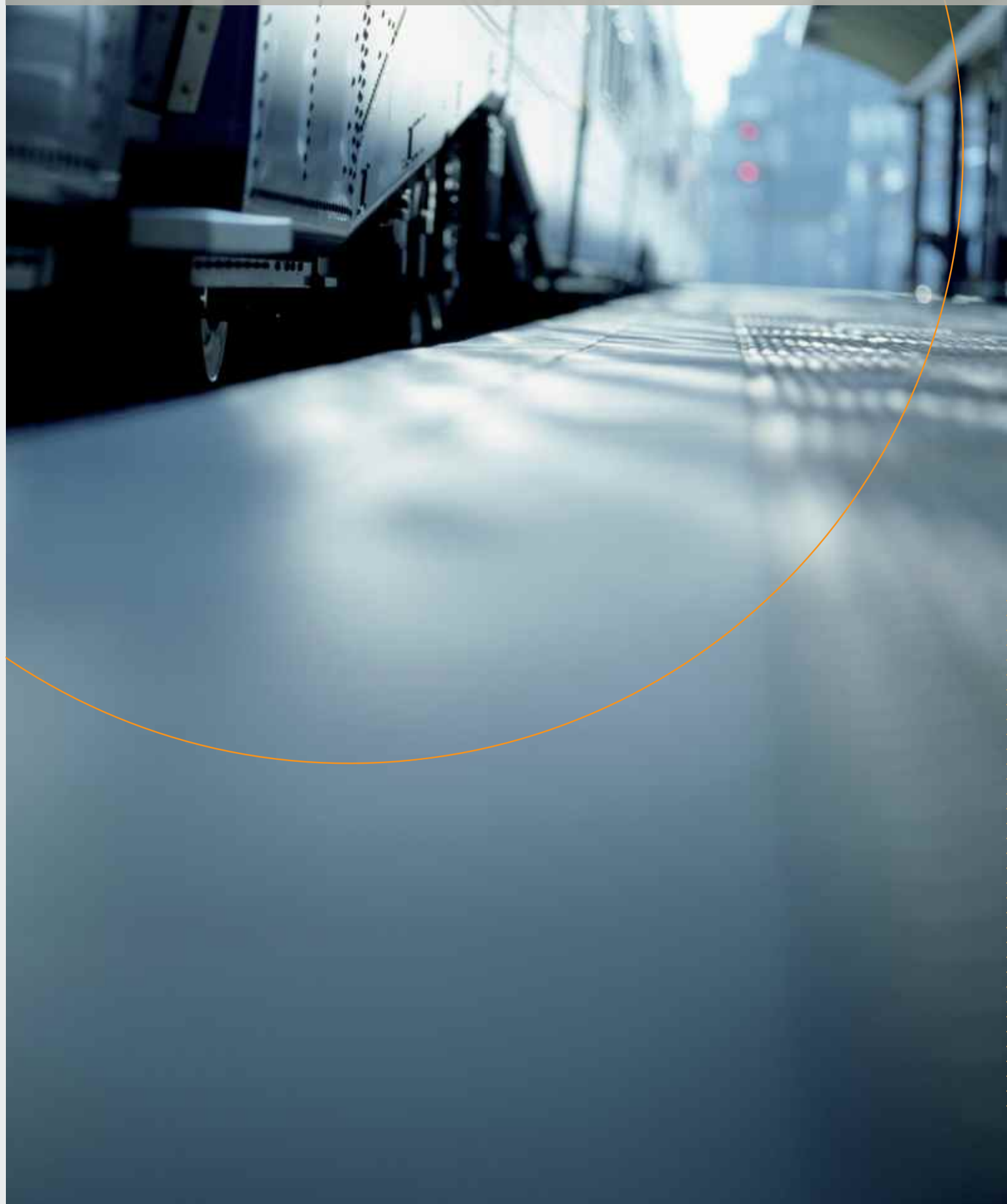


System masy odsprężynowanej



1 | Dźwięk materiałowy i jego skutki



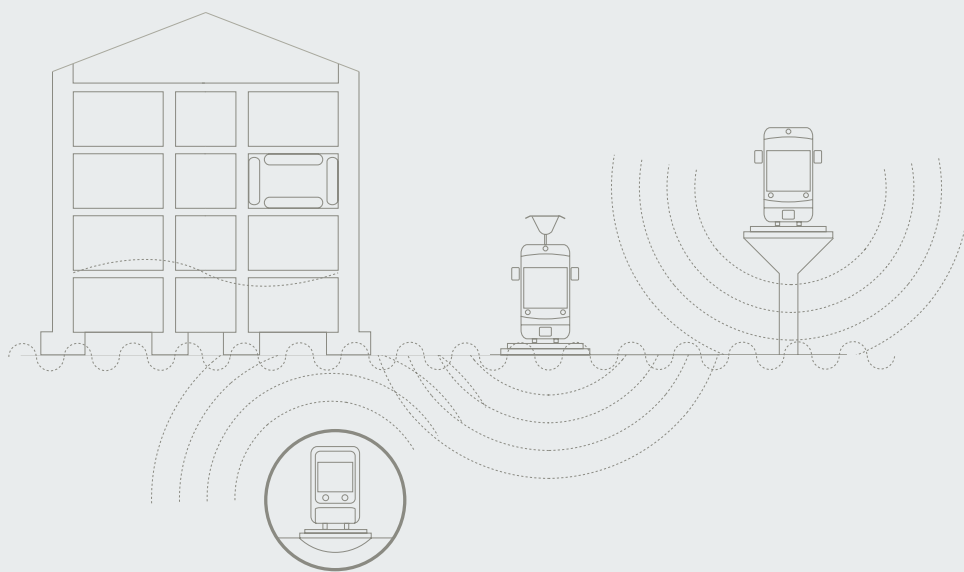


Nastaje spokój

Ruch drogowy oraz kolejowy wraz z towarzyszącymi mu prędkościami i obciążeniami generuje dźwięk materiałowy. Dźwięk ten transmitowany poprzez grunt powoduje wibracje w pobliskich budynkach, maszynach lub czułym sprzęcie pomiarowym.

