy użytkowania są liczone w dziesiątkach lat.

Wzrost zanieczyszczenia powietrza, ruch samochodowy a także stosowanie środków chemicznych do zimowego utrzymania dróg spowodowały, że jednowarstwowe powłoki cynkowe przestały skutecznie chronić konstrukcje narażone na agresywne warunki środowiskowe.

Elektromontaż Rzeszów SA od wielu lat wdraża w swojej działalności nowe technologie, w najbardziej kompetentny sposób stosując zindywidualizowane podejście do każdego klienta. Nasze słupy oświetleniowe wykonujemy w innowacyjnej technologii cięcia i spawania laserowego a jako ochronę przed korozją stosujemy system DUPLEX, w którym ogniowa powłoka cynkowa zostaje pokryta dodatkową powłoką malarską w nowoczesnym procesie malowania proszkowego.

GEOD Przedsiębiorstwo Wielobranżowe Michał Wójcik



▲ Fot. 1. System automatycznej rejestracji danych OmniaLog

O firmie

Firma GEOD została założona w 1995 r. W pierwszych latach swej działalności zajmowała się prowadzeniem robót wiertniczych oraz dostawą sprzętu wiertniczego. Od 1998 r. firma skoncentrowała się na dostawach sprzętu i doradztwie w zakresie doboru technologii wiercenia. Gwarancją usług firmy jest profesjonalne podejście do stawianych przed nią wyzwań oraz innowacyjność i kreatywność oferowanych rozwiązań.

Systemy samowierzące oraz pręty gwintowane ARCO RBS

W odpowiedzi na duże zapotrzebowanie polskiego rynku na popularne systemy samowierzące, firma GEOD od początku 2015 r. nawiązała współpracę z włoskim producentem ARCO RBS. Firma ta działa od 2006 r. dostarczając systemowe rozwiązania na rynku włoskim oraz za granicę do takich państw jak: Austria, Niemcy, Szwajcaria, Czechy, Słowenia.

W ofercie przedsiębiorstwa GEOD znajdują się żerdzie zarówno standardowe, jak i ulepszone cieplnie – linia produktów ARCO Termic – które charakteryzują się 1,5 razy większą nośnością aniżeli żerdzie standardowe przy



▲ Fot. 2. Schemat gwoźdźa gruntowego ARCO

zachowaniu takiej samej średnicy. Odnaczają się one siłami zrywającymi od 300 do 3450 kN. Występują jako czarne, cynkowane ogniwo, cynkowane galwanicznie, a także z osłoną antykorozyjną typu duplex.

Elementy spełniają wymagania normy PN-EN 10210-1:2007, PN-EN 10219-1:2007 oraz PN-EN 14490-2010.

GEOD jest również dostawcą prętów gwintowanych ARCO wykonywanych w trzech gatunkach wytrzymałościowych stali: B500 (500/550 N/mm²), B670 (670/800 N/mm²) oraz B900 (900/1100 N/mm²). Pręty oferowane są w zakresie średnic od 20,0 do 63,5 mm. Dostępne są z ochronną powłoką antykorozyjną zgodną z PN-EN 1537:2002.

Do wszystkich systemów dostępny jest szeroki zakres akcesoriów, łączników, koronek, centralizatorów, płyt oporowych, nakrętek i innych.

System pali śrubowych Chance

Przedsiębiorstwo GEOD w swojej ofercie ma także system beziniekcyjnych kotew i gwoździ gruntowych Chance, służący do stabilizacji skarp, nasypów i osuwisk. System kotew Chance to rozwiązanie polegające na wkręceniu w grunt prefabrykowanych elementów stalowych, które poprzez spirale umieszczone na kotwie wzmacniają ośrodek gruntowy.

Systemy monitoringu Sisgeo

GEOD oferuje również produkty włoskiej firmy Sisgeo, zajmującej się produkcją i konstruowaniem wysokiej jakości sprzętu do monitoringu geotechnicznego oraz strukturalnego. Szeroka gama produktów Sisgeo wykorzystuje różne technologie, które znajdują zastosowanie nawet w najbardziej złożonych systemach monitoringu.



GEOD Przedsiębiorstwo Wielobranżowe

Michał Wójcik

ul. Skośna 12, 30-383 Kraków

tel. 12 292 20 75, 516 792 494

faks 12 292 21 75

www.geod.pl, www.sklep.geod.pl

biuro@geod.pl



▲ Fot. 3. Rejestrator danych Archimede dla inklinometrów

Podstawowe grupy oferowanych produktów:

- urządzenia do pomiaru ciśnienia oraz odkształceń górotworu
- urządzenia do pomiaru zmian naprężeń w betonie
- urządzenia do pomiaru przemieszczeń w gruncie
- przetworniki ciśnienia do pomiaru poziomu wód gruntowych i ciśnienia wody w gruncie
- systemy monitoringu obiektów mostowych oraz konstrukcji budowlanych
- urządzenia do monitoringu pochylenia
- urządzenia do pomiarów szczelin i pęknięć
- systemy automatycznego gromadzenia i przesyłu danych. ■



▲ Fot. 4. Wiercenie gwoźdźa gruntowego ARCO



▲ Fot. 1. Siedziba firmy Forbuild

Firma Forbuild SA zaopatruje branżę budowlaną w produkty i sprzęt najwyższej jakości oraz o wysokim zaawansowaniu technologicznym. Oprócz sprzedaży, oferuje swoim klientom możliwość wynajmu sprzętu oraz skorzystania z usług montażowych w zakresie systemów uszczelniających, dylatacyjnych oraz łożysk konstrukcyjnych.

WYBRANE PRODUKTY I ROZWIĄZANIA FIRMY FORBUILD

Łożyska konstrukcyjne

Forbuild oferuje:

- zbrojone łożyska elastomerowe wg PN-EN 1337-3
- łożyska odkształcalne z konstrukcjami podtrzymującymi wg PN-EN 1337-8 oraz DIN 4141-13
- łożyska elastomerowo-ślizgowe wg PN-EN 1337-2 oraz PN-EN 1337-3
- łożyska garnkowe wg PN-EN 1337-5
- łożyska sferyczne wg PN-EN 1337-7
- łożyska prowadzące i łożyska na siły poziome wg PN-EN 1337-8.

Jednym z kluczowych elementów każdego nowoczesnego obiektu inżynierskiego są łożyska konstrukcyjne. Przenoszą one na podpory reakcje od obciążeń pionowych i poziomych, a także zapewniają swobodę odkształceń dźwigarów oraz pomostu, które są wynikiem wpływu temperatury.

Firma Forbuild oprócz doradztwa w zakresie doboru i sprzedaży łożysk konstrukcyjnych dysponuje fachowo przeszkolonymi mobilnymi grupami montażystów wyposażonych w specjalistyczne narzędzia, niezbędne do montażu tych elementów na budowie.

W przypadku montażu łożysk konstrukcyjnych kieruje się obowiązującą normą PN-EN 1337-11 zachowując najwyższe wymagania jakościowe w stosunku do technologii i zastosowanych materiałów. W tym zakresie współpracuje z największy-

mi firmami budowlanymi działającymi na terenie Polski. Firma brała udział w realizacji pierwszych odcinków Autostrady A1 (Skanska-NDI), dostarczała i montowała łożyska na kilku odcinkach Autostrady A2 (Strabag, Polimex-Mostostal, Mosty Łódź) oraz trasy szybkiego ruchu S17 (Mota-Engil). Obecnie Forbuild prowadzi prace monterskie na budowanych obiektach drogi ekspresowej S8 od węzła Opacz do węzła Paszków (Strabag).



▲ Fot. 2. Łożyska konstrukcyjne

Forbuild od 17 lat stawia na kompleksowość swoich usług: doradztwo techniczne, projektowanie rozwiązań z wykorzystaniem własnych produktów i sprzętu, dostawa towaru i sprzętu we wskazane miejsce, montaż systemów oraz pełny serwis gwarancyjny i pogwarancyjny. Dzięki różnorodnym kompetencjom zespołu i wieloletniemu doświadczeniu oferuje klientom wsparcie w takich obszarach jak:

- produktowe doradztwo techniczne na etapie doboru lub projektowania rozwiązań
- profesjonalne doradztwo handlowe
- pełne doradztwo i wsparcie na etapie realizacji.

Do dyspozycji klientów firma ma zespół wykwalifikowanych specjalistów (z działów doradztwa technicznego, handlowego, projektowego i realizacji inwestycji) oraz przedstawicieli handlowych pracujących w 4 oddziałach oraz regionalnych biurach i magazynach – w Końskich, Warszawie, Gdańsku i Sosnowcu.

W zakresie budownictwa inżynierskiego z szerokiej oferty Forbuild można szczególnie wyróżnić:

- łożyska konstrukcyjne
- wózki montażowe
- kotwy talerzowe i punktowe
- wsporniki do szalowania gzymsów
- zbrojenie skręcane BARTEC
- systemy zabezpieczeń na krawędzi SECUMAX
- systemy uszczelniające.



▲ Fot. 3. Zbrojenie BARTEC

Produkty i sprzęt do budowy obiektów mostowych

Forbuild oferuje:

- wózki montażowe (rewizyjne, renowacyjne)
- wsporniki do szalowania gzymśów
- elementy mocujące do montażu wsporników lub pomostów FORBOLD-K
- kotwy talerzowe i punktowe.

Dobór odpowiedniego osprzętu i elementów mocujących w przypadku realizacji obiektów inżynierskich może zdecydowanie usprawnić pracę oraz skrócić czas realizacji całej inwestycji. W przypadku prac wykończeniowych, takich jak realizacja gzymśów, montaż elementów wyposażenia obiektu, prace wykonywane poza obrysem obiektu lub pod płytą pomostu, korzystnym rozwiązaniem jest zastosowanie odpowiedniego wózka montażowego. Wspornik



▲ Fot. 4. Systemy dylatacyjne

do szalowania gzymśów jest elementem konstrukcyjnym pozwalającym na wykonanie szalunków i betonowanie gzymśów w obiektach inżynierskich.

Elementy mocujące typu FORBOLD-K służą do montażu wsporników szalunku gzymśu lub tymczasowych platform roboczych. Umożliwiają montaż wielu typów i rodzajów konstrukcji pomocniczych. Ważnymi elementami, montowanymi równocześnie z płytą gzymśową czy kapą chodnika, są mocujące je do konstrukcji nośnej kotwy talerzowe. Typy kotew dostępnych w ofercie firmy Forbuild pozwalają na:

- połączenie, w przypadku nowo budowanego obiektu, kapy chodnika z płytą
- mocowanie nowej kapy chodnika na obiektach remontowanych.

Zbrojenie skręcane BARTEC

System mechanicznego łączenia prętów BARTEC jest wysokiej jakości połączeniem skręcanym prętów zbrojeniowych. Łączniki te służą do wykonywania połączeń oraz kotwienia zbrojenia w konstrukcjach żelbetonowych.

Zalety systemu:

- łączenie prętów zbrojeniowych w zakresie średnic $\varnothing$ 12-40 mm
- możliwość wykonywania połączeń bezpośrednio na budowie lub w zakładzie prefabrykacji
- gwarancja pełnej nośności łączonych prętów
- brak konieczności użycia klucza dynamometrycznego.

Systemy zabezpieczeń SECUMAX

W ofercie firmy znajdują się:

- systemy zabezpieczeń na krawędzi SECUMAX
- systemy zabezpieczeń SECUMAX INDIVIDUAL
- systemy zabezpieczeń na torowisku SECUMAX RAIL.

Zalety systemów:

- szybki i prosty montaż na każdym etapie budowy i w każdej sytuacji



▲ Fot. 5. Zabezpieczenie SECUMAX RAIL

- pełna kompatybilność z innymi elementami systemów SECUMAX
- zwarta kompaktowa konstrukcja
- niezawodne mechanizmy mocujące
- elementy zabezpieczone trwałą powłoką antykorozyjną.

Systemy uszczelniające

Forbuild oferuje:

- taśmy uszczelniające do przerw dylatacyjnych
- taśmy uszczelniające do przerw roboczych
- taśmy zamykające do przerw dylatacyjnych
- taśmy do pionowych rys wymuszonych.

Systemy dylatacyjne

Forbuild oferuje m.in.:

- profil parkingowy wodoszczelny DEFLEX Serii 500
- profil parkingowy wodoszczelny DEFLEX Serii 505.

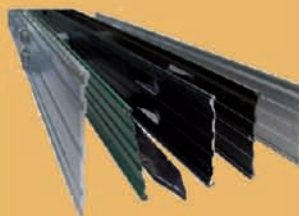
Misją firmy Forbuild, niezmiennie od lat, jest wysoka jakość oferowanych produktów i usług. Poświadczają to liczne atesty, badania, aprobaty techniczne i certyfikaty. Własne pomysły i rozwiązania są zastrzeżone i chronione jako wzory użytkowe, przemysłowe, znaki towarowe i wynalazki. ■

FORBUILD SA

► ul. Górna 2A ► 26-200 Końskie ► tel. 41 375 13 47
► faks 41 375 13 48 ► www.forbuild.eu ► forbuild@forbuild.eu



SYSTEM OBRZEŻY/KRAWĘŻNIKÓW GalaBord



AluRite
wys. 100 i 140mm



AluFlex
wys. 25-100mm



Obrzeża z tworzywa sztucznego
wys. 45-78mm



SlimBord
wys. 50-300mm

SYSTEM UMACNIANIA NAWIERZCHNI EcoRaster



EcoRaster w trakcie montażu
(centrum handlowe Warszawa)

EcoRaster - zazieleniony system



GeoSUP & GeoMAX & GeoGROUND

Korzystna cenowo alternatywa umacniania nawierzchni, wiele możliwości wykorzystania.





Agata Bednarska
Wojciech Ścistowicz
GEOKRAK sp. z o.o.

Przygotowanie każdej inwestycji obejmującej realizację obiektów budowlanych wiąże się z wykonaniem szeregu prac i uzyskaniem wielu decyzji administracyjnych. Niezbędne jest rozpoznanie podłoża gruntowego dla celów zaprojektowania posadowienia obiektu. W terenach o bardziej złożonej budowie konieczne jest określenie warunków hydrogeologicznych. Część inwestycji wymaga decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach lub odpowiedniego postanowienia uzgadniającego warunki realizacji.

WYMAGANIA GEOLOGICZNE I ŚRODOWISKOWE W PROCESIE INWESTYCYJNYM

Dokumentami wynikowymi w zależności od rangi inwestycji, jej lokalizacji, wielkości oraz innych czynników są:

- dokumentacje geologiczno-inżynierskie
- dokumentacje hydrogeologiczne
- raporty o oddziaływaniu na środowisko
- operaty wodnoprawne
- raporty z badań stanu środowiska gruntowo-wodnego.

Są to dokumenty sporządzane przez uprawnione osoby, na podstawie których uzyskiwane są niezbędne decyzje administracyjne.

Firma Geokrak kompleksowo wykonuje badania, przygotowuje niezbędne dokumenty oraz koordynuje procedury administracyjne w zakresie uzgodnień środowiskowych.

Dokumentacje geologiczno-inżynierskie

Wykonywane są dla obiektów budowlanych zaliczonych do II lub III kategorii geotechnicznej w złożonych i skomplikowanych warunkach gruntowych. Dokumentacja

geologiczno-inżynierska jest zatwierdzana drogą decyzji administracyjnej przez właściwy organ administracji geologicznej. Opracowanie to prezentuje własności mechaniczne gruntów oraz definiuje wartości parametrów, które są wykorzystywane do obliczeń posadowienia konstrukcji. Decyzja zatwierdzająca dokumentację jest niezbędna do uzyskania pozwolenia na budowę.

Dokumentacje hydrogeologiczne

Sporządzane są między innymi dla planowanych odwodnień budowlanych otworami wiertniczymi oraz dla przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne. Dokumentacje te określają warunki hydrogeologiczne danego terenu, charakterystykę warstw wodonośnych, możliwości poboru wód gruntowych, skład chemiczny oraz cechy fizyczne i inne własności wód.

Raporty o oddziaływaniu na środowisko

Pewna grupa inwestycji wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (tzw. decyzji środowiskowej) lub odpowiedniego postanowienia uzgadniającego. W tym celu konieczne może się okazać przygotowanie raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Decyzja oraz postanowienie uzgadniające są konieczne do uzyskania dalszych decyzji administracyjnych (np. pozwolenia na budowę) i wiążą organy wydające te decyzje.

Geokrak oferuje swoim klientom przygotowanie niezbędnej dokumentacji z zakresu geologii, hydrogeologii oraz ochrony środowiska. Realizacja pakietu prac przez jednego wykonawcę w praktyce oznacza dla klienta oszczędność czasu i pieniędzy, zgodność merytoryczną opracowywanych dokumentacji oraz lepszą kontrolę nad procesem inwestycyjnym. ■

GEOKRAK sp. z o.o.

► ul. Mazowiecka 21 ► 30-019 Kraków ► tel. 12 633 81 10
► faks 12 632 09 00 ► www.geokrak.pl ► geokrak@geokrak.pl

 **geokrak**

GEOTECHNIKA

- Próbné obciążenia pali i kolumn
- Badania ciągłości pali i kolumn
- Projekty posadowień obiektów
- Projekty wzmocnień podłoża i fundamentów istniejących
- Projekty zabezpieczeń skarp i zboczy
- Opinie i ekspertyzy geotechniczne
- Konsultacje w zakresie geotechniki

GEOLOGIA INŻYNIERSKA I HYDROLOGIA

- Wiercenia terenowe mechaniczne i ręczne
- Wiercenia rdzeniowe
- Sondowania dynamiczne i statyczne
- Badania podłoża płytą statyczną VSS
- Badania podłoża lekką płytą dynamiczną
- Badania laboratoryjne gruntów i wody
- Projekty i Dokumentacje Geologiczno-Inżynierskie i Hydrologiczne
- Projekty i Opinie geotechniczne
- Dokumentacje badań podłoża

GEOTECHNICZNA OBSŁUGA INWESTYCJI

NADZORY GEOLOGICZNE



HYDRO BG Sp. z o.o.



O firmie

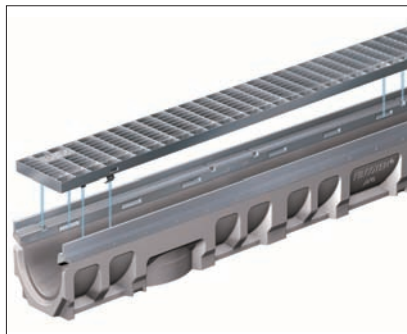
Hydro BG jest spółką córką austriackiej firmy BG-Graspointner istniejącej na rynku od 1963 r., działającej w branży systemów odwodnień, budownictwa drogowego i kolejowego. Głównym celem działania spółki od samego początku jest wytwarzanie wyspecjalizowanych i technologicznie zaawansowanych produktów, które są bezpieczne dla środowiska.

W ofercie przedsiębiorstwa znajdują się:

- systemy odwodnienia
- prefabrykowane elementy dla kolei
- systemy drogowe.

System odwodnienia FILCOTEN®

FILCOTEN® to nowoczesna technologia wytwarzania produktów betonowych. W procesie produkcji, w wyniku mieszania i przetwarzania włókna, cementu i kruszywa, powstaje wysokiej jakości tworzywo kompozytowe.



Zastosowana technologia umożliwia wytwarzanie wysoce stabilnych i lekkich elementów systemu odwodnienia. Włókna pełnią rolę mikrozbrojenia, które oddziałuje statycznie aż do powierzchni krawędzi kanałów odwadniających. Przy małej grubości ścianek produkty FILCOTEN® osiągają dużą wytrzymałość na ściskanie i gięcie. Dostosowane są one do przenoszenia obciążeń do 900 kN (klasa F900 według EN 1433).

Produkty FILCOTEN® podlegają w 100% recyklingowi.

Firma Hydro BG ma w swojej ofercie trzy warianty krawędzi korytek odwadniających (bez krawędzi stalowej, z krawędzią ze stali ocynkowanej lub ze stali nierdzewnej) i szeroki asortyment rusztów przykrywających. Kanały odwadniające FILCOTEN® otrzymały certyfikat jakości od Instytutu Biologii Budownictwa IBR w Rosenheim oraz klasę emisji A+ według rozporządzenia VOC.

Prefabrykowane korytka kablowe BG

Betonowe korytka kablowe BG umożliwiają suchy i czysty montaż okablowania zarówno wzdłuż poszczególnych odcinków linii kolejowej, jak również na terenie dworców i metra. Umożliwiają doprowadzenie m.in. instalacji elektrycznej i linii telefonicznej. Idealnie dopasowane elementy składowe oraz wycięte linie prowadzące korytek przyczyniają się do sprawnej budowy sieci (w tym zakresie) poszczególnych odcinków linii kolejowych.



HYDRO BG
Sustainable innovation.

HYDRO BG Sp. z o.o.

ul. Szpotańskiego 10

04-760 Warszawa

tel. 22 615 58 52

www.hydrobg.pl

office-pl@bg-company.com



Systemy drogowe

Firma opracowała różne systemy przeciwdziałające wzrostowi kosztów utrzymania dróg i spadkom poziomu bezpieczeństwa ruchu dla jego użytkowników. Należą do nich między innymi płyty pobocza LEFIX®. Są to prefabrykowane elementy betonowe służące do ochrony skraju drogi. Konstrukcja płyt nie tylko zapobiega odrywaniu miękkiego pobocza, ale także zabezpiecza jezdnię przed zanieczyszczeniami. Dzięki nim woda opadowa może spływać w kontrolowany sposób, ulica wysycha szybciej i staje się przez to bezpieczniejsza. Ponadto w czasie jazdy po poboczu, koniec szerokości jezdni jest sygnalizowany optycznie i dźwiękowo użytkownikom ruchu (efekt dudnienia). Poza tym, że LEFIX® chroni drogi przed uszkodzeniami, nie wymaga konserwacji, a także obniża potrzebę renowacji nawierzchni. ■



HYDROGEOSTUDIO

HGS

PRACOWNIA GEOTECHNIKI, GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ, HYDROGEOLOGII I OCHRONY ŚRODOWISKA

HydroGeoStudio Paczuski Sulkowski Sp.J.

ul. Antoniewska 50, 02-977 Warszawa

usługi geologiczne – pełny zakres – cały kraj
wiercenia – odwodnienia – dokumentacje – ekspertyzy

22 856 82 15 – biuro@hgs.waw.pl

Hydrogeologia:

- kompleksowe prowadzenie odwodnień wykopów budowlanych (studnie odwodnieniowe, studnie chłonne, igłofiltr, odwodnienia powierzchniowe)
- projekty i dokumentacje hydrogeologiczne, operaty wodnoprawne
- projekty i wykonanie studni ujęć wód podziemnych, piezometrów, drenażu

Geotechnika:

- badania polowe i laboratoryjne – pełny zakres (wiercenia, sondowania)
- opinie i projekty geotechniczne, dokumentacje geologiczno-inżynierskie, ekspertyzy
- geotechniczna obsługa budów – pełny zakres

Geologia:

- projekty, dokumentacje i koncesje w związku z wydobywaniem kruszywa
- doradztwo w zakresie wodno-gruntowym

Ochrona środowiska:

- ocena i monitoring jakości środowiska gruntowo-wodnego
- projektowanie i montaż sieci monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych
- projekty i ekspertyzy szkodliwych, raporty środowiskowe



Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego



O firmie

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego (IMBiGS) prowadzi m.in. badania naukowe i rozwojowe w obszarze surowców i wyrobów budowlanych, technologii i maszyn do wydobycia i przeróbki górniczej oraz do produkcji materiałów i wyrobów budowlanych. Szczegółowy zakres działalności istniejącego od ponad 60 lat Instytutu zawiera strona www.imbigs.pl.

