



BUDOWNICTWO KOLEJOWE **VADEMECUM**

ISSN 2353-5261



edycja
2016





PRODUCENT PODKŁADÓW KOLEJOWYCH STRUNOBETONOWYCH

Precon Polska jest producentem strunobetonowych podkładów kolejowych PS-94P w technologii Abetong.

Podkłady PS-94P:

- przeznaczone są do stosowania w torach każdej klasy (podstawowe przeznaczenie - tory klasy 0 i 1),
- spełniają wymagania norm, WTWiO oraz Aprobaty Technicznej Instytutu Kolejnictwa,
- posiadają wymagane badania typu i eksploatacyjne,
- posiadają pozytywne opinie z PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. oraz Instytutu Kolejnictwa,
- dostępne będą po uzyskaniu Certyfikatu WE.

Podkłady PS-94P zaprojektowane zostały przez szwedzką firmę Abetong – właściciela Precon Polska sp. z o.o. Produkowane są w Jastrowiu koło Piły, w technologii i pod nadzorem Abetong, uznanego na całym świecie projektanta i producenta strunobetonowych podkładów kolejowych.

Zapraszamy do odwiedzenia naszej strony internetowej www.precon.com.pl, gdzie znajdą Państwo informacje o podkładach kolejowych produkowanych przez Precon Polska.

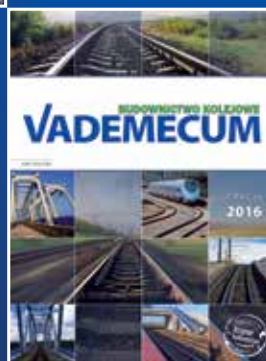
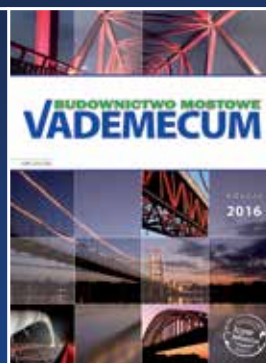
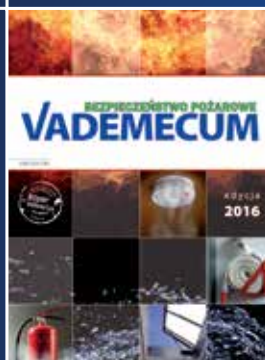
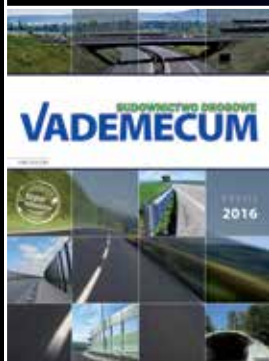
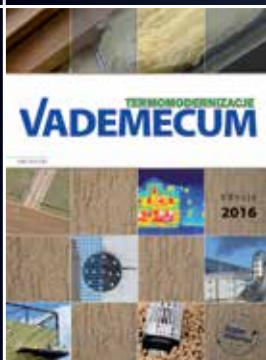
BUDOWNICTWO KOLEJOWE
VADEMECUM

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

2016

Pobierz e-wydanie

edycja 2016



- VADEMECUM Budownictwo Mostowe
- VADEMECUM Termomodernizacje
- VADEMECUM Bezpieczeństwo Pożarowe
- VADEMECUM Budownictwo Drogowe
- VADEMECUM Budownictwo Kolejowe

www.vademecuminzyniera.pl

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
www.kreatorbudownictwaroku.pl
biuro@inzynierbudownictwa.pl

Prezes zarządu:

Jaromir Kuśmider

REDAKCJA**Redaktor naczelna:**

Anna Dębińska

Redaktor prowadzący:

Piotr Bień

Redaktorzy:

Magdalena Błażkiewicz

Aneta Małek

Justyna Mioduszevska

Projekt graficzny:

Jolanta Bigus-Kończak

Skład i łamanie:

Jolanta Bigus-Kończak

Grzegorz Zazulak

BIURO REKLAMY

reklama@inzynierbudownictwa.pl

Zespół:

Monika Frelak - tel. 22 551 56 11

m.frelak@inzynierbudownictwa.pl

Natalia Gólek - tel. 22 551 56 26

n.golek@inzynierbudownictwa.pl

Katarzyna Kłorek - tel. 22 551 56 06

k.klorek@inzynierbudownictwa.pl

Małgorzata Rogala - tel. 22 551 56 20

m.rogala@inzynierbudownictwa.pl

Małgorzata Roszczyk-Hałuszczak

- tel. 22 551 56 07

m.haluszczak@inzynierbudownictwa.pl

Paweł Żebro - tel. 22 551 56 27

p.zebro@inzynierbudownictwa.pl

ZDJĘCIA NA OKŁADCE

Fotolia.com: tycoon101, udra11,
Nightman1965, elxeneize, Grzegorz
Piaskowski, Mariusz Niedzwiedzki,
den-belitsky

DRUK

ArtDruk Zakład Poligraficzny

Print Management: printCARE

NAKŁAD

3000 egz.

VADEMECUM

BUDOWNICTWO KOLEJOWE



Szanowni Państwo,

VADEMECUM Budownictwo Kolejowe to publikacja, w której poruszane są tematy związane z projektowaniem, budową i modernizacją infrastruktury kolejowej.

W dziale kompendium wiedzy znajdują się artykuły techniczne poświęcone konstrukcjom nawierzchni kolejowych na mostach, wzmacnianiu podtorza, systemom sterowania ruchem kolejowym, a także diagnostyce nawierzchni kolejowej.

W publikacji, oprócz ww. artykułów są zamieszczone również prezentacje firm, które oferują produkty i rozwiązania stosowane na kolei lub zajmują się wykonawstwem robót związanych z tym sektorem budownictwa.

Publikacja VADEMECUM Budownictwo Kolejowe jest objęta patronatem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zapraszam na naszą stronę www.vademecuminzyniera.pl, która zawiera, oprócz aktualnie wydanego VADEMECUM Budownictwo Kolejowe, także inne artykuły i e-wydania naszych tegorocznych publikacji: VADEMECUM Budownictwo Drogowe, VADEMECUM Bezpieczeństwo Pożarowe, VADEMECUM Termomodernizacje i VADEMECUM Budownictwo Mostowe.

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 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 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

Przegląd konstrukcji nawierzchni kolejowych
na obiektach mostowych
mgr inż. Monika Płudowska,
dr inż. Wojciech Oleksiewicz

Wzmacnianie podtorza
mgr inż. Beata Gajewska,
dr inż. Cezary Kraszewski

Nowoczesne systemy sterowania
ruchem kolejowym
prof. dr hab. inż. Andrzej Lewiński,
dr inż. Tomasz Perzyński

Diagnostyka nawierzchni kolejowej
dr inż. Wojciech Oleksiewicz



▲ Fot. 1. Przykład obiektu z nawierzchnią kolejową na mostownicach

mgr inż. Monika Płudowska
dr inż. Wojciech Oleksiewicz
Politechnika Warszawska

Dobór konstrukcji nawierzchni kolejowej na mostach¹⁾, ze względu na specyfikę działających obciążeń, ukształtowanie przekroju poprzecznego obiektu oraz przebiegu trasy w planie i profilu wymaga uważnego podejścia projektowego. Zgodnie ze stosowaną systematyką rodzajów konstrukcji dróg szynowych, są one dzielone na konstrukcje podsypkowe i bezpodsypkowe.

PRZEGLĄD KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI KOLEJOWYCH NA OBIEKTACH MOSTOWYCH

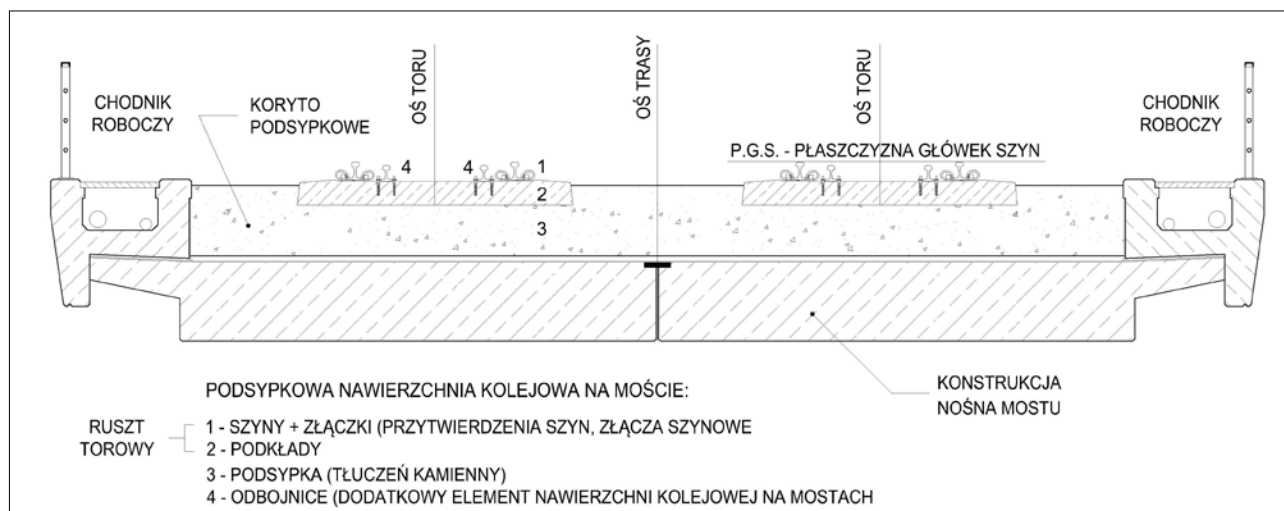
Podsypkowa konstrukcja nawierzchni kolejowej

Podstawą tego podziału jest kryterium oparte na zastosowaniu podsypki, jako głównej warstwy nośnej i kształtującej układ geometryczny toru – w konstrukcjach podsypkowych warstwa ta jest wykonana w postaci podsypki, zwykle z tłucznia kamiennego, a w konstrukcjach bezpodsypkowych podsypka nie wy-

stępuje i jej funkcję spełnia warstwa lub grupa elementów określana jako podbudowa.

Na mostach są stosowane oba wymienione rodzaje konstrukcji – klasyczna konstrukcja podsypkowa oraz coraz częściej stosowane różne wersje bezpodsypkowej konstrukcji nawierzchni kolejowej.

W Polsce w przypadku modernizowanych i nowo budowanych mostów kolejowych, zgodnie z wymaganiami PKP PLK S.A. zawartymi w instrukcji Id-1 [3] należy stosować



▲ Rys. 1. Przekrój poprzeczny przez podsypkową nawierzchnię torową na moście kolejowym

¹⁾ Używane w artykule określenie „most kolejowy” obejmuje umownie również wiadukt kolejowy i jest skróconą formą określenia „obiekt mostowy” zdefiniowanego w przepisach i publikacjach.

nawierzchnię torową o konstrukcji podsypkowej, której przykład ukształtowania wraz z określeniem elementów składowych przedstawia rys. 1.

Istotną zaletą podsypkowej konstrukcji nawierzchni kolejowej jest dobre tłumienie drgań dynamicznych, mała wrażliwość jej na odkształcenia oraz przemieszczenia konstrukcji mostu, a w wypadku wystąpienia takich odkształceń, łatwa możliwość ich regulacji oraz relatywnie niższy koszt wykonania w porównaniu do konstrukcji bezpodsypkowej.

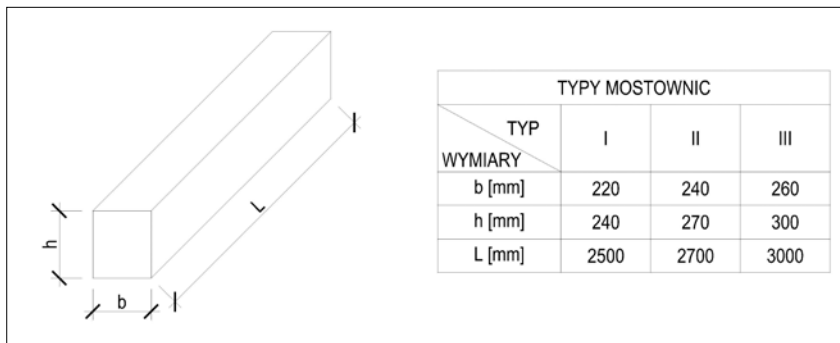
Rozwiązanie to nie jest jednak pozbawione następujących wad:

- wymaga regularnego zagęszczania podsypki – im wyższa prędkość pociągów i większe naciski osi (zwłaszcza dynamiczne), tym podbijanie podsypki stanowiące regulację położenia toru powinno być częściej wykonywane w celu utrzymania dopuszczalnych wartości nierówności geometrycznych toru
- przy przejazdach szybkich pociągów może dochodzić do podrywania podsypki wskutek różnicy ciśnień przed i za pociągiem (tzw. podmuch aerodynamiczny)
- podsypka zwiększa dodatkowo ciężar własny konstrukcji mostu, ponieważ nie może spełniać funkcji elementu składowego jego konstrukcji nośnej (co jest możliwe przy odpowiednim rozwiązaniu podbudowy w konstrukcjach bezpodsypkowych)
- wymaga ukształtowania konstrukcji nośnej mostu w postaci koryta podsypkowego, co zwiększa przekrój i wysokość konstrukcyjną mostu ograniczając wysokość skrajni budowli, albo powodując zastosowanie wyższych nasypów przy przyczółkach lub zagłębianie przebiegającej dołem drogi w wykopie.

Bezpodsypkowa konstrukcja nawierzchni kolejowej

Drugą grupą rozwiązań nawierzchni kolejowych na mostach są nawierzchnie o konstrukcji bezpodsypkowej. Jednak zgodnie z obowiązującymi instrukcjami (Id-2 [3]) ich stosowanie wymaga uzyskania zgody PKP PLK S.A.

W przypadku istniejących mostów, szczególnie stalowych kratownic, najczęściej można spotkać bezpodsypkową konstrukcję nawierzchni szynowej – w jej klasycznej



▲ Rys. 2. Typy mostownic

wersji – polegającą na wykonaniu rusztu torowego, w którym punktowe podpory szynowe są drewnianymi, poprzecznymi belkami, określanymi jako mostownice, mocowanymi do elementów konstrukcji nośnej mostu (fot. 1). Dopuszcza się stosowanie trzech typów mostownic (rys. 2), przy maksymalnym ich rozstawie 0,70 m.

Rozwiązanie takie nie wymaga nadmiernego powiększania przekroju poprzecznego konstrukcji ani nie wprowadza znacznych dodatkowych obciążeń od wyposażenia mostu, jakim są mostownice (podpory szynowe). Jednak ze względu na odrębność materiałowo-konstrukcyjną poszczególnych elementów konstrukcji nawierzchni kolejowej i konstrukcji nośnej mostu, a przede wszystkim ich punktowy sposób przytwierdzenia do konstrukcji nośnej, rozwiązanie to jest bardzo podatne na destrukcyjne wpływy oddziaływań dynamicznych na połączenia przy dużych prędkościach przejazdu pociągów. Dlatego też obecnie nawierzchnie kolejowe na mostownicach drewnianych są coraz rzadziej stosowane na nowo budowanych oraz modernizowanych mostach kolejowych, za wyjątkiem mostów remontowanych bez konieczności wymiany przęsła.

Ta klasyczna wersja bezpodsypkowej konstrukcji nawierzchni kolejowej na mostach jest obecnie coraz częściej zastępowana przez bezpodsypkową konstrukcję z punktowym lub ciągłym systemem przytwierdzenia szyn. W zależności od przyjętego wariantu konstrukcyjnego, warstwę podsypki zastępuje się przez podbudowę betonową, wylewaną na miejscu lub układaną z płyt prefabrykowanych. Istotną zaletą tego rozwiązania, umożliwiającego zintegrowanie konstrukcji podbudowy nawierzchni kolejowej z konstrukcją nośną

mostu, jest zmniejszenie ciężaru własnego jego konstrukcji i wysokości konstrukcyjnej oraz w przypadku wykorzystania elementów prefabrykowanych, szybki i łatwy montaż.

Jednym ze stosowanych rozwiązań konstrukcji bezpodsypkowej jest system RHE-DA 2000. Składa się on z podbudowy w postaci płyty żelbetowej z betonu klasy C 35/45 zbrojonej podłużnie o średniej grubości 0,24 m, z którą zintegrowane są dwublokowe, punktowe podpory szynowe o odsłoniętej dolnej części zbrojenia. Zbrojenie to nie tylko łączy (integruje) podbudowę z nawierzchnią kolejową, lecz w fazie montażu zapewnia utrzymanie obu bloków podporowych i przytwierdzeń szynowych w jednolitej, ustalonej odległości zapewniającej uzyskanie wymaganej szerokości toru 1435 mm i wspólnej płaszczyzny główek szyn (PGS), a więc tym samym ułatwia wykonanie nawierzchni torowej z wymaganą dużą dokładnością. System RHEDA 2000 charakteryzuje też łatwość dostosowania do praktycznie wszystkich typów przytwierdzeń szyn.

Innym wariantem bezpodsypkowej konstrukcji nawierzchni kolejowej stosowanej na mostach jest tzw. system szyny w otulinie ERS (Embedded Rail System). Zasada konstrukcji przytwierdzenia szyny według systemu ERS (rys. 3), polega na jej mocowaniu w kanale szynowym, w którym szyna jest podparta na ciągłej, sprężystej przekładce podszynowej z kompozytu poliuretanowego oraz na warstwie ciągłego podlewu z żywicy poliuretanowej. Po wyregulowaniu położenia szyny w płaszczyznach poziomej i pionowej jest ona zalewana sprężystą masą o charakterystyce materiałowej dostosowanej

do warunków eksploatacyjnych i wymaganej skuteczności tłumienia wibracji. Na rys. 3a mocowanie szyny w systemie ERS jest przedstawione w wersji kanału szynowego zintegrowanego z odpowiednio ukształtowanym pasem górnym dźwigara, co stanowi jedną z zalet stosowania tego systemu na mostach, których wysokość konstrukcyjna może być w ten sposób istotnie zmniejszona. Ponadto takie ukształtowanie kanału szynowego zapewnia także korzystne rozwiązanie odbojnic, a jazda wykolejonego koła po sprężystej masie zalewowej znacząco ogranicza destrukcję konstrukcji nawierzchni kolejowej i konstrukcji mostu. Na rys. 3b są przedstawione schematycznie inne warianty konstrukcji kanału szynowego na mostach stalowych i betonowych.

Dodatkowo system ERS wykazuje inne zalety eksploatacyjne, takie jak:

- skuteczne tłumienie hałasu i wibracji generujących hałas wtórny od ruchu pociągów, dzięki ciągłemu, sprężystemu podparciu i mocowaniu szyny

- zapewnienie wymaganej przepisami izolacji elektrycznej szyny, a tym samym ochrony konstrukcji mostu przed prądami błądzącymi

- znaczne ograniczenie czynności utrzymaniowych nawierzchni szynowej, dzięki wyeliminowaniu połączeń śrubowych w ciągłym mocowaniu szyny.

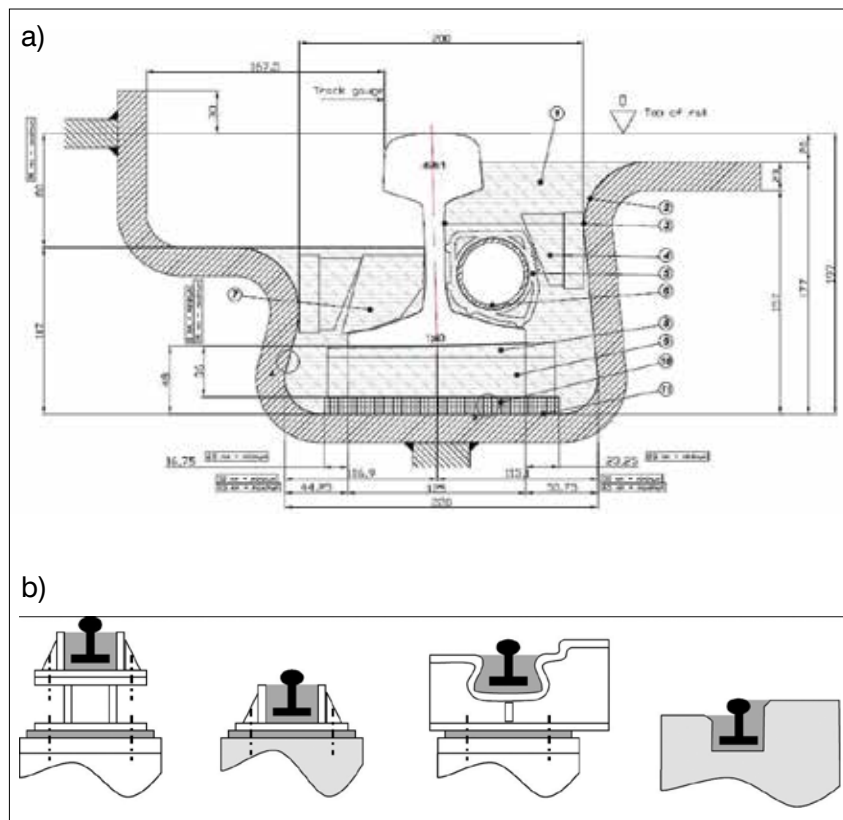
Zalety te zwiększają jednak koszt takiego rozwiązania w porównaniu do klasycznej konstrukcji podsypkowej lub nawierzchni z mostownicami drewnianymi.

Wszystkie odmiany bezpodsypkowej konstrukcji nawierzchni kolejowej cechuje ograniczona możliwość regulacji układu geometrycznego toru w sytuacji błędów montażu lub odkształceń mostu. Toki szynowe, zwłaszcza z konstrukcją o ciągłym mocowaniu szyn za pomocą żywicznych mas zalewowych, są w takich konstrukcjach nieprzesuwnie połączone z przęsłem i nie mogą kompensować nadmiernej siły podłużnej poprzez pokonywanie oporu podłużnego podsypki i związane z tym przemieszczenia podłużne względem przęsła

tak, jak ma to miejsce w podsypkowych konstrukcjach. W rezultacie w tokach szynowych w rejonie dylatacji może dojść do koncentracji naprężeń, co prowadziłoby do powstania odkształceń lub uszkodzenia przytwierdzeń szyn. Jedynym sposobem kompensowania tych efektów jest zastosowanie przyrządów wyrównawczych [5].

Przyrządy wyrównawcze

Na mostach kolejowych jednymi z bardziej kłopotliwych do utrzymania miejsc są strefy połączenia przęsła z przyczółkiem i połączenia sąsiadujących ze sobą końców przęsła z możliwością przesuwu na łożyskach. Dzieje się tak ze względu na konieczność kompensacji różnych wartości przemieszczeń podłużnych (odkształceń) jakich konstrukcja mostowa oraz toki szynowe tworzące tor doznają wskutek działających na nie sił podłużnych. Dla przeciwdziałania tym niekorzystnym oddziaływaniom, stosowane są w strefach dylatacji przyrządy wyrównawcze, umożliwiające określony zakres wzajemnych podłużnych przemieszczeń



◀ Rys. 3. Warianty kształtowania kanału szynowego systemu szyny w otulinie ERS na mostach stalowych i betonowych: a) kanał szynowy i odbojnica zintegrowana z pasem górnym dźwigara, b) zasady kształtowania kanału szynowego na mostach stalowych i betonowych

toków szynowych, których konstrukcyjna ciągłość jest celowo przerwana, ale przy zachowaniu ciągłości powierzchni tocznej szyn wymaganej dla bezpiecznego przejazdu kół taboru.

Przyrządy wyrównawcze zgodnie z rozporządzeniem [1] oraz instrukcją PKP PLK Id-2 [4] stosuje się przy bezpodsytkowej konstrukcji nawierzchni na obiektach stalowych, których długość dylatacyjna jest równa lub większa od 60 m, a w przypadku przęsła o konstrukcji betonowej – 90 m. Obecnie stosowane zasady doboru rozwiązań przyrządów wyrównawczych są ustalone na podstawie analiz i badań dotyczących nawierzchni na mostownicach. W przypadku nowszych typów konstrukcji nawierzchni, zwłaszcza z ciągłym mocowaniem szyny zaleca się przeprowadzenie indywidualnej analizy i zmniejszenie długości dylatacyjnych do 30 m.

Umieszcza się je nad łożyskami ruchomymi, spawając lub zgrzewając z przylegającymi szynami, wyłącznie na prostych odcinkach toru zwykle tak, aby ruch pociągów odbywał się z ostrza przyrządu. Każdy przyrząd powinien mieć oznaczony punkt zerowy, czyli wymagane położenie ostrza iglicy względem opornicy w temperaturze $+15^{\circ}\text{C}$. Dopuszczalny przesuw szyn w przyrządach wyrównawczych powinien spełniać warunek:

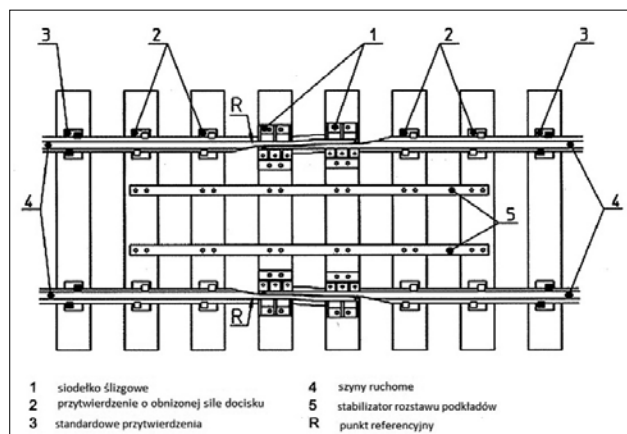
$$\Delta l_{\text{dop}} \geq \alpha \cdot l_d \cdot (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) = 0,00096 \cdot l_d \quad [\text{m}]$$

gdzie:

α – współczynnik liniowej rozszerzalności stali ($0,000012 \text{ } [1/^{\circ}\text{C}]$)

l_d – długość dylatacyjna konstrukcji [m]

t_{max} – maksymalna temperatura konstrukcji przęsła, przyjmuje się $+55^{\circ}\text{C}$



▲ Rys. 4. Przyrząd wyrównawczy bagnetowy

Fot. 3. ►
Przyrząd wyrównawczy z ciągłą krawędzią toczną:
a) pojedynczy,
b) podwójny



t_{min} – minimalna temperatura konstrukcji przęsła, przyjmuje się -25°C (Id-1 [1]).

W zależności od zapewnianej możliwości przesuwu wyróżnia się trzy podstawowe typy przyrządów wyrównawczych:

- dla małych wartości odkształceń ($\pm 30 \text{ mm}$) – przyrządy wyrównawcze bagnetowe (rys. 4)
- dla średnich wartości odkształceń ($\pm 100 \text{ mm}$) – przyrządy wyrównawcze z ciągłą krawędzią toczną (pojedynczy

i podwójny) – (fot. 3)

■ dla dużych wartości odkształceń ($> \pm 250 \text{ mm}$) – przyrządy wyrównawcze z szyną pomostową (rys. 5).

Graniczne wartości ich stosowania zależą nie tylko od maksymalnego przesuwu i długości dylatacyjnej, lecz również od kąta nachylenia iglicy oraz prędkości jazdy pociągów, która przekłada się na maksymalne dopuszczalne poszerzenia toru określone w instrukcji Id-1 [3].

Fot. 4. ►
Przykład nawierzchni o konstrukcji podsytkowej z zastosowaną odbojnicą



Odbojnice

Jednym z dodatkowych elementów nawierzchni kolejowej na obiektach mostowych są odbojnice (fot. 4 i rys. 3a). Mają one za zadanie chronić konstrukcję mostu i pojazd szynowy przed skutkami wykolejenia.

Odbojnice stosuje się wtedy, gdy długość toru na obiekcie jest większa niż 20,0 m oraz pod obiektami inżynieryjnymi, których podpory znajdują się w odległości mniejszej niż 2,5 m od osi toru. W uzasadnionych przy-

padkach (tor na mostownicach oraz obiekt w obrębie stacji lub bezpośrednie sąsiedztwo nasypów o wysokości powyżej 4,0 m i łuk poziomy toru mniejszy niż 350 m).

Odbojnice wykonywane są z szyn albo z kątowników o mniejszej wysokości od szyny tocznej zastosowanej w toku szynowym. Układa się je równoległe do szyn tocznych po ich wewnętrznej stronie, wyprowadzając poza długość mostu ich częścią dziobową na długości 15,0 m mierzonej od lica ściany żwirowej obiektu lub od osi podparcia przęsła (gdy brak jest ściany żwirowej). Na rys. 6 przedstawiono zasady geometryczne

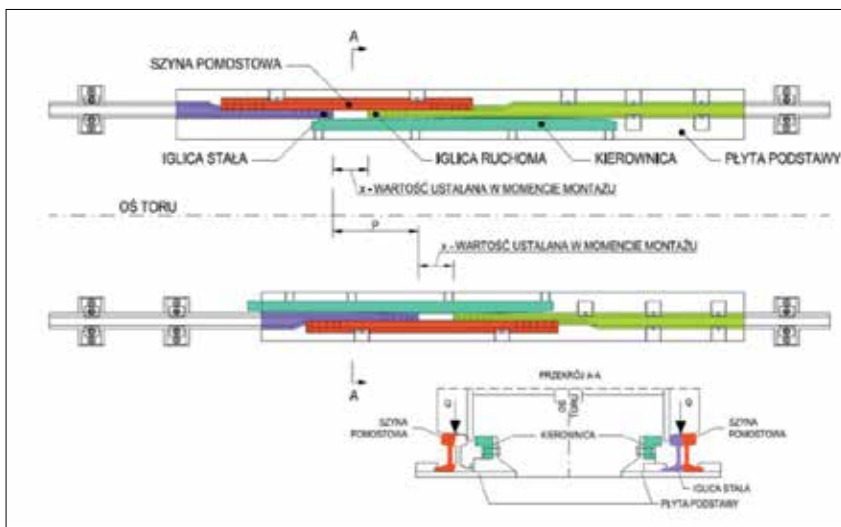
położenia odbojnic w torze. Jeżeli w odległości mniejszej niż 15,0 m od osi podparcia przęsła znajduje się początek lub koniec rozjazdu, to część dziobową można skrócić. Długość minimalna odbojnic poza obiektem różni się w zależności od przepisów: według instrukcji Id-2 [4] jest to 8,0 m, natomiast zgodnie z rozporządzeniem [1] jest to 10,0 m.

Podsumowanie

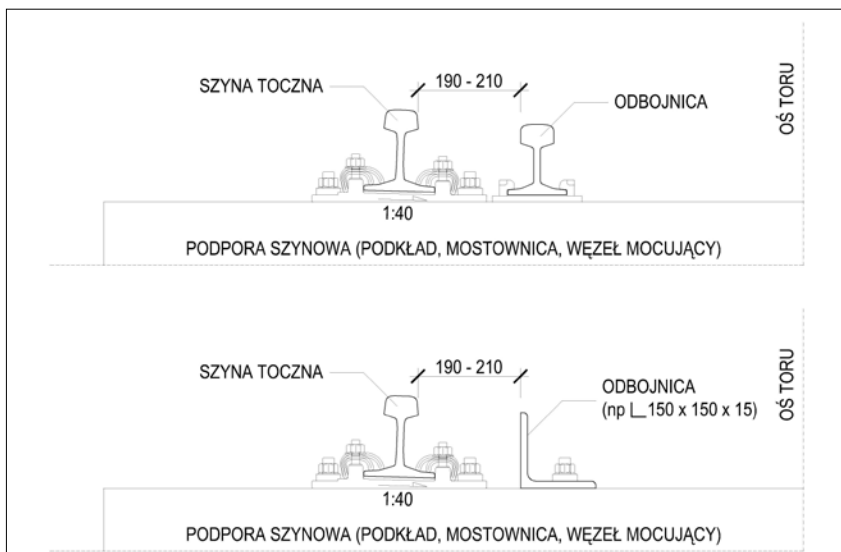
Projektując konstrukcję nawierzchni kolejowej na mostach, należy uwzględnić specyfikę warunków eksploatacyjnych na tych obiektach skutkującą zastosowaniem dodatkowych elementów takich jak przyrządy wyrównawcze i odbojnice. Znane zalety eksploatacyjne bezpodsypekowej konstrukcji nawierzchni kolejowej polegające na znacznym ograniczeniu czynności utrzymaniowych (regulacji położenia toru), zmniejszonej wysokości konstrukcyjnej, skróceniu okresu robót modernizacyjnych i zwiększonej trwałości eksploatacyjnej powinny skłaniać do szerszego stosowania tego rodzaju konstrukcji w Polsce.

Literatura

1. Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie, Dz.U. z 1998 r., nr 151, poz. 987.
2. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 5 czerwca 2014 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie, Dz.U. z 2014 r., poz. 867.
3. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.: Warunki utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1, 2005.
4. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.: Warunki techniczne dla kolejowych obiektów inżynieryjnych Id-2, 2005.
5. Kraśkiewicz C., Oleksiewicz W., Pludowska M., *Wybrane zagadnienia stosowania ciągłego mocowania szyn na mostach o bezpodsypekowej konstrukcji nawierzchni szynowej*, Materiały konferencyjne: Projektowanie, budowa i utrzymanie infrastruktury w transporcie szynowym – INFRASZYN, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, 2015. ■



▲ Rys. 5. Przyrząd wyrównawczy z szyną pomostową



▲ Rys. 6. Zasada położenia odbojnic w torze kolejowym



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

Podtorze kolejowe jest budowlą ziemną wykonaną jako nasyp lub przekop, pełniącą rolę fundamentu, na którym układa się nawierzchnię torową. Podlega ono oddziaływaniom eksploatacyjnym i wpływom klimatu. W skład podtorza wchodzi urządzenia zabezpieczające i ochraniające jego elementy oraz urządzenia odwadniające.

WZMACNIANIE PODTORZA

Rola podtorza i wymagania

Droga kolejowa powinna przebiegać możliwie jak najbardziej w poziomie. Kształt i przekrój poprzeczny podtorza określają przepisy [2, 3]. Wśród czynników wpływających na wymiary podtorza można wymienić: liczbę torów, kategorię linii kolejowej, rodzaj gruntu, wysokość nasypu i głębokość przekopu. Głównym zadaniem podtorza jest przejęcie obciążeń (statycznych i dynamicznych) przekazywanych na torowisko przez nawierzchnię torową od oddziaływania przejeżdżającego taboru oraz od masy samej nawierzchni. W wyniku tych ob-

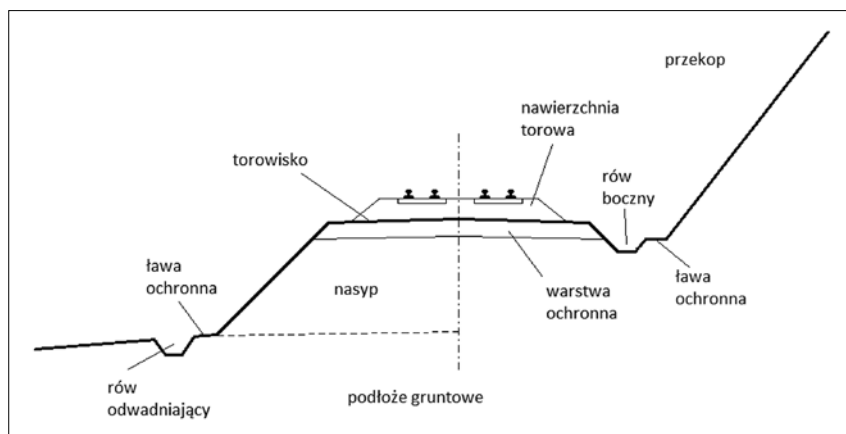
ciążeń podtorze nie może ulegać trwałym odkształceniom. Ponadto zadaniem podtorza jest tłumienie drgań wzbudzanych przez przejeżdżające pociągi. Konstrukcja podtorza powinna zapewnić jego stateczność oraz odporność na długotrwałe działanie czynników atmosferycznych, szczególnie na działanie wody, a także szybkie i skuteczne odwodnienie podsypki oraz ochronę budowli ziemnej przed przemarzaniem.

Górną część podtorza należy projektować przy założeniu trwałości 30-50 lat, w zależności od parametrów eksploatacyjnych linii. Torowisko musi charakteryzować się

odpowiednią nośnością i sztywnością, trwałością i jednorodnością (jednolite parametry mechaniczne na długości toru). Moduł odkształcenia E_2 torowiska na poziomie wierzchu warstwy ochronnej powinien wynosić od 80 do 120 MPa, w zależności od prędkości i natężenia przewozów. Najkorzystniej jest, gdy podtorze wykonane jest z gruntów nośnych: grunty kamieniste, żwiry, pospółki i piaski. Wtedy grubość warstwy ochronnej może wynosić 15 cm, ale nie zawsze takie grunty występują w podtorzu. W gruntach, szczególnie spoistych, tak wysokie parametry nośności na torowisku są trudnoosiągalne lub nawet niemożliwe do uzyskania. W przypadku niskiej nośności gruntów w podtorzu wymagane jest stosowanie grubszych warstw ochronnych 30-50 cm. W celu zwiększenia nośności, szczególnie gruntów drobnoziarnistych stosuje się najczęściej techniki stabilizacji gruntów spoiwami.

Stabilizacja gruntów podtorza

Stabilizacja jest procesem wzmacniania gruntu w celach budowlanych. Oczekiwany efektem zabiegu jest poprawa nośności stabilizowanej warstwy gruntu i jej trwałości w różnych warunkach wodnych i atmosferycznych. Jedną z szeroko stosowanych metod jest stabilizacja chemiczna, czyli wzmocnienie gruntów



▲ Rys. 1. Elementy podtorza kolejowego

poprzez stosowanie dodatków spoiw (wapno, cement) lub specjalnych środków chemicznych. Aktualną normą do stabilizacji chemicznej gruntów jest PN-EN 14227-15:2015-12. Elementem wzmacniającym warstwy ochronne, pozwalającym zmniejszyć grubość potrzebnych warstw konstrukcyjnych i zwiększyć trwałość nawierzchni kolejowej, są geosyntetyki.

Rola odwodnienia

Odpowiednio zaprojektowane i wykonane odwodnienie jest głównym sposobem wzmacniania gruntu podtorza i poprawy jego nośności oraz trwałości. Najczęściej występującą przyczyną uszkodzeń podtorza jest brak sprawnego systemu odwodnienia [4], które to powinno być odwadnianie przez właściwe ukształtowanie skarp, a w razie potrzeby przez użycie materiałów izolacyjnych i filtrujących oraz przez zastosowanie rowów i drenażu podziemnego [3]. Szybkie odwodnienie podsypki uzyskuje się przez zastosowanie odpowiedniego materiału filtrującego i odpowiednich spadków poprzecznych podtorza. Musi być ono tak wyprofilowane, aby uniemożliwiało podmywanie nawierzchni torowej przez wody gruntowe i opadowe. Woda gruntowa wpływająca niekorzystnie na podtorze lub wbudowane w nim urządzenia powinna być odprowadzana przez niezamarzający drenaż głęboki.

Geosyntetyki

Geosyntetyki w kolejnictwie stosowane są najczęściej do:

- wzmacniania podtorza i poprawy stateczności (geosiatki i geotkaniny o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie i małej odkształcalności)
- separacji podłoża od warstw konstrukcyjnych (zwykle geowłókniny)
- zabezpieczenia przeciwoerozyjnego skarp (geomaty przeciwoerozyjne, maty biodegradowalne).

Geosyntetyki do wzmacniania podtorza

Norma PN-EN ISO 10318-1 określa geosyntetyki jako wyrób, którego co najmniej jeden składnik został wykonany z syntetycznego lub naturalnego polimeru, mający postać arkusza, taśmy lub formy przestrzennej. W praktyce geosyntetyki z polimerów natu-

ralnych ulegających degradacji stosowane są do czasowej ochrony skarp przed erozją powierzchniową. Geosyntetyki z tworzyw sztucznych są wytwarzane głównie z polipropylenu (PP), poliestru (PET) polietylenu (PE), poliamidu (PA), aramidu (A), polichloru winylu (PVC).

Ogólne wymagania dotyczące właściwości geotekstyliów i wyrobów pokrewnych stosowanych w budownictwie kolejowym zawiera norma PN-EN 13250. Podstawowe funkcje geosyntetyków wg tej normy to filtrowanie, rozdzielanie (separacja) i zbrojenie. Definicje poszczególnych funkcji wg PN-EN ISO 10318-1 są następujące:

- filtrowanie – to zapobieganie przenikaniu gruntu lub innych cząstek, poddanych działaniu sił hydrodynamicznych, przy jednoczesnym umożliwieniu przepływu płynów wewnątrz lub przez wyrób geosyntetyczny
- rozdzielanie (separacja) – to zapobieganie mieszanemu się przyległych odmiennych gruntów
- zbrojenie – to wykorzystywanie charakterystyk naprężenie-odkształcenie w celu polepszenia właściwości mechanicznych gruntu lub innych materiałów konstrukcyjnych.

Geosyntetyki mogą pełnić jednocześnie kilka funkcji. Dla każdej z nich istotne są inne właściwości wyrobu.

Do funkcji filtrowania wyrób powinien mieć określone co najmniej następujące parametry:

- wytrzymałość na rozciąganie
- wydłużenie przy obciążeniu maksymalnym
- odporność na przebicie dynamiczne
- charakterystyczny wymiar porów
- wodoprzepuszczalność w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu
- trwałość.

Do funkcji rozdzielania wyrobów geosyntetycznych powinien mieć określone co najmniej następujące parametry:

- wytrzymałość na rozciąganie
- wydłużenie przy obciążeniu maksymalnym
- odporność na przebicie statyczne (CBR)
- charakterystyczny wymiar porów
- wodoprzepuszczalność w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu
- trwałość.

Do funkcji zbrojenia wyrób powinien mieć określone co najmniej następujące parametry:

- wytrzymałość na rozciąganie
- wydłużenie przy obciążeniu maksymalnym
- sztywność przy 2%, 5% i 10% siły zrywającej
- odporność na przebicie statyczne (CBR)
- odporność na przebicie dynamiczne
- trwałość.

Metody badania poszczególnych cech dla geotekstyliów pełniących funkcję filtrowania, rozdzielania i zbrojenia zawiera norma PN-EN 13250.

Geosyntetyki mogą być stosowane jako bariery dla cieczy. Funkcją bariery [5] to zastosowanie w celu zapobieżenia lub ograniczenia migracji płynów.

Wymagane właściwości barier geosyntetycznych stosowanych w infrastrukturze transportu, w tym w budownictwie kolejowym, określa norma PN-EN 15382. W normie tej wyróżniono cztery rodzaje zastosowań barier:

- głęboko ułożona pod skarpami (bariera jest umieszczana pod systemem drenażowym i całkowicie pokrywa obszar pod skarpą jak również pod rowem odprowadzającym)
- płytko ułożona pod skarpami (bariera jest umieszczana powyżej systemu drenażowego i pokrywa przeciwskarpę w celu zabezpieczenia powierzchni przed przelewem na skutek spływu)
- głęboko ułożona między dwiema drogami (bariera jest umieszczana pod systemem drenażowym i pokrywa obszar między dwiema drogami, tam gdzie wymagane jest uszczelnienie)
- płytko ułożona między dwiema drogami (bariera jest umieszczana powyżej systemu drenażowego i pokrywa obszar między dwiema drogami, tam gdzie wymagane jest uszczelnienie).

W przypadku barier polimerowych powinny zostać określone co najmniej następujące cechy: przepuszczalność wody (szczelność na ciecz), wytrzymałość na rozciąganie, przebicie statyczne, rozszerzalność termiczna, wpływy atmosferyczne, utlenianie, korozja naprężeniowa spowodowana oddziaływaniem środowiska. Ponadto norma wskazuje cechy istotne dla wszystkich warunków użytkowania: grubość, masa powierzchniowa,

wydłużenie, rozszerzalność termiczna, odporność na mikroorganizmy, wypłukiwanie (rozpuszczalność) i wnikanie korzeni. W normie wskazano odpowiednie reguły i procedury do określenia poszczególnych cech.

Poza wymienionymi wyżej, geosyntetyki mogą pełnić także inne funkcje, jak drenażowanie czy ochrona.

Trwałość geosyntetyków stosowanych do wzmacniania podtorza powinna wynosić co najmniej 25 lat w gruntach naturalnych o $4 < \text{pH} < 9$ oraz przy temperaturze gruntu $< 25^\circ\text{C}$ i nie powinna być mniejsza niż trwałość projektowanej konstrukcji.

Minimalne wymagania dla geosyntetyków pełniących funkcję filtrowania, geosyntetyków rozdzielająco-filtrujących i dla geosiatek zbrojących zawiera Instrukcja Id-3 [3].

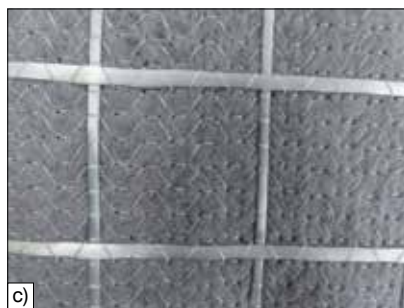
Stosowanie geosyntetyków do odwodnienia i separacji

Do filtrowania stosowane są zwykle geowłókniny, rzadziej geotkaniny. Geowłókniny to wyroby wytworzone z ukierunkowanych lub losowo ułożonych włókien ciągłych lub ciętych. Mogą być łączone mechanicznie (igłowane), termozgrzewane lub zgrzewane chemicznie. Przykłady geowłóknin pokazano na fot. 1. Geotkaniny to wyroby z dwóch (lub więcej) układów przędz, włókien ciągłych lub taśm, przeplatanych zwykle pod kątem prostym. Geotkaniny mogą być tkane z monofilamentów (głównie tkaniny poliestrowe) lub z tasiemek (tkaniny polipropylenowe). Przykłady geotkanin pokazano na fot. 2.

Główne korzyści z zastosowania filtrów geosyntetycznych to zapobieganie sufozji gruntu i kolmatacji drenów. Geosyntetyki filtrujące wg [3] powinny mieć masę powierzchniową $\geq 150 \text{ g/m}^2$, wytrzymałość na przebicie statyczne $\geq 1,5 \text{ kN}$, wskaźnik wodoprzepuszczalności prostopadłej przy nacisku $20 \text{ kPa} \geq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$, wielkość porów O_{90} od $0,06$ do $0,15 \text{ mm}$ i grubość przy nacisku $20 \text{ kPa} \geq 10 \cdot O_{90}$.

Do separacji i filtrowania stosowane są geowłókniny [3]. Funkcję taką pełnią również geotkaniny (fot. 2) i geowłókniny wzmocnione. Główne korzyści z zastosowania geosyntetyków to wzrost nośności i trwałości oraz poprawa odwodnienia konstrukcji.

Geosyntetyki rozdzielająco-filtrujące układane pod warstwami ochronnymi torowiska wg [3] powinny charakteryzować się masą powierzchniową $\geq 150 \text{ g/m}^2$, wytrzymałością na przebicie statyczne $\geq 2 \text{ kN}$, wytrzymałością na przebicie dynamiczne (średnica otworu) $\leq 20 \text{ mm}$, wytrzymałością na rozciąganie $\geq 16 \text{ kN/m}$, wydłużeniem przy zerwaniu $50\text{-}100\%$, wodoprzepuszczalnością w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu $\geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, wielkością porów O_{90} od $0,06$ do $0,20 \text{ mm}$ i grubością przy nacisku $20 \text{ kPa} \geq 15 \cdot O_{90}$. W przypadku, gdy geosyntetyk ma dodatkowo poprzecznie odprowadzać wodę, powinien mieć wodoprzepuszczalność w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu równą co najmniej $5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ i wodoprzepuszczalność w płaszczyźnie wyrobu przy nacisku 20 kPa nie mniejszą niż $5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.



▲ Fot. 1. Przykłady geowłóknin: a) igłowana, b) termozgrzewana, c) wzmocniona

W systemach drenażowych mogą także być stosowane geokompozyty drenażowe i bariery geosyntetyczne.

Stosowanie geosyntetyków w funkcji zbrojenia

W przypadku wzmacniania torowisk geosyntetyki układane są na warstwie ochronnej pod podsypką, pod warstwą ochronną lub zbroją grunt warstwy ochronnej. Stosowane są również do wzmacniania podłoża nasypów, zbrojenia skarp czy ochrony przed erozją powierzchniową. Zbrojenie dolnej części nasypów zapobiega ich nadmiernym odkształceniom lub utracie stateczności w przypadku budowy nasypów na słabym i ściśliwym podłożu. Zbrojenie skarp umożliwia ich bardziej strome, a nawet pionowe formowanie. Ochrona skarp podtorza przed erozją pozwala zwiększyć trwałość i stateczność skarp oraz wpływa na zmniejszenie kosztów utrzymania.

Do zbrojenia (wzmacniania) stosowane są geosiatki. Geotkaniny poza separacją i filtrowaniem, pełnią jednocześnie funkcję zbrojenia. Geosiatki to płaskie wyroby stanowiące regularny układ o otwartej strukturze, z trwale połączonych elementów rozciąganych, w którym otwory są większe od elementów nośnych. Elementy nośne mogą być łączone



▲ Fot. 2. Przykłady geotkanin: a) geotkanina poliestrowa, b) geowłóknina polipropylenowa

w procesie wytłaczania, spajania lub przeplatania. Przykłady geosiatek pokazano na fot. 3. Korzyści z zastosowania geosyntetyków w funkcji zbrojenia to wzrost nośności i trwałości, oszczędność materiałów i kruszyw oraz zmniejszenie powierzchni zajętego terenu.

Geosiatki wzmacniające warstwy ochronne stosuje się, gdy grubość potrzebnej warstwy ochronnej podtorza przekracza 0,40-0,45 m, gdy konieczne jest zmniejszenie łącznej grubości podbudowy oraz gdy wymagane jest zastosowanie warstwy ochronnej o jednakowej grubości na dłuższym odcinku. Zwykle geosiatki układa się w strefie obciążeń eksploatacyjnych.

Geosiatki wzmacniające torowisko układane pod warstwami ochronnymi powinny być dwukierunkowe (dopuszczalna jest różnica wytrzymałości na rozciąganie w obu kierunkach $\leq 25\%$), mieć wytrzymałość na zerwanie nie mniejszą niż 20 kN/m, maksymalne wydłużenie przy rozciąganiu $\leq 20\%$, a wymiary oczek powinny mieścić się w przedziale 20-70 mm. Moduł przy wydłużeniu 2, 3 lub 5% powinien spełniać wymagania projektu. W przypadku geosiatek zgrzewanych lub sklejanych wytrzymałość węzła powinna wynosić co najmniej 30% wytrzymałości pojedynczego zębra [3].



▲ Fot. 3. Przykłady geosiatek: a) tkaną, b) o sztywnych węzłach



▲ Fot. 4. Układanie geosyntetyków w podtorzu

Podtorze na gruntach słabych

Jeżeli w podłożu drogi kolejowej występują grunty słabe i ściśliwe (m.in. torfy, namuły, silnie uplastycznione gliny) należy zastosować zabiegi mające na celu jego odpowiednie wzmocnienie. W przypadku płytkiego zalegania gruntów słabych możliwa jest ich wymiana (całkowita lub częściowa). W przypadku głębokiego zalegania gruntów słabych należy stosować metody wgłębne, jak np.: wzmocnienie podłoża kolumnami podatnymi lub sztywnymi, konsolidacja dynamiczna, konsolidacja wspomagana drenami pionowymi i inne. Gdy miąższość warstw słabych nie jest zbyt duża, wystarczające może być zastosowanie lekkich kruszyw do budowy ziemnych.

Literatura

1. Gajewska B., Kraszewski C., *Wybrane metody wzmocniania podłoża*, Vademecum Budownictwo Drogowe i Kolejowe, 2015.
2. Dz.U. z 1998 r., nr 151, poz. 987 Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r.

w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie.

3. Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego Id-3, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, 2009.
4. Krużyński M., *Wybrane problemy utrzymania podtorza*, Przegląd Komunikacyjny, 10/2014.
5. PN-EN ISO 10318-1:2015-12 Geosyntetyki – Część 1: Terminy i definicje.
6. PN-EN 13250+A1:2015-04 Geotekstylia i wyroby pokrewne – Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg kolejowych.
7. PN-EN 13252+A1:2015-04 Geotekstylia i wyroby pokrewne – Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w systemach drenażowych.
8. PN-EN 14227-15:2015-12 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Specyfikacje – Część 15: Grunty stabilizowane hydraulicznie.
9. PN-EN 15382:2013-10 Bariery geosyntetyczne – Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w infrastrukturze transportu. ■



prof. dr hab. inż. Andrzej Lewiński
dr inż. Tomasz Perzyński
Uniwersytet
Technologiczno-Humanistyczny
w Radomiu

System sterowania ruchem kolejowym (srk) jest odpowiedzialny za bezpieczne przemieszczanie się pojazdów szynowych po sieci kolejowej. W transporcie kolejowym pierwsze rozwiązania techniczne systemów sterowania ruchem kolejowym bazowały na rozwiązaniach układów przekąźnikowych oraz prostych układach komputerowych.

NOWOCZESNE SYSTEMY STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Normy i bezpieczeństwo

W systemach przekąźnikowych bezpieczeństwo oparte było na niesymetryczności uszkodzeń przekąźnika elektromagnetycznego (1→0, 0→1). W systemach komputerowych zastosowano nadmiarowość na poziomie sprzętu i oprogramowania oraz samotestowanie, co wprowadziło wielokanałowe, nadmiarowe przetwarzanie danych.

Obecnie stosowane w Polsce systemy stanowią zbiór urządzeń komputerowych, przekąźnikowych i mechanicznych. Zgodnie z raportem PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. za 2014 r., w przeważającej części nadal w Polsce funkcjonują urządzenia przekąźnikowe i mechaniczne, jednak rozwój technik mikroprocesorowych spowodował implementację systemów typu hybryda (rozwiązania przekąźnikowo-komputerowe). Komputerowe systemy srk pracują w 166 okręgach nastawczych i sterują 3720 zwrotnicami i 4038 sygnalizatorami (raport PKP PLK S.A., 2014).

Urządzenia srk pod względem spełnianych funkcji dzielą się na:

- kontroli prowadzenia pociągów
- systemy liniowe (kontrolujące poprawną sekwencję przemieszczania się pojazdów między posterunkami-stacjami)

■ systemy stacyjne (sterujące przemieszczaniem się pojazdów w obszarze pojedynczego posterunku ruchu lub wielu powiązanych posterunków)

■ zdalnego sterowania (stanowią system nadrzędny dla stacyjnych i liniowych urządzeń srk)

■ zabezpieczenia ruchu na przejazdach kolejowo-drogowych

■ sterowania rozrządem (m.in. nastawianie zwrotnic w strefie podziałowej górki, sterowanie hamulcami odstępowymi i docelowymi).

Współczesne komputerowe systemy srk obejmują m.in. (rys. 1):

- systemy nadrzędne

■ systemy zdalnego sterowania

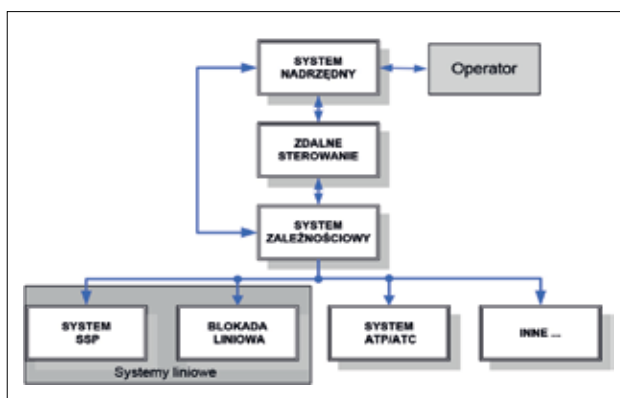
■ systemy zależnościowe

■ systemy liniowe (ssp, blokady liniowe)

■ ATP/ATC.

Komunikacja pomiędzy urządzeniami odbywa się za pomocą standardów transmisji zamkniętej i otwartej. Niezwykle ważną kwestią dotyczącą systemów srk jest bezpieczeństwo. Zgodnie z klasyfikacją UIC (ang. International Union of Railways) i CENELEC (fr. Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) wprowadzono cztery poziomy bezpieczeństwa systemu SIL (ang. System Integrity Level) przedstawione w tablicy 1.

Rys. 1. ►
Podstawowy
schemat blokowy
systemu srk



▼ Tablica 1. Poziomy bezpieczeństwa systemów komputerowych w kolejnictwie

Poziom bezpieczeństwa systemu (SIL)	Wymagany stan bezpieczeństwa	Charakterystyka systemu	Konsekwencje błędu systemu
4	Bardzo wysoki	Zabezpieczenie przed wykołaceniem i kolizją pociągów	Utrata życia ludzi
3	Wysoki	Zapewnienie poprawnego prowadzenia pociągu	Obrażenia i utrata zdrowia ludzi
2	Średni	Zapewnienie kierowania ruchem pociągów	Skażenie środowiska
1	Niski	Zapewnienie obsługi pasażerów	Utrata lub zniszczenie własności funkcjonalnych
0	Niezwiązany z bezpieczeństwem	Zapewnienie prawidłowego utrzymania kolei	Utrata informacji (niewpływających na bezpieczeństwo)

systemy krytyczne ze względu na bezpieczeństwo

systemy o znacznym poziomie bezpieczeństwa

W Polsce, podobnie jak w innych państwach Unii Europejskiej, poszczególne systemy srk zostały przyporządkowane do poziomów bezpieczeństwa, co przedstawiono w tablicy 2.

Współczesne komputerowe systemy srk muszą zapewnić ten sam poziom bezpieczeństwa, co systemy poprzedniej generacji (przekaznikowe). Projektowanie nowych urządzeń, w myśl zasady „fail-safe”, powoduje iż żadna pojedyncza usterka nie może być przyczyną sytuacji niebezpiecznej, dodatkowo powinna być wykrywana w możliwie najkrótszym czasie, po którym powinna zostać zainicjowana reakcja bezpieczeństwa prowadząca do sterowania awaryjnego. Zasada „fail-safe” zapewnia bezpieczeństwo strukturalne, tj. właściwość obiektu zapobiegającą powstawaniu uszkodzeń powodujących stany niezdatności krytycznej. Zasada ta może być zrealizowana poprzez:

■ wielokanałowość przetwarzania i redundancję na poziomie systemu, sprzętu i oprogramowania (ang. multichannel redundant systems)

■ samotestowanie (ang. self-checking, self-testing, self-diagnosis).

Każdy system srk przed wprowadzeniem do eksploatacji musi spełniać wymagania obowiązujących norm oraz mieć certyfikat dopuszczający do użytkowania na linii kolejowej. W normie PN-EN 50126 określono niezawodność, gotowość, dostępność i bezpieczeństwo (RAMS – Reliability, Availability, Maintainability and Safety), jako proces oparty o cykl życia systemu (ang. system life-cycle). Norma PN-EN 50128 określa procedury i wymagania techniczne dla projektowania oprogramowania bezpiecznego systemu elektronicznego dla sterowania i zabezpieczenia na kolei. Norma PN-EN 50129 definiuje wymagania dotyczące projektowania, testowania, odbioru i zatwierdzania elektronicznych systemów, podsystemów i urządzeń sygnalizacji związanych z bezpieczeństwem w zastosowaniach kolejowych. W normie tej uwzględniono specyfikację, konstrukcję, instalację, działanie, obsługę i fazy modyfikacji (rozbudowy) kompletnych systemów sygnalizacji oraz oddzielne podsystemy i urządzenia

wchodzące w ich skład. Na przestrzeni kilku lat można również zaobserwować implementację rozwiązań opartych na sieciach radiowych. Bezpieczna transmisja danych zarówno w zamkniętych, jak i otwartych systemach srk musi spełniać wymagania i zalecenia określone w obowiązujących normach. Szczegóły dotyczące zastosowania takiej transmisji zawarto w dedykowanej dla transportu kolejowego normie PN-EN 50159:2011 Zastosowania kolejowe – Systemy łączności, sterowania ruchem i przetwarzania danych – Łączność bezpieczna w systemach transmisyjnych.

Wprowadzone obowiązujące normy CENELEC, zwłaszcza PN-EN 50129, wprowadzają akceptowalny poziom ryzyka wyrażony przez wskaźnik THR (ang. Tolerable Hazard Rate), to bezpieczeństwo systemów komputerowych zależy nie tylko od intensywności uszkodzeń i czasu ich detekcji, ale również od opóźnień powstałych przy transmisji informacji pomiędzy elementami systemów i generalnie od czasu reakcji systemu na uszkodzenie. Wskaźnik THR jest podstawowym kryterium kwalifikacji systemów srk zaproponowanych przez CENELEC. Podany wskaźnik został określony w następujący sposób:

$$THR = \prod_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{t_{di}^{-1}} \cdot \sum_{i=1}^n t_{di}^{-1}$$

gdzie:

λ_i – intensywność uszkodzeń dla kanału
 t_{di}^{-1} – czas reakcji systemu na błąd od czasu powstania dla kanału i.

Uwzględniając takie parametry jak:

■ czas reakcji systemu na błąd od czasu wykrycia

▼ Tablica 2. Klasyfikacja wybranych bezpiecznych systemów kolejowych

Lp.	Bezpieczne systemy i podsystemy kolejowe	Poziom bezpieczeństwa
1.	Urządzenia nastawcze na posterunkach ruchu	SIL 4
2.	Blokada stacyjna	SIL 4
3.	Układy kontroli niezajętości torów i rozjazdów	SIL 4
4.	Urządzenia zdalnego sterowania	SIL 2 SIL 4 (dla poleceń specjalnych)
5.	Urządzenia ssp	SIL 4
6.	Urządzenia kontroli prowadzenia pociągu klasy A (ATP)	SIL 4
7.	Urządzenia nastawcze w rejonach manewrowych, górkach rozjazdowych	SIL 2
8.	Urządzenia diagnostyczne	SIL 2

- czas reakcji systemu na błąd od czasu powstania
- czas cyklicznego testowania elementu systemu
- średnie czasy T_{MBF} składowych systemu można wyznaczyć wskaźnik THR, którego wartości dla poszczególnych poziomów SIL przedstawiono w tablicy 3.

Systemy srk

Zgodnie z rys. 1 system nadrzędny stanowi swego rodzaju interfejs pomiędzy systemem zależnościowym i operatorem. Na fot. 1 przedstawiono przykłady centrum sterowania ruchem kolejowym (stanowiska operatorów). Operatorzy kontrolują i sterują ruchem pociągów w całym obszarze, mając podgląd na monitorach o sytuacji ruchowej na szlaku, na poszczególnych stacjach i na przejazdach kolejowych.

System nadrzędny stanowi zbiór urządzeń wspomagających pracę dyspozytora (m.in. realizuje funkcję kontroli dyspozytorskiej). System ten pomaga w realizacji zadań związanych z nadzorem i kierowaniem ruchem pociągów, a w przypadku wykrycia konfliktów – wprowadzaniem odpowiednich korekt ruchu. W skład systemów nadrzędnych mogą również wchodzić podsystemy związane z urządzeniami diagnostycznymi. Kolejną grupą urządzeń kolejowych stanowią systemy zdalnego sterowania. Służą one do sterowania na odległość urządzeniami srk. Pozwala to na sterowanie przez jednego dyżurnego ruchu wieloma posterunkami ruchu. Zastosowanie takich systemów powoduje m.in. zmniejszenie kosztów związanych z obsługą wydzielonej linii kolejowej.

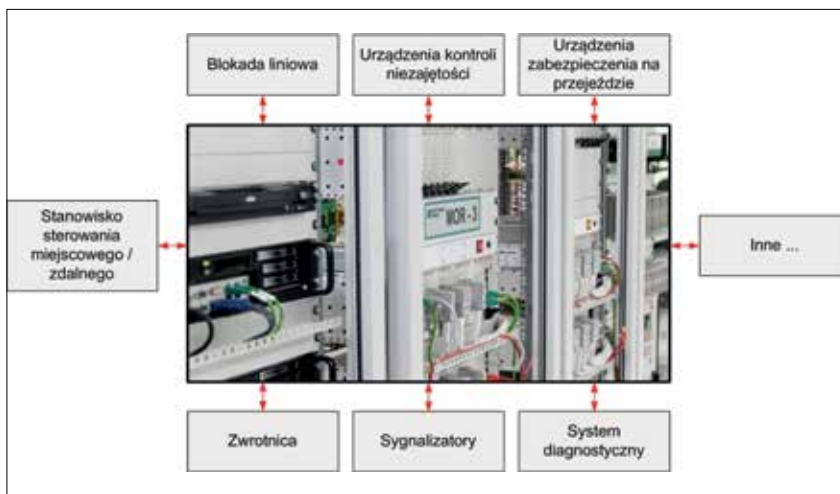
▼ Tablica 3. Wartości THR dla odpowiednich poziomów SIL

THR (na godzinę, na funkcję)	SIL (Safety Integrity Level)
$10^{-9} \leq \text{THR} < 10^{-8}$	4
$10^{-8} \leq \text{THR} < 10^{-7}$	3
$10^{-7} \leq \text{THR} < 10^{-6}$	2
$10^{-6} \leq \text{THR} < 10^{-5}$	1

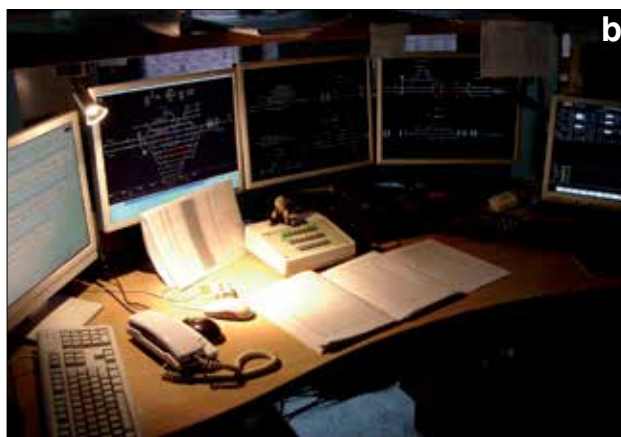
Systemy nadrzędne oraz zdalnego sterowania współpracują z systemami zależnościami. Zadaniem systemu zależnościowego jest wykonanie, we współpracy z systemem nadrzędnym, bezpiecznych funkcji zależnościowych. Systemy zależnościowe stanowią n-kanalową, dwu- („2z2”) lub trzykanalową („2z3”) strukturę wielomodułową. W systemach tych funkcje nastawiania przebiegów są realizowane w czasie rzeczywistym. Na rys. 2 przedstawiono przykładową strukturę systemu zależnościowego (system MOR-3).

Kolejną grupę systemów stanowią systemy liniowe, które są odpowiedzialne za realizację przebiegów pociągów pomiędzy posterunkami. W skład tej grupy urządzeń wchodzi, m.in.: blokady liniowe, urządzenia zdalnego sterowania czy systemy samoczynnych sygnalizacji przejazdowych. Jednym z przykładów takich systemów jest samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu RASP-4F, którą pokazano na fot. 2.

W przedstawionym na fot. 2 systemie do wykrywania zajętości toru zastosowano układ liczników osi pociągu. W skład systemu wchodzi, m.in.: kontener główny (RASP-KG), szafy aparaturowe (RASP-SA1, RASP-SA2) oraz urządzenie zdalnej kontroli (RASP-UZK). W celu zachowania wysokiego poziomu bezpieczeństwa w systemie zastosowano strukturę nadmiarową typu „2z2” w urządzeniach: kontrolno-sterujących wraz z funkcją samotestowania



▲ Rys. 2. Schemat zależności w systemie MOR-3



▲ Fot. 1. Stanowiska operatorów: a) nastawnia Drzewica, b) nastawnia Żywiec



◀ Fot. 2.
Elementy
systemu
RASP-4F



▲ Fot. 3. Przykładowe wnętrze kontenera systemu ssp (RASP-4F)

- wykonawczych wraz z funkcją samotestowania
- zasilających.

Na fot. 3 pokazano przykładowe wnętrze kontenera systemu RASP-4F.

W przypadku pojawienia się na szlaku w obrębie pracy systemu, pociągu, urządzenia kontrolno-sterujące odbierają sygnały od urządzeń oddziaływania pociągu. W tym momencie następuje załączenie urządzeń zewnętrznych takich jak sygnalizatory, napędy rogatek, tarcze ostrzegawcze. Sterowniki CPU1 i CPU2 systemu pracują synchronicznie sprawdzając wzajemnie swoje stany pracy. Działanie systemu jest również nadzorowane przez urządzenia zdalnej kontroli (RASP-UZK).

Podsumowanie

Obecnie na kolejach polskich realizowany jest program modernizacji i rewitalizacji linii kolejowych. Strategia PKP S.A. koncentruje się m.in. na poprawie bezpieczeństwa ruchu pociągów. Jest to możliwe poprzez inwestycje w nowoczesne urządzenia. Przedstawione systemy stanowią wąski przykład rozwiązań stosowanych na kolejach polskich. Wielomodułowa konstrukcja współczesnych systemów srk pozwala na ich konfigurację zgodnie z potrzebami zarządcy linii kolejowej. Pewną innowacją jest stosowanie transmisji radiowej. Ma to szczególne znaczenie na liniach regionalnych, mało obciążonych, gdzie implementacja tradycyjnych rozwiązań jest ekonomicznie nieopłacalna. Należy podkreślić, iż stosowane obecnie w Polsce rozwiązania systemów srk należą do grupy urządzeń bezpiecznych spełniających wszelkie wymagania bezpieczeństwa.

Literatura

1. Lewiński A., Perzyński T., *Publiczne standardy transmisji bezprzewodowej w poprawie bezpieczeństwa w sterowaniu ruchem kolejowym*, Przegląd Komunikacyjny, 5/2016.
2. Lewiński A., *Nowoczesne systemy telematyki kolejowej*, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom, 2012.
3. Perzyński T., Ukleja P., *Współczesne systemy srk. Rozwiązania, bezpieczeństwo*, logistyka, 6/2014.
4. Raport PKP PLK S.A. 2014. ■



dr inż. Wojciech Oleksiewicz
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Lądowej
Instytut Dróg i Mostów

Eksplatacja dróg kolejowych obejmuje dwie zasadnicze grupy procesów: użytkowanie i utrzymanie. Na użytkowanie drogi kolejowej składają się procesy stanowiące ogólnie realizację zadań przewozowych, które są przedmiotem niniejszego artykułu tylko w symbolicznym zakresie, sprowadzającym się do stwierdzenia, że realizacja zadań przewozowych wpływa bezpośrednio na stan techniczny elementów składowych m.in. infrastruktury torowej, powodując utratę wymaganych właściwości o charakterze zużycia lub uszkodzenia, a tym samym wpływa na procesy utrzymaniowe.

DIAGNOSTYKA NAWIERZCHNI KOLEJOWEJ

Wstęp – zakres opracowania

Procesy składające się na utrzymanie (naprawianie) dróg kolejowych są grupowane w trzech blokach zagadnień określanych jako diagnostyka, konserwacja i naprawy. Rozpoznaniem i oceną stanu technicznego, a w szczególności jego zmian spowodowanych użytkowaniem, zajmuje się diagnostyka przedstawiona w niniejszym artykule w zakresie dotyczącym jednej z dwóch głównych grup elementów składowych konstrukcji drogi szynowej, a mianowicie nawierzchni kolejowej. Diagnostyka dotycząca drugiej grupy elementów składowych konstrukcji drogi kolejowej, tj. podtorza kolejowego nie jest przedmiotem niniejszego opracowania. Diagnostyka podtorza kolejowego operuje przeważnie metodami i urządzeniami pomiarowymi oraz metodami analiz wyników o uniwersalnym zastosowaniu w dziedzinie geotechniki – w szczególności w budownictwie komunikacyjnym (drogi i mosty), a nie tylko w kolejnictwie. Ocena stanu technicznego nawierzchni kolejowej dokonywana w ramach badań diagnostycznych jest podstawą do planowania i realizacji innego bloku działań utrzymaniowych – napraw nawierzchni, które obejmują m.in. dwie zasadnicze podgrupy procesów: organizację napraw (zakres, harmonogra-

my, zamknięcia torów itp.) oraz technologie napraw (maszyny i urządzenia, następstwo operacji, nadzory i bieżące monitorowanie jakości robót) i nie są przedmiotem niniejszego artykułu.

Ogólne podstawy badań diagnostycznych nawierzchni kolejowej

Zgodnie z definicją diagnostyki nawierzchni kolejowej, sformułowaną w połowie lat 70. XX wieku przez twórcę teoretycznych podstaw tej gałęzi wiedzy w polskim kolejnictwie prof. Henryka Bałucha [1], diagnostyka stanowi całokształt metod i środków służących do określania stanu tej nawierzchni. Użyte w tej definicji sformułowanie „określanie stanu nawierzchni” obejmuje szeroki zakres działań takich jak np.:

- badanie, ustalanie i klasyfikowanie symptomów zużycia nawierzchni polegające nie tylko na analizowaniu procesów oddziaływań pomiędzy torem i pojazdem w zakresie skutków, lecz również w zakresie ich przyczyn
- opracowywanie częstotliwości badań, metod i urządzeń pomiarowych oraz sposobów analizy wyników pomiarów i wnioskowania na ich podstawie o stanie nawierzchni

- prognozowanie przebiegu zmian stanu nawierzchni i określanie jej trwałości eksploatacyjnej.

Wyszczególnione działania wskazują, że diagnostykę nawierzchni kolejowej należy kwalifikować jako dziedzinę wiedzy o charakterze teoretycznym, empirycznym i użytkowym stanowiącą usystematyzowaną metodę rozpoznawania i przewidywania stanów tej nawierzchni.

Badania diagnostyczne nawierzchni kolejowej można podzielić z uwagi na ich przedmiot na dwie podstawowe grupy: badania geometryczne toru i badania konstrukcji nawierzchni.

Badania diagnostyczne nawierzchni niezależnie od ich przedmiotu są realizowane według takiej samej zasady ogólnej, polegającej na następującej sekwencji podejmowanych działań:

- wybór przedmiotu badania, tj. wielkości przynależnej do jednej z dwóch wymienionych grup
- wybór metody i urządzenia pomiarowego odpowiednio do wybranej wielkości (parametru) i do zakresu ilościowego planowanych pomiarów
- wykonanie pomiarów i określenie zbioru ich wyników

- przetworzenie wyników pomiarów w celu określenia zbioru odchyłek, tj. różnicy pomiędzy wartościami zmierzonymi i nominalnymi ustalonych parametrów
- kwalifikacja odchyłek do zbioru odchyłek niedopuszczalnych (określonych dla poszczególnych parametrów w przepisach) i dopuszczalnych z ewentualnym ich podziałem na ustalone klasy
- określenie oceny stanu toru i prognozy rozwoju odchyłek dopuszczalnych
- kwalifikacja badanego odcinka toru do określonego zakresu i terminu działań naprawczych – tj. zaplanowanie naprawy.

Proces utrzymania nawierzchni kolejowej oraz jego część, jaką jest proces diagnostyczny są realizowane na sieci PKP na podstawie przepisów, a w szczególności na podstawie instrukcji PKP PLK S.A. [4, 5, 6].

Badania geometryczne toru

Badania geometryczne toru mają na celu określenie dokładności geometrycznej toru, wpływającej w znaczny sposób na ocenę stanu technicznego nawierzchni i tym samym na warunki jej eksploatacji. Od dokładności geometrycznej toru zależy bowiem spokojność jazdy, bezpieczeństwo ruchu i trwałość części składowych nawierzchni kolejowej.

Ocena dokładności geometrycznej toru stanowiącego układ dwóch toków szynowych ułożonych w ustalonej odległości między nimi jest dokonywana na podstawie badań diagnostycznych następujących wielkości (parametrów) podstawowych określonych na rys. 1:

a) szerokości toru (rys. 1a i rys. 1d): $e = |y_l - y_p|$ (1)

b) różnicy wysokości toków szynowych, określanej umownie przechyłką również poza łukami poziomymi (rys. 1b): $h = z_l - z_p$ (2)

c) wchrowatości toru (rys. 1c):

$$g_{x,s} = h_z - h_{(x-s)} \quad (3)$$

d) średniej nierówności podłużnej obu toków szynowych w płaszczyźnie pionowej (rys. 1b) określanej umownie nierównością pionową: $z_s = 0,5 (z_l + z_p)$ (4)

e) jednej z nierówności poziomych (rys. 1a): $f = 0,5 (y_l + y_p)$ (5)

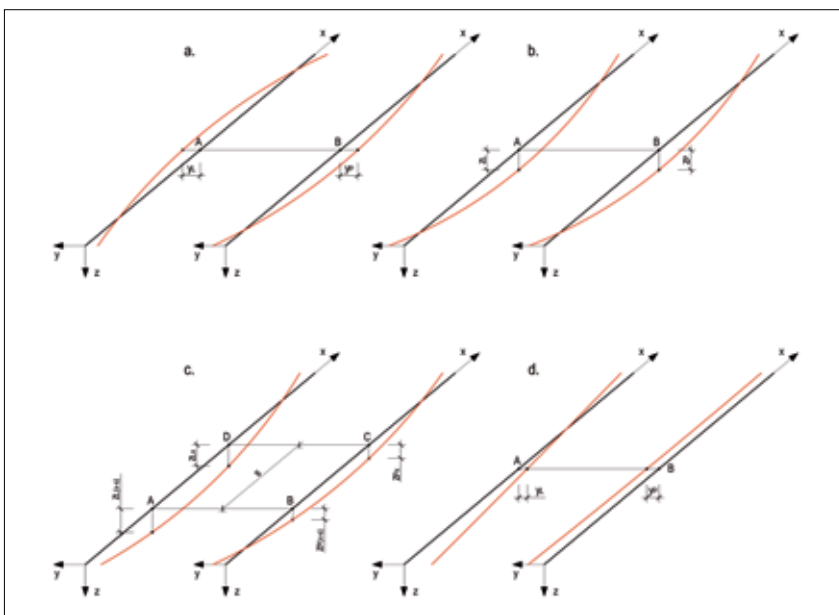
w torach na prostych oraz w torach położonych w łuku lub na krzywej przejściowej oddzielnie dla każdego toku szynowego (rys. 1d): $f = y_l$ lub $f = y_p$ (6)

Przedstawione na rys. 1 wielkości mierzone dla oceny stanu geometrycznego toru są odniesione do umownego układu osi x, y, z, odpowiadającego nominalnemu położeniu toków szynowych i wrysowanego cienką linią, przy symbolicznym oznaczeniu oddzielonych toków szynowych linią po-

grubioną o przebiegu odbiegającym od położenia nominalnego wskutek nierówności toru. Umowny charakter określania nierówności toru jako wielkości poziome lub pionowe polega na tym, że w rzeczywistości są one odnoszone nie do teoretycznych głównych płaszczyzn poziomej lub pionowej, lecz do nominalnej płaszczyzny „poziomej” główek szyn (PGS) i prostopadłej do niej płaszczyzny „pionowej” odbiegających np. w łukach z przechyłką od głównych płaszczyzn teoretycznych.

Pomiary wymienionych wielkości charakteryzujących stan geometryczny toru, których szczegółowe zasady i organizację określa instrukcja [6], są wykonywane jako pomiary bezpośrednie za pomocą przenośnych przyrządów pomiarowych (tzw. pomiary ręczne i wykonywane samorejestrującymi toromierzami elektronicznymi) lub jako pomiary pośrednie za pomocą pojazdów pomiarowych. Pomiary bezpośrednie są realizowane w sposób punktowy (nieciągły), tj. w ustalonych odległościach (z krokiem pomiarowym) np. co 5 lub 10 m mierząc tzw. toromierzem ręcznym (fot. 1a) albo w sposób określany jako bezpośredni ciągły, mierząc samorejestrującym toromierzem elektronicznym (fot. 1b) ustalone parametry rejestrowane automatycznie w odległościach co kilka mm. Pomiary pośrednie są bardziej efektywne w porównaniu do pomiarów bezpośrednich bowiem umożliwiają kompleksową ocenę stanu geometrycznego toru na długich odcinkach linii wykonując pomiar specjalnymi drezynami i wagonami pomiarowymi (fot. 2c) z prędkościami nawet do 250 km/h w warunkach toru obciążonego pojazdem, a więc w warunkach zbliżonych do rzeczywistych obciążeń eksploatacyjnych.

Wyniki takich pomiarów są rejestrowane i przetwarzane elektronicznie w czasie pomiaru lub po jego zakończeniu i udostępniane w postaci tabelarycznych zestawień wartości odchyłek poszczególnych wielkości lub w postaci graficznej, tj. wykresów przebiegu wartości mierzonych parametrów na osi przebytej drogi (toru). Przykładowe wykresy z wynikami pomiaru ciągłego nierówności poziomych przedstawia rys. 2. Na wykresie tym oprócz linii przedstawiającej zmienny przebieg parametru na długości



▲ Rys. 1. Podstawowe wielkości charakteryzujące stan geometryczny toru [1]

badanego odcinka toru są naniesione czerwone linie określające granice przedziału dopuszczalnych odchyłek danego parametru, co umożliwia bieżącą, wstępną ocenę jego stanu geometrycznego.

Na podstawie zarejestrowanych wyników pomiaru ocena stanu geometrycznego toru jest dokonywana poprzez określenie odchyłek i porównanie ich z wartościami dopuszczalnymi.

Ocenę stanu geometrycznego toru można dokonać albo w odniesieniu do wybranych parametrów (np. na krótkich odcinkach z powodu szczególnie złego stanu w zakresie takich parametrów), albo dla dłuższych odcinków kompleksowo, przy uwzględnieniu wszystkich z wymienionych powyżej pięciu parametrów charakteryzujących stan geometryczny. W przypadku kompleksowej oceny wykorzystuje się syntetyczne (łączne) wskaźniki zapewniające bardziej obiektywną ocenę w porównaniu do oceny pojedynczych parametrów. Do oceny syntetycznej stosowany jest przeważnie wskaźnik geometrycznej jakości toru J oparty ogólnie na zmienności poszczególnych parametrów i obliczany jako średnia ważona z wartości odchylenia standardowego każdego z parametrów, tj: nierówności pionowych (S_z), nierówności poziomych (S_y), wichrowatości toru (S_w) i szerokości toru (S_e) zgodnie ze wzorem:

$$J = (S_z + S_y + S_w + 0,5 \cdot S_e) / 3,5 \quad (7)$$

Inną formą syntetycznego wskaźnika jakości jest rzadziej stosowana wadliwość pięcioparametrowa W_5 , obliczana na podstawie wadliwości W poszczególnych parametrów, określanych zgodnie z ogólną zasadą opartą na ilorazie liczby próbek przekraczających odchyłki dopuszczalne (n_p) do liczby wszystkich próbek (wyników pomiarów) na ocenianym odcinku (n): $W = n_p / n$. (8)

Wadliwość pięcioparametrowa jest obliczana na podstawie następującego wzoru:

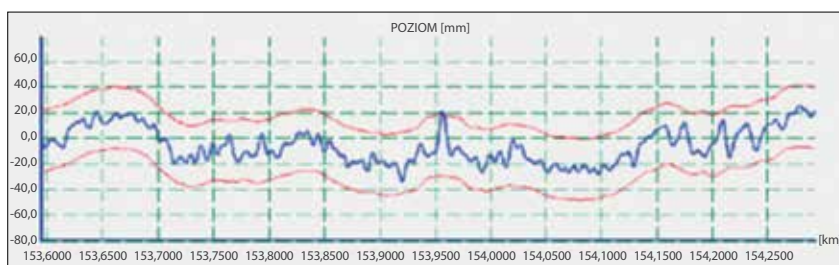
$$W_5 = 1 - (1 - W_e) (1 - W_g) (1 - W_w) (1 - W_z) (1 - W_y) \quad (9)$$

Ocena stanu toru z uwzględnieniem wadliwości pięcioparametrowej jest formułowana zgodnie z zasadą przedstawioną w tablicy 1 (według [4]).



▲ Fot. 1. Przyrządy i urządzenia pomiarowe do badań diagnostycznych stanu geometrycznego toru:

- a) pomiar punktowy bezpośredni toromierzem ręcznym [8],
- b) pomiar ciągły bezpośredni samorejestrującym toromierzem elektronicznym ITEC [8],
- c) pomiar ciągły i pośredni drezyną pomiarową EM 120 [7]



▲ Rys. 2. Wykres z przykładowymi wynikami ciągłego pomiaru nierówności poziomych [2]

▼ Tablica 1. Wartości progowe wadliwości pięcioparametrowej W_5

Ogólna cena stanu technicznego linii kolejowych	Wartość W_5
Linie nowe	$W_5 \leq 0,1$
Linie o dobrym stanie	$0,1 < W_5 \leq 0,2$
Linie o dostatecznym stanie	$0,2 < W_5 \leq 0,6$
Linie o niedostatecznym stanie	$W_5 > 0,1$

Przedstawione zasady dokonywania ocen jednostkowych i syntetycznych stanu geometrycznego toru są stosowane do finalnego porównania wyników pomiarów przeprowadzonych na danym odcinku ze zbiorem wartości odchyłek dopuszczalnych określonych w instrukcji [4]. Odchyłki dopuszczalne okre-

ślone w ramach pomiarów ciągłych (drezyną pomiarową lub toromierzem elektronicznym) – przedstawione w tablicy 2, różnią się od wartości niektórych odchyłek dopuszczalnych określonych w ramach pomiarów toromierzem ręcznym (tablica 3), co wynika z faktu ich pomiaru różnymi metodami.

▼ Tablica 2. Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru (dla pomiarów wykonanych dreżyną pomiarową lub toromierzem elektronicznym)

Prędkość [km/h]	Nierówności		Wichrowatość na bazie 5 m [mm]	Odchyłki szerokości toru			Przechyłka względna [mm]	Wskaźnik J [mm]
	poziome [mm]	pionowe [mm]		poszerzenia [mm]	zwężenia [mm]	gradient [mm/m]		
200	4	3	5	4	3	1	5	1,3
180	5	4	6	5	3	1	6	1,6
160	6	6	8	6	4	1	8	2,1
140	7	8	10	8	5	1	12	2,7
120	9	10	12	9	7	1	12	3,3
100	13	14	14	10	7	2	15	4,3
80	17	18	16	10	8	2	20	5,3
70	20	21	18	12	8	2	20	6,1
60	24	25	19	15	8	2	25	7,0
50	29	30	21	17	8	3	25	8,2
40	35	35	23	20	9	3	25	9,6
30	44	40	25	25	9	3	25	11,2
20	53	50	30	32	10	4	25	14,5

▼ Tablica 3. Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru (dla pomiarów ręcznych)

Prędkość [km/h]	Różnica w nominalnej szerokości toru [mm]	Różnica w wysokości położenia toków [mm]	Różnice strzał. na cięciwie 10 m [mm]	Różnice w poziomie od znaków regulacji [mm]	Różnice niwelety od znaków regulacji [mm]	Różnica luzu w stykach: maks./min. [mm]
200	nie prowadzi się ręcznych pomiarów w celach diagnostycznych					
180	nie prowadzi się ręcznych pomiarów w celach diagnostycznych					
160	+6, -4	8	8	10	10	-
140	+8, -5	12	9	10	10	-
120	+9, -7	12	10	10	10	-
100	+10, -7	15	12	15	15	4
80	+10, -8	20	14	15	15	4
70	+12, -8	20	15	15	15	5
60	+15, -8	25	16	15	15	5
50	+17, -8	25	17	15	15	5
40	+20, -9	25	18	20	20	5
30	+25, -9	25	20	30	30	5
20	+35, -10	25	25	35	35	5

Badania konstrukcji nawierzchni

Badania diagnostyczne konstrukcji nawierzchni kolejowej mają ten sam główny cel, co badania układu geometrycznego toru, tj. ocenę stanu konstrukcji dla potrzeb właściwego zarządzania jej utrzymaniem i dla zapewnienia ustalonej klasy technicznej toru. Zakres badań określanych w uproszczeniu konstrukcyjnymi dotyczy wszystkich

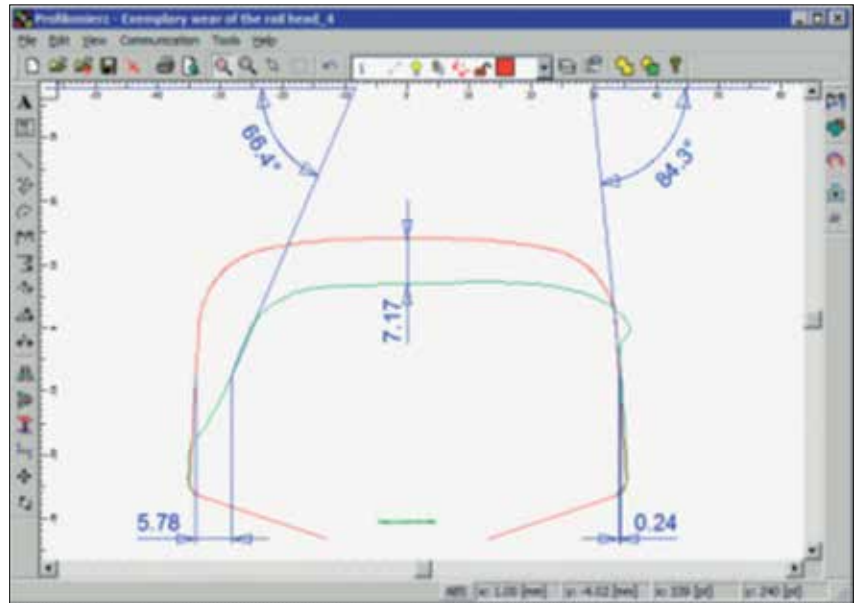
elementów składowych nawierzchni, a więc szyn, złączy, podkładów i podsypki proporcjonalnie jednak do intensywności ich zużycia wskutek eksploatacji.

Ze względu na największe oddziaływania pomiędzy pojazdem i torem występujące na styku koło-szyina, gdzie kumulują się wiele sił o charakterze dynamicznym, działających na tory szynowe masą pojazdu, siłami trakcyjnymi (hamowanie, napęd), nierównoważonym przyspieszeniem w lu-

kach i obciążeniem termicznym w torze bezstykowym, zużycie szyn następuje najintensywniej. Powoduje to potrzebę odpowiednio częstych badań diagnostycznych szyn, których zużycie, uszkodzenia i wady mają różne symptomy takie jak np.:

- zużycie boczne i pionowe polegające na zmianie (zwykle ubytku) przekroju poprzecznego główki szyny
- zużycie faliste i uszkodzenia powierzchni toczonej w stykach szyn

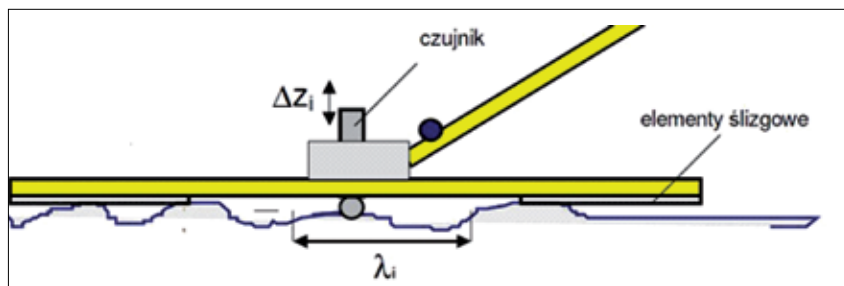
Rys. 3. ►
Przetworzenie danych pomiarowych
z profilomierza na graficzną postać wyniku
dla oceny zużycia pionowego
i bocznego szyny [8]



Fot. 2. ►
Profilomierz X-Y do torów i rozjazdów – do-
tykowy i bezdotkowy (optyczny za pomocą
czujnika laserowego) sposób odwzorowania
kształtu profilu zużytego w wybranym
przekroju kontrolnym [8]



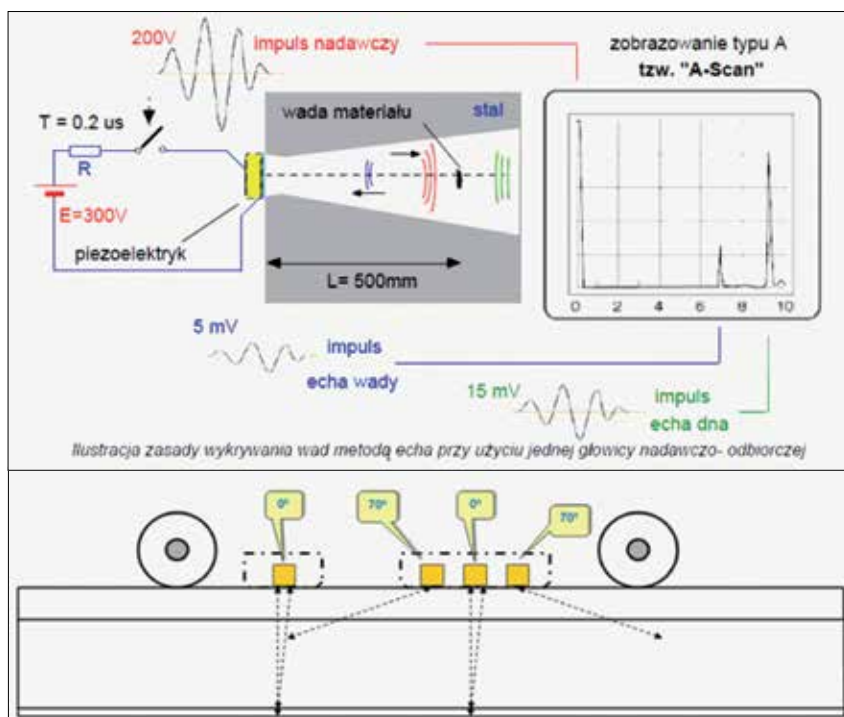
▲ Fot. 3. Widok zużycia falistego na powierzchni tocznej główki szyny – jaśniejsze powierzchnie odpowiadają strefie wierzchołków fali [7]



▲ Rys. 4. Ogólna zasada pomiaru zużycia falistego za pomocą falistomierza z czujnikiem dotykowym [7]



▲ Fot. 4. Przykład wad kontaktowo-zmęczeniowych na powierzchni toczonej szyny oraz widok wielokrotnego spękania szyny [7]



▲ Rys. 5. Zasada wykrywania wewnętrznych wad szyn z zastosowaniem ultradźwiękowej metody echa w głowicach nadawczo-odbiorczych w wagonie defektoskopowym Centrum Diagnostyki PKP PLK [7]

■ występowanie wad typu rysy, pęknięcia, złamania i wad kontaktowo-zmęczeniowych typu HEAD-CHECKING, SQAT.