Budynki, urządzenia i maszyny są również systemami, które same mogą generować wibracje. Drgania wywołane przez pociągi lub ruch uliczny są wzmacniane przez konstrukcję danych budynków i obiektów. Wibracje mechaniczne i powodowany przez nie wtórny dźwięk w powietrzu, inaczej mówiąc hałas, są w dłuższym okresie szkodliwe.

Ponadto wibracje wpływają na działanie urządzeń i maszyn. W niektórych przypadkach oddziałują negatywnie w znaczny sposób na ich pracę i wydajność. Oprócz tego dynamiczne przeciążanie konstrukcji budynku powoduje ryzyko jego uszkodzenia, np. osiadania i pęknięć.



2 | Wysoce efektywna ochrona przed hałasem materiałowym

Skuteczność na lata

Emisja hałasu materiałowego może zostać ograniczona w miejscu jego powstawania poprzez różnego rodzaju działania dostosowane do określonych potrzeb. Systemy masy odsprężynowanej wykorzystuje się wówczas, gdy stawiane są najwyższe wymagania względem ochrony przed hałasem materiałowym. Materiały Sylomer® i Sylodyn® są wykorzy-

stywane na całym świecie jako indywidualne, elastyczne podparcia. Gwarantują wymaganą skuteczność na lata. Te sprawdzone materiały, w połączeniu z wiedzą techniczną firmy Getzner, są obecnie uważane jako standard nowoczesnych rozwiązań dla systemów masy odsprężynowanej.





Zalety produktów podparcia z Sylomer® i Sylodyn®

- Niezawodna, jednorodna i trwała elastyczność
- Możliwe nawet krótkotrwałe przeciążenie
- Umożliwiają bezpośredni przejazd ciężkich pojazdów
- Niskie koszty budowy dzięki prostemu i szybkiemu montażowi
- Możliwe jest uzyskanie różnych kształtów poprzez zmianę gęstości, grubości i powierzchni obciążenia materiału
- Wysoka skuteczność i długa trwałość
- Minimalne koszty utrzymania

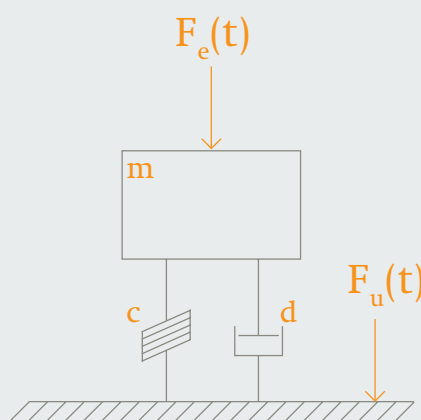
Sylomer® i Sylodyn® to idealne materiały do wykorzystania jako wysoce elastyczne podparcia w systemie masy odsprężynowanej – niezależnie od rodzaju konstrukcji.

3 Jak działa system masy odsprężynowanej

Skuteczna izolacja wibracji

Celem wibroizolacji jest dynamiczne oddzielenie nawierzchni od jej otoczenia w celu ograniczenia przenoszenia drgań oraz dźwięku materiałowego.

Oddzielenie to uzyskuje się poprzez stworzenie systemu zdolnego do wibracji. Jeśli została zamontowana trwale elastyczna warstwa sprężysta, jak np. Sylomer® lub Sylodyn®, wibroizolacja odbywa się bezpośrednio u źródła emisji. Dzięki temu siła punktu podparcia $F_u(t)$ jest mniejsza od siły wzbudzenia $F_e(t)$, co powoduje redukcję drgań wytwarzanych przez siły punktu podparcia.

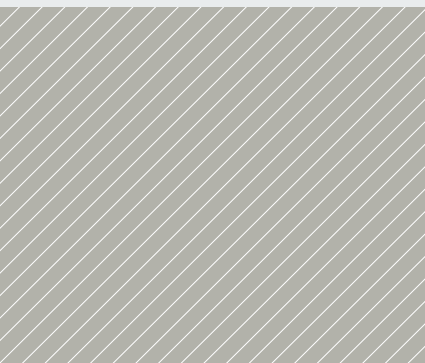


Działanie elastycznie podpartej nawierzchni można bardzo łatwo opisać, używając alternatywnego systemu, określanego jako system o jednym stopniu swobody. Wiele problemów z wibracjami można wyjaśnić w przybliżeniu za pomocą tego prostego modelu fizycznego. Jeśli masa nawierzchni zostanie wytrącona z równowagi przez krótkotrwałą siłę wzbudzenia $F_e(t)$, masa wykonuje wibracje o częstotliwości drgań własnych f_0 .

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m}}$$

c = sztywność dynamiczna materiału sprężystego

m = masa nawierzchni + nieresorowana masa zestawu kołowego



Szybkość, z jaką drgania zmniejszają swoją amplitudę, zależy od ich tłumienia lub sprężystości. W przypadku materiałów Sylomer® i Sylodyn® tłumienie jest określane przez współczynnik strat.

Podbicie lub obniżenie tłumienia – izolacji w zależności od częstotliwości dla danej amplitudy musi zostać określone w celu oceny skuteczności działania systemu MSS. Ocena bazuje na porównaniu współczynnika V_R dla danej częstotliwości.

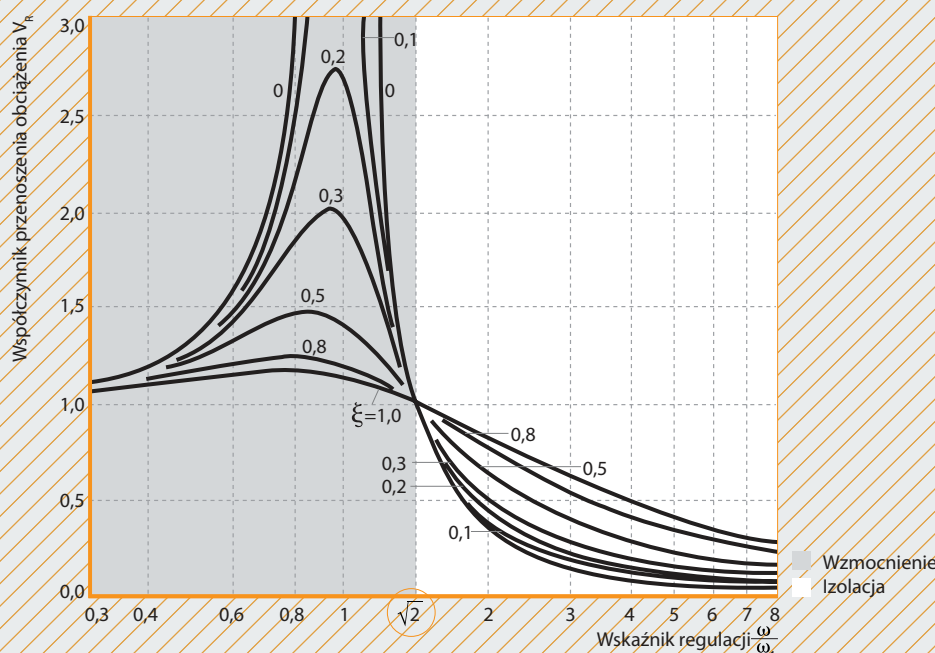
W systemie wibroizolacji występują dwa obszary: obszar wzmacniania (szara część wykresu) i obszar izolacji (biała część

wykresu). Wzmacnianie występuje tylko wówczas, gdy częstotliwość wzbudzenia pokrywa się z częstotliwością drgań własnych elastycznego podparcia lub w przypadku stymulacji szerokopasmowej.

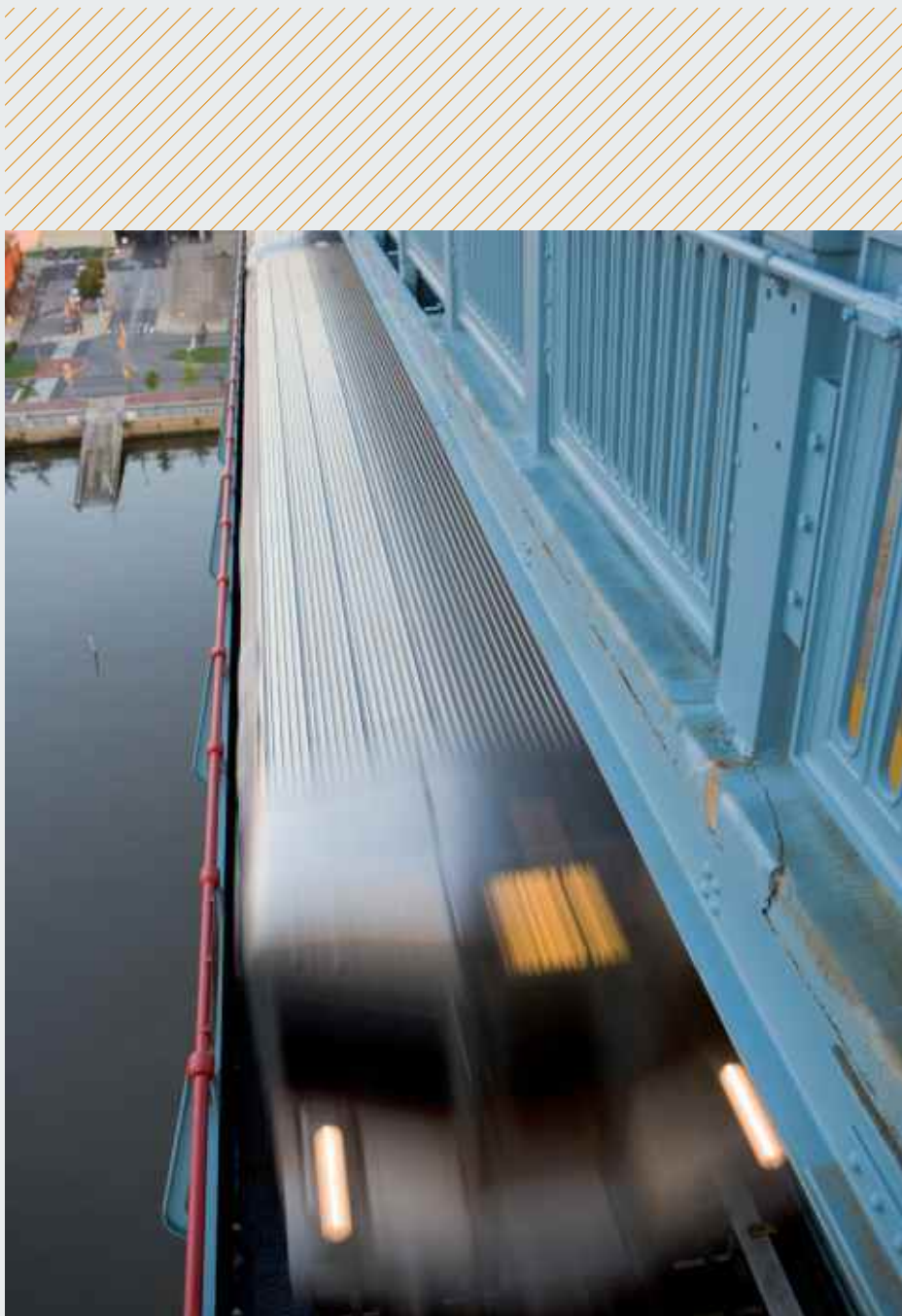
Izolacja rozpoczyna się przy częstotliwości odpowiadającej $\sqrt{2} \cdot f_0$. Charakterystyka częstotliwościowo-amplitudowa wskazuje, że przy częstotliwości własnej izolatora f_0 wzmocnienie jest redukowane wraz ze wzrostem poziomu tłumienia, podczas gdy poziom izolacji zmniejsza się wraz ze wzrostem tłumienia.