Badania, certyfikacja i aprobaty

Nadane uprawnienia do prowadzenia badań, certyfikowania, udzielania aprobat i ocen technicznych sytuują Instytut w rzędzie jednostek wpływających na poziom i rozwój branży budowlanej, zwłaszcza w części dotyczącej budownictwa ogólnego, drogowego oraz kolejowego.

Instytut:

- wykonuje pełny zakres badań wstępnych wg PN-EN dla:
 - kruszywa stosowanego do: betonu, mieszanek mineralno-asfaltowych, mieszanek związanych lub niezwiązanych hydraulicznie, kruszywa do zapraw, kruszywa na podsypki kolejowe
 - kamienia hydrotechnicznego

- kamienia budowlanego: bloków, płyt surowych, okładzinowych modułowych, podłogowych oraz schodowych
- wyrobów z kamienia i betonu: krawężników, kostki brukowej, płyt do nawierzchni drogowych

- wyrobów betonowych – badanie niektórych właściwości

- prowadzi badania materiałów budowlanych wg norm PN oraz badania pozanormowe

- dokonuje oceny właściwości i zastosowań kruszyw, kamieni budowlanych, betonów i innych wyrobów budowlanych

- opracowuje ekspertyzy i opinie dotyczące surowców i wyrobów budowlanych oraz ich zastosowania

- prowadzi doradztwo i wykonuje ekspertyzy w zakresie badania maszyn i urządzeń budowlanych i drogowych, kruszyw, innych surowców budowlanych i odpadów wydobywczych w akredytowanych laboratoriach (certyfikaty PCA - AB 049 i AB 1344)

- prowadzi badania drgań i hałasu działających na osoby obsługujące maszyny budowlane oraz ocenia wpływ tych czynników na zdrowie ludzi

- wykonuje obliczenia statyczne konstrukcji tymczasowych przy zastosowaniu elektronicznej techniki obliczeniowej

- prowadzi badania systemów deskowań, systemów zabezpieczeń w zakresie konstrukcji i bezpieczeństwa montażu i eksploatacji

- prowadzi prace badawcze i aplikacyjne w zakresie systemów monitorowania stanu technicznego obiektów budowlanych. Badania dotyczące maszyn i urządzeń oraz surowców skalnych i materiałów budowlanych



Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego
ul. Racjonalizacji 6/8
02-673 Warszawa
tel. 22 843 02 01, faks 22 843 59 81
www.imbigs.pl
imb@imbigs.pl

nich prowadzone są w Instytucie już od ponad 40 lat. IMBiGS ma odpowiednie kompetencje, personel oraz wyposażenie do ich wykonywania.

Jednostką certyfikującą m.in. maszyny dla budownictwa i drogownictwa oraz wyroby i zakładową kontrolę produkcji związaną z produkcją wyrobów budowlanych, w tym kruszyw, mieszanek mineralno-asfaltowych, asfaltów i lepiszczy asfaltowych jest Ośrodek Certyfikacji IMBiGS, w ramach akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji – certyfikat nr AC 002, AC 065 oraz AC 092 QMS. IMBiGS od kwietnia 2015 roku ma upoważnienie do udzielania Europejskich Ocen Technicznych m.in. dla kruszyw.

Instytut koordynuje w Polsce proces szkolenia operatorów maszyn budowlanych, drogowych transportowych oraz montażystów rusztowań budowlanych (więcej na www.cksom.imbigs.pl). We własnym, doświadczalnym ośrodku szkolenia, wyposażonym w nowoczesne środki dydaktyczne – w tym dynamiczne symulatory koparki i ładowarki Volvo – szkoli operatorów maszyn budowlanych i montażystów rusztowań, a także weryfikuje umiejętności starających się o uprawnienia wyższej kategorii. Szczegóły są zawarte na stronie www.osom.pl. ■



Małgorzata Kłapkowska
IZOHAN Sp. z o.o.

Izolacja-nawierzchnie spełniają jednocześnie funkcję nawierzchni użytkowej i hydroizolacji. Dzięki swoim właściwościom mają szerokie spektrum zastosowań. Znakomicie sprawdzają się na obiektach mostowych, kładkach pieszo-jezdných, w garażach wielostanowiskowych, halach produkcyjnych i magazynowych, obiektach handlowych oraz użyteczności publicznej, a także na balkonach i tarasach.

EPOKSYDOWE IZOLACJO- -NAWIERZCHNIE W SYSTEMIE IZOCHAN

Izolacja-nawierzchnie epoksydowe IZOCHAN

W skład systemu izolacyjno-nawierzchniowego przeznaczonego do podłoża betonowych i stalowych wchodzi:

- IZOCHAN epoxy EP-601 – grunt na bazie żywicy epoksydowej
- IZOCHAN epoxy EP-602 – membrana epoksydowa
- IZOCHAN epoxy EP-603 – masa do wypełniania dylatacji od 5 do 35 mm oraz do zamykania rys i pęknięć.

System ma aprobatę techniczną IBDIM potwierdzającą jego przydatność do stosowania bez ograniczeń na:

- drogowych obiektach inżynierskich
 - kolejowych obiektach inżynierskich
 - obiektach budowlanych kolei miejskiej.
- Izolacja-nawierzchnia IZOCHAN epoxy EP pełni jednocześnie funkcje nawierzchni oraz izolacji przeciwwodnej na obiekcie. Powłoka wykonana z żywicy IZOCHAN epoxy EP-602 jest odporna na działanie czynników chemicznych o charakterze kwaśnym lub zasadowym, a także na działanie wody (w tym morskiej) oraz soli, olejów i benzyny. Po dodaniu żwirku kwarcowego charakteryzuje się

bardzo dobrą odpornością mechaniczną. Izolacja-nawierzchnia IZOCHAN epoxy EP stosowana jest w zakresie grubości 2-4 mm. Warstwa zasadnicza powłoki na obiektach inżynierskich, jest wykonywana w wersji z dodatkiem żwirku kwarcowego o uziarnieniu 0,8-1,2 mm oraz w wersji z dodatkiem żwirku kwarcowego w masie i z obsypką kwarcową.

Zastosowanie IZOHAN epoxy EP

Grunt IZOCHAN epoxy EP-601 stosowany jest:

- do gruntowania podłoża mineralnych i stalowych przed aplikacją IZOCHAN epoxy EP-602
 - jako grunt pod papę zgrzewalną
 - jako wzmocnienie podłoża chłonnego, porowatego lub/i o niskiej wytrzymałości mechanicznej
 - jako grunt szczepny na przeszlifowanych okładzinach ceramicznych, kamieniu, łasztro, powierzchniach stalowych
- Membrana IZOCHAN epoxy EP-602 wykorzystywana jest:
- w wersji z piaskiem jako izolacja-nawierzchnia do zabezpieczania ciągów pieszych i obciążonych ruchem kołowym

- do wykonywania powłok ochronnych w korytach balastowych kolejowych obiektów mostowych
- do samodzielnego zabezpieczania konstrukcji betonowych i elementów stalowych
- do zabezpieczania zbiorników ściekowych np. w oczyszczalniach ścieków komunalnych i przemysłowych.

Zalety systemu

- Możliwość stosowania na wilgotne podłoża (nawet na młody 3-dniowy beton).
- Bardzo dobra przyczepność do podłoża betonowego i stalowego ($> 2,5 \text{ N/mm}^2$).
- Bardzo dobra odporność chemiczna (media o charakterze kwaśnym i zasadowym, odporność na działanie wody morskiej, soli, olejów, benzyny).
- Wysoka wodoszczelność nawet przy oddziaływaniu wody pod ciśnieniem (absorpcja wody maks. 1,5%).
- Zachowuje elastyczność przy wysokiej odporności mechanicznej (wydłużenie 93%, przy -10°C wydłużenie wynosi 75%) co umożliwia wykonywanie nawierzchni bezspoinowych.
- Możliwość barwienia. ■

IZOHAN Sp. z o.o.

► ul. Łużycka 2 ► 81-963 Gdynia ► tel./faks 58 781 45 85
► www.izohan.pl ► info@izohan.pl





Wojciech Bazan
JARA DRAPAŁA & PARTNERS
Sp.k.

Liczne inwestycje infrastrukturalne realizowane w oparciu o warunki kontraktowe FIDIC sprawiają, że również polskie sądy zmuszone są do dokonywania wykładni tych warunków na tle obowiązującego prawa cywilnego.

WARUNKI KONTRAKTOWE FIDIC W ORZECZNICTWIE POLSKICH SĄDÓW

JARA DRAPAŁA & PARTNERS prowadzi stały monitoring orzecznictwa, aby móc jak najlepiej zabezpieczyć interesy swoich klientów oraz zawniasz informować ich o zmieniających się trendach. W jednym z aktualnych orzeczeń Sąd Apelacyjny w Gdańsku odniósł się do ustanowionej w warunkach FIDIC instytucji powiadamiania o roszczeniu oraz konsekwencji niezachowania terminu określonego w subklauzuli 20.1.

Istota powiadomienia i jego formy

Pierwszym etapem procedury roszczeniowej jest powiadomienie Inżyniera o roszczeniu, którego treść ma jedynie wskazywać wystąpienie i pokrótce opisywać okoliczności i wydarzenia powodujące jego powstanie. Na tym etapie nie ma potrzeby określania żądania ani konkretnej klauzuli z kontraktu. Zdaniem sądu nie można od wykonawcy wymagać, aby już w powiadomieniu przedstawił samodzielną kwalifikację problemu i wdrożone rozwiązanie. Takie nieuzasadnione oczekiwania wprowadzałyby dalej idące konsekwencje w postaci obarczania wykonawcy ryzykiem braku akceptacji danego rozwiązania przez

Inżyniera lub zamawiającego. Zatem samo złożenie wniosku o rozliczenie robót dodatkowych lub analogicznego wniosku o wprowadzenie zmiany można uznać za powiadomienie o roszczeniu. Będzie to miało istotne znaczenie w razie ewentualnego niepowodzenia negocjacji w danym trybie z Inżynierem lub zamawiającym. Sąd racjonalnie stanął na stanowisku, że nie sposób stwierdzić, jakoby subklauzula 20.1 miała polegać na obowiązku ponawiania powiadomienia o roszczeniu każdorazowo po odmowie zapłaty czy też po odmowie udzielenia zgody na rozliczenie w procedowanym trybie. Z literalnej i funkcjonalnej wykładni wynika jedynie jednokrotny obowiązek powiadomienia. Podmiot powiadomiony o określonych okolicznościach faktycznych (tj. zamawiający lub Inżynier) uzyskuje o nich wiedzę i nie może powoływać się na jej brak, skoro dało mu ją jednokrotne powiadomienie.

Konsekwencje uchybienia terminowi określönemu w subklauzuli 20.1

Sprzeczny z bezwzględnie obowiązującymi przepisami jest, często prezentowany przez

zamawiających pogląd, jakoby subklauzula 20.1 wprowadzała rygor wygaśnięcia roszczenia. Orzecznictwo stopniowo wypracowuje odmienne, prawidłowe zdaniem autora stanowisko. Zgodnie z nim, w sytuacji, gdy wykonawca nie dostosuje się do 42-dniowego terminu na zgłoszenie „kompletnego roszczenia”, to wszelkie uprawnienia do dodatkowej zapłaty zostaną ograniczone jedynie w takim stopniu, w jakim to uchybienie uniemożliwiło lub zaszkodziło należytemu zbadaniu roszczenia. Tak więc niezachowanie terminu na złożenie roszczenia szczegółowego nie skutkuje jego wygaśnięciem. Może mieć to jedynie wpływ na wysokość dodatkowej płatności. Wykonawca będzie bowiem uprawniony do dodatkowej płatności za taką część roszczenia, którą zdołał wykazać.

Subklauzula 20.1 ma jedynie przeciwdziałać sytuacjom, w których dane roboty dodatkowe byłyby wykonywane zupełnie bez wiedzy zamawiającego, a wykonawca zgłaszałby je dopiero po ich zakryciu lub całkowitym wykonaniu. Takie postępowanie utrudniałoby weryfikację ich wystąpienia i wycenę, co w naturalny sposób naraża strony na długotrwały spór. ■

JARA DRAPAŁA & PARTNERS Sp.k.

► ul. Bonifraterska 17 ► 00-203 Warszawa ► tel. 22 246 00 30 ► faks 22 246 00 31
► www.jara-law.pl ► office@jara-law.pl

JARA DRAPAŁA & PARTNERS

LEGAL • TAX



Remigiusz Tytuła
KZN „Biezanów” Sp. z o.o.

System logistyczny dedykowany do transportu rozjazdów kolejowych, autorstwa Kolejowych Zakładów Nawierzchniowych „Biezanów” Sp. z o.o., to innowacyjne rozwiązanie gwarantujące wysoką jakość początkową zabudowywanych konstrukcji rozjazdowych.

TECHNOLOGIA LOGISTYKI ROZJAZDÓW KOLEJOWYCH W BLOKACH

System zabezpiecza bloki rozjazdów kolejowych przed odkształceniami i uszkodzeniami na etapie załadunku w zakładzie produkcyjnym, transportu i rozładunku w miejscu zabudowy. Bazą systemu są specjalnie zaprojektowane i zbudowane wagony-platformy zintegrowane z bezpiecznym i precyzyjnym systemem dźwigowym oraz modułami mocowania i usztywnienia w trakcie transportu i przenoszenia. To innowacyjny, opatentowany, całkowicie niepowtarzalny i zbudowany od podstaw system logistyczny przygotowany koncepcyjnie przez Biuro Badawczo-Rozwojowe KZN „Biezanów”.

KZN postawił na całościowe rozwiązanie problemu – zapewnienie jak najwyższej jakości początkowej rozjazdu kolejowego zabudowywanego w torze, ze szczególnym uwzględnieniem rozjazdów dedykowanych dla większych prędkości, których długość konstrukcyjna jest znacząca. Kompleksowe

podejście oznacza przede wszystkim stworzenie modelu logistycznego, umożliwiającego transport długich elementów, np. całych bloków zwrotnicy, szyn łączących i krzyżownicy rozjazdów o promieniu $R = 500$, $R = 760$ i $R = 1200$ m. W ten sposób ograniczone zostają prace na placu budowy. Istotny w ocenie wysokiej przydatności projektu jest także fakt, iż poruszający się wagon z umocowanym blokiem rozjazdowym mieści się w skrajni taborowej, a praca dźwigów w miejscu zabudowy nie wymaga demontażu sieci trakcyjnej. System logistyki rozjazdowej KZN-u, którego kluczowym elementem są wagony, zapewnia możliwość transportu bloków rozjazdowych dedykowanych dla systemu KDP. Technologia KZN została zgłoszona do Urzędu Patentowego RP i jest objęta międzynarodowym zgłoszeniem patentowym w trybie PCT.

Elementy składowe systemu

Zintegrowany system logistyki rozjazdów składa się z czterech zasadniczych modułów:

■ technologii załadunku i rozładunku rozjazdów kolejowych zmontowanych w bloki przy pomocy zintegrowanych dźwigów hydraulicznych:

- umożliwia szybkie i łatwe podpięcie elementów usztywnienia do haków dźwigu
- zabezpiecza przed uginaniem się bloku rozjazdu
- zabezpiecza przed działaniem sił deformujących geometrię (ściskanie toków)

■ systemu zabezpieczenia rozjazdu (usztywnienia) przed odkształceniami mogącymi nastąpić w momencie załadunku i rozładunku:

- konstrukcja mocowana bezpośrednio do bloku rozjazdu skutecznie go





▼ Tablica 1. Podstawowe parametry techniczne wagonów

Nazwa		Wagony typu A i B
Szerokość toru		1435 mm
Długość wagonu ze zderzakami		27 500 mm
Maksymalna prędkość eksploatacyjna wagonu		120/100 km/h (w stanie próżnym/ w stanie ładownym)
Masa własna wagonu (typ A/B)		ca 31,5/34,9 t
Maksymalna dopuszczalna masa całkowita wagonu		77 t
Minimalny promień łuku toru przy przetłaczaniu pojedynczego wagonu w stanie ładownym		75 m
Wózki dwuosiowe	rozstaw osi	1800 mm
	średnica toczna koła	920 mm
	maks. obciążenie zestawu kołowego	22,5 t
Długość powierzchni ładunkowej wagonu typu A (wyposażony w system samowyladowczy)		19 200 mm
Długość powierzchni ładunkowej wagonu typu B (z długą platformą ładunkową)		26 260 mm
Maksymalna szerokość transportowanego ładunku (długość podrozdźnicy)		4,2 m (warunkowo 4,4 m)

usztynia zapobiegając jego odkształceniom i ugięciom

- moduł został pomyślany w ten sposób, aby wyeliminować stosowanie dodatkowych urządzeń (np. trawers)
- system został opracowany w kilku wariantach, dzięki temu skutecznie usztynia wszystkie typy rozjazdów

■ systemu mocowania rozjazdu do wagonu zapewniającego bezpieczny transport rozjazdu na pochyłej platformie:

- mocowanie jest proste w użyciu i szybkie w montażu
- nie wymaga używania nietypowych narzędzi
- zapewnia prawidłowe trzymanie ładunku zabezpieczające przed zsunięciem się bloku z platformy (mocowanie dociskowe i hakowo-wiszące)
- elementy systemu dostosowane są do mocowania dla wszystkich typów rozjazdów

■ specjalistycznego wagonu będącego platformą dla powyższych modułów oraz służącego do transportu rozjazdów kolejowych:

- rozjazdy transportowane są na uchylniej platformie ładunkowej, dzięki czemu

zachowana jest skrajnia taborowa (kinetyczna)

- przechył platformy realizowany jest poprzez hydraulikę siłową
- długie, mierzące 27,5 m, wagony dostosowane są do przewozu rozjazdów kolejowych o promieniu do 1200 m
- wagon zaprojektowany został w dwóch wersjach wyposażenia:

a) typ A – wagon wyposażony w urzą-

dzenia dźwigowe typu HDS specjalnie dobrane i przeprojektowane tak, aby mieściły się w skrajni taborowej, mogły pracować bez konieczności demontażu trawersy, miały odpowiednie charakterystyki udźwignięcia na zadanych ramionach
b) typ B – wagon z długą platformą ładunkową przeznaczony do transportu najdłuższych bloków rozjazdowych (do 26,26 m). ■



Kolejowe Zakłady Nawierzchniowe „Biezanów” Sp. z o.o.

► ul. Półtanki 25 ► 30-740 Kraków ► tel. 12 651 09 00 ► faks 12 651 09 05

► www.kzn.pl ► kzn@kzn.pl



KZN Biezanów

Perfekcja wykonania

- Jesteśmy wiarygodnym partnerem oferującym kompleksowe rozwiązania z zakresu wzmocnienia gruntu.
- Gwarantujemy to, co w realizacji wielkich przedsięwzięć jest najważniejsze – jakość, niezawodność i terminowość.
- Nasza praca jest podstawą najbardziej trwałych i nowoczesnych inwestycji.



MENARD POLSKA Sp. z o.o.



O firmie

Menard Polska oferuje kompleksowe rozwiązania w zakresie wzmocnienia podłoża, fundamentowania specjalnego oraz remediacji zanieczyszczonych gruntów i wód od projektu do realizacji. Firma należy do grupy Soletanche Freyssinet, wchodzącej w skład konsorcjum Vinci, mającego oddziały w niemal 100 krajach i zatrudniającego ponad 185 tys. pracowników.

Siedziba firmy Menard Polska oraz Oddział Centrum znajdują się w Warszawie, biuro regionalne Oddziału Centrum mieści się w Poznaniu, Oddział Północ w Gdańsku, a Oddział Południe w Krakowie.

Przez ostatnie 40 lat Menard wdrożył wiele nowych metod wzmocnienia gruntu. Głównym celem firmy jest prowadzenie każdej inwestycji w sposób wydajny, bezpieczny oraz ekonomiczny. Aby to osiągnąć, spółka zapewnia najwyższą jakość oferowanych usług: stosuje analizy numeryczne i analityczne, precyzyjny system monitoringu, zleca obszerne i dokładne badania terenowe oraz optymalnie wykorzystuje technologicznie zaawansowany sprzęt.

Oferta firmy

Menard Polska zajmuje się problematyką posadowienia budynków oraz budowli lądowych i wodnych, oferuje usługi z zakresu

konsultacji geotechnicznych, projektowania, wykonawstwa oraz kontroli eksperckiej, które dotyczą wzmocnienia gruntów. Najczęściej stosowane technologie to:

- kolumny DSM
- kolumny podatne MSC
- betonowe kolumny przemieszczeniowe CMC
- kolumny żwirowe SC
- kolumny betonowe CFA
- dynamiczna konsolidacja DC
- wymiana dynamiczna DR
- dreny pionowe VD
- wibroflotacja VF.

Kolumny DSM

Wgłębne mieszanie gruntu polega na wprowadzeniu w podłoże miesadła o specjalnej konstrukcji, które niszczy strukturę gruntu oraz miesza go z wprowadzonym medium (np. zaczynem cementowym, cementowo-popiołowym, bentonitowym). Powstający w ten sposób tzw. cementogrunt charakteryzuje się znacznie wyższymi parametrami mechanicznymi i odkształceniowymi.

Kolumny podatne MSC

Do wykonania kolumn MSC najczęściej używa się specjalnie dostosowaną stalową rurę, która w miejscu złącza z jednostką sprężetową jest połączona z narzędziem generującym vibracje pionowe. Stosowana przy wzmocnianiu gruntu pod posadzki przemysłowe obiektów wielkopowierzchniowych i hal magazynowych lub jako wzmocnienie podłoża pod parkingi, ciągi piesze oraz drogi, szczególnie gdy mamy do czynienia z bardzo niskimi nasypami.

Betonowe kolumny przemieszczeniowe CMC

Szybkość wykonania, brak urobku oraz niewielkie osiadanie to tylko niektóre cechy wyróżniające CMC wśród innych technologii wykonywania kolumn. Dodatkowo



MENARD POLSKA Sp. z o.o.

ul. Jana Kochanowskiego 49A
01-864 Warszawa
tel. 22 560 03 00
faks 22 560 03 01
www.menard.pl
biuro@menard.pl

z uwagi na znaczne nośności, kolumny szybko stały się ekonomiczną alternatywą dla posadowień palowych, w tym pali CFA i pali fundamentowych. Kolumny CMC można stosować w różnych warunkach gruntowych. Sprawdzają się w m.in. w luźnych piaskach, miękkoplastycznych glinach, gruntach organicznych o wilgotności powyżej 100% oraz w gruntach pochodzenia antropogenicznego.

Dynamiczna konsolidacja DC

Technologia zagęszczenia dynamicznego, należy do technologii wynalezionych i wdrożonych przez firmę Menard. W wyniku działania fali uderzeniowej grunt ulega zagęszczeniu, zróżnicowanemu w zależności od jego stanu, struktury i głębokości zalegania. Energia przekazywana jest na podłoże za pomocą wielokrotnych uderzeń odpowiednio ukształtowanego ciężaru (stalowy ubijak) o masie od 10 do 40 ton, spadającego z wysokości od 5 do 40 m.

Wymiana dynamiczna DR

Technologia wymiany dynamicznej polega na wykonywaniu w spoistym gruncie kolumn wielkośrednicowych z kruszywa. Są one formowane ciężkim ubijakiem o masie od 15 do 30 ton, zrzucającym z wysokości od 10 do 30 m. Na wykonanie pojedynczej kolumny składa się kilka serii uderzeń. Kolumny wymiany dynamicznej mogą być wykonywane zarówno w luźnych gruntach niespoistych oraz plastycznych, miękkoplastycznych gruntach spoistych, a także w osadach organicznych. ■

NeoStrain Sp. z o.o.

NeoStrain
TECHNOLOGIE POMIAROWE DLA BUDOWNICTWA

NeoStrain Sp. z o.o.

ul. Lipowa 3
30-702 Kraków
tel. 605 155 310
faks 12 255 44 40
www.neostrain.pl
biuro@neostrain.pl



O firmie

Firma NeoStrain dysponuje kadrą inżynierską, która składa się z wysokiej klasy specjalistów z dziedziny budownictwa, informatyki, elektroniki i automatyki. Kwalifikacje zespołu pozwalają na uczestnictwo w nawet najbardziej skomplikowanych projektach. Spółka stale współpracuje z szerokim gronem ekspertów.

NeoStrain zapewnia kompleksowe rozwiązania z dziedziny technologii pomiarowych stosowanych w monitoringu bezpieczeństwa i trwałości konstrukcji obiektów budowlanych. Firma zrealizowała ponad 40 systemów monitoringu konstrukcji w Polsce i zagranicą m.in.:

- na wszystkich stadionach na EURO 2012
- na autostradzie A1 na terenie szkód górniczych
- w tunelu pod Martwą Wisłą
- na mostach w Bydgoszczy przez rzekę Brdę, w Kwidzynie przez rzekę Wisłę, w Puławach przez rzekę Wisłę (im. Jana Pawła II) oraz we Wrocławiu przez rzekę Odrę (most Rędziański).

Systemy monitorowania konstrukcji

Systemy monitorowania konstrukcji (SHM – Structural Health Monitoring) służą do pomiaru i analizy wielkości fizycznych takich jak:

- przemieszczenia pionowe
- odkształcenia
- temperatura
- nachylenia
- drgania
- siły przekrojowe
- prędkość i kierunek wiatru.

W ramach systemu instalowane są także stacje pogodowe. Dzięki integracji poszczególnych urządzeń pomiarowych, a także ciągłemu rozwojowi oprogramowania i sprzętu pomiarowego, NeoStrain opracowała wielozadaniowe systemy:

- Inspector Highway – system monitorowania budowli drogowych
- Inspector Arena – system monitoringu hal i stadionów
- Inspector Bridge – system monitoringu konstrukcji mostów.

Dane uzyskiwane przez urządzenia pomiarowe gromadzone są na serwerach lokalnych oraz serwerach w firmie. Następnie dostosowywane są do formy, która w sposób maksymalnie czytelny może być przekazana klientowi czy zarządcy obiektu za pośrednictwem internetu. Oprogramowanie

każdego systemu ma specjalny interfejs, ułatwiający lokalizację czujnika na konstrukcji oraz uzyskiwanie za jego pomocą informacji. Każdy system traktowany jest indywidualnie i dostosowywany do potrzeb klienta. Po udanej instalacji i uruchomieniu systemu jest on objęty odpowiednimi gwarancjami oraz wsparciem technologicznym.

W odpowiedzi na potrzeby stale rozwijającego się rynku, firma NeoStrain nieustannie rozwija i unowocześnia swoje technologie. Doświadczenia nabyte w trakcie wcześniejszych realizacji, pozwalają na wprowadzanie nowych rozwiązań w dziedzinie inżynierii pomiarowej, opracowanych przez pracowników firmy. ■





Mateusz Kopeć
Railway gft Polska sp. z o.o.

Rozwiązania do typowych i wymagających projektów

Podkłady stalowe typu Y od wielu lat są z powodzeniem stosowane na liniach kolejowych na całym świecie m.in.: w Niemczech, Austrii, Francji, Hiszpanii, Szwajcarii, Rosji i Iranie. Do chwili obecnej wykonano ok. 1300 km torów, z tego 655 km zostało zabudowane w sieci kolei niemieckich DB, natomiast w Polsce 65 km torów. Najnowsza realizacja w Polsce (stan na 01.09.2015 r.) to odcinek Kraków-Balice, łączący dworzec główny Kraków z portem lotniczym Balice. Główną zaletą podkładów stalowych Ypsilon jest zwiększenie statyczności toru bezстыkowego, przez co możliwa jest zabudowa torowiska w łukach o małym promieniu, nie mniejszym niż 190 metrów. Podkłady spełniają wymagania zarówno polskich jak i europejskich norm i przepisów.

Zalety podkładów

Poprzez odpowiednie ukształtowanie podkładu w kształt litery Y, do zabudowy 1 km torowiska wykorzystuje się znacznie mniejsze ilości podkładów (803 szt.), niż ma to miejsce w przypadku standardowych pod-

Do znanych i powszechnie stosowanych na kolei w Polsce podkładów drewnianych i strunobetonowych dołączyły w ostatnich latach podkłady stalowe typu Ypsilon. Początkowo stosowane w niewielkich ilościach na odcinkach testowych, udowodniły przez kilkunastoletni okres użytkowania swoją przydatność, doskonałe właściwości, zapewniające stabilność toru i minimalne wymagania związane z utrzymaniem torowiska, szczególnie w torze bezстыkowym.

PODKŁADY STALOWE TYPU YPSYLON (Y)

kładów belkowych drewnianych czy strunobetonowych (1667 szt.).

Redukcji ulega również ilość podsypki. W przypadku zastosowania podkładów stalowych typu Y – objętość podsypki zmniejsza się o ok. 40% (w zależności od kategorii linii) w stosunku do typowej nawierzchni z podkładami belkowymi. Wynika to ze zmniejszenia wysokości konstrukcji torowiska oraz zmniejszenia szerokości pryzmy podsypki.

Podkłady stalowe typu Y ułożone w łukach o małych promieniach pozwalają na zastosowanie toru bezстыkowego, wykazując przy tym bardzo wysoką stabilność położenia geometrycznego konstrukcji torowiska. Zastosowanie toru bezстыkowego na podkładach stalowych typu Y wpływa także na obniżenie poziomu hałasu o 6-14 dB, w stosunku do toru na podkładach drewnianych i torze klasycznym.

- tor podsypkowy – możliwość zabudowy w trudnych warunkach terenowych (przy dużych pochyleniach podłużnych)
- tor w łuku o małym promieniu – możliwość stosowania toru bezстыkowego w łukach do 190 m, wraz z dodatkową prowadnicą
- obiekty inżynierskie – możliwość stosowania podkładów odbojnicowych
- strefy przejściowe – jako standardowe rozwiązania albo specjalne rozwiązania dla indywidualnych przypadków
- tunele – niższa wysokość konstrukcji (mniejsza wysokość podkładu).

W przypadku gdy podkłady mają być eksploatowane przy dużej wilgotności np. w tunelach lub gdy narażone są na zasolenie (jak często ma to miejsce na przejazdach drogowych) zalecane jest ich dodatkowe zabezpieczenie np. poprzez ocynkowanie.

Wyłącznie w zakresie dostawy podkładów Ypsilon na terenie Polski ma spółka Railway gft Polska.

W celu uzyskania dodatkowych informacji o produkcie należy skontaktować się z centralą firmy. Spółka świadczy również usługi doradcze w zakresie stosowania oferowanych technologii. ■

Zastosowanie

Zarówno konstrukcja podkładu jak i całej nawierzchni pozwala na szerokie zastosowanie tego rozwiązania przy różnych warunkach geometrycznych i terenowych, takich jak:

Railway gft Polska sp. z o.o.

► al. Słowackiego 66 ► 30-004 Kraków ► tel. 12 620 41 30
► www.railwaygft.pl ► biuro@rgft.pl



Railway gft Polska



▲ Fot. 1

Keramzyt, do niedawna znany głównie jako materiał izolacyjny, z dużym powodzeniem znajduje zastosowanie również w drogownictwie. To lekkie kruszywo stosowane jest zarówno przy remontach istniejących dróg, jak i realizacji nowo projektowanych. Przy odciążaniu nasypów drogowych wykorzystywana jest bardzo niska gęstość nasypowa tego kruszywa. Metoda ta wykorzystuje naprężenia istniejące w gruncie. Poniżej opisane są przykłady zastosowania keramzytu do odciążania słabego podłoża pod nasypami drogowymi oraz redukcji parcia na konstrukcje inżynierskie.

KERAMZYT W DROGOWNICTWIE

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. Przykładem takiego rozwiązania jest odciążenie najazdów i przepustu na trasie Kórnik-Mosina w ciągu drogi nr 431. Małowniczo 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. 2 i 3).

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 udało się osiągnąć. GDDKiA Poznań podjęła więc decyzję o przeprojektowaniu i wykonaniu napraw z tzw. 200% współczynnikiem gwarancji. Ostatecznie zastosowano w tym miejscu 900 m³ keramzytu i problem został rozwiązany (fot. 1). Często sytuacja wymusza niekonwencjonalne rozwiązania techniczne.

Bardzo ważny dla bezpieczeństwa ruchu, w tym ruchu turystycznego, jest węzeł komunikacyjny Międzyzdroje w ciągu drogi S3. 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 około 150 m od mostu w kierunku na Świnoujście, zastosowano warstwę keramzytu (fot. 5).



▲ Fot. 2



▲ Fot. 3

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 przeprowadzać kontrolę stanu technicznego i wykonywać remont. Ich wadą nato-

miast 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 odprowadzania wód opadowych, takich jak kanalizacja deszczowa, drenaż, drenaż kombinowany – w tym drenaż francuski, wykorzystujący keramzyt (fot. 8 i 9).