Wstępne badania powyższych symptomów są wykonywane poprzez obserwacje mające na celu ustalenie lokalizacji wykonania pomiarów. Do pomiaru wymienionych symptomów zużycia szyn są stosowane różne przyrządy pomiarowe działające zgodnie z ogólną zasadą określenia i utrwalenia kształtu zużytego i porównania go z kształtem nominalnym.

Do pomiarów pionowego i bocznego zużycia szyn są stosowane współcześnie tzw. profilomierze, działające na zasadzie mechanicznego odwzorowania zużytego profilu główki szyny przez poprowadzenie po jej badanej powierzchni (zwykle ręcznie) odpowiedniego wodzika, zamieniającego ruch jego końcówki na zapis elektroniczny, wyrażany w lokalnych współrzędnych, których odtworzenie w komputerze daje obraz możliwy do nałożenia porównawczo na profil nominalny i obliczenia różnic między dwoma konturami (rys. 3).

Nowsze wersje tej techniki pomiarowej zastępują mechaniczne (dotykowe) odtworzenie profilu zużytej szyny metodą bezdotykową za pomocą laserowych czujników pomiaru odległości. Opisane profilografy są przedstawione na fot. 2.

Na analogicznej zasadzie działają współczesne przyrządy pomiarowe (falistomierze lub prostomierze) do badania jednego z głównych czynników wywołujących emisję hałasu i wibracji podczas przejazdu pociągów, tj. zużycia falistego na powierzchni toczonej główki szyny. Przyrządy te służą także do badania prostości szyny w złączach szynowych (spoinach i zgrzeinach) nie tylko na powierzchni toczonej, lecz także na jej powierzchni bocznej – odwzorowują one nie poprzeczny, lecz podłużny profil szyny za pomocą czujników dotykowych lub bezdotykowych przemieszczanych wzdłuż szyny na częściowo nakładających się na siebie odcinkach o długości do ok. 1,5 m lub też przemieszczanych wzdłuż szyny w sposób ciągły na dłuższych odcinkach.

Przykład zużycia falistego na powierzchni toczonej główki szyny przedstawia fot. 3, a zasadę pomiaru tego rodzaju przy zastosowaniu czujnika dotykowego mierzącego głębokość fali (rys. 4).

▼ Tablica 4. Wartości graniczne dla kryteriów użytkowania szyn

Klasa torów	Dopuszczalna liczba pęknięć szyn na 1 km		Dopuszczalne zużycie pionowe [mm]			Dopuszczalne zużycie boczne [mm]	Kąt nachylenia pow. bocznej głowki szyny α
	wszystkie n_{odop}	pierwotnych n_{pdop}	UIC60	pozostałe	UIC60	pozostałe	
0	6	2	12		14		65°
1	7	4	14	8	18	12	
2	8	5	16	10	20	14	60°
3	9	6	16	14	20	17	55°
4 i 5	10	7	20	16	22	19	55°
tory boczne	nie określa się		28	25	do dolnej krawędzi głowki		55°

Uwagi:

- 1) w przypadku równoczesnego wystąpienia zużycia pionowego i boczno, dopuszczalne zużycie pionowe należy zmniejszyć o połowę rzeczywistego zużycia boczno
- 2) w torach klasy 0 niedopuszczalne jest, po osiągnięciu dopuszczalnego zużycia boczno, przekładanie (zamienianie) szyn w tokach
- 3) w szynach przekładanych, po osiągnięciu dopuszczalnego zużycia boczno, dopuszczalne zużycie pionowe należy zmniejszyć o połowę obustronnych zużyć bocznych

Oprócz zewnętrznych symptomów zużycia szyn, są prowadzone w skali całej sieci przez Centrum Diagnostyki PKP PLK badania wewnętrznych wad materiałowych, pęknięć i rys występujących w szynach. Zaniechanie systematycznej kontroli stanu szyn w tym zakresie może prowadzić do nieoczekiwanych ich pęknięć, powodujących skutki w postaci wykolejeń lub nawet katastrof kolejowych. Badania takie są prowadzone pojazdami defektoskopowymi zapewniającymi wykrywanie wewnętrznych wad w szynach podczas jazdy z prędkościami co najmniej 80 km/h.

Przykład wielokrotnego spełnienia szyny wskutek niewykrytych w odpowiednim czasie wad wewnętrznych oraz wad kontaktowo-zmęczeniowych na powierzchni tocznej przedstawia fot. 4, a zasadę wykrywania takich wad za pomocą badań wagonem defektoskopowym przedstawia rys. 5.

Przedstawione metody podstawowych pomiarów wykonywanych w ramach badań diagnostycznych szyn są podstawą do oceny ich zdolności eksploatacyjnej i podjęcia decyzji o ewentualnej wymianie. Ocena ta powinna odnosić się do określonych przepisami [4] wartości dopuszczalnego zużycia szyn i innych kryteriów użytkowania szyn przedstawionych w tablicy 4.

Diagnostyka realizowana w odniesieniu do pozostałych elementów składowych

konstrukcji nawierzchni kolejowej nie wymaga tak skomplikowanego sprzętu pomiarowego jaki jest stosowany w badaniach diagnostycznych szyn. Badania te polegają na zliczaniu uszkodzeń i ewentualnym pomiarze ich zakresu wykonywanym prostym sprzętem takim jak linijka, taśma lub suwmiarka. Szczegółowy opis wymagań i zasad kwalifikowania podkładów, złączy i podsypki do wymiany jest opisany w załączniku do instrukcji Id-1 [4]. W ramach badania tych elementów składowych nawierzchni (za wyjątkiem złączy) określa się dla każdego z nich odrębny stopień degradacji, który następnie jest brany pod uwagę przy obliczaniu wskaźnika syntetycznego degradacji, tj. wartości średniej ze wszystkich wyników cząstkowych.

Podsumowanie

Diagnostyka nawierzchni kolejowej jest ważnym elementem złożonego procesu utrzymania infrastruktury torowej na liniach kolejowych. Zakres i metody działania podejmowane w ramach badań diagnostycznych opisane w artykule wskazują, że jest to rozwojowy element procesu utrzymania, w którym są stosowane współczesne, zaawansowane techniczne metody pomiarowe oraz sprzęt umożliwiający efektywne dokonywanie na dużym obszarze sieci kolejowej miarodajnej i zobiektywizowanej

oceny stanu nawierzchni kolejowej stanowiącej podstawę do racjonalnego zarządzania procesami jej utrzymania.

Bibliografia

1. Bałuch H., *Diagnostyka nawierzchni kolejowej*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1978.
2. Grulkowski S., Kędra Z., Koc W., Nowakowski M. J., *Drogi szynowe*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.
3. Kędra Z., *Technologia robót torowych*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.
4. PKP PLK – Warunki utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1, 2005, www.plk-sa.pl/files/public/user_upload/pdf/Akty_prawne_i_przepisy/Instrukcje
5. PKP PLK – Instrukcja diagnostyki nawierzchni kolejowej Id-8, 2005, www.plk-sa.pl/files/public/user_upload/pdf/Akty_prawne_i_przepisy/Instrukcje
6. PKP PLK – Instrukcja o dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów Id-14, 2010, www.plk-sa.pl/files/public/user_upload/pdf/Akty_prawne_i_przepisy/Instrukcje
7. Centrum Diagnostyki PKP PLK, www.plk-sa.pl/kontakt/centrum-diagnostyki/
8. www.facebook.com/grawcom/photos/





PRZEGLĄD produktów i realizacji, WYPOWIEDZI ekspertów

Strunobetonowy podkład kolejowy PS-94P

System budowy dróg i torowisk MONOLITH

Pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce

Droga ekspresowa S5: odcinek Korzeńsko
– węzeł Wrocław Widawa (obiekt MS6)

Modernizacja Centralnej Magistrali Kolejowej
nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie

LK nr 009 w ciągu trasy Warszawa-Gdańsk
(Gdynia) na odcinku Tczew-Pszczółki

Wiadukty kolejowe w ramach budowy
autostrady A1

Modernizacja linii kolejowej nr 8, etap III:
odcinek Radom-Skarżysko Kamienna

Dlaczego rozjazdy kolejowe powinny być
transportowane w przęsłach?

Nowoczesne technologie powinny być preferowane
przez zarządcę infrastruktury kolejowej

Na czym polega proces cynkowania ogniowego?

Jakie są przyczyny problemów w inwestycjach
w infrastrukturze kolejowej?

Przyszłość ekranów akustycznych w Polsce

Produkt



Strunobetonowy podkład kolejowy PS-94P

Producent: Precon Polska Sp. z o.o.

Zastosowanie: tory kolejowe każdej klasy (podstawowe przeznaczenie: tory klasy 0 i 1)

Strunobetonowy podkład kolejowy PS-94P przeznaczony jest do stosowania z przytwierdzeniem sprężystym SB w torach każdej klasy. Obliczenia i projekt podkładu wykonali w 2007 r. projektanci szwedzkiej firmy Abetong AB. Produkt spełnia wymagania z normy wymagania PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. stawiane podkładowi PS-94 w WTWIO-ILK3a-5187/01/05. Podkłady PS-94P i PS-94 różnią się sposobem sprężenia betonu. Podkład PS-94P produkowany jest w zakładzie Precon w Jastrowiu w technologii i pod nadzorem Abetong AB, właściciela Precon. Podkłady PS-94P przeszły kolejno: w 2009 r. badania typu w Centrum Naukowo-Technicznym Kolejnictwa, w latach 2010-2015 eksploatację i testy w zarządzanej przez PKP PLK S.A. linii kolejowej nr 274 Wrocław-Zgorzelec oraz w 2016 r. badania typu (z cementem z innej cementowni) w Instytucie Kolejnictwa. Podkłady będą dostępne po uzyskaniu Certyfikatu WE.

System budowy dróg i torowisk
MONOLITH

Producent: SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.

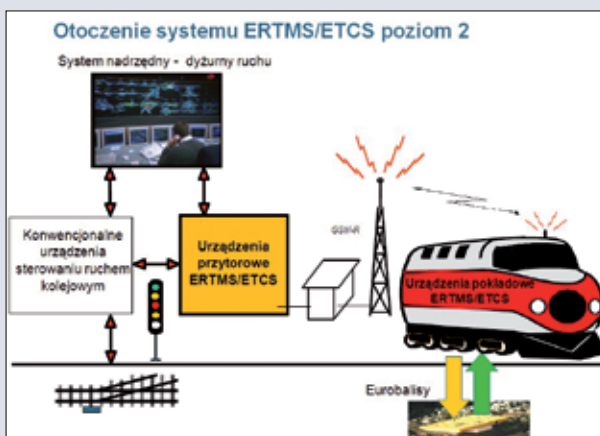
Zastosowanie: drogi i torowiska

W infrastrukturze miejskiej jezdnia jest elementem torowiska i na odwrót. Wynika to nie tylko z racjonalnego wykorzystania przestrzeni, ekonomii i bezpieczeństwa, ale również ze wzrostu natężenia ruchu, co spowodowało potrzebę opracowania i wdrażania nowych rozwiązań. Jeśli do tego dołączymy wpływ warunków klimatycznych i ich negatywne oddziaływanie, to mamy cały ogrom wyzwań technicznych w fazie projektowania i wykonania nowoczesnej, trwałej jezdni wraz z torowiskiem. System MONOLITH oferuje specjalnie opracowane rozwiązania i materiały w postaci podkładu i zaprawy do spoinowania o bardzo wysokich parametrach na ściskanie przekraczające wartość 70 N/mm² oraz dużej wytrzymałości na odrywanie. Wraz z wybranymi produktami jest dedykowany do nawierzchni z kamieniami naturalnymi (granit, bazalt). Firma Schomburg produkuje i sprzedaje system w oparciu o zaprawę mineralną i masy uszczelniające pod nazwą INDUCRET VK MONOLITH.

Produkt



Realizacja



Pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce

Projektant systemu: Bombardier Transportation (Rail Engineering) Polska Sp. z o.o.

Realizacja: 2010-2014

Projekt „Modernizacja linii kolejowej E 30, etap II. Pilotażowe wdrożenie ERTMS w Polsce na odcinku Legnica-Węgliniec-Bielawa Dolna – w części ETCS II” jest przełomowym projektem w dziedzinie systemów sterowania ruchem kolejowym. To kluczowy etap wprowadzenia w Polsce nowoczesnej, spełniającej najwyższe standardy bezpieczeństwa, interoperacyjnej infrastruktury transportu kolejowego, jako istotnego elementu jego integracji na obszarze Unii Europejskiej. W ramach kontraktu spółka zaprojektowała wysoko zaawansowane technologicznie rozwiązanie, które dzięki precyzyjnemu określeniu parametrów zezwolenia na jazdę pociągu (urządzenia przytorowe systemu ERTMS/ETCS z transmisją danych dedykowaną siecią radiową systemu ERTMS/GSM-R) oraz ciągłemu nadzorowaniu prawidłowego prowadzenia pociągu w oparciu o urządzenia pokładowe systemu ERTMS/ETCS, zapewnia poprawę bezpieczeństwa ruchu pociągów oraz umożliwia ich przejazd bez wymiany maszynistów na granicy.

Realizacja



Droga ekspresowa S5: odcinek Korzeńsko – węzeł Wrocław Widawa (obiekt MS6)

Wykonawca prac palowych: FRANKI POLSKA Sp. z o.o.

Generalny wykonawca: Strabag Sp. z o.o.

Inwestor: GDDKiA

Realizacja: 2015 r.

Firma Franki Polska Sp. z o.o. wykonała pale fundamentowe pod obiektem mostowym MS6 o długości ok. 746 m w ciągu drogi ekspresowej S5. Obiekt składa się z 2 przyczółków oraz 12 podpór pośrednich. Jedną z podpór zbudowaną została na nasypie kolejowym opierając się na 12 palach FRANKI NG o średnicy 51 cm. Natomiast 144 pali o średnicy 51 cm wykonano w ściankach szczelnych wchodzących w skarpe kolejową. Łącznie wytworzono 544 pali FRANKI NG o średnicy 51, 56 i 61 cm oraz długości 10-14 m. Podczas powyższych prac zachowany został ruch pociągów osobowych na trasie E59 Poznań-Wrocław.

Modernizacja Centralnej Magistrali Kolejowej nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie

Wykonawca posadowienia obiektów: GEOCOMP ZKB Sp. z o.o.

Generalny wykonawca: Polwar S.A.

Inwestor: PKP PLK Centrum Realizacji Inwestycji w Warszawie

Lokalizacja: Roszkowa Wola

Realizacja: grudzień 2015 r. – styczeń 2016 r.

Firma Geocomp w ramach modernizacji linii kolejowej Centralna Magistrala Kolejowa nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie zrealizowała posadowienie wiaduktu kolejowego w km 64+338. Prace obejmowały sporządzenie projektu oraz wykonanie pali CFA o długości 11 m i średnicy 400 mm, zbrojonych IPE 300. Czas fundamentowania znacznie się skrócił dzięki zamianie technologii wzmacniania gruntu z pali rurowanych na wiercone świdrem ciągłym. Wykonano również próbne obciążenia, a wyniki otrzymanych pomiarów w pełni potwierdziły założenia nośności przyjęte podczas projektowania.

Realizacja



Realizacja



LK nr 009 w ciągu trasy Warszawa-Gdańsk (Gdynia) na odcinku Tczew-Pszczółki

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

Lokalizacja: Pszczółki

Realizacja: 09.2014 r.

W celu zapewnienia wymaganej nośności podłoża oraz ograniczenia osiadłań pod projektowanym nasypem kolejowym, na zlecenie generalnego wykonawcy – Pomorskiego Przedsiębiorstwa Mechaniczno-Torowego Sp. z o.o., wykonano wzmocnienie podłoża w technologii zbrojonych kolumn przemieszczeniowych CMC. Warunki gruntowe na terenie przedmiotowej inwestycji wykazały zaleganie gruntów słabonośnych do głębokości sięgającej ok. 10 m p.p.t. Po analizie obciążeń, uwzględniając rozpoznanie geotechniczne, zaprojektowano wzmocnienie podłoża gruntowego w technologii kolumn przemieszczeniowych. Firma Menard Polska wykonała kolumny CMC o łącznej długości przekraczającej 10 000 mb. Zastosowane rozwiązanie pozwoliło na bezpieczne posadowienie nasypu kolejowego, umożliwiające wykonanie dalszych prac związanych z modernizacją linii kolejowej.

Realizacja



Wiadukty kolejowe w ramach budowy autostrady A1

Wykonanie wiaduktów kolejowych: MP Construction Sp. z o.o.

Zamawiający: GDDKiA Oddział Katowice

Generalny wykonawca: Salini Polska Sp. z o.o./Salini Impregilo S.P.A.

Realizacja: 2017 r.

Na początku 2017 r. MP Construction przystąpi do realizacji robót związanych z wykonaniem dwóch wiaduktów kolejowych w technologii bezwypukopowej, zaprojektowanych w ramach budowy autostrady A1 na odcinku węzeł Pyrzowice – koniec obwodnicy Częstochowy. Konstrukcję wiaduktu stanowią dwie bliźniacze żelbetowe monolityczne ramy zamknięte o wymiarach w świetle 13,00 m x 6,45 m. Obiekty te zostaną wykonane metodą przecisku pod istniejącą linią kolejową, dzięki czemu nie będzie konieczności wstrzymywania ruchu taboru kolejowego. W celu zabezpieczenia torowiska, na czas wykonania prac przeciskowych zostanie założona konstrukcja odciążająca w postaci rusztu z dwuteowników stalowych, układanych pod szyną w polu pomiędzy podkładami. Wykonanie konstrukcji ochronnej również odbędzie się przy nieprzerwanym ruchu pociągów.

Modernizacja linii kolejowej nr 8, etap III: odcinek Radom-Skarżysko Kamienna

Wykonawca: Tree Polska Sp. z o.o.

Generalny wykonawca: Skanska S.A.

W 2014 r. firma Tree Polska Sp. z o.o. prowadziła prace ziemne oraz roboty torowe w ramach projektu modernizacji linii kolejowej nr 8 od km 130+760 do km 131+380 w Szydłowcu. Prace polegały na wyprofilowaniu skarpy o powierzchni 6000 m² i wysokości ok. 10 m, a także rozłożeniu warstwy podbudowy wraz z mechanicznym zagęszczeniem na powierzchni ok. 9000 m².

Realizacja



Wypowiedź eksperta

Ryszard Leszczyński

Prezes

Kolejowe Zakłady Nawierzchniowe

„Biezanów” Sp. z o.o.

Dlaczego rozjazdy kolejowe powinny być transportowane w przęśłach?

Rozjazdy 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. Dotychczasowe systemy logistyki rozjazdów w przęśłach bazują na mariażu kilku oddzielnych systemów – transportowego (specjalne wagony platformy), ładunkowego (ciężkie dźwigi kolejowe) i zabezpieczającego (specjalne trawersy). Synchronizacja tych systemów była ograniczona, a ich cena zakupu czy wynajmu powodowała ból głowy prezesów firm wykonawczych. Nasz produkt – Switcher – jest kompletną i kompatybilną technologią, która eliminuje bądź istotnie ogranicza wpływ procesu logistycznego i budowlanego na pogorszenie jakości produktu. Uzyskana dzięki temu systemowi wysoka jakość początkowa konstrukcji rozjazdowej wpływa na jego wysoką trwałość, niezawodność oraz obniża koszty eksploatacyjne i utrzymaniowe, którymi szczególnie zainteresowany jest zarządcza 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.



Wypowiedź eksperta

mgr inż. **Arkadiusz Błoch**

Dyrektor Departamentu

Kontrakcji Kolejowej

PKP Energetyka S.A.

Nowoczesne technologie powinny być preferowane przez zarządcę infrastruktury kolejowej

Biorąc pod uwagę istotny zakres prac modernizacyjnych, które krajowy zarządca infrastruktury linii kolejowych – PKP PLK S.A. planuje zrealizować w latach 2014-2020 (z perspektywą do 2023 r.), za kluczowy należy uznać aspekt wydajności i jakości prowadzonych prac. W Europie i na świecie obecnie wykorzystuje się nowoczesne technologie wymiany lub naprawy podtorza, układania nawierzchni kolejowej, montażu rozjazdów, a także wymiany urządzeń sieci trakcyjnej. Uzasadnione jest kształtowanie rynku wykonawców prac modernizacyjnych tak, aby firmy dysponujące nowoczesnym sprzętem, odpowiednim doświadczeniem i kadrą techniczną o wysokich kwalifikacjach, były preferowane przy udzielaniu zleceń, szczególnie przy dużych kontraktach. Zgodnie z zapowiedziami PKP PLK S.A., w najbliższych latach należy spodziewać się kumulacji tych prac, co wiązać się będzie z dużym ograniczeniem przepustowości linii kolejowych, a w licznych przypadkach zamykaniem ważnych odcinków linii na okres kilkunastu miesięcy. Nowoczesne technologie umożliwiłyby ograniczanie zakresu i czasu trwania zamknięć torowych, minimalizując przeszkody w prowadzeniu ruchu pociągów i pozytywnie wpływając na funkcjonowanie całej branży kolejowej. Tego rodzaju podejście można obserwować m.in. w Niemczech, Austrii i w innych krajach zachodniej Europy.

Na czym polega proces cynkowania ogniowego?

Przemysłowe zastosowanie metody Malouin'a nie było możliwe, aż do 1836 roku, kiedy wynaleziono sposób czyszczenia powierzchni żelaza przez trawienie. Odkrycie to pozwoliło wykorzystać cynkowanie ogniowe na szerszą skalę. Obecnie proces cynkowania składa się z kilku technologicznie zaawansowanych etapów wstępnych, które przygotowują materiał do zanurzenia w kąpeli cynkowej. Głównym ich celem jest mechaniczne usunięcie niejednorodności przylegających do powierzchni cynkowanego przedmiotu (piasek, rdza czy pozostałości starej warstwy ochronnej), odtłuszczenie powłoki z substancji woskowatych lub oleju oraz zanurzeniu elementów stalowych w roztworze wodnym chłorku cynku i chłorku amonu. Ostatni etap procesu cynkowania polega na zanurzeniu uprzednio przygotowanego podłoża stalowego w kąpeli stopionego cynku o temperaturze 445-455°C. W tych warunkach cynk i żelazo ulegają bardzo szybkiej reakcji chemicznej, co skraca czas zanurzenia powierzchni stalowych w ciekłym cynku do kilku minut. Na drodze dyfuzji czyli przenikania atomów cynku w zewnętrzną warstwę stali, powstaje powierzchnio-

Wypowiedź eksperta

Jacek Zasada

Prezes zarządu

Polskie Towarzystwo Cynkownicze



wy stop żelazo-cynk zawierający różny stosunek obydwu składników. W konsekwencji otrzymuje się powłokę stopową trwale związaną ze stalą, która chroni konstrukcję przed działaniami mechanicznymi i chemicznymi. Prawidłowo wykonana powłoka cynkowa w zależności od jej grubości, agresywności środowiska i erozji mechanicznej wytrzymuje od 40 do 100 lat.



Wypowiedź eksperta

Krzysztof Niemiec

Wiceprezes zarządu

Track Tec S.A.

Jakie są przyczyny problemów w inwestycjach w infrastrukturze kolejowej?

■ Brak świadomości na różnych szczeblach i odpowiedzialności za efektywne wykorzystanie środków finansowych, w tym unijnych, jako niepowtarzalnej szansy dla kraju.

- Brak koordynacji działań instytucji zaangażowanych w proces inwestycyjny (dominująca postawa: „mój cel jest najważniejszy”).
 - Słabe przygotowanie do realizacji inwestycji w I perspektywie finansowej UE, co utrwaliło niekorzystne praktyki (np. 1000 pytań prawników do SIWZ dotyczących jednego przetargu na linię kolejową nr 30).
 - Brak reakcji na poziom cen w przetargach z I perspektywą (często ceny o 50% niższe od szacowanych przez zamawiającego) z wszystkimi negatywnymi konsekwencjami po stronie podwykonawców i dostawców.
 - Nietrafione cele, brak ich analizy i wniosków: jakie cele chcemy osiągnąć modernizując infrastrukturę transportową? (nierealne prognozy Master Planu z 2008 r., niezrozumiała zmiana celów w SRT z 2013 r. itp.).
 - Brak ciągłości działań w inwestycjach infrastrukturalnych, wynikających z częstych zmian kadrowych, w szczególności wiceministrów odpowiedzialnych za kolej i w kierownictwie PKP PLK.
 - Zmiany w przepisach będące usprawiedliwieniem dla wyczekiwania w różnych instytucjach, a więc hamowanie procesów inwestycyjnych.
 - Akuracyjne, zachowawcze postawy, obawy przed konsekwencjami podejmowanych decyzji przez urzędników i managerów.
- Wniosek jest stosunkowo prosty: należy wyeliminować bariery hamujące inwestycje transportowe. Rzeczywistość pokazuje jednak, że słabo nam idzie nauka na błędach.



Wypowiedź eksperta

Jarosław Gorzelańczyk

Prezes Zarządu

Via Polonia S.A.

Przyszłość ekranów akustycznych w Polsce

Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023 z perspektywą do 2025 r. obejmuje budowę 3,9 tys. km autostrad i dróg szybkiego ruchu oraz 57 obwodnic. Ministerstwo Infrastruktury planuje wydać

łącznie 168,4 mld złotych, z czego największa część przypadnie na lata 2017-2020. Podobnie w przypadku infrastruktury kolejowej, na lata 2014-2023 zaplanowana jest budowa nowych i przebudowa istniejących sieci kolejowych o wartości 67,5 mld zł. W konsekwencji na inwestycje infrastrukturalne do 2023 roku przewidziane jest łącznie ok. 235,9 mld złotych. W ramach przedmiotowych inwestycji wykonywane są ekrany akustyczne chroniące przed szkodliwym oddziaływaniem hałasu komunikacyjnego. Koszt wykonania ekranów akustycznych pochłaniał średnio nie mniej niż 3% całkowitych nakładów inwestycyjnych związanych z infrastrukturą. W rezultacie, przy zachowaniu obecnych kosztów i procentowego udziału ekranów w całości nakładów inwestycyjnych, a także przy zastosowaniu dzisiejszych norm dot. ochrony przed hałasem, można założyć, iż na budowę ekranów akustycznych przeznaczonych zostanie ok. 7,1 mld zł, co pozwoli na wybudowanie powierzchni prawie 15,8 mln m². Zmiany zachodzące w regulacjach prawnych i wymogach technicznych powodują, iż ekrany będą musiały być wykonywane z materiałów o odpowiedniej klasie trudności zapalności, zaś cała konstrukcja z wypełnieniem będzie musiała mieć długoletnią gwarancję. W rezultacie można założyć, iż co najmniej 50% nowych inwestycji w ekrany będzie wykonywane w technologii betonowej i ze szkła mineralnego, zaś zmarginalizowane zostaną ekrany z PVC, metalu, typu „zielona ściana” lub ze szkła akrylowego.



www.kataloginzyniera.pl



Serwis budowlany skierowany do osób zawodowo związanych z tą branżą. Dostarcza on aktualne wiadomości z rynku, które dotyczą materiałów budowlanych i instalacyjnych, sprzętu, oprogramowania komputerowego, a także technologii stosowanych do wykonywania obiektów budownictwa kubaturowego i inżynieryjnego oraz ich remontów i modernizacji. Oprócz kilku tysięcy kart technicznych produktów znajdują się też artykuły o charakterze poradnikowym, prezentacje firm oraz informacje o nowościach wprowadzanych na rynek, zarówno w zakresie materiałów, jak i technik wykonawstwa. Dotyczą one przede wszystkim zagadnień związanych z budownictwem kubaturowym, mostowym, drogowym, kolejowym, energooszczędnym, jak również poświęconych termomodernizacji, hydroizolacji i zabezpieczeniom przeciwpożarowym.

W serwisie zamieszczona jest także duża baza firm – producentów, dystrybutorów oraz usługodawców.

Serwis www.kataloginzyniera.pl zawiera wiele ciekawych i przydatnych funkcji, tj.:

- przegląd produktów – zestawienie produktów w postaci listy
- porównanie produktów – tabelaryczne zestawienie parametrów technicznych produktów z tej samej branży
- filtry dla konkretnej grupy produktów – oprócz nazwy producenta są też najważniejsze parametry techniczne i różne kryteria podziału
- zadaj pytanie specjaliście – za pomocą e-maila można wysłać zapytanie do działu technicznego i/lub handlowego wybranej firmy lub grupy firm
- schowek – można do niego dodać interesujące nas produkty
- wielopoziomowe menu, karty techniczne produktów, teczki firm itd.

Serwis wyróżnia się nie tylko nowoczesną szatą graficzną i przejrzystą nawigacją, ale przede wszystkim zawartością merytoryczną, która zachęca do regularnych odwiedzin strony.

**katalog
inżyniera**
technologie | produkty | firmy

VADEMECUM





FIRMY PRODUKTY TECHNOLOGIE

BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH

Bombardier Transportation (Rail Engineering)
Polska Sp. z o.o.

FRANKI POLSKA Sp. z o.o.

GEOCOMP ZKB Sp. z o.o.

GEOKRAK Sp. z o.o.

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

MENARD POLSKA Sp. z o.o.

MP Construction Sp. z o.o.

PKP Energetyka S.A.

Polskie Towarzystwo Cynkownicze

PRECON POLSKA Sp. z o.o.

SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.

Tree Capital Sp. z o.o.

Track Tec S.A.

Via Polonia S.A.

ZUE S.A.



Firma BSW dba o zapewnienie komfortu użytkowania budynków, które są budowane w obszarze oddziaływania drgań pochodzących od środków transportu.

IZOLACJA BUDYNKÓW OD DRGAŃ POCHODZĄCYCH OD ŚRODKÓW TRANSPORTU

Izolacja wibroakustyczna w czeskim apartamentowcu

Czeska Praga stale się rozwija, stając się jedną z najważniejszych metropolii w Europie. Firmy od lat wybierają dzielnicę Stodůlky na swoją siedzibę. Obok czeskich instytucji państwowych, takich jak służby specjalne, swoje siedziby mają w tym miejscu również zagraniczne, renomowane firmy. Rejon

ten łączy obecnie życie biznesowe z atrakcyjnymi miejscami, takimi jak restauracje, puby oraz galerie handlowe. Logiczną konsekwencją jest zatem wzrost przestrzeni mieszkalnej w dzielnicy Stodůlky. Jednym z budynków mieszkalnych jest British District – nowoczesny apartamentowiec, którego części D i E są położone w bezpośrednim sąsiedztwie stacji metra. Osiągnięcie wysokiego standardu zamieszkania było możliwe

dzięki zoptymalizowanej wibroakustyce fundamentów obiektu. Drgania występowały przede wszystkim dlatego, gdyż w pobliżu niego znajduje się linia kolejowa, co wiąże się z ruchem przejeżdżających, zatrzymujących się i przyspieszających pociągów. Zabezpieczenie budynku było częścią koncepcji projektowej od samego początku i przed bezpośrednim przystąpieniem do budowy wykonano odpowiednie pomiary.





Zoptymalizowana wibroakustyka polega na obniżeniu poziomu powstającego przez drgania wtórnego hałasu o 10-25 dB w stosunku do występujących drgań w krytycznym zakresie częstotliwości. Dodatkowo, w tym konkretnym przypadku, jeden z czołowych doradców w dziedzinie akustyki określił częstotliwość własną posadowienia systemu fundamentów wynoszącą 10-12 Hz jako istotnie wskazaną.

Opracowanie koncepcji oraz wybór materiałów do wibroakustyki odbyły się na podstawie obliczeń statycznych budynku oraz w ścisłej współpracy z architektem i przy stałych konsultacjach z akustykiem. Ustalono trzy główne obszary, obejmujące zakres obciążeń pomiędzy 0,005-1,5 MPa. Rodzaj materiału wybrano na podstawie lokalizacji, występującego nacisku oraz żądanej częstotliwości własnej posadowienia, a następnie zoptymalizowano jego grubość. Przygotowane w ten sposób rozplanowanie układu dla różnego rodzaju materiałów służyło w późniejszym czasie jako podstawa podczas montażu na placu budowy. Oprócz wibroizolacji poziomej, na izolację pionowych części

fundamentu i szybu windowego wykorzystano materiał o nazwie Regupol® vibration 450.

Izolacja przed dźwiękami materiałowymi

Zabezpieczenie budynku przed wpływem drgań, a tym samym hałasem z zewnątrz pochodzącym od środków komunikacji, to jeden z czynników uzyskania komfortu użytkowania obiektu. Kolejnym zadaniem jest wytłumienie przegród stropowych przed dźwiękami materiałowymi. Charakteryzują się one tym, że fala, w wyniku uderzenia lub oddziaływania drgań, powstaje na powierzchni materiału (ściany czy stropu), wtórnie zamieniając się w hałas. To właśnie wtórne powstanie dźwięku jest trudniejsze do wyizolowania i sprawia dużo problemów technicznych. Strop, który ma dobre parametry tłumienia dźwięków powietrznych, niekoniecznie charakteryzuje się dobrą izolacyjnością od dźwięków materiałowych. Należy pamiętać, że dźwięki krokowe to nie tylko te z nazwy pochodzące od kroków, ale również: stukanie, przybijanie gwoździ,

wiercenie, drgania pochodzące od ustawionej na podłodze pralki, zmywarki czy głośnika systemu hi-fi.

Przy projektowaniu przegród stropowych należy brać pod uwagę normę PN-B-02151-3:1999, która zawiera regulacje dotyczące parametrów izolacyjności. Dla korytarzy, klatek schodowych, a także budynków jednorodzinnych, izolacyjność w kierunku przenoszenia do budynku obcego wynosi 53 dB. Należy pamiętać o tym, że wartości wskazane w normie nie zapewniają komfortu. Aby go osiągnąć, hałas nie powinien przekraczać poziomu około 40 dB.

Inżynierowie BSW skonstruowali w ostatnim czasie produkt dedykowany do wymagań budownictwa mieszkaniowego – Regupol® komfort. Przy 8 mm grubości i sztywności dynamicznej 15 MN/m³ poprawia izolacyjność rzeczywistą budowanego stropu o $\Delta L_w \geq 26$ dB. Ucho ludzkie odbiera zmianę 6-10 dB jako dwukrotnie ciszej/głośniejsze.

Firma BSW oprócz tego, że ma w swojej ofercie maty wibroakustyczne, zajmuje się również doradztwem i współpracą przy projektowaniu izolacji akustycznych. ■

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





.....

100 LAT OPTYMALIZACJI RUCHU POCIĄGÓW

.....

Na całym świecie, każdego dnia miliony pasażerów powierzają swoje bezpieczeństwo naszym systemom zarządzania i sterowania ruchem pociągów.

Jesteśmy dumni z naszej ponad 100 letniej historii nowatorskich rozwiązań systemów sterowania ruchem kolejowym. Jesteśmy pionierami zmian technologicznych poczynając od pierwszych rozwiązań Interlockingu, aż do naszej technologii eurobalis, która stała się światowym standardem ERTMS / ETCS, od kolei dużych prędkości, aż do rozwiązań w architekturze CBTC (sterowania z blokadą ruchomą).

Bombardier Transportation (Rail Engineering) Polska Sp. z o.o. jest biurem projektowo-inżynierskim. Zatrudnia wysoko wyspecjalizowanych inżynierów, co sprawia, że firma jest liderem na polskim rynku w dziedzinie projektowania i usług inżynierskich w zakresie zaawansowanych systemów zarządzania i sterowania ruchem, telekomunikacji kolejowej oraz rozwoju innowacyjnych technologii zarządzania i sterowania ruchem kolejowym. Nasze opracowania budują przyszłość branży srk.

FRANKI POLSKA Sp. z o.o.



FRANKI POLSKA Sp. z o.o.

ul. Jasnogórska 44
31-358 Kraków
tel. 12 622 75 60
faks 12 622 75 70
www.frankipolska.pl
info@frankipolska.pl



O firmie

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

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

Technologia pali FRANKI Nowej Generacji

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

Pale FRANKI Nowej Generacji to żelbetowe pale przemieszczeniowe formowane w gruncie. Mogą być stosowane jako element posadowienia w bardzo zróżnicowanych warunkach gruntowych przy budowie obiektów, takich jak: budynki biurowe i przemysłowe, drogi i mosty, doki stoczniowe, trasy dźwigowe i siłownie wiatrowe. Szczególnie dobrze spełniają swoje zadanie

tam, gdzie zachodzi potrzeba przejścia dużych obciążeń lub tam, gdzie nośny grunt znajduje się na dużej głębokości. Istnieje możliwość stawiania ich w pionie, jak również pochylonych w proporcji 4:1. Rozbudowana stopa umożliwia użycie ich jako pali kotwiących.

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

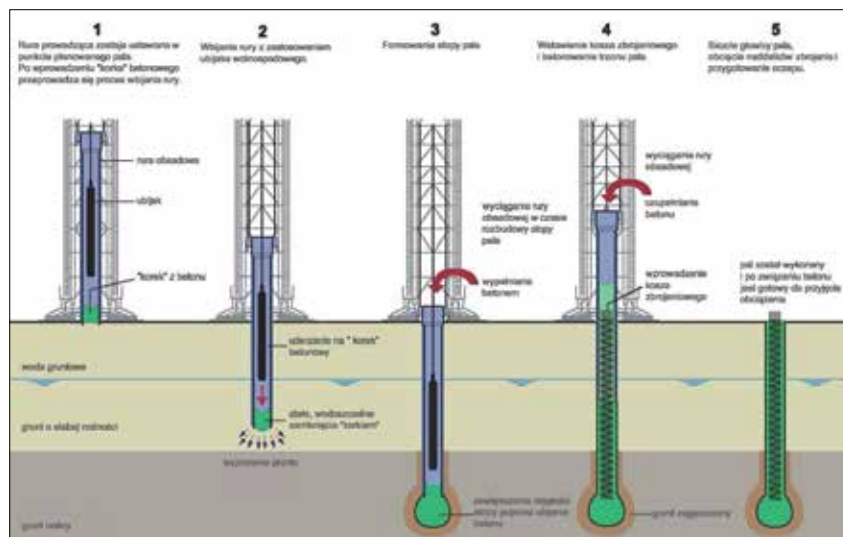
Zalety pali FRANKI NG:

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

▼ Typowe nośności pali FRANKI NG – wartości obliczeniowe

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

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



▲ Rys. 1. Proces wykonywania pali FRANKI Nowej Generacji



Jesteśmy pionierami we wdrażaniu skutecznych rozwiązań fundamentowych.



Istniejemy na rynku
robót fundamentowych
nieprzerwanie od 1989 roku.

Dysponujemy fachową
kadrą i nowoczesnym
zapleczem sprzętowym.

Wykonujemy

- » Zabezpieczenia wykopów
PALISADY, ŚCIANY SZCZELINOWE, ŚCIANY BERLIŃSKIE
- » Wzmocnienia gruntu
PALE CFA, KOLUMNY PRZEMIESZCZENIOWE FDP, OMEGA,
INIEKCJE (NISKI I WYSOKOCIŚNIENIOWE), MIKROPALE, KOLUMNY DSM
- » Posadowienia pośrednie obiektów na palach i kolumnach
- » Projekty budowlane i wykonawcze posadowień
- » Badania nośności i ciągłości kolumn oraz pali

Prowadzimy

- » Konsultacje geotechniczne
- » Doradztwo z zakresu fundamentowania
- » Optymalizacje projektowe przy posadowieniu pośrednim

GEOKRAK Sp. z o.o.



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



O firmie

Firma Geokrak Sp. z o.o. istnieje na rynku od 1992 roku. Od przeszło 20 lat oferuje usługi w zakresie geologii inżynierskiej i geotechniki. Reagując na wzrastające wymagania inwestorów i projektowanie budowli na coraz trudniejszych terenach, stale dostosowuje ofertę do bieżących potrzeb rynku. W portfolio firmy znajduje się pełen zakres badań geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych, niezbędnych do realizacji inwestycji budowlanych. Dysponuje ona zespołem profesjonalistów z wieloletnim doświadczeniem zawodowym i uprawnieniami w zakresie geologii inżynierskiej (uprawnienia geologiczne kategorii VI i VII). Atutami Geokrak są: szybkość działania, dostosowanie oferty do zamierzenia inwestycyjnego oraz kompleksowe wykonawstwo pełnego zakresu prac na etapie rozpoznania podłoża i w czasie realizacji budowy.

Oferta firmy

Podstawą oferty spółki Geokrak są następujące prace:

Roboty polowe

- Wiercenia okrętne i udarowe – pobór prób gruntów kategorii A i B.
- Wiercenia rdzeniowe konwencjonalne i wrzutowe – pobór prób (rdzeni) kategorii A.
- Sondowania CPT/CPTu.
- Sondowania dynamiczne PDL, DPM, PH, DPSH, SPT.
- Testy przepuszczalności gruntów metodą próbnych pompowań lub zalewań.
- Testy przepuszczalności skał metodą Lugona.
- Montaż piezometrów, inklinometrów i reperów wgłębnych.

Badania laboratoryjne

- Cechy fizyczne gruntów: wilgotność, granice Atterberga, gęstość objętościowa.
- Skład granulometryczny.
- Wilgotność optymalna i maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego.
- Zawartość części organicznych.
- Edometryczne moduły ścisłości.

Prace kameralne

- Projekty robót geologicznych i dokumentacje geologiczno-inżynierskie.
- Opinie geotechniczne i dokumentacje badań podłoża gruntowego.
- Projekty geotechniczne – przy współpracy z konstruktorem obiektu.
- Obliczenia stateczności skarp i zboczy.

Geotechniczna obsługa budowy

- Odbiory wykopów.
- Badania płytą sztywną VSS.
- Badania płytą dynamiczną.
- Badania wskaźnika zagęszczenia nasypu.
- Ocena przydatności gruntów do wbudowania w nasyp.
- Nadzór robót palowych.
- Doradztwo geotechniczne. ■





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

Technologia przęsłowej logistyki rozjazdów Switcher autorstwa Kolejowych Zakładów Nawierzchniowych „Biezanów” pokazuje, że polski przemysł kolejowy jest w stanie generować innowacyjne i wartościowe rozwiązania w skali światowej.

SWITCHER – DOWÓD NA INNOWACYJNOŚĆ PRZEMYSŁU KOLEJOWEGO

Switcher to rozwiązanie gwarantujące wysoką jakość początkową zabudowywanych konstrukcji rozjazdowych. Bazą systemu są specjalnie zaprojektowane i zbudowane wagony-platformy, zintegrowane z bezpiecznym i precyzyjnym systemem dźwigowym, a także modułami mocowania i usztywnienia w trakcie transportu oraz przenoszenia. Switcher zabezpiecza bloki rozjazdów kolejowych przed odkształceniami i uszkodzeniami na etapie załadunku w zakładzie produkcyjnym, transportu i rozładunku w miejscu zabudowy.

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 KDP, których długość konstrukcyjna jest znacząca. Kompleksowe podejście oznacza przede

wszystkim stworzenie modelu logistycznego, umożliwiającego transport długich elementów – całych bloków zwrotnicy, szyn łączących i krzyżownicy rozjazdów o promieniu $R = 500$, $R = 760$ i $R = 1200$ m. W ten sposób ograniczone do minimum zostają prace montażowe 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.

Jacek Paś

– Członek Zarządu, Dyrektor ds. Techniki i Rozwoju

Wyróżnikiem naszej technologii jest kompleksowe podejście do całego procesu produkcji, logistyki i zabudowy rozjazdów kolejowych. Dzięki Switcherowi jesteśmy w stanie radykalnie podnieść jakość początkową, przyspieszyć proces zabudowy i ograniczyć koszty związane z tymi kluczowymi elementami infrastruktury kolejowej. Istotne jest to, że mamy do czynienia z na wskroś polskim pomysłem, stworzonym przez polskich inżynierów. Fazę projektowania,

wytwarzania i wdrażania nadzorowało nasze biuro badawczo-rozwojowe, natomiast za badania prototypowych wagonów i urządzeń odpowiadał Instytut Kolejnictwa z Warszawy. Ważny jest też wkład finansowy Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, który pokrył blisko połowę kosztów budowy i badań technologii. Switcher jest więc dowodem, że także na kolei polska myśl techniczna jest w stanie generować wartościowe w skali globalnej innowacje.





Zintegrowany system logistyki rozjazdów to cztery zasadnicze moduły:

- technologia załadunku i rozładunku rozjazdów kolejowych, zmontowanych w bloki przy pomocy zintegrowanych dźwigów hydraulicznych
- system zabezpieczenia rozjazdu (usztynwienia) przed odkształceniami mogącymi nastąpić w momencie załadunku i rozładunku
- system mocowania rozjazdu do wagonu, zapewniającego bezpieczny transport rozjazdu na pochyłej platformie

■ specjalistyczne wagony będące platformą transportową dla powyższych modułów – występujące w dwóch typach z dźwigami hds (Switcher+) i z wydłużoną platformą (Switcher).

System odpowiada wprost na duże zapotrzebowanie rynkowe w kraju i na świecie. Zarządcy sieci kolejowych bowiem dążą do ograniczenia systemu demontażu całego rozjazdu w fabryce i ponownego montażu na placu budowy. Po pierwsze dlatego, że zajmuje to cenny czas (wydłuża i zwiększa koszt procesu budowlanego). Po drugie zaś,

ponowny montaż w warunkach polowych zawsze oznacza istotny spadek jakości kluczowego elementu infrastruktury torowej. PKP PLK, idąc za tym trendem, w 2016 r. wprowadziła instrukcję Id-114, która nakłada na wykonawców blokowy transport rozjazdów zabudowywanych na torach głównych i zasadniczych. Po raz pierwszy system Switcher został wdrożony podczas modernizacji stacji Świdnik (listopad 2015 r.), kiedy to umożliwił przewóz i rozładunek na placu budowy rozjazdu krzyżowego zabudowanego na podrozjazdnicach strunobetonowych. ■



Innowacyjność systemu została potwierdzona przez niezależne gremia eksperckie. Switcher zwyciężył m.in. w Konkursie im. inż. Ernesta Malinowskiego (innowacje w infrastrukturze kolejowej), Teraz Polska (najlepszy polski produkt innowacyjny) oraz Innovator Małopolski (innowacja w kategorii przemysł metalowy).

Kolejowe Zakłady Nawierzchniowe „Bieżanów” 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 Bieżanów

MENARD POLSKA Sp. z o.o.



O firmie

Menard Polska zajmuje się kompleksowymi rozwiązaniami w zakresie wzmocnienia podłoża, fundamentowania specjalnego oraz remediacji gruntów.

Firma jest częścią grupy Soletanche Freyssinet, wchodzącej w skład konsorcjum VINCI – jednego z największych na świecie holdingów koncesyjno-konstrukcyjnych. Na rynku polskim Menard jest obecny od 1999 r., a samodzielna jednostka organizacyjna Menard Polska została utworzona w 2007 r. Od tego czasu dzięki profesjonalnemu podejściu i ekonomii rozwiązań, spółka zrealizowała z pomocą najnowocześniejszego sprzętu, setki kontraktów na terenie całego kraju.

Aktualnie Menard Polska ma 3 oddziały z siedzibami w Warszawie, Gdańsku oraz Krakowie, a także biura regionalne w Poznaniu i Szczecinie.

Oferta firmy

Menard Polska oferuje kompleksowe rozwiązania „od projektu do realizacji”. Poza projektowaniem i wykonawstwem firma oferuje również usługi z zakresu konsultacji geotechnicznych oraz kontroli eksperckiej. Na przestrzeni lat z udziałem firmy Menard zrealizowane zostały liczne kontrakty w zakresie budowy infrastruktury kolejowej, m.in.

Kolej Metropolitalna w Gdańsku, LK nr 009 w Pszczółkach, modernizacja LK na szlaku Pruszków-Grodzisk Mazowiecki, LK E65 w Działdowie.

Każdy z napotkanych problemów geotechnicznych wymagał dokładnej analizy i doboru najodpowiedniejszej, spośród wielu oferowanych przez firmę metod. Najczęściej stosowane w zakresie budownictwa kolejowego są:

- kolumny CMC
- kolumny MSC
- kolumny SC
- kolumny DSM.

Kolumny przemieszczeniowe CMC

Szybkość wykonania, brak urobku oraz niewielkie osiadanie to tylko niektóre cechy wyróżniające CMC wśród innych technologii wykonywania kolumn. Dodatkowo z uwagi na znaczne nośności, kolumny szybko stały się ekonomiczną alternatywą dla posadowień palowych, w tym pali CFA. Kolumny CMC można stosować w różnych warunkach gruntowych. Sprawdzają się m.in. w luźnych piaskach, miękkoplastycznych glinach, gruntach organicznych o wilgotności powyżej 100% oraz w gruntach pochodzenia antropogenicznego. Odpowiednio zbrojone, doskonale sprawdzają się pod korpusami wysokich nasypów kolejowych, osiągających od kilku do kilkunastu metrów.

Kolumny podatne MSC

Do wykonania kolumn MSC najczęściej używa się specjalnie dostosowaną stalową rurę, która w miejscu złącza z jednostką sprężającą jest podłączona z narzędziem generującym wibracje pionowe. Stosowana przy wzmocnianiu gruntu pod posadzki przemysłowe obiektów wielkopowierzchniowych, parkingi, drogi oraz tory kolejowe. Metoda dzięki swej podatnej charakterystyce jest chętnie stosowana pod bardzo niskie nasypy. Można dzięki temu uniknąć niepożądanego efektu punktowego przeszywnienia.



MENARD POLSKA Sp. z o.o.

ul. Powązkowska 44C
01-797 Warszawa
tel. 22 560 03 00
faks 22 560 03 01
www.menard.pl
biuro@menard.pl

Kolumny żwirowe SC

Kolumny żwirowe wykonywane są poprzez pograżanie wibratora przelotowego w gruncie, a następnie wprowadzeniu mieszanki kruszywa. Metoda zbliżona w sposobie realizacji oraz obszarem zastosowań do kolumn podatnych MSC. Należy jednak pamiętać o uwzględnieniu funkcji drenażowej tego typu wzmocnienia.

Kolumny DSM

Idea wglębnego mieszania gruntu polega na wprowadzeniu w podłoże mieszadła o specjalnej konstrukcji, które niszczy strukturę gruntu oraz miesza go z podawanym medium (np. zaczynem cementowym). Powstający w ten sposób tzw. cementogrunt charakteryzuje się znacznie wyższymi parametrami mechanicznymi i wytrzymałościowymi. Ze względu na brak przemieszczeń gruntu oraz brak wibracji podczas formowania technologia ta doskonale nadaje się do wzmocnienia podłoża w pobliżu istniejących budynków czy instalacji. ■



Niezawodny szlak

Kolej na nowoczesne rozwiązania
w obszarze wzmacniania podłoża gruntowego



Budowa i rewitalizacja
podłoża szlaków kolejowych:

- wzmacnianie gruntu
- zabezpieczenie istniejących nasypów przed osunięciem
- podnoszenie stateczności nasypów
- odtwarzanie pierwotnych parametrów posadowienia

Kompleksowa realizacja
procesu budowlanego:

- opracowanie koncepcji posadowienia
- wykonanie badań gruntu
- przygotowanie projektu
- kompleksowe przeprowadzenie robót

Spotkaj nas
w Warszawie, Poznaniu, Krakowie i Trojmieście

Poznaj nas:
www.menard.pl

MP Construction Sp. z o.o.



MP Construction Sp. z o.o.

ul. Moniuszki 22

41-902 Bytom

www.mp-construction.pl

biuro@mp-construction.pl



drogowego lub kolejowego podczas realizacji obiektów. Silnym fundamentem firmy jest kadra inżynierska, która wyróżnia się szeroką wiedzą, wielokrotnie sprawdzoną w praktyce.

Technologie bezwykopowe

Pracownicy MP Construction mają wieloletnie, międzynarodowe doświadczenie w wykonywaniu przepustów, rurociągów przesyłowych, przewodów kanalizacyjnych oraz wodociągowych w technologii mikrotunelowania, jak również innymi metodami zaliczanymi do technologii bezwykopowych – takimi jak przeciski oraz przewiertu sterowane. Praktyka ta pozwoliła pracownikom na stworzenie autorskich technologii sterowania, podpartych znajomością zagadnień. Kolejną metodą zaliczaną do technologii bezwykopowych, która jest stosowana przez firmę w kraju i za granicą, jest prze-



O firmie

MP Construction specjalizuje się w projektowaniu oraz realizacji obiektów inżynierskich w wąskiej dziedzinie technologii bezwykopowych. Jako jedna z nielicznych na terenie Polski oraz Unii Europejskiej wykonuje tunele o dużych i bardzo dużych przekrojach metodą przeciskową, pozwalającą na utrzymanie ciągłości ruchu



ciskanie hydrauliczne, czyli piperooting. Po- przez połączenie tej metody ze zdobytymi umiejętnościami drążenia tuneli w gruntach skalistych, MP Construction potrafi wzbogacić infrastrukturę o przejścia podziemne dla pieszych, przepusty i przejazdy awaryjne bez ingerencji w istniejące zagospodarowanie na terenach zurbanizowanych, bez względu na rodzaj przeszkody i warunki geologiczne.

Stosując technologie bezwykopowe w sektorze kolejowym, firma wychodzi naprzeciw potrzebom rynku oraz inwestorów, umożliwiając zmniejszenie utrudnień w ruchu pociągów podczas prowadzonych inwestycji, co bezpośrednio przekłada się na zadowolenie pasażera i wyniki ekonomiczne przewoźnika.

Ciągły rozwój i pogłębianie specjalistycznej wiedzy wpływa na udoskonalanie opracowanych metod i umiejętne wpisanie się w potrzeby rynku, zarówno w przypadku infrastruktury kolejowej, jak i drogowej. Dzięki takiej strategii firma MP Construction coraz częściej realizuje zlecenia poza strukturami Unii Europejskiej. ■



PKP Energetyka S.A.



O firmie

PKP Energetyka działa od 2001 r., świadcząc usługi na terenie całego kraju. Została utworzona na bazie służby elektroenergetycznej PKP S.A. Obszary działalności biznesowej firmy obejmują:

- usługi elektroenergetyczne na rzecz kolei oraz innych kontrahentów, w tym utrzymanie i prace modernizacyjne/odtworzeniowe urządzeń sieci trakcyjnej



- dystrybucję energii elektrycznej na rzecz kolei i innych odbiorców
- sprzedaż energii elektrycznej
- sprzedaż paliw płynnych przewoźnikom kolejowym.

Budownictwo kolejowe

Na rynku usług budowlanych dla kolei spółka specjalizuje się w pracach przy urządzeniach sieci trakcyjnej, realizując projekty modernizacyjne infrastruktury linii kolejowych, wykorzystując doświadczenie i wysokie kwalifikacje pracowników, świadczących usługi utrzymaniowe na rzecz PKP PLK od wielu lat.

Nowoczesne technologie budowy sieci trakcyjnej

Od kilkunastu lat spółka dysponuje sprzętem technicznym, umożliwiającym budowę sieci trakcyjnej z wykorzystaniem tzw. potokowej technologii wymiany sieci. PWST to zestaw pojazdów szynowych służący do demontażu i montażu sieci trakcyjnej. Jest to jeden z najbardziej zaawansowanych technicznie zestawów do robót sieciowych w Europie i na świecie. Wydajne i bezpieczne urządzenia dźwignicowe (żurawie, platformy robocze, wypornice przewodów trakcyjnych) umożliwiają zastosowanie PWST i demontaż zużytej sieci trakcyjnej oraz pełen zakres montażu nowych urządzeń – słupów, elementów osprzętu, przewodów z docelowym poziomem sił naciągu na długości pełnego odcinka naprężenia w ciągu 12 godzin pracy.

W ostatnich latach spółka wzbogaciła się o pojazdy do montażu sieci trakcyjnej, wykorzystujące nowoczesne systemy hydrauliczne, zapewniające utrzymywanie odpowiednich sił naciągu wywieszanych przewodów oraz urządzenia dźwignicowe do sprawnego i bezpiecznego wykonywania prac modernizacyjnych. Są to: PW – służący do wywieszania przewodów, PRM – zestaw do regulacji sieci i pociągi sieciowe o budowie modułowej.



PKP ENERGETYKA

PKP Energetyka S.A.

ul. Hoża 63/67

00-681 Warszawa

tel. 22 391 90 00

faks 22 474 14 79

www.pkpenenergetyka.pl

energetyka@pkpenenergetyka.pl



Technologia fundamentów palowych

PKP Energetyka ma maszyny do instalowania prefabrykowanych palowych fundamentów konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej, w wykonaniu szynowym oraz szynowo-drogowym. Posadawianie fundamentów poprzez bezpośrednie wbijanie ich w grunt zapewnia dużą dokładność prac, bezpieczeństwo dla struktury podtorza, wydajność i możliwość bezzwłocznego montażu konstrukcji wsporczych, gotowych do przejmowania obciążeń od sieci jezdnej.

Przy odpowiedniej organizacji prac wykorzystanie technologii fundamentów palowych oraz potokowej technologii demontażu i montażu sieci trakcyjnej znacznie skraca czas prowadzenia robót modernizacyjnych linii kolejowych.

Pojazdy szynowo-drogowe do robót sieciowych

Spółka ma też pojazdy przystosowane do prowadzenia prac przy sieci trakcyjnej, poruszające się zarówno po torach kolejowych, jak i po drogach. Umożliwia to elastyczność w zakresie wjazdu i zjazdu z toru. Pojazdy te są również wykorzystywane podczas prac przy sieciach tramwajowych. ■

PRAWO

NORMY

TECHNOLOGIE

EKONOMIKA

CIEKAWY REALIZACJE

Inżynier budownictwa



NAKŁAD KONTROLOWANY
ZWIĄZEK KONTROLI DYSTRYBUCJI PRASY



www.inzynierbudownictwa.pl



Na całym świecie koszty zniszczeń, będących wynikiem korozji są szacowane na miliardy dolarów rocznie. Pomimo tego świadomość zagrożeń, jakie niesie korozja jest wciąż bardzo niska.

Jonasz Wiercioch
Polskie Towarzystwo Cynkownicze

PROBLEM ŚWIADOMOŚCI KOROZYJNEJ

Niestety wiedza na temat zagrożeń korozyjnych wciąż jest marginalizowana, a problem pojawia się dopiero wtedy, gdy korozja jest powodem katastrofy konstrukcji obiektu użytku publicznego, takiej jak uszkodzenie mostu kolejowego, złamanie słupów energetycznych lub osłabienie zabezpieczeń infrastruktury kolejowej. Przykry jest również fakt, że większości z tych problemów można było zapobiec regularnymi przeglądami bądź wykorzystaniem odpowiednich środków do ochrony stali przed korozją.

Polskie Towarzystwo Cynkownicze skupiając się na działaniach edukacyjnych, chce zachęcić i uświadomić inwestorów, projektantów, użytkowników i decydentów w sprawie zagrożeń, jakie wynikają z bagatelizowania problemu korodowania stali. W Europie wyróżnia się cztery strefy środowiska korozyjnego oraz morskie. Polska znajduje się w strefie trzeciej, tak więc obiekty w dużym stopniu są narażone na korozję. Jest wiele kroków, jakie należy podjąć w walce z korozją. Rozmawianie o tym problemie i rekomendowanie najlepszych

rozwiązań zabezpieczających jest priorytetem Polskiego Towarzystwa Cynkowniczego. Z prowadzonych przez firmę działań wynika, że jedną z najlepszych metod zabezpieczenia stali jest cynkowanie ogniowe, które chroni konstrukcje przez co najmniej 40 lat.

Dzięki uświadamianiu o problemach wynikających z korozji można uniknąć wielu kłopotów oraz przyczynić się do ochrony środowiska. Korozja powoduje ogromne szkody w gospodarce. Ograniczenie jej występowania to nie tylko zapobieganie stratom materiałowym, ale także przedłużenie okresu użytkowania konstrukcji oraz ograniczenie ilości elementów odpadowych. Szacuje się, że roczne straty spowodowane korozją stali sięgają 3-4% PKB w krajach tzw. „starej unii”. O wiele gorzej przedstawia się sytuacja w Polsce, gdzie straty wynoszą od 5 do 7% PKB.

Ochrona stali przed korozją jest istotnym tematem, który dotyczy każdej gałęzi gospodarki, w tym także kolejnictwa. Jak podaje spółka PKP PLK S.A. w 2015 r. aż 46 mostów zostało objętych modernizacją,

a 99 poddano gruntownemu remontowi. To jednak dopiero początek niezbędnych prac. Kolej w latach 2014-2020 ma do dyspozycji 66 mld zł na modernizację, które warto mądrze wykorzystać. Przykładowo koleje niemieckie do ochrony przed korozją wykorzystują system Duplex czyli malowanie po cynkowaniu, co znacząco przedłuża żywotność konstrukcji i poprawia ich estetykę. Modernizacja, rewitalizacja i remont obiektów przekłada się na większą przepustowość linii kolejowych, poprawia bezpieczeństwo i minimalizuje potrzebę włączania ich do remontu. To pokazuje, że świadomość problemu zabezpieczenia stali przed jej korodowaniem cały czas się zwiększa. Potwierdza to również fakt, że metoda cynkowania ogniowego z sukcesem znajduje swoje zastosowania w różnych sektorach gospodarki, takich jak: energetyka, infrastruktura drogowa, kolej, budownictwo przemysłowe, transport morski, turystyka, czyli wszędzie tam, gdzie warunki zewnętrzne są niekorzystne, a solidne oraz trwałe zabezpieczenia są kwestią priorytetową. ■

Polskie Towarzystwo Cynkownicze

► ul. Miedziana 3A m. 11 ► 00-814 Warszawa ► tel. 605 999 780 ► faks 32 649 70 02
► www.portal-cynkowniczy.pl ► office@portal-cynkowniczy.pl

PTC POLSKIE
TOWARZYSTWO
CYNKOWNICZE



dr inż. Wojciech Lalik
Precon Polska Sp. z o.o.

Precon Polska Sp. z o.o. jest producentem strunobetonowych podkładów kolejowych PS-94P, zaprojektowanych jako odpowiedniki podkładów PS-94 oraz PS-93.

STRUNOBETONOWE PODKŁADY KOLEJOWE PS-94P PRODUKCJI PRECON

Podkłady PS-94P

Podkłady PS-94P przeznaczone są do stosowania z przytwierdzeniem sprężystym SB w torach o szerokości 1435 mm i mają zastosowanie w liniach kolejowych dowolnej kategorii, w torach każdej klasy. Podstawowe przeznaczenie – tory klasy 0 i 1.

Podkłady PS-94P produkcji Precon:

- spełniają wymagania norm, WTWiO oraz Aprobaty Technicznej Instytutu Kolejnictwa
- mają wymagane badania typu i eksploatacyjne
- otrzymały pozytywne opinie z PKP Polskich Linii Kolejowych S.A. oraz Instytutu Kolejnictwa

■ będą dostępne po uzyskaniu Certyfikatu WE.

Podkłady PS-94P oraz ich linia produkcyjna zaprojektowane zostały przez szwedzką firmę Abetong – właściciela Precon. Produkcowane są w Jastrowiu koło Piły, w technologii i pod nadzorem Abetong, uznanego na całym świecie projektanta i producenta strunobetonowych podkładów kolejowych.

Badania podkładów PS-94P

Wytrzymałość, trwałość i pewność podkładów PS-94P produkcji Precon została potwierdzona w badaniach i w eksploatacji. W 2009 roku Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa wykonało badania typu, które potwierdziły spełnienie przez podkłady

PS-94P wszystkich wymagań. Następnie zgodnie z wymaganiem PKP PLK S.A. w latach 2010-2015 podkłady PS-94P poddano badaniom eksploatacyjnym w torze linii kolejowej nr 274 Wrocław-Zgorzelec (obciążonym m.in. ciężkimi pociągami z kruszywem z kamieniołomów Dolnego Śląska na budowy i drogi). Ponadto w 2016 roku Instytut Kolejnictwa na zlecenie Precon wykonał kolejne badania typu podkładów PS-94P (wyprodukowanych z użyciem cementu z innej cementowni), a także kotew SB w podkładach. Badania te ponownie potwierdziły zgodność ze wszystkimi wymaganiami.

Więcej informacji na temat podkładów znajduje się na stronie: www.precon.com.pl

Technologia Abetong

Podkłady PS-94P zostały zaprojektowane i są produkowane pod nadzorem szwedzkiej firmy Abetong AB – właściciela Precon, w wytwórni Precon Polska Sp. z o.o. w Jastrowiu.

Abetong od lat 50. XX wieku projektuje i wykonuje podkłady dla linii kolejowych w Szwecji oraz dla partnerów licencyjnych z innych krajów. Dotychczas w 18 krajach Europy, Azji, Afryki, Australii i Ameryki Północnej powstało 36 fabryk produkujących – zgodnie z know-how Abetong – od 50 000





do 700 000 podkładów rocznie. Podkłady te zaprojektowane zostały z wykorzystaniem wszystkich znanych norm podkładów w połączeniu z odpowiednimi specyfikacjami krajowymi.

Doświadczenie projektowe i wykonawcze Abetong obejmuje podkłady dla wszystkich warunków torowych, systemów przyspieszeń oraz rodzajów transportu (od korytarzy transportu ciężkiego do kolei dużych prędkości, od torów szerokich do wąskich).

Badania i rozwój

W 1995 roku w Goeteborgu utworzono CHARMEC (Centrum Kompetencyjne Mechaniki Kolejowej). Jego członkami są Chalmers University of Technology, Trafikverket (Szwedzka Administracja Transportu) oraz jedenaście firm prywatnych z branży kolejowej.

Zaangażowanie Abetong w prace CHARMEC dało szeroką wiedzę o konstrukcji toru, w którym podczas przejazdu pociągu podkład kolejowy jest ważnym składnikiem współdziałającym z pozostałymi elementami struktury toru. Wiedza zdobyta w CHARMEC i w projektach tego typu zapewnia pierwszorzędą pozycję Abetong w świecie w projektowaniu i produkcji strunobetonowych podkładów kolejowych.

Kompetencja

W połowie lat 60. minionego stulecia Abetong zainwestował w wiedzę dotyczącą betonowych podkładów kolejowych. Od tego czasu firma ma własną Grupę Kolejową zajmującą się wyłącznie projektowaniem oraz produkcją podkładów i podrozdnic betonowych. Obecnie ta wiedza i know-how są z powodzeniem stosowane przez przedsiębiorstwa na całym świecie, będące liderami na krajowych rynkach.

Licencjodawcy Abetong wspierani są przez zespół inżynierów – ekspertów, pracujących w tym celu na co dzień oraz zajmujących się dalszym rozwojem technologii podkładów, wiedzy oraz know-how Abetong w tej dziedzinie. Dzięki temu analizy oraz badania podkładów wykonywane są w sposób ciągły, aby lepiej zrozumieć, rozwijać i optymalizować każdą procedurę w fazie projektowania i produkcji.

Pochodzenie nazwy podkładu

Precon wielokrotnie wyjaśniał, że nadanie nazwy PS-94P jego strunobetonowym podkładom kolejowym nastąpiło z wyłącznej inicjatywy i na żądanie PKP PLK S.A.

Konstrukcja podkładu PS-94P uzyskiwała akceptację PKP PLK S.A. w 2009 roku. Podkłady PS-94P spełniają wynikające z normy wymagania PKP PLK S.A. postawione w Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Podkładów i Podrozdnic Strunobetonowych WTWiO-ILK3a-5187/01/05 podkładowi strunobetonowemu typu PS-94.

Natomiast podkłady PS-94P i PS-94 różnią się sposobem sprężenia betonu. Dlatego dla odróżnienia PKP PLK S.A. oznaczyła podkład Precon symbolem PS-94P.

Niczyżej kontrowersji nie budzi analogiczna nazwa PS-83 – wspólna dla podkładu sprężonego splotami zakotwionymi w betonie (jak podkład PS-94P) oraz dla podkładu sprężonego drutami zamocowanymi w tarczach oporowych (jak podkład PS-94). Jeżeli bowiem podkład PS-83 spełnia wymagania WTWiO-ILK3a-5187/01/05 wynikające z normy PN-EN 13230 (m.in. dotyczące rysoodporności, wytrzymałości czy trwałości), to dla użytkowników linii kolejowych nie ma znaczenia, czy jest on sprężony jak podkład PS-94P czy jak podkład PS-94.

Symbole PS-83 i PS-94 wprowadzono w latach 80. i 90. XX wieku dla oznaczenia podkładów produkowanych na potrzeby państwowej PKP przez podległe jej oraz państwowe wytwórnie podkładów. PKP PLK S.A., następczyni PKP, nadal stosuje te oznaczenia. Według mojej najlepszej wiedzy, oznaczenia PS-83 i PS-94 nie zostały zastrzeżone i nie są własnością któregośkolwiek z obecnych na polskim rynku trzech producentów podkładów.

W 2007 roku PKP PLK S.A. nakazała oznaczenie podkładu Precon symbolem PS-94P, albowiem traktowała go jako zamiennik podkładu PS-94. Nadanie tej nazwy jest potwierdzone w dokumentach. W tym samym roku podkład PS-94P i jego nazwa zostały upublicznione przez wydanie Aprobaty Technicznej CNTK. ■



PRECON POLSKA Sp. z o.o.

► ul. Domaniewska 47 ► 02-672 Warszawa ► tel. 22 622 22 09
► faks 22 628 98 03 ► www.precon.com.pl ► info@precon.com.pl

PRECON POLSKA

HEIDELBERGCEMENT Group



Krzysztof Knop
SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.

System MONOLITH firmy Schomburg prezentuje rozwiązania techniczne stawiane torowisku, które umożliwiają zintegrowanie konstrukcji nawierzchni szynowych z konstrukcją nowoczesnej ulicy. Integralną częścią prezentowanej technologii jest zestaw zapraw mineralnych do układania nawierzchni w obrębie torowiska na bazie kostki granitowej. Istotnym uzupełnieniem systemu są masy uszczelniające na bazie polisulfidów, pomiędzy torowiskiem tramwajowym a nawierzchnią jezdni.