W odniesieniu do właściwości sprężystych w systemie masy odsprężynowanej oznacza to, że system musi mieć najniższy możliwy stosunek sztywności dynamicznej do statycznej. Sztywność dynamiczna podparcia powinna więc podlegać tylko niewielkim zmianom ze względu na częstotliwość i obciążenie.

Wymiarowanie systemu masy odsprężynowanej to problem optymalizacji przez inżynierów. Problem ten wymaga dogłębnej i specjalistycznej wiedzy - takiej, jaką Getzner wraz ze swoimi partnerami oferuje od lat. Przy stosowaniu systemu masy odsprężynowanej istotne jest wykonanie prawidłowego odwodnienia torowiska.



4 | Warianty konstrukcji



Europejskie przedsiębiorstwa kolejowe opracowały w ostatnich latach szereg różnych konstrukcji systemów masy odsprężynowanej. Spotkać można konstrukcje z płytami betonowymi, odlewanyymi na miejscu lub prefabrykowanymi oraz ich kombinacje, zarówno z podsypką jak i bez podsypki.

Przy projektowaniu elastycznego podparcia do systemów masy odsprężynowanej, wybrany rodzaj konstrukcji jest również istotny dla funkcjonalności i efektywności ekonomicznej całego systemu.

Niezależnie od podparcia całopowierzchniowego, liniowego czy punktowego – know-how firmy Getzner zapewnia rozwiązania, które są bezbłędne technicznie, akceptowalne ekonomicznie i funkcjonalne.



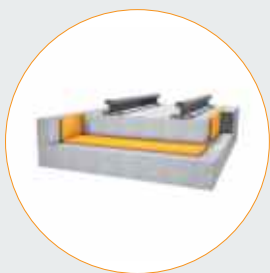
Podparcie całopowierzchniowe



Podparcie liniowe



Podparcie punktowe

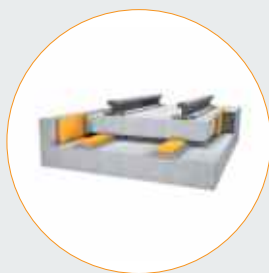


Podparcie
całopowierzchniowe

W zależności od konkretnego zastosowania, elastyczne podparcie całopowierzchniowe osiąga częstotliwości drgań własnych w zakresie od 14 do 25 Hz. Odpowiada to możliwemu do uzyskania tłumieniu hałasu materiałowego aż do 30 dB w najbardziej krytycznym zakresie częstotliwości.

Całopowierzchniowe podparcie elastyczne firmy Getzner oferuje korzyści w następujących obszarach:

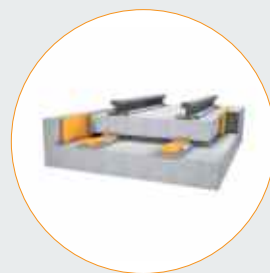
- Proste, szybkie i niedroge metody konstrukcji
- Niskie ryzyko błędów konstrukcyjnych
- Szeroki rozkład obciążenia w podłożu
- Tłumienie drgań materiałowych elementów podparcia torów
- Niska liczba spoin montażowych
- Wysoka stateczność pozioma całego systemu
- Ekonomiczność całego systemu



Podparcie
liniowe

Podparcia liniowe są preferowane w systemach masy odsprężynowanej wykorzystujących elementy prefabrykowane lub łączących beton prefabrykowany z odlewającym na miejscu. Z siłami poziomymi powstającymi zarówno w kierunku jazdy (siły hamowania i przyspieszenia) jak i prostopadle do osi toru (np. siły odśrodkowe, siły boczne wynikające z błędów geometrii toru) dobrze poradzą sobie stosunkowo duże powierzchnie podparcia.

W przypadku podparcia liniowego możliwe jest uzyskanie niższych częstotliwości drgań własnych konstrukcji podparcia (8-15 Hz) niż w przypadku podparcia całopowierzchniowego przy utrzymaniu wydatków na umiarkowanym poziomie. Całkowite liniowe podparcie pozwala na uzyskanie większego tłumienia dźwięku materiałowego.



Podparcie
punktowe

Wybrana konstrukcja płyt podporowych lub koryt torowych decyduje o rodzaju podparcia punktowego. Zazwyczaj ten sposób podparcia wykorzystywany jest w przypadku płyt podporowych wykonanych przy użyciu betonu mieszanego na budowie i przenoszonych na miejsce po stwardnieniu. Podparcia są wkładane przez otwory w płycie.

W związku z tym, że jazda pociągu wywołuje siły poziome, należy zwrócić uwagę na przenoszenie tych sił podczas wymiarowania zazwyczaj stosunkowo małych powierzchni podparcia. Optymalne wartości modułu sprężystości poprzecznej, grubości warstwy podparcia oraz obszaru podparcia są wykorzystywane w praktyce w celu ograniczenia odchyłen poziomych zgodnie z wymogami.

Najniższe częstotliwości drgań własnych są możliwe do uzyskania przy pomocy podparć punktowych (5-12 Hz). Ten rodzaj podparcia spełnia najwyższe wymagania dotyczące ochrony przed dźwiękiem materiałowym. Za pomocą tego rodzaju systemu możliwe jest uzyskanie tłumienia dźwięku materiałowego 30 dB lub więcej.

5 | Konstrukcja podparć elastycznych w strefach przejściowych

Łagodne przejście

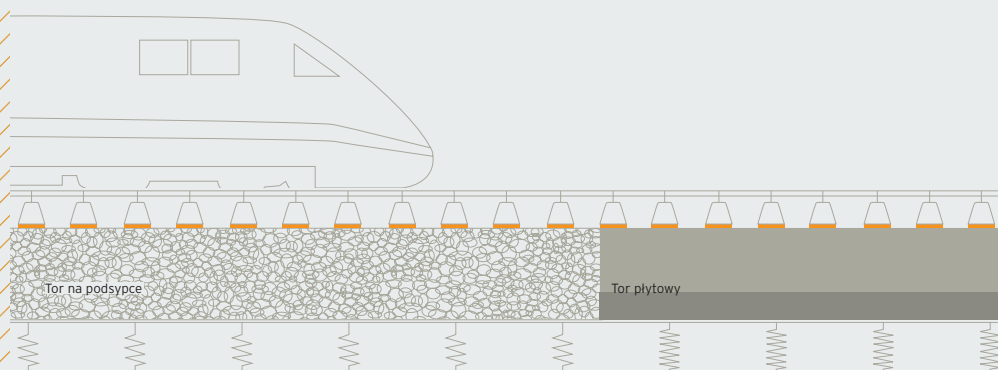
Strefy przejściowe pomiędzy sąsiadującymi rodzajami nawierzchni (tor na podsypce, tor bezpodsypkowy) muszą być projektowane bardzo precyzyjnie, aby zapobiec trwałym wadom torów. W przypadku systemów masy odsprężynowanej zawsze powstają strefy przejściowe, w związku z tym, że wiąże się z nimi większe ugięcie niż w przypadku normalnych nawierzchni. Obszary przejściowe podlegają szczególnym obciążeniom także ze względu na wahania temperatury i pogorszenie się stanu betonu. Firma Getzner oferuje kompetentne rozwiązania również w tym zakresie. Na przykład

wymaganą sztywność systemu w konstrukcjach na obszarach przejściowych uzyskać można w następujący sposób:

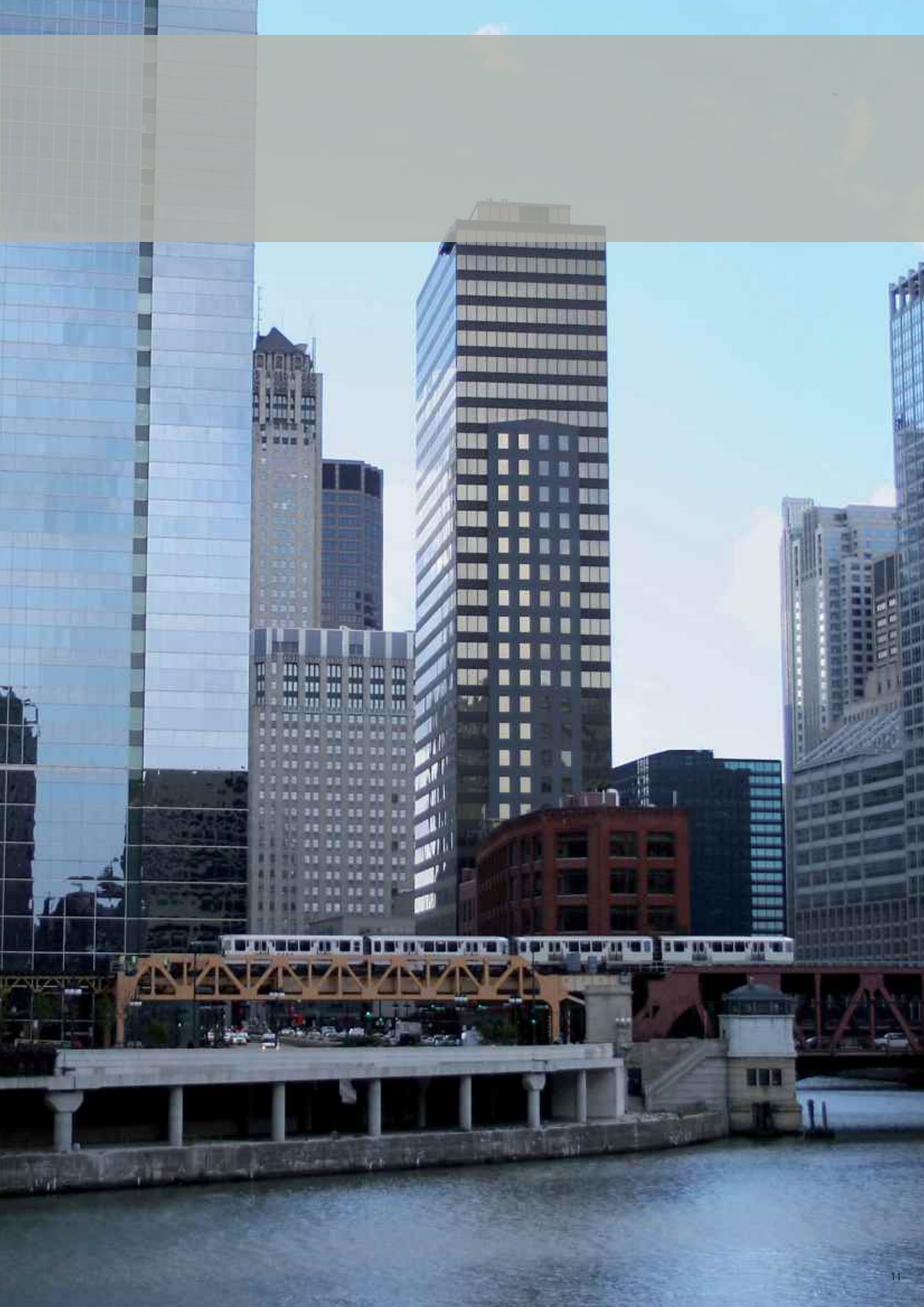
- Rozmieszczenie sprężystego podparcia
- Zmiana sztywności materiału podparcia
- Montaż specjalnych mocowań szyn
- Montaż sprężystych podpór podkładów

Podczas realizacji należy uwzględnić fakt, że nadmierne siły w punkcie podparcia mogą przeciążyć mocowanie szyny. Firma Getzner przeprowadza obliczenia i symulacje wszystkich czynników przy

użyciu metody elementów skończonych (MES), aby uzyskać optymalną konstrukcję obszarów przejściowych.



Przejście pomiędzy systemem masy odsprężynowanej a torem płytowym ze sprężystymi podporami podkładów.



6 | Błędy konstrukcyjne

Nasze doświadczenie daje Wam bezpieczeństwo

Błędy konstrukcyjne lub projektowe oraz brak pewnych cech systemu lub niewłaściwe ich dobranie mogą w niektórych przypadkach wpływać negatywnie na właściwości systemów masy odsprężynowanej.

Przykłady:

- Niewystarczający lub nieistniejący drenaż, powodujący „efekt stempla” wewnątrz systemu
- W przypadku systemów całopowierzchniowych: brakujące, niedopasowane lub zbyt sztywne maty boczne
- Wadliwa izolacja studni kablowych, wlotów drenażu i innych połączeń
- Niewłaściwy materiał podparcia lub grubość warstwy podparcia poniżej określonych minimów
- Duża liczba spoin montażowych
- Niewłaściwy, niestaranny montaż materiału podparcia
- Projekt konstrukcyjny, jak np. długość płyty nawierzchniowej lub konstrukcja zbrojenia, niewystarczające rozłożenie obciążenia na macie



Istnieje możliwość późniejszej korekty wad wykonania w systemie masy odsprężynowanej, jednak wiąże się to z dużym kosztem i wysiłkiem. W przypadku dużych błędów konieczna jest kompletna przebudowa toru.

7 | Wymagania wobec podparcia z elastomeru



Różnorodne i sprawdzone

Materiały Sylomer® i Sylodyn® sprawdzają się od ponad 40 lat w nawierzchniach kolejowych jako skuteczna ochrona przed drganiami i dźwiękiem materiałowym.

Materiały firmy Getzner przyczyniają się do ochrony konstrukcji, poprawiają stabilność torów kolejowych i redukują obciążenie dynamiczne podsypki, dzięki czemu obniżają również koszty utrzymania. Wykonane z Sylomeru® i Sylodynu® elementy w nawierzchniach kolejowych pozostają skuteczne nawet po 30 i więcej latach. Po pobraniu próbek i zbadaniu okazało się, że elastomer nie wykazywał zmęczenia materiału nawet po wielu latach eksploatacji.

W przypadku podparcia nieobejmującego całej powierzchni szczególnie ważne jest określenie wymagań wobec materiału podparcia oraz kontrola jakości w konkretnych projektach.

Norma DIN 45673-7, Drgania mechaniczne – Elementy sprężyste używane w torach kolejowych – Część 7: Procedury prób laboratoryjnych elementów sprężystych systemów masy odsprężynowanej, zawiera dodatkowe informacje dotyczące przydatności do użycia i badania sztywności statycznej i dynamicznej.

Warunki działania i długiej trwałości systemów masy odsprężynowanej:

- Sztywność statyczna i dynamiczna musi zostać oceniona w celu określenia specyficznych, wymaganych właściwości podparcia.
- Zmiany charakterystycznych właściwości podparcia ze względu na obciążenia eksploatacyjne są badane przy pomocy długotrwałych prób odporności na drgania obejmujących co najmniej trzy miliony cykli obciążeniowych.
- Należy ocenić również zmiany właściwości podparcia spowodowane oddziaływaniem otoczenia (np. ozon, woda, oleje, substancje chemiczne).
- Kolejne badania określają zakres zmian geometrii toru spowodowanych przez pełzanie, obciążenia eksploatacyjne i oddziaływanie otoczenia.
- Jakość podparć jest starannie kontrolowana jeszcze przed montażem.

8 | Analiza metodą elementów skończonych





Analiza metodą elementów skończonych pozwala uzyskać następujące informacje:

- Nośność płyty podparcia
- Odształcenie statyczne spowodowane ciężarem własnym
- Tryby drgań własnych
- Częstotliwości drgań własnych
- Informacje dotyczące wytrzymałości
- Obciążenie dynamiczne i ruchy wibracyjne
- Zachowanie systemu przy określonej stymulacji
- Przewidywanie właściwości dynamicznych systemu przy różnych parametrach systemu
- Wymagane modyfikacje w celu uzyskania pożądanych właściwości dynamicznych

Wiesz, z czym masz do czynienia

Analiza systemu zawsze wymaga opracowania zastępczego układu fizycznego obejmującego stosunki masy, sztywności oraz współczynniki tłumienia. Najbardziej znaną metodą analizy systemów jest metoda elementów skończonych (MES).

W wibroizolacji generalnie zakłada się, że wibroizolowany obiekt (płyta podparcia toru) oraz podłoże są ciałami sztywnymi. Celem tego założenia jest sprawdzenie efektu wibroizolacji w drodze symulacji. Jeśli jednak chcemy zidentyfikować ograniczenia i zrozumieć zachowanie całego systemu, przy pomocy MES identyfikowane i analizowane są dodatkowe stopnie swobody, które są istotne dla systemu rzeczywistego.

Wymagania wobec konstrukcji ciągle rosną. Getzner oferuje szeroką gamę usług jako kompetentny partner projektantów i inżynierów pracujących nad tym kompleksowym zagadnieniem.

9 | Informacje dotyczące montażu





Izolacja studzienki kanalizacyjnej w systemie masy odsprężynowanej

Prace przygotowawcze

Podczas montażu należy upewnić się, że warstwa podparcia z Sylomeru® lub Sylodynu® całkowicie oddziela kładzioną następnie płytę podparcia od otoczenia. Mostki dźwiękowe mogą uniemożliwić skuteczną wibroizolację. Ważne jest również zapewnienie drenażu systemu.

W związku z tym podłoże musi być płaskie i wolne od spiczastych lub ostrych przedmiotów. Jeśli jest to możliwe tylko w ograniczonym zakresie, zaleca się położenie flizeliny pomiędzy podłożem a matą w celu ochrony warstwy podparcia. Dobrym rozwiązaniem jest również dolna warstwa nośna z betonu. Specjalne punktowe podpory muszą być stabilne i precyzyjnie ustawione. Skuteczną opcję stanowi odpowiednie podłoże z ramą stalową.

Zbrojenie może być użyteczne w przypadku rozwiązania całopowierzchniowego. W takim przypadku należy zapewnić wystarczające rozłożenie obciążenia ze wzmocnienia na maty z Sylomeru® lub Sylodynu®. Odpowiednie powierzchnie podparcia (płyty drewniane lub z tworzywa sztucznego) zapobiegają nadmiernemu ściskaniu lub ugięciom powierzchni.

Dostawa

Firma Getzner dostarcza materiały bezpośrednio na plac budowy: maty boczne, podparcia punktowe oraz podparcia nieciągłe na paletach, maty podtorowe w formie rolek o standardowej szerokości 1,50 m. W zależności od geometrii i warunków montażu firma Getzner może dopasować długość mat do projektu już w fabryce, co pozwala na szybki i ekonomiczny montaż na budowie.

Maty podtorowe mogą być układane zarówno równolegle jak i prostopadle do osi toru. Istotne jest przy tym, aby liczba spoin była jak najmniejsza. Pozostałe spoiny są uszczelniane taśmą, aby uniemożliwić wciskanie się masy betonowej i tworzenie materiałowych mostków dźwiękowych.

Montaż

Przy montażu rolek firma Getzner zawsze zwraca uwagę na masę całkowitą. Oznacza to, że maty mogą być z łatwością układane przez brygadę dwuosobową. Dzięki temu możliwe jest ułożenie ponad 500 m² na osobę dziennie. Podparcia liniowe i nieciągłe mogą być układane nawet przez jedną osobę. Długość maty lub wystające rogi może z łatwością skorygować osoba układająca maty przy użyciu noży jednorazowych.

Na życzenie firma Getzner stworzy profesjonalne projekty montażu lub zapewni serwis techniczny w celu zagwarantowania właściwego montażu.

10 Międzynarodowe referencje

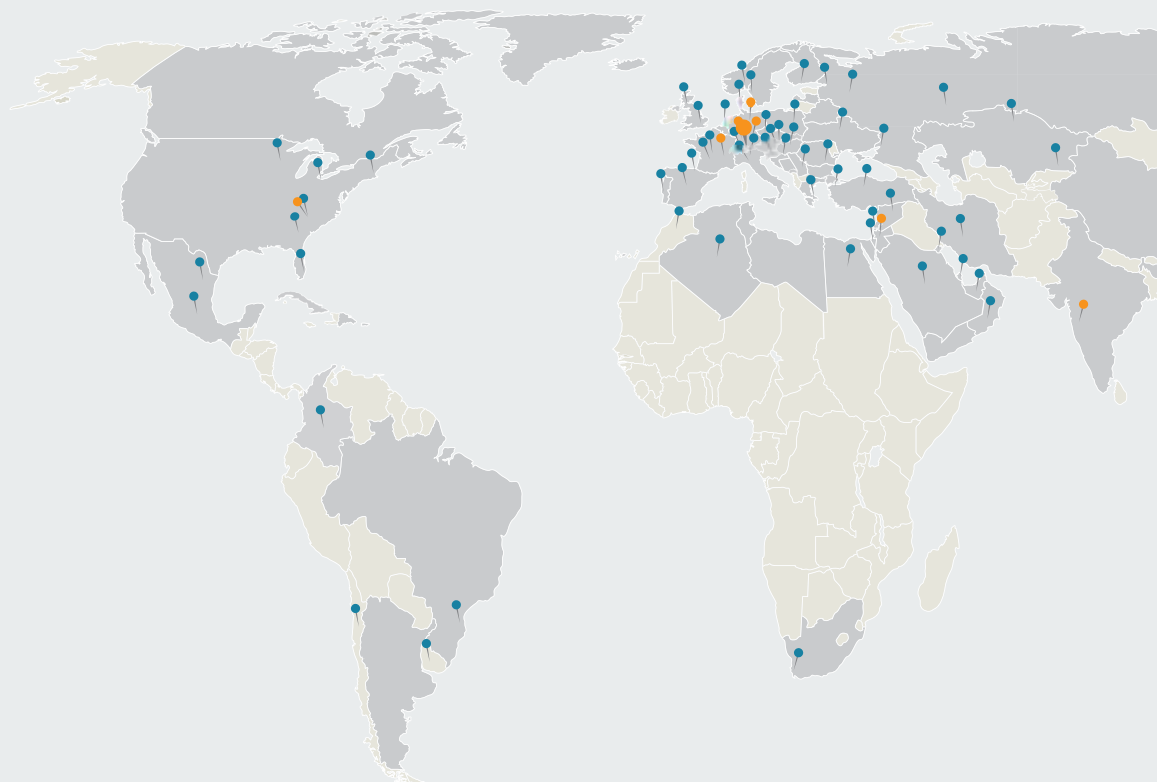


Rozwiązania opracowane przez firmę Getzner znaleźć można na całym świecie – oraz naszych fachowców. Dzięki 10 oddziałom jesteśmy obecni na ważnych obszarach geograficznych. Za pośrednictwem naszych partnerów handlowych obsługujemy praktycznie wszystkie znaczące rynki na świecie.

Oddziały w:

- Bürs, Austria
- Berlinie, Niemcy
- Monachium, Niemcy
- Stuttgart, Niemcy
- Lyon, Francja
- Ammanie, Jordania
- Tokio, Japonia
- Pune, Indie
- Pekinie, Chiny
- Charlotte, USA

-  Oddziały firmy Getzner
-  Partnerzy handlowi
-  Referencje





Tramwaj w Mediolanie

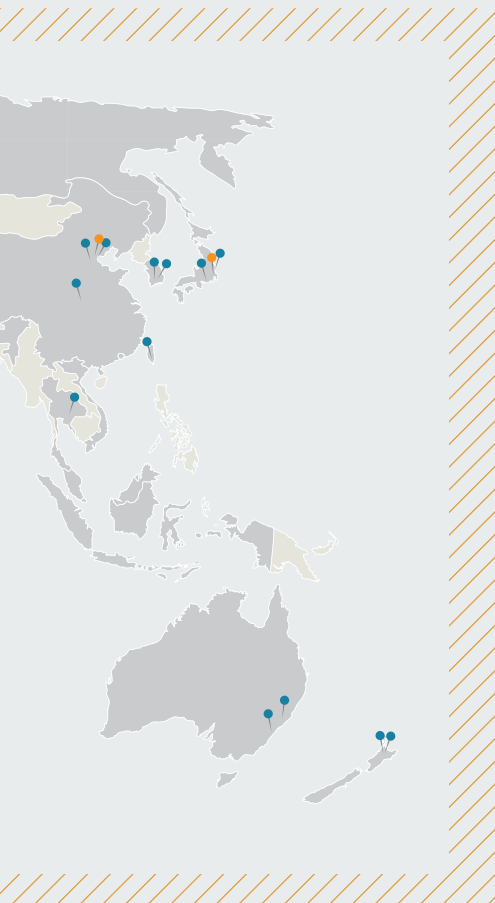


Tramwaj w Nottingham



Metro w Monachium

Projekty zrealizowane przez firmę Getzner mówią same za siebie. Oto wyciąg z listy naszych referencji w sektorze kolejowym:



Kolej normalnotorowa

Wybrane projekty:

- Oś kolejowa Brenner, odcinek północny (Brenner Zulauf Nord), Römerberg Tunnel, Zammer Tunnel, Arlberg Tunnel, New Lainz Tunnel, Sittenberg Tunnel (ÖBB – Austriackie Koleje Federalne)
- Leipzig City Tunnel, Old Mainz Tunnel, New Mainz Tunnel, City Tunnel Leipzig, Alter Mainzer Tunnel, Neuer Mainzer Tunnel, Tiergarten Tunnel, Berlin North-South, Lehrter Bahnhof (stacja kolejowa), Amperbrücke (most), Połączenie z lotniskiem Kolonia/Bonn, Siegau Tunnel, Audi Tunnel Ingolstadt (DB AG – Kolej Niemiecka)
- Kolej transalpejska NEAT: Zurichberg Tunnel, Zimmerberg Tunnel (SBB – Szwajcarskie Koleje Federalne)
- Rzym-Fiumicino, Udine-Tarvisio, Mediolan-Saronno, Katania (FS – włoskie Koleje Państwowe)
- High Speed 1 (Network Rail – brytyjskie przedsiębiorstwo kolejowe)
- Bruksela (SNCB – Belgijskie Koleje Państwowe)

Tramwaje w miastach takich jak

- | | |
|---------------|---------------------|
| – Augsburg | – Meszhed |
| – Barcelona | – Monachium |
| – Berlin | – Montpellier |
| – Berno | – Nantes |
| – Bordeaux | – Nicea |
| – Brest | – Nottingham |
| – Bydgoszcz | – Orlean |
| – Essen | – Paryż - St. Denis |
| – Florencja | – Paryż - T1 |
| – Genewa | – Praga |
| – Göteborg | – Rouen |
| – Graz | – Rzym |
| – Grenoble | – Santo Domingo |
| – Isfahan | – Sewilla |
| – Konstantyna | – Strasburg |
| – Kraków | – Stuttgart |
| – Le Mans | – Sziraz |
| – Linz | – Teneryfa |
| – Lyon | – Walencja |
| – Madryt | – Warszawa |
| – Marsylia | – Wiedeń |
| – Mediolan | |

Metro/ szybka kolej miejska

- | | |
|----------------|--------------|
| – Ateny | – Kraków |
| – Augsburg | – Mediolan |
| – Berlin | – Monachium |
| – Bochum | – Norymberga |
| – Buenos Aires | – Nowy York |
| – Dortmund | – São Paulo |
| – Düsseldorf | – Wiedeń |
| – Hong Kong | – Zurych |
| – Inczhon | |

Getzner Werkstoffe GmbH

Herrenau 5
6706 Bürs
Austria
T +43-5552-201-0
F +43-5552-201-1899
info.buers@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Am Borsigturm 11
13507 Berlin
Germany
T +49-30-405034-00
F +49-30-405034-35
info.berlin@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Nördliche Münchner Str. 27a
82031 Grünwald
Germany
T +49-89-693500-0
F +49-89-693500-11
info.munich@getzner.com

Getzner Spring Solutions GmbH

Gottlob-Grotz-Str. 1
74321 Bietigheim-Bissingen
Germany
T +49-7142-91753-0
F +49-7142-91753-50
info.stuttgart@getzner.com

Getzner France S.A.S.

Bâtiment Quadrille
19 Rue Jacqueline Auriol
69008 Lyon
France
T +33-6 77 59 51 65
info.lyon@getzner.com

Getzner Werkstoffe GmbH

Middle East Regional Office
Abdul - Hameed Sharaf Str. 114
Rimawi Center - Shmeisani
P. O. Box 961 303
Amman 11196, Jordan
T +9626-560-7341
F +9626-569-7352
info.amman@getzner.com

Getzner India Pvt. Ltd.

1st Floor, Kaivalya
24 Tejas Society, Kothrud
Pune 411038, India
T +91-20-25385195
F +91-20-25385199

Nihon Getzner K.K.

6-8 Nihonbashi Odenma-cho
Chuo-ku, Tokyo
103-0011, Japan
T +81-3-6842-7072
F +81-3-6842-7062
info.tokyo@getzner.com

Beijing Getzner Trading Co.; Ltd.

Zhongyu Plaza, Office 1806
Gongti Beilu Jia No. 6
100027 Beijing, PR China
T +86-10-8523-6518
F +86-10-8523-6578
info.beijing@getzner.com

Getzner USA, Inc.

8720 Red Oak Boulevard, Suite 528
Charlotte, NC, 28217, USA
T +1-704-966-2132
info.charlotte@getzner.com

www.getzner.com