Więcej informacji znajduje się na stronie www.netweber.pl w zakładce Leca® KERAMZYT lub może ich udzielić Sławomir Dekert, kierownik rynku geotechnicznego (e-mail: slawomir.dekert@saint-gobain.com, tel. 505 172 087). ■



▲ Fot. 4



▲ Fot. 5



▲ Fot. 8



▲ Fot. 6



▲ Fot. 7



▲ Fot. 9

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

weber
SAINT-GOBAIN

Leca®

SUBGEO Jarosław Majewski



SUBGEO Jarosław Majewski

Wilczyce, ul. Borowa 28A

51-361 Wrocław

tel. 509 99 13 13

www.subgeo.eu

info@subgeo.eu

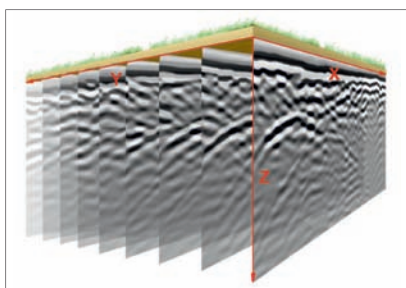


▲ Fot. 1. Badanie drogi georadarem 3D RADAR

O firmie

Subgeo specjalizuje się w nieniszczących badaniach (NDT – z ang. nondestructive testing) i ocenie stanu technicznego dróg i podtorza. Dodatkowo firma jest producentem oprogramowania do obróbki danych georadarowych, a także dystrybutorem norweskiej firmy 3D-Radar AS (producenta 3D RADARU).

Gwarantuje wysoką jakość usług, szybkie terminy realizacji oraz profesjonalną i doświadczoną kadrę pracowniczą.



▲ Fot. 2. Trójwymiarowy model obiektów znajdujących się w gruncie

Badania nieniszczące

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

Firma Subgeo wykonuje nieniszczące badania georadarowe w zakresie:

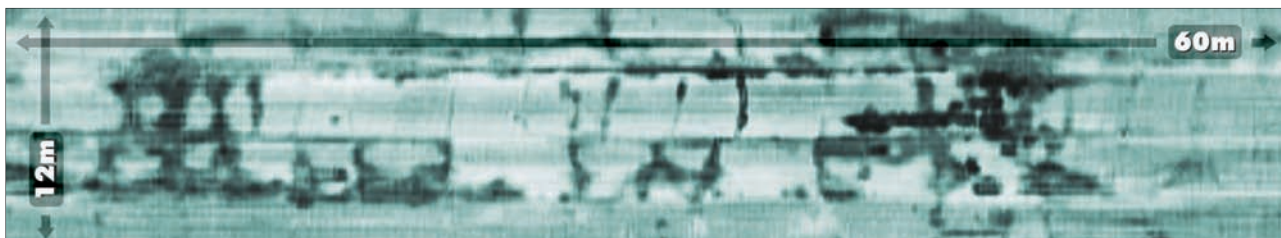
- kompleksowego skanowania konstrukcji: wykonywanie map 2D/3D elementów ze wskazaniem m.in. układu fundamentów, pozostałości starych konstrukcji, otworów, pustek, a także przy zastosowaniu anten o wysokiej częstotliwości (> 2 GHz) – lokalizacji wkładek zbrojeniowych (prętów zbrojeniowych i kabli sprężających), kabli elektrycznych, rur instalacyjnych oraz innych elementów uzbrojenia konstrukcji.
- wykrywania wad i defektów konstrukcji powstających na skutek błędów wykonawczych i projektowych oraz naturalnych procesów niszczenia. Ich znajomość jest kluczowa na etapie badań odbiorowych, gdy istnieją wątpliwości dotyczące jakości prac budowlanych oraz na etapie opracowywania projektów wzmocnień konstrukcji bez pierwotnej dokumentacji technicznej. Zaawansowana technika georadarowa umożliwia w sposób nieniszczący wykrywanie oraz lokalizację wad wewnętrznych w kon-

strukcjach z betonu, murowych, kamiennych (np. pustek, pęknięć, odspojień, obszarów rozsegregowanego kruszywa, przecieków, zawilgoceń) oraz ich niewłaściwego zabezpieczenia (np. odspojień warstw wierzchnich, takich jak hydroizolacje, wyprawy, naprawy powierzchniowe), a także wstępną ocenę stanu technicznego podtorza.

3D RADAR – nowa generacja GPR

Obok zastosowania zwykłych georadarów impulsowych firma Subgeo, jako jedna z nielicznych na rynku, ma zmiennoczęstotliwościowe urządzenie 3D RADAR. Moduluje on wysyłany sygnał pokrywając całe spektrum od 200 do 3000 MHz – w odróżnieniu od radaru impulsowego, który emituje impuls o określonej częstotliwości.

3D RADAR jest jednostką 41-kanalową, dzięki czemu możliwe jest otrzymanie 41 profili poprowadzonych w odległości 4 cm od siebie, w czasie rzeczywistym. Szybkość, jakość i ilość gromadzonych danych, w stosunku do starszej technologii georadarowej, jest nieporównywalnie większa. Znajduje to szereg zastosowań w badaniach obiektów liniowych (drogi, koleje, infrastruktura) oraz wielkoobszarowych. ■



▲ Fot. 3. Wynik badania 3D RADAREM ukazuje rozkład uszkodzeń pod nawierzchnią



Grzegorz Mikrut
ZEiA TECHVISION

Sygnalizacje świetlne na skrzyżowaniach są ważnym elementem miejskiej infrastruktury drogowej, szczególnie wpływającym na swobodę poruszania się po drogach. Z tego powodu warto jest korzystać z możliwości technicznych dostawców techniki sterowania ruchem o wieloletnim doświadczeniu i dobrej renomie.

SYSTEMY DETEKCJI WIZYJNEJ POJAZDÓW DROGOWYCH

Jedną z takich firm jest, działający niezmiennie od 1991 roku, Zakład Elektroniki i Automatyki TECHVISION z Tarnobrzegu. Jest on producentem różnego rodzaju sprzętu stosowanego w drogowych sygnalizacjach świetlnych, a w szczególności sterowników sygnalizacji świetlnej i systemów detekcji wizyjnej pojazdów drogowych, potocznie zwanych videodetekcją.

Wyroby TECHVISION były wielokrotnie nagradzane. Ostatnio na kieleckich targach TrafficExpo 2015 zdobyły najbardziej prestiżowy Złoty Medal oraz dodatkowo wyróżnienie. Nagrodzona została karta detekcji wizyjnej TDV-2.1 oraz nowy model

dwuprocesorowego sterownika GENEOTRAFFDRON. Trudno jest obecnie znaleźć równie utytułowaną markę wśród krajowych producentów sterowników sygnalizacji.

Systemy detekcji wizyjnej

Dwadzieścia cztery lata istnienia TECHVISION to czas nieustannych poszukiwań nowych rozwiązań i ciągłego doskonalenia wyrobów. Przez ten okres inżynierowie firmy opracowali i wdrożyli 8 modeli sterowników sygnalizacji i 3 generacje systemów detekcji wizyjnej.

Pierwsze systemy detekcji wizyjnej pojazdów drogowych pod marką TECHVISION pojawiły się na skrzyżowaniach w 2008 r. Były one dostosowane do współpracy ze sterownikami GENEOTRAFFDRON. Obecnie firma oferuje poza videodetektorami dedykowanymi do własnych sterowników, również karty przeznaczone do sterowników innych producentów. Taką kartą jest TDV-2.1 z wejściami dla dwóch kamer, która zamiennie jest mechanicznie i elektrycznie w stosunku do popularnej karty Atlas.



Charakteryzuje się jednak lepszą funkcjonalnością, ponieważ realizuje również funkcję rejestratora video. Otrzymujemy w ten sposób produkt o lepszej funkcjonalności za niższą cenę. Warto więc zakupując sterownik dowolnego producenta zdecydować się na wyposażenie go w karty TDV-2.1 zwłaszcza, że coraz lepiej rozumiemy, iż wspieranie rodzimych producentów, którzy nie wycofują się z rynku pod wpływem załamania koniunktury, jest rozsądne i pożądane. ■



TECHVISION Zakład Elektroniki i Automatyki

► al. Warszawska 31 ► 39-400 Tarnobrzeg ► tel. 15 822 49 17
► faks 15 823 06 35 ► www.techvision.pl ► poczta@techvision.pl



DZIĘKI NAM JEST BEZPIECZNIEJ

van berde

TECHNIKA DROGOWA



**NAJWIĘKSZY W POLSCE WYBÓR ELEMENTÓW
ZABEZPIECZEŃ ROBÓT DROGOWYCH
DOSTAWY W 24H — NAJWYŻSZA JAKOŚĆ
NAJLEPSZE WARUNKI I CENY.**



UL. WOJSKA POLSKIEGO 3
39-300 MIELEC

TEL.: +48 17 581 20 57
FAX: +48 17 774 56 99

WWW.VANBERDE.COM.PL
BIURO@VANBERDE.COM.PL



Paweł Parszewski
WICHARY Technologies sp. z o.o.

Pojazdy szynowo-drogowe

Pojazdy dwufunkcyjne typu Locotractor są alternatywą dla lokomotyw spalinowych. Poruszają się zarówno po torach, jak i po drodze. Mogą mieć silnik elektryczny lub spalinowy. Uciąg dla pojazdów lekkich wynosi od 100 t, zaś dla ciężkich ciągników szynowych wynosi 4600 t.

Zastosowanie zdalnego sterowania umożliwia prowadzenie manewrów przez jednego operatora podczas, gdy w przypadku lokomotyw drużynę manewrową stanowią 2 lub 3 osoby.

Dynamiczne wagi kolejowe

Dynamiczne wagi kolejowe oparte są na tzw. szynach ważących. Przeznaczone są do ważenia składów do celów handlowych na bocznicach kolejowych, wykrywania przekroczenia dopuszczalnych nacisków na osie na liniach kolejowych.

Przeciągarki wagonowe

Dobrze skonfigurowany system przetaczania taboru kolejowego z udziałem wózków przetokowych umożliwia zastąpienie lub ograniczenie wykorzystania paliwożernych

Redukcja i optymalizacja kosztów funkcjonowania bocznic kolejowej to temat na czasie. Właściciele infrastruktury kolejowej szukają sposobów na obniżenie kosztów funkcjonowania głównie poprzez redukcję zatrudnienia z jednoczesną automatyzacją powtarzalnych procesów załadunkowych i wyładunkowych, jak również delegowanie zwiększonego zakresu obowiązków dla okrojonego liczebnie personelu.

NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA STOSOWANE NA BOCZNICACH KOLEJOWYCH

lokomotyw manewrowych. Zmniejsza to koszty działalności w obrębie punktów przeładunkowych, takich jak: kopalnie, elektrownie, fabryki, terminale intermodalne i centra logistyczne, jak również górkę rozrządową i zakłady naprawy taboru.

Zalety przeciągarek:

- ciągła dostępność środka transportu
- obsługa przez jednego operatora realizującego podstawianie wagonów pod załadunek/rozładunek
- możliwość automatyzacji załadunku i rozładunku
- brak konieczności posiadania specjalistycznych szkoleń
- bardzo niski poziom emisji hałasu
- niskie koszty eksploatacyjne.

Systemy sterowania ruchem kolejowym

System sterowania ruchem kolejowym TMC-EOW/RaStW przeznaczony jest do sterowania urządzeniami automatyki kolejowej na bocznicach kolejowych, stacjach i górkach rozrządowych oraz stacjach zakładowych. Umożliwia on sterowanie na trzech poziomach obsługi realizowanych poprzez: lokalne nastawianie zwrotnic przez drużynę

manewrową przy pomocy przycisków nastawczych, przebiegowe nastawianie zwrotnic przez drużynę manewrową przy pomocy torowych pulpitów nastawczych lub nastawianie zwrotnic z centralnego komputerowego pulpitu nastawczego. Unikatowa wielopoziomowa funkcjonalność systemu uelastycznia prowadzenie ruchu kolejowego w obrębie dużych bocznic kolejowych.

Hamulce elektrodynamiczne

Zastosowanie hamulca elektrodynamicznego typu EDG zasilanego prądem elektrycznym na torze zrzutowym z kołyski wywrotnicy wagonowej umożliwia wyeliminowanie niebezpiecznej czynności płożowania stacjonujących się pustych wagonów węglarek. Elektrodynamiczny hamulec torowy precyzyjnie wyhamowuje do zadanej prędkości wagony w zakresie 0-5 m/s z gradacją co 0,5 m/s poprzez zapewnienie płynnej regulacji siły hamowania oraz radarowy pomiar prędkości. Inwestycja w hamulec jest dobrym przykładem na synergię uzyskanych efektów: poprawę bezpieczeństwa, obniżenie kosztów obsługi i zachowanie dbałości o środowisko naturalne (niska emisja hałasu, brak oleju hydraulicznego w instalacji). ■

WICHARY Technologies sp. z o.o.

► ul. Centralna 6 ► 42-625 Pyrzowice ► tel. 32 661 99 00 ► faks 32 661 99 99
► www.wichary.eu ► wichary@wichary.eu





Głinojeck – Płońsk

Tel. 502 20 71 89, 501 34 10 32,

Tel./fax: 23 661 56 30

e-mail: wapnopol@op.pl

- › Budowa dróg
asfaltowych i żwirowych
- › Roboty ziemne
- › Transport
- › Produkcja kruszyw

Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych STRUNBET Sp. z o.o.



O firmie

Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych STRUNBET powstała w 1957 r. w Bogumiłowicach. Jest wiodącym producentem wysokiej jakości strunobetonowych podrojazdnic, podkładów oraz żelbetowych płyt przejazdowych dla sieci PKP PLK S.A. i zarządców infrastruktury tramwajowej.

Od 2004 r. jest w grupie Leonhard Moll AG z siedzibą w Monachium i korzysta z jej doświadczeń oraz know-how w obszarze projektowania, produkcji i logistyki innowacyjnych prefabrykatów strunobetonowych dla sieci kolei w Polsce, Niemczech, Wielkiej Brytanii, Czechach, Grecji i Chorwacji. Grupa Leonhard Moll AG dostarcza rocznie na europejski rynek milion podkładów kolejowych najwyższej jakości.

Ciągłe inwestycje w zaawansowane technologie i know-how zapewniają stały rozwój wytwórni. Gwarantują wysoką jakość produktów potwierdzoną Certyfikatem Zarządzania Jakością ISO 9001-2008, Świadectwami UTK dopuszczenia do eksploatacji oraz Certyfikatami ZKP i Świadectwami Zgodności z europejskimi normami.

Zakres działalności

Od ponad pół wieku STRUNBET doskonali technologię wytwarzania prefabrykatów do budownictwa kolejowego i tramwajowego ze strunobetonu. Aktualnie w ofercie produkcyjnej znajdują się: podkłady kolejowe PS-94 i PS-83, podkłady PS-08/ICOSTRUN-02 dostosowane do wymagań linii dużych prędkości (polecane również na strefy przejściowe), podkłady szerokotorowe PS-83S i PS-94S dla torów o prześwicie 1520 mm, podkłady tramwajowe normalnotorowe PT-99, a także podkłady PST z rozstawem szyn 1000 mm oraz PS-11 do rozstawu 750 mm przeznaczone na tramwajowe i kolejowe linie wąskotorowe.

Produkowane przez STRUNBET podrojazdnice strunobetonowe SP-06a charakteryzują się wysokimi parametrami wytrzymałościowymi. Podrojazdnice tramwajowe SPT-06 umożliwiają zamontowanie każdego rozjazdu tramwajowego.

Ofertę firmy uzupełniają sprawdzone konstrukcje żelbetowych płyt przejazdowych oraz strunobetonowe podkłady podsuwnicowe.



Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych STRUNBET Sp. z o.o.
Bogumiłowice 299
33-121 Bogumiłowice
tel. 14 675 23 00
faks 14 675 23 40
www.strunbet.pl, info@strunbet.pl



W zakresie planowania produkcji i logistyki STRUNBET jest pewnym i solidnym partnerem. Spełnia wszystkie wymagane przez PKP PLK S.A. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru prefabrykatów oraz europejskie normy PN-EN 13230-1, -2, -4:2009. Wszystkie wytwarzane produkty mają Aprobaty Techniczne oraz Certyfikaty Zakładowej Kontroli Produkcji wydane przez Instytut Kolejnictwa w Warszawie.

Na podstawie indywidualnych dla każdej inwestycji projektów rozjazdów firma przygotowuje i dostarcza odpowiednie podrojazdnice strunobetonowe. Zamawiane prefabrykaty dostarcza na czas w dowolne miejsce według uzgodnień, wykorzystując transport kolejowy i samochodowy. ■





INDEKS

firm

Spis artykułów zamieszczonych w dziale KOMPENDIUM WIEDZY

Nazwa	Autor	Tytuł	Strona
Instytut Badawczy Dróg i Mostów	dr inż. Wojciech Bańkowski	Asfalty drogowe	8-13
Politechnika Rzeszowska	dr hab. inż. Tomasz Siwowski , prof. PRz	Modernizacja kolejowych obiektów inżynieryjnych	14-19
Politechnika Opolska	dr inż. Beata Stankiewicz	Wytyczne doboru drogowych barier ochronnych	20-23
Instytut Badawczy Dróg i Mostów	mgr inż. Beata Gajewska , dr inż. Cezary Kraszewski	Wybrane metody wzmacniania podłoża	24-29

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

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
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	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.	1, 32, 42-43
B+F Beton- und Fertigteilgesellschaft mbH Lauchhammer ul. Armii Krajowej 7 45-071 Opole	 tel. 77 402 17 87, 666 900 733 faks 77 402 17 89 www.bfl-gmbh.pl biuro@bfl-gmbh.com	Od ponad 20 lat firma produkuje specjalistyczne prefabrykaty żelbetowe dla budownictwa drogowego, kolejowego i przemysłowego, w tym: przejazdy kolejowe, szczelne wanny torowe, kanały robocze, wagi, przepusty, gotowe budynki, przyczółki i belki mostowe.	37, 44
BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH Am Hilgenacker 24 57319 Bad Berleburg, Niemcy	Kontakt w Polsce: Przemysław Macioszek tel. 660 506 696 www.bsw-wibroakustyka.pl biuro@regupol.pl	Jeden z czołowych dostawców mat wibroakustycznych z łączonego poliuretanem granulatu gumowego Regupol® oraz poliuretanu Regufoam®.	46-47
Centrum Badań Laboratoryjnych CEBEL sp. z o.o. ul. Antoniny Grygowej 23 20-260 Lublin	 tel./faks 81 744 33 03 www.cebel.pl biuro@cebel.pl	Jako niezależne laboratorium kontrolno-badawcze oferuje zarówno prowadzenie kompleksowej obsługi laboratoryjnej inwestycji, jak też kontrolne badania jednostkowe. Jest członkiem Klubu Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB zarejestrowanym pod nr 864.	38, 45
ELEKTROMONTAŻ RZESZÓW SA ul. Słowackiego 20 35-060 Rzeszów	 tel. 17 864 05 30 faks 17 853 67 60 www.elektromontaz.com.pl marketing@elektromontaz.com.pl	Jedna z największych firm produkcyjno-montażowych w branży elektrycznej w Polsce. W swojej ofercie ma systemy oświetlenia ulicznego bazującego na stalowych i aluminiowych słupach oraz masztach oświetleniowych.	35, 50
EUROVIA POLSKA S.A. Bielany Wrocławskie, ul. Szwedzka 5 55-040 Kobierzyce Biuro Zarządu: ul. W. Łokietka 79 31-280 Kraków	 tel. 71 380 03 00 (Wrocław) wroclaw@eurovia.pl tel. 12 420 00 52 wew. 121 (Kraków) office.board@eurovia.pl www.eurovia.pl	Wchodzi w skład Grupy VINCI. W Polsce zajmuje się wykonawstwem robót drogowych, obiektów inżynierskich oraz produkcją materiałów dla budownictwa: emulsji asfaltowych, asfaltów modyfikowanych, mieszanek mineralno-asfaltowych oraz kruszyw.	32, 48-49
FORBUILD SA ul. Górna 2A 26-200 Końskie	 tel. 41 375 13 47 faks 41 375 13 48 www.forbuild.eu forbuild@forbuild.eu	Firma dostarcza materiały, produkty i sprzęt dla budownictwa. Oferuje m.in. systemy zbrojenia betonu, uszczelnienia, łożyska konstrukcyjne, dylatacje i systemy zabezpieczeń. Obecna działalność to produkcja, sprzedaż, dzierżawa oraz usługi montażowe.	II okładka, 52-53

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
GalaProdukt Sp. z o.o. ul. Golażyńska 8-10 64-600 Oborniki Wlkp. 	tel. 61 296 72 95, 696 867 818 faks 61 296 72 96 www.galaprodukt.pl info@galaprodukt.pl	GalaProdukt jest spółką córką niemieckiej firmy PURUS, zajmującej się przetwórstwem tworzyw sztucznych. Oferuje rozwiązania z zakresu umacniania i odgradzania nawierzchni za pomocą krtek Ecoraster, obrzeży GalaBord oraz systemu EcosedumPack.	35, 54
GEOCONTROL Instytut Konsultacyjno- -Badawczy Sp. z o.o. ul. Balicka 56 30-149 Kraków 	tel. 690 071 138 (139), 690 071 093 (153) www.geocontrol.pl biuro@geocontrol.pl	Prowadzi nadzory geotechniczne i obsługę geologiczno-hydrogeologiczną inwestycji realizowanych w trudnych warunkach gruntowo-wodnych. Wykonuje również badania zagęszczenia i nośności podłoża oraz próbne obciążenia pali.	36, 56
GEOD Przedsiębiorstwo Wielobranżowe Michał Wójcik ul. Skośna 12 30-383 Kraków 	tel. 12 292 20 75, 516 792 494 faks 12 292 21 75 www.geod.pl www.sklep.geod.pl biuro@geod.pl	Firma GEOD oferuje m.in. kotwiarki, palownice MDT, wiertarki Eurodrilla, maszyny na koparkę Ripamontii, system beziniekcyjnych kotew i gwoździ gruntowych Chance, systemy samowierzące oraz pręty gwintowe Arco, systemy monitoringu Sisgeo.	51
GEOKRAK sp. z o.o. ul. Mazowiecka 21 30-019 Kraków	tel./faks 12 633 81 10, 12 632 09 00 www.geokrak.pl geokrak@geokrak.pl	Firma oferuje usługi z zakresu geologii inżynierskiej, geotechniki, ochrony środowiska (decyzje środowiskowe) i hydrogeologii na każdym etapie realizacji inwestycji. Prowadzi również prace związane z geotechniczną obsługą budowy.	55
HYDRO BG Sp. z o.o. ul. Szpotkańskiego 10 04-760 Warszawa 	tel. 22 615 58 52 www.hydrobg.pl office-pl@bg-company.com	Polska spółka córka austriackiej firmy BG-Graspointner. Zajmuje się dystrybucją odwodnień liniowych, płyt pobocza LEFIX® oraz kanałów kablowych. Nowy materiał FILCOTEN® jest efektem polityki zrównoważonego ekorozwoju.	32, 57
HydroGeoStudio Paczuski Sulkowski spółka jawna ul. Antoniewska 50 02-977 Warszawa 	tel. 22 856 82 15 www.hgs.waw.pl biuro@hgs.waw.pl	Świadczy usługi w zakresie geotechniki, geologii inżynierskiej, hydrogeologii i ochrony środowiska. Wykonuje m.in. wykopy, wiercenia i odwodnienia, a także dokumentację i ekspertyzy.	58
Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego ul. Racjonalizacji 6/8 02-673 Warszawa 	tel. 22 843 02 01 faks 22 843 59 81 www.imbigs.pl imb@imbigs.pl	Instytut wykonuje m.in. badania laboratoryjne i certyfikację: kruszyw oraz wyrobów z kamienia i betonu dla drogownictwa i kolejnictwa, maszyn i urządzeń budowlanych i drogowych. Szkoli operatorów maszyn wykorzystując nowoczesne narzędzia dydaktyczne.	38, 59
IZOHAN Sp. z o.o. ul. Łużycka 2 81-963 Gdynia 	tel./faks 58 781 45 85 www.izohan.pl info@izohan.pl	Firma z ponad 25-letnim doświadczeniem. Oferuje m.in. papy termozgrzewalne, masy hydroizolacyjne, specjalistyczną chemię budowlaną, systemowe rozwiązania w zakresie hydroizolacji i renowacji fundamentów, dachów, balkonów, basenów, posadzek i mostów.	60
JARA DRAPAŁA & PARTNERS Sp.k. ul. Bonifraterska 17 00-203 Warszawa 	tel. 22 246 00 30 faks 22 246 00 31 www.jara-law.pl office@jara-law.pl	Kancelaria posiada długoletnie doświadczenie w doradztwie na rzecz dużych i średnich przedsiębiorców budowlanych przy przygotowaniu i realizacji inwestycji drogowych, mostowych, kubaturowych, modernizacji linii kolejowych i obiektów użyteczności publicznej.	35, 61
Kolejowe Zakłady Nawierzchniowe „Bieżanów” Sp. z o.o. ul. Półłanki 25 30-740 Kraków 	tel. 12 651 09 00 faks 12 651 09 05 www.kzn.pl kzn@kzn.pl	Producent stalowej nawierzchni szynowej oraz konstrukcji stalowych. Oferuje rozjazdy kolejowe, skrzyżowania torów, podzespoły rozjazdowe, konstrukcje specjalne, rozjazdy i skrzyżowania tramwajowe oraz mosty stalowe.	38, 62-63
LOTOS Asphalt Sp. z o.o. ul. Elbląska 135 80-718 Gdańsk	tel. 58 308 72 39 www.lotosasfalt.pl lotosasfalt@lotosasfalt.pl	LOTOS Asphalt jest czołowym producentem asfaltu w Europie. Firma oferuje asfalty drogowe, modyfikowane, wielorodzajowe, przemysłowe, a także emulsje asfaltowe.	39

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
MENARD POLSKA Sp. z o.o. ul. Jana Kochanowskiego 49A 01-864 Warszawa	tel. 22 560 03 00 faks 22 560 03 01 www.menard.pl biuro@menard.pl	Oferuje kompleksowe rozwiązania w zakresie wzmacniania podłoża, fundamentowania specjalnego oraz remediacji zanieczyszczonych gruntów i wód od projektu do realizacji. Firma należy do grupy Soletanche Freyssinet, wchodzącej w skład konsorcjum Vinci.	36, 64-65
NeoStrain Sp. z o.o. ul. Lipowa 3 30-702 Kraków	 tel. 605 155 310 faks 12 255 44 40 www.neostrain.pl biuro@neostrain.pl	Firma jest jednym z liderów zajmujących się projektowaniem i wdrażaniem systemów monitoringu konstrukcji w Polsce. Systemy NeoStrain monitorują mosty, drogi, tunele, hale i stadiony.	36, 66
Railway gft Polska sp. z o.o. al. Słowackiego 66 30-004 Kraków	 tel. 12 620 41 30 www.railwaygft.pl biuro@rgft.pl	Jedna z czołowych firm na rynku dostaw z zakresu materiałów kolejowych oraz tramwajowych. Specjalnością spółki jest również dostarczanie najnowszych technologii z zakresu szeroko pojętej komunikacji szynowej.	33, 67
SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS POLSKA sp. z o.o. MARKA WEBER LECA® ul. Krasickiego 9 83-140 Gniezno	 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 geotechnice, budownictwie, ogrodnictwie oraz rolnictwie.	37, 68-69
SUBGEO Jarosław Majewski Wilczyce, ul. Borowa 28A 51-361 Wrocław	 tel. 509 99 13 13 www.subgeo.eu info@subgeo.eu	Specjalizuje się w nieniszczących badaniach oceny stanu technicznego konstrukcji oraz dróg. Działalność również na rynku jako producent oprogramowania do obróbki danych georadarowych. Wyłączny dystrybutor firmy 3D-Radar AS (Norwegia) – producenta 3D RADARU.	33, 70
TECHVISION Zakład Elektroniki i Automatyki al. Warszawska 31 39-400 Tarnobrzeg	 tel. 15 822 49 17 faks 15 823 06 35 www.techvision.pl poczta@techvision.pl	Firma oferuje produkty i usługi z zakresu drogowej sygnalizacji świetlnej. Od 1992 roku produkuje sterowniki sygnalizacji świetlnej, a od roku 2008 również systemy detekcji wizyjnej pojazdów. TECHVISION ponadto projektuje i utrzymuje sygnalizację.	33, 71
Track Tec S.A. Rondo ONZ 1 00-124 Warszawa	 tel. 22 354 91 11 faks 22 354 91 09 www.tracktec.eu info@tracktec.eu	Track Tec – wiodący dostawca systemowych rozwiązań dla infrastruktury transportu spełniających najwyższe standardy. W skład Grupy wchodzi siedem zakładów produkcyjnych w kraju i za granicą.	34, IV okładka
VAN BERDE Sp. z o.o. Sp. k. ul. Wojska Polskiego 3 39-300 Mielec	 tel. 17 581 20 57, 17 774 56 92 faks 17 774 56 99 www.vanberde.com.pl biuro@vanberde.com.pl	Polska firma specjalizująca się od 10 lat w produkcji elementów bezpieczeństwa ruchu drogowego. Produkuje wyroby z gumy, polietylenu, a także z recyklingu gumowego i PVC.	34, 72
WAPNOPOL Sp. z o.o. ul. Młodzieżowa 3 lok. 32 09-100 Płońsk	 tel. 502 207 189, 23 661 56 30 www.robotydrogowewapnopol.pl wapnopol@op.pl	Specjalizuje się we wszelkiego rodzaju robotach drogowych i ziemnych, m.in. buduje drogi oraz mosty. W swojej ofercie ma również transport i produkcję kruszyw, a także sprzedaż piasku i żwiru.	74
WICHARY Technologies sp. z o.o. ul. Centralna 6 42-625 Pyrzowice	 tel. 32 661 99 00 faks 32 661 99 99 www.wichary.eu wichary@wichary.eu	Sprzedaż i kompleksowe usługi w zakresie urządzeń m.in. dla: górnictwa, recyklingu, kolejnictwa, urządzeń do obróbki materiałów, drukowania przestrzennego, przemysłu spożywczego, obróbki cieplnej i ciśnieniowej, transportu wewnętrznego itp.	37, 73
Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych STRUNBET Sp. z o.o. Bogumiłowice 299 33-121 Bogumiłowice	 tel. 14 675 23 00 faks 14 675 23 40 www.strunbet.pl info@strunbet.pl	Wiodący producent wysokiej jakości strunobetonowych podrozjazdnic, podkładów oraz żelbetonowych płyt przejazdowych dla sieci PKP PLK S.A. oraz zarządców infrastruktury tramwajowej. Od 2004 r. jest w grupie Leonhard Moll AG z siedzibą w Monachium.	34, 75



Zawiera szczegółowe parametry techniczne materiałów konstrukcyjnych, hydro- i termoizolacyjnych, elewacyjnych i wykończeniowych. Ponadto opisane są pokrycia dachowe, stolarka otworowa, bramy, posadzki, nawierzchnie, chemia budowlana, urządzenia dźwigowe, sprzęt budowlany oraz oprogramowanie komputerowe. W katalogu są również szczegółowe informacje o produktach z branży sanitarnej, grzewczej, wentylacyjnej i klimatyzacyjnej oraz elektrycznej. Znajdują się też prezentacje firm zajmujących się produkcją i świadczących usługi budowlane i instalacyjne.

Zamów teraz

edycja 2015/2016



Ilość egzemplarzy ograniczona.
Decyduje kolejność zgłoszeń.

Złóż zamówienie – wypełnij formularz na stronie

www.kataloginzyniera.pl



tracktec



TRACK TEC

Nowa jakość w infrastrukturze transportu

Track Tec to czołowy producent i dostawca systemowych rozwiązań dla infrastruktury transportu w Europie, posiadający szeroką ofertę produktów i usług, które spełniają najwyższe standardy jakości.

Profesjonalne doradztwo Grupy na każdym etapie realizacji zamówień, kompleksowa logistyka i współpraca z klientem oparta na wieloletnim doświadczeniu oraz kompetencjach, pozwalają budować jej status międzynarodowego lidera w branży kolejowej.

Marka Track Tec to:

- realizacja usług na najwyższym możliwym poziomie w każdym z siedmiu zakładów produkcyjnych zlokalizowanych w Polsce i za granicą
- kompetencje i referencje potwierdzające realizację kontraktów do ponad 30 krajów na świecie
- konsekwentnie realizowana strategia indywidualnego podejścia do klientów i usług
- bezpieczeństwo, terminowość dostaw, oraz optymalizacja zapasów, kosztów i czasu klientów dzięki systemom just-in-time oraz one-stop-shop
- innowacyjna logistyka i najnowocześniejsze rozwiązania

Track Tec S.A. · ul. Rondo ONZ 1 · 00-124 Warszawa · Polska · Tel. +48 22 354 91 11 · Fax +48 22 354 91 09 | Track Tec S.A. · ul. Francuska 34
40-028 Katowice · Polska · Tel. +48 32 66 11 000 · Fax +48 32 66 11 003 | Track Tec GmbH · Zollhof 8 · 40221 Düsseldorf · Niemcy
Tel. +49 (0) 211 229 872 00 · Fax +49 (0) 211 229 872 22 | Track Tec GmbH · Zakład Leuna · Tel. +49 (0) 3461 43 5111 · Tel. +49 (0) 3461 43 5112
Fax +49 (0) 3461 43 5120 | Track Tec GmbH · Zakład Coswig · Tel. +49 (0) 34903 474110 · Fax +49 (0) 34903 474120 |
Track Tec S.A. · Kr. Valdemāra iela, 21-645 · LV-1010 Rīga · Łotwa · Tel. +371 6703 5215 · Fax +371 6703 5252

E-Mail: info@tracktec.eu · www.tracktec.eu