SPRAWDZONE ROZWIĄZANIA W MODERNIZACJI ULIC

Rewitalizacja istniejącej infrastruktury drogowej wraz z torowiskami wymaga doboru odpowiednich technologii. Jest to uwarunkowane nie tylko przywróceniem właściwości użytkowych, ale również sprostaniem wysokim wymaganiom normowym pod kątem obciążeń ruchem drogowym, hałasem, drganiami, wpływami atmosferycznymi oraz wydłużeniem okresu użytkowania. Wszystkie te uwarunkowania niosą za sobą dodatkowe wymagania, nie tylko z uwagi na wzrost obciążeń dynamicznych nawierzchni drogowej i torowiska, ale sprostanie coraz bardziej ekstremalnym wpływom środowiska, jak skrajne warunki temperaturowe, wilgoć i środki do odladzania (w dalszym ciągu niezastąpiona sól). W założeniach projektowych uwzględnia się istniejące i sprawdzone rozwiązania nawierzchni drogowych w obrębie torowisk w oparciu o wykładziny z asfaltu, płyt betonowych lub nawierzchni brukowej. Szczególnie nawierzchnie brukowe bardzo dobrze wpisują się w starą infrastrukturę miast, przywracając w całości lub ich części pierwotny charakter, kształt i koloryt. Mnóstwo starań

do przywrócenia pierwotnego kształtu nawierzchni na etapie rewitalizacji przywiązują konserwatorzy zabytków. Pod tym względem nie tylko istotną rolę odgrywają aspekty historyczne, ale również współczesne wymagania cywilizacyjne.

System MONOLITH w Polsce

Aglomeracje z rozwiniętą komunikacją miejską to nie tylko drogi, ale również funkcjonujące w ich obrębie torowiska tramwajowe lub kolejowe. Ta symbioza narzuca ogromne wymagania technologiczne, aby zapewnić trwałość funkcjonowania. Mimo ograniczeń tonażowych czy całkowitego wyłączenia z ruchu arterii komunikacyjnych, nie da się całkowicie wyeliminować powstających szkód. Jest to efekt nie tylko anomalii pogodowych, które objawiają się tym, iż w okresie kalendarzowej zimy w ciągu tylko jednego dnia potrafi wystąpić kilka lub kilkanaście cykli zamrażania i rozmrażania, a w okresie letnim towarzyszą nam bardzo wysokie temperatury przerywane

opadami deszczu. Stąd też idea firmy Schomburg wprowadzenia systemu INDUCRET VK MONOLITH. System ten z powodzeniem stosowany jest już od ponad 10 lat w Europie i Polsce.

MONOLITH – jakość, trwałość, nowoczesność

Opracowany system INDUCRET VK MONOLITH składa się z zestawu zapraw mineralnych, w skład którego wchodzi emulsje i zaprawy kontaktowe, zaprawy do układania i spoinowania kostki granitowej, układania krawężników, zaprawy do podlewania elementów oraz masy uszczelniającej w systemach torowisk (pomiędzy torem a elementami jezdni typu beton, kostka lub asfalt). Wszystkie te produkty wchodzące w skład systemów, cechuje wysoka jakość i parametry na ściszenie oraz odrywanie. W wybranych produktach osiągają wartość ok. 70 N/mm². Takie rozwiązania dają pewne i długotrwałe efekty, również z ekonomicznego punktu widzenia. ■

SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.

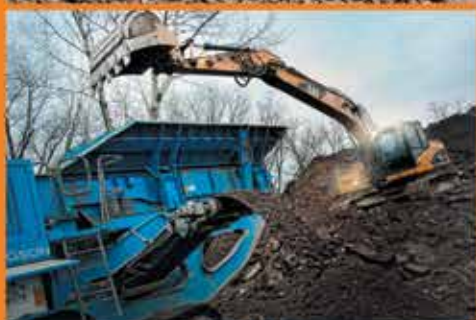
► ul. Skłęczkowska 18A ► 99-300 Kutno ► tel. 24 254 73 42 ► faks 24 253 64 27
► www.schomburg.pl ► biuro@schomburg.pl

SCHOMBURG



tel. 22 757 40 03

www.tree.com.pl



■ **PRACE ROZBIÓRKOWE**

■ **ROBOTY ZIEMNE**

■ **WYNAJEM MASZYN BUDOWLANYCH**

■ **RECYKLING – KRUSZENIE/SORTOWANIE**



Krzysztof Niemiec
Track Tec S.A.

„Wszystkim zaangażowanym w procesy inwestycyjne na kolei powinno zależeć na jak najsprawniejszym ich przebiegu i odniesieniu wspólnego sukcesu na koniec II unijnej perspektywy.”

INWESTYCJE KOLEJOWE – PRZEDŁUŻAJĄCE SIĘ OCZEKIWANIE NA SUKCES

Inwestycje w infrastrukturze kolejowej – podobnie jak w drogowej – to procesy, które charakteryzuje:

- duża wartość
- znaczny udział unijnych środków finansowych (obwarowanie wymogami i procedurami)
- długi czas realizacji
- wielu uczestników procesu inwestycyjnego
- duże zamówienia materiałów.

Stąd istniała konieczność szczególnej staranności w zakresie stworzenia warunków dla sprawnego realizacji inwestycji od początku tj. od I perspektywy unijnej.

Chodziło o wypracowanie przejrzystych warunków dotyczących:

- przygotowania inwestycji jako procesu mającego duży wpływ na jakość projektów
- wyboru wykonawcy, który gwarantuje sprawną realizację inwestycji (kryteria wyboru)
- kontraktowania uwzględniającego rozkład ryzyka, indeksację cen
- finansowania procesu zapewniającego ciągłość realizacji, mając na uwadze wielość podwykonawców, dostawców materiałów
- realizacji robót, w tym możliwość wystąpienia zdarzeń nieprzewidzianych.

Powyższe narzędzia były istotne z uwagi na niewielkie doświadczenie firm działających na polskim rynku w zakresie procedur związanych z korzystaniem ze środków

unijnych, skali projektowania, doświadczeń w wykonawstwie, wielkości produkcji materiałów dla infrastruktury czy spraw związanych z gwarancjami i ubezpieczeniami.

Dużą pomocą w całym procesie miało spełnić Prawo Zamówień Publicznych, jednak Ustawa doznała 50 nowelizacji w ciągu kolejnych 8 lat i w sposób znaczący osłabiła swoją rolę w procesie inwestycyjnym.

Wobec braku swobodnego regulatora, wykształciła się w kolejnych latach, poczynając od 2007 roku, praktyka dotycząca poszczególnych elementów procesu inwestycyjnego, będąca przyczyną wielu komplikacji w jego późniejszym przebiegu. W praktyce dotyczyły one – i dalej jest to aktualne – relacji między inwestorem a wykonawcą.

W takiej rzeczywistości realizowane były inwestycje kolejowe. Wydatki na nie systematycznie rosły tak, aby w 2015 roku osiągnąć wielkość 7,7 mld zł.

Uzasadnionym było więc oczekiwanie firm z branży, że w związku ze środkami w II perspektywie unijnej w wysokości 67,5 mld zł do roku 2023, rok 2016 i kolejne będą okresem rosnących wydatków na inwestycje kolejowe.

Zimnym prysznicem okazały się ostatnie 12 miesięcy. Z różnych przyczyn mamy do czynienia z poważnym załamaniem w inwestycjach kolejowych, a wielkość wydatków PKP PLK na nie będzie w 2016 roku o 40-50% niższa od roku poprzedniego. Co prawda projekt nowego KPK zakłada



▲ Rys. 1. Nakłady inwestycyjne na linię kolejową (w mld zł)

inny rozkład nakładów w poszczególnych latach, ale nie zmienia to faktu, że obecny i następny rok nie będą łatwe dla branży.

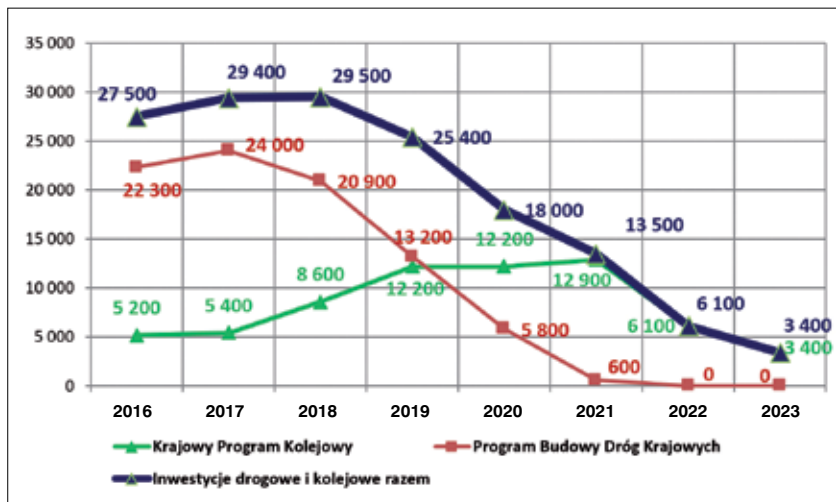
Brak przetargów, spadek zamówień szczególnie dotkliwe są dla producentów materiałów i urządzeń dla infrastruktury kolejowej. Produkowanie na magazyn jest kosztowne, a poza tym szereg urządzeń zamawianych jest pod konkretny projekt. Producenci to w większości firmy krajowe, których powodzenie jest ważne również dla gospodarki kraju.

W lepszej sytuacji są wykonawcy robót. Szereg z tych firm, w szczególności duże, obecne na międzynarodowych rynkach, ma zdyskretyfikowaną działalność dającą im możliwość wykonywania robót nie tylko na kolei. Z tego względu koncentrują się na inwestycjach drogowych, na których wydatki w kolejnych 4 latach utrzymują się na wysokim poziomie. Tak więc dla nich ważna jest suma inwestycji drogowych i kolejowych.

W sytuacji, gdy procesy w kolejowych inwestycjach infrastrukturalnych w systemie „projektuj i buduj” powodują etapowanie: przetarg – umowa – projektowanie – realizacja, należy spodziewać się, że większe pieniądze na rynku pojawiają się dopiero w połowie 2018 roku. W tym też roku wystąpi zwiększenie poziomu inwestycji, aby w latach 2019-2021 wydatki na nią wynosiły po 12-13 mld zł rocznie.

Konsekwencje obecnej sytuacji w inwestycjach kolejowych dla producentów są następujące:

- wielkość wydatków w latach 2016-2017 stwarza zagrożenie dalszego istnienia części firm wykonawczych i produkcyjnych
- trwa proces redukcji mocy wytwórczych w krajowych zakładach produkujących wyroby dla infrastruktury kolejowej
- odzyskanie zdolności produkcyjnych na okres od 2018 roku będzie znacznie utrudnione w związku z odejściem z pracy wielu fachowców (casus biura projektowe)
- każde opóźnienie w ogłaszaniu przetar-



▲ Rys. 2. Nakłady inwestycyjne na linię kolejową i drogi krajowe (w mld zł)

gów spowoduje kumulację robót w latach najwyższych nakładów

- dla realizacji robót, począwszy od roku 2018, niezbędne jest już obecnie ponoszenie kosztów zwiększenia mocy produkcyjnych o minimum 30% oraz więcej, w przypadku nierównomiernych nakładów w latach 2019-2021

- żaden z krajowych zakładów produkujących wyroby infrastruktury torowej nie ma obecnie możliwości sfinansowania inwestycji zwiększających zdolności produkcyjne

- z uwagi na zakres robót po 2018 roku negatywnie wpływający na pracę eksploatacyjną przewoźników kolejowych oraz pogarszającą się logistykę dostaw na roboty infrastrukturalne, konieczne jest wypracowanie przez PKP PLK, wspólnie z wykonawcami/producentami, specjalnej ich organizacji.

Kolejne lata, wiązać się będą ze znacznie większymi potrzebami dostaw materiałów i wyrobów. W interesie gospodarki winno być zapewnienie tych dostaw przez firmy krajowe. Obecnie ci producenci dostarczają ok. 95% elementów nawierzchni torowej, dlatego tak ważnym jest więc wsparcie krajowych producentów w okresie

niezawinionego przez nich spadku zamówień. A ponieważ taka sytuacja trwać będzie przez ok. 2 lata, konieczne jest wdrożenie mechanizmów amortyzujących, dających producentom dla infrastruktury kolejowej realne szanse prowadzenia działalności nakierowanej nie tylko na obecne potrzeby kolei, ale i zapewniające niezakłóconą realizację inwestycji kolejowych w latach przyszłych.

Mogłoby to być wsparcie producentów wyrobów dla infrastruktury kolejowej preferencyjnymi kredytami BGK. Okres spłaty kredytu: 7 lat tj. do 2023 roku, który jest ostatnim z lat mających finansowanie z II perspektywy unijnej z 18 miesięczną karencją w spłacie kredytu.

Dobrym rozwiązaniem są też, proponowane przez PKP PLK, wcześniejsze zakupy materiałów i gromadzenie ich w pobliżu przyszłych budów.

Warunkiem rozwoju gospodarki kraju jest wydajna infrastruktura transportowa, w tym kolejowa. Taka będzie ona wtedy, gdy dziś usprawnione zostaną procesy inwestycyjne, a środki finansowe na kolej wydane zostaną efektywnie, zgodnie z ich pierwotnym przeznaczeniem. Proponowane mechanizmy będą sprzyjać osiągnięciu tego celu. ■

Track Tec S.A.

► Rondo ONZ 1 ► 00-124 Warszawa ► tel. 22 354 91 11
 ► faks 22 354 91 09 ► info@tracktec.eu ► www.tracktec.eu



VIA POLONIA SA jest wysoce specjalistyczną firmą inżynierską. Realizujemy zadania w ramach budownictwa komunikacyjnego, a w szczególności budowę ekranów akustycznych, chroniących środowisko przed obciążeniami wynikającymi z hałasu komunikacyjnego.



Ekran akustyczny stosowany przez Via Polonia wyróżnia się wzornictwem harmonizującym z otoczeniem.



ZAKRES USŁUG:

- projektowanie i budowa ekranów akustycznych, przeciwośnieniowych, barier energochłonnych
- ekrany budujemy na palach wierconych, wbijanych, murach oporowych, fundamentach ciągłych, stopach betonowych, montowanych do obiektów inżynierskich
- stosowane wypełnienia, to trocinobeton Techbud, szkło mineralne Advaglass, beton, zielona ściana.



Franki Fundamenty S.A. należy do czołowych firm inżynierskich zajmujących się problematyką podłoża budowlanego. Podejmujemy wszelkie wyzwania realizacyjne w dziedzinie geotechniki, stosując kompleksowe rozwiązania technologiczne.

Posiadamy własną bazę i zaplecze sprzętowe oraz pracownię projektową, przygotowującą wszelkie wymagane opracowania i dokumentację projektową w pełnym zakresie branżowym.



ZAKRES USŁUG:

- wzmocnienie podłoża i fundamentowanie specjalistyczne (kolumny CMC, pale CFA, ATLAS, mikropale, DSM, KMD, jet grouting)
- zabezpieczenie skarp wykopów oraz stateczności nasypów kolejowych i drogowych
- likwidacja osuwisk
- przesłony przeciwfiltacyjne i uszczelnienia (WIPS, DSM, jet grouting, trencher)
- projektowanie, badanie ciągliwości i nośności, próbne obciążenia



www.grupazue.pl

Działalność:

- projektowa
- produkcyjno-handlowa
- wykonawcza

Infrastruktura:

- miejska
- kolejowa
- energetyczna





INDEKS **firm**

Spis artykułów zamieszczonych w dziale KOMPENDIUM WIEDZY

Nazwa	Autor	Tytuł artykułu	Strona
Politechnika Warszawska	mgr inż. Monika Płudowska dr inż. Wojciech Oleksiewicz	Przegląd konstrukcji nawierzchni kolejowych na obiektach mostowych	8-12
Instytut Badawczy Dróg i Mostów	mgr inż. Beata Gajewska dr inż. Cezary Kraszewski	Wzmacnianie podtorza	13-16
Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu	prof. dr hab. inż. Andrzej Lewiński dr inż. Tomasz Perzyński	Nowoczesne systemy sterowania ruchem kolejowym	17-20
Politechnika Warszawska	dr inż. Wojciech Oleksiewicz	Diagnostyka nawierzchni kolejowej	21-27

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

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
Bombardier Transportation (Rail Engineering) Polska Sp. z o.o. ul. Ogrodowa 58 00-876 Warszawa 	tel. 22 520 21 22 faks 22 520 21 20 www.pl.bombardier.com piotr.rakowski@rail.bombardier.com	Spółka projektowo-inżynierska zatrudniająca wyspecjalizowanych inżynierów – lider projektowania i usług zaawansowanych systemów zarządzania i sterowania ruchem, telekomunikacji kolejowej oraz rozwoju innowacyjnych technologii.	30, 40
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 z łączonego poliuretanem elastomeru gumowego i poliuretanu. Z tworzywa Regupol® oraz Regufoam® firma wytwarza liczne produkty elastyczne, ochronne, tłumiące i sportowe do różnorodnych zastosowań.	38-39
FRANKI POLSKA Sp. z o.o. ul. Jasnogórska 44 31-358 Kraków	tel. 12 622 75 60 faks 12 622 75 70 www.frankipolska.pl info@frankipolska.pl	Wykonuje fundamenty specjalne i pale głównie w technologii FRANKI Nowej Generacji, a także pale typu Atlas, pale w rurach typu BSP, kolumny żwirowe, żwirowo-betonowe, betonowe typu Franki. Tworzy koncepcje i projekty palowania oraz fundamentów.	31, 41
GEOCOMP ZKB Sp. z o.o. ul. Balicka 18A 30-149 Kraków 	tel./faks 12 638 70 56 (57), 12 638 49 88 www.geocomp.krakow.pl biuro@geocomp.krakow.pl	Zajmuje się wykonawstwem fundamentów specjalnych, a w szczególności robót palowych i ścian szczelinowych. Firma zatrudnia wysoko wykwalifikowanych i doświadczonych pracowników oraz dysponuje nowoczesnym sprzętem i oprogramowaniem.	31, 42
GEOKRAC 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	Świadczy usługi z zakresu geologii inżynierskiej i ochrony środowiska. Wykonuje m.in. projekty prac geologicznych, dokumentacje geologiczno-inżynierskie, a także opinie geotechniczne i geologiczne.	43
Kolejowe Zakłady Nawierzchniowe „Biezanów” Sp. z o.o. ul. Półtangi 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, podspory rozjazdowe, konstrukcje specjalne, rozjazdy i skrzyżowania tramwajowe oraz mosty stalowe.	32, 44-45

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
MENARD POLSKA Sp. z o.o. ul. Powązkowska 44C 01-797 Warszawa 	tel. 22 560 03 00 faks 22 560 03 01 www.menard.pl biuro@menard.pl	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.	31, 46-47
MP Construction Sp. z o.o. ul. Moniuszki 22 41-902 Bytom 	www.mp-construction.pl biuro@mp-construction.pl	Firma MP Construction specjalizuje się w kompleksowej realizacji obiektów inżynierskich metodą przeciskową, pozwalającą na utrzymanie ciągłości ruchu drogowego lub kolejowego w trakcie ich budowy.	32, 48
PKP Energetyka S.A. ul. Hoża 63/67 00-681 Warszawa 	tel. 22 391 90 00 faks 22 474 14 79 www.pkpenergetyka.pl energetyka@pkpenergetyka.pl	Spółka prowadzi działania w trzech podstawowych obszarach – usług modernizacyjnych i utrzymaniowych sieci elektroenergetycznych, dystrybucji i sprzedaży energii elektrycznej oraz sprzedaży paliw przeznaczonych dla pojazdów szynowych.	33, 49
Polskie Towarzystwo Cynkownicze ul. Miedziana 3A m. 11 00-814 Warszawa 	tel. 605 999 780 faks 32 649 70 02 www.portal-cynkowniczy.pl office@portal-cynkowniczy.pl	Organizacja non-profit, w skład której wchodzi ponad 50 cynkowni, zlokalizowanych na terenie całego kraju. Odpowiada za popularyzację technologii cynkowania ogniowego jako przyjaznej środowisku i najtrwalszej metody zabezpieczenia stali przed korozją.	33, 51
PRECON POLSKA Sp. z o.o. ul. Domaniewska 47 02-672 Warszawa Zakład produkcyjny ul. Roosevelta 20 64-915 Jastrowie 	tel. 22 622 22 09 (Warszawa) faks 22 628 98 03 (Warszawa) tel. 67 266 21 51 (Jastrowie) www.precon.com.pl info@precon.com.pl	Oferuje żelbetowe i strunobetonowe konstrukcje prefabrykowane dla budownictwa przemysłowego, mieszkaniowego i rolniczego oraz strunobetonowe podkłady kolejowe PS-94P w technologii Abetong AB – projektanta, producenta i sprzedawcy licencji podkładów.	PSO, 30, 52-53
SCHOMBURG Polska Sp. z o.o. ul. Skłęczkowska 18A 99-300 Kutno 	tel. 24 254 73 42 faks 24 253 64 27 www.schomburg.pl biuro@schomburg.pl	Opracowuje, produkuje oraz prowadzi sprzedaż produktów i systemów budowlanych z zakresu: uszczelniania i renowacji budownictwa, klejenia wyłożyń ceramicznych, domieszek i dodatków do betonu, rozwiązań dla budownictwa przemysłowego i inżynierskiego.	30, 54
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	Grupa Track Tec to wiodący międzynarodowy dostawca systemowych rozwiązań dla infrastruktury kolejowej. W skład Grupy wchodzi obecnie osiem zakładów na terenie Europy.	33, 56-57, IV okładka
Tree Capital Sp. z o.o. Łubna 50C 05-532 Baniocza 	tel. 22 757 40 03 www.tree.com.pl biuro@tree.com.pl	Oferta firmy obejmuje kompleksowe prace rozbiórkowe oraz roboty ziemne, usługi dodatkowe: sortowanie materiałów porzecznych, dystrybucja kruszyw, wynajem maszyn budowlanych, usługi transportowe.	32, 55

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
Via Polonia S.A. ul. Bystra 7 61-366 Poznań 	tel./faks 61 876 27 00 www.viapolonia.com viapolonia@viapolonia.com	Via Polonia S.A. specjalizuje się w budowie ekranów akustycznych: przeziernych, pochłaniających, odbijających, na palach wierconych, wbijanych i innych typów. Stosuje panele z trocnobetonu, szkła mineralnego Advaglass, betonu, typu zielona ściana.	34, 58
ZUE S.A. ul. Kazimierza Czapirskiego 3 30-048 Kraków 	tel. 12 266 39 39 faks 12 269 35 89 www.grupazue.pl zue@zue.krakow.pl	Grupa ZUE to jeden z czołowych podmiotów budownictwa branży kolejowej i miejskiej infrastruktury szynowej i energetycznej, skupiający w swych ramach spółki o potencjale projektowym, handlowo-produkcyjnym i wykonawczym.	59



TRACK TEC

Nowa jakość w infrastrukturze transportu

Grupa Track Tec to wiodący międzynarodowy dostawca systemowych rozwiązań dla infrastruktury kolejowej, 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 ośmiu 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. · 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 2298 72 00 · Fax +49 (0) 211 2298 72 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 4741 10 · Fax +49 (0) 34903 4741 20 |
Track Tec S.A. · ul. Kr. Valdemāra, 21-645 · LV-1010 Ryga · Łotwa · Tel. +371 670 35 215 · Fax +371 670 35 252

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