BUDOWNICTWO DROGOWE
VADEMECUM

ISSN 2353-5261

edycja
2016

Lżejsza, poręczniejsza, mocniejsza: przecinarka STIHL TS 420

Przecinarka STIHL TS 420 ustanawia nowe standardy w zakresie profesjonalnego zastosowania na placu budowy. Dzięki zwiększonej mocy bez problemu radzi sobie z cięciem najtwardszego betonu, kamienia i stali, a dzięki kompaktowej i lekkiej konstrukcji jest łatwa w obsłudze w każdej sytuacji. Bogate wyposażenie takie jak nowoczesny i przyjazny środowisku silnik 2-MIX, komfortowy system antywibracyjny czy filtr powietrza o długiej żywotności umożliwiają wykorzystanie przecinarki do różnorodnych zastosowań. Więcej o urządzeniach STIHL dowiecie się Państwo u Autoryzowanych Dealerów prowadzących sprzedaż, doradztwo oraz obsługę serwisową. Adresy Dealerów na **www.stihl.pl**

90 STIHL

STIHL®

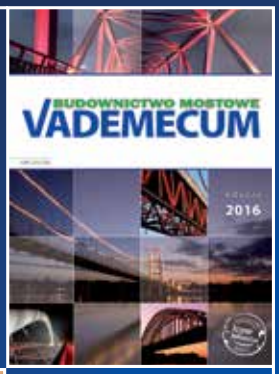
BUDOWNICTWO DROGOWE

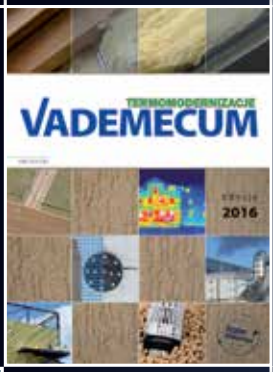
VADEMECUM

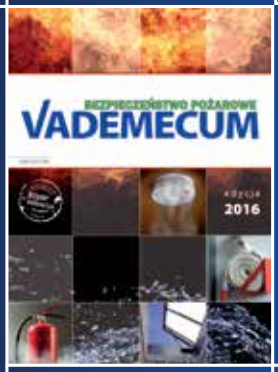
Wydawnictwo Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa Sp. z o.o.
2016

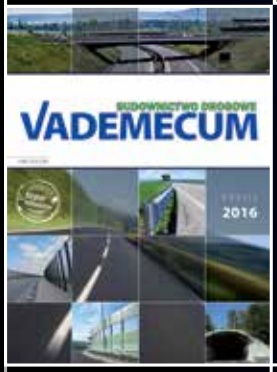
Pobierz e-wydanie

edycja 2016









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

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 Blaśkiewicz
Aneta Małek
Justyna Mioduszewska

Projekt graficzny:
Jolanta Bigus-Kończak

Skład i łamanie:
Jolanta Bigus-Kończak
Grzegorz Zazulak

BIURO REKLAMY
reklama@inzynierbudownictwa.pl
Szef biura reklamy:
Dorota Błaszkiewicz-Przedpełska
Zespół:
Monika Frelak - tel. 22 551 56 11
m.frelak@inzynierbudownictwa.pl
Natalia Gołek - tel. 22 551 56 26
n.golek@inzynierbudownictwa.pl
Katarzyna Klorek - 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: Val Thoermer, Crisferra, Fexel, ZoomTeam, olly, travelwitness

DRUK
ArtDruk Zakład Poligraficzny
Print Management: printCARE

NAKŁAD
3000 egz.

BUDOWNICTWO DROGOWE VADEMECUM

Szanowni Państwo,

Budownictwo drogowe jest głównym tematem naszej kolejnej publikacji – „VADEMECUM Budownictwo Drogowe". Zamieszczamy w niej informacje począwszy od zagadnień związanych z geotechniką, przez surowce i materiały do budowy oraz remontów dróg, a kończąc na produktach stosowanych w celu zapewnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Prezentujemy firmy, które uczestniczą w realizacji procesu inwestycyjnego jako wykonawcy, a także oferują usługi laboratoryjne, doradcze, roboty geotechniczne i rozbiórkowe. Zachęcam do zapoznania się z artykułami w dziale kompendium wiedzy, które poświęcone są m.in.: odwodnieniu dróg, ochronie przed hałasem, kładkom dla pieszych oraz badaniom nośności podłoża drogowego.

*Cała publikacja jest także zamieszczona w postaci elektronicznej na stronie **www.vademecuminzyniera.pl**, skąd można ją pobrać w formacie pdf. Jest ona dostępna w całości i bezpłatnie, podobnie jak i inne nasze czasopisma.*
W tym roku ukazały się już: „VADEMECUM Budownictwo Mostowe", „VADEMECUM Termomodernizacje", „VADEMECUM Bezpieczeństwo Pożarowe", natomiast w listopadzie zostanie wydane „VADEMECUM Budownictwo Kolejowe".

Pragnę Państwa poinformować, że „VADEMECUM Budownictwo Drogowe" zostało objęte patronatem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa.

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 we fragmencie może odbywać się wyłącznie po wcześniejszym uzyskaniu pisemnej zgody od Wydawcy.
Artykuły zamieszczone w „VADEMECUM Budownictwo Drogowe" w dziale Kompendium wiedzy prezentują stanowiska, opinie i poglądy ich Autorów.
Wszystkie reklamy oraz informacje zawarte w artykułach i prezentacjach zamieszczone w „VBD" 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

Odwodnienie dróg i ulic – zagadnienia techniczne
dr inż. Stanisław Majer

Metody i sposoby ochrony przed hałasem drogowym
dr inż. Janusz Bohatkiewicz

Kładki dla pieszych – kształtowanie i projektowanie
dr inż. Marek Pańtak

Metody ustalania nośności podłoża drogowego
– wymagania i badania
dr inż. Cezary Kraszewski,
mgr inż. Beata Gajewska

Prawidłowe odwodnienie powierzchni komunikacyjnych jest podstawowym zadaniem, które musi rozwiązać projektant. Problem ten obejmuje zagadnienia z dziedziny inżynierii środowiska, dlatego wymagana jest współpraca projektantów drogowych i branży kanalizacyjnej.
Szybkie odprowadzenie wody jest konieczne, gdyż odpowiada za prawidłową przyczepność pomiędzy oponą i nawierzchnią, a także z uwagi na zjawisko aquaplaningu.

ODWODNIENIE DRÓG I ULIC – ZAGADNIENIA TECHNICZNE

dr inż. *Stanisław Majer*
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Funkcje i składowe systemu odwodnienia

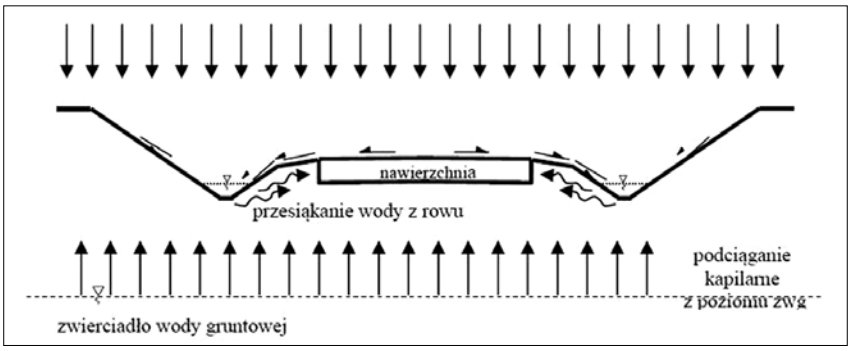
Podstawową funkcją systemu odwodnienia jest szybkie i możliwie zupełne ujęcie i odprowadzenie wód opadowych spływających do odbiornika z poboczy, pasa dzielącego, skarp, pasa drogowego, nawierzchni oraz okolicznego terenu, jak i wód przenikających do konstrukcji nawierzchni na skutek przyciągania kapilarnego z poziomu zwierciadła wody gruntowej i wody zalegającej w rowach (rys. 1).

Do funkcji systemu odwodnienia dróg należy zaliczyć:

- efektywne ujęcie i odprowadzenie wód opadowych, zmniejszając ich wpływ na stan nawierzchni i bezpieczeństwo użytkowników drogi
- ujęcie i odprowadzenie wód przedostających się do nawierzchni i podłoża
- uregulowanie zwierciadła wód gruntowych do wymaganego poziomu
- drenaż skarp (w przypadku, gdy droga przecina warstwę wodonośną)
- stosowanie drenażu ochronnego w terenach osuwiskowych
- oczyszczenie wód z wszelkich zanieczyszczeń powstałych z powodu użytkowania drogi
- odprowadzenie wód do środowiska w oparciu o wymogi ochrony wód i prawa wodnego
- wyprowadzenie wód poza koronę drogi.

Podstawowymi składowymi systemu odwodnienia są [1]:

- odwodnienie powierzchniowe, które ma na celu odprowadzenie wód opadowych z powierzchni pasa drogowego i przyległego do niego terenu
- odwodnienie wgłębne, do którego zalicza się:
  - drenaż głęboki, który służy do obniżenia poziomu wód gruntowych i obejmuje drenaż: korony drogi, skarp, ochronny i podstawy nasypu
  - drenaż płytki, który obejmuje odprowadzenie wody zbierającej się w obrębie warstwy: podbudowy, mrozoochronnej, odsączającej i wzmacniającej podłoże
- kanalizacja deszczowa
- wszelkie urządzenia służące do retencji i oczyszczania wód opadowych przed przekazaniem ich do odbiornika.



▲ Rys. 1. Schemat wód działających na nawierzchnię, pobocza i skarpy rowów [1]

Obliczenie wielkości spływu

Dla odpowiedniego zwymiarowania systemu odwodnienia należy ustalić wielkość spływów ze zlewni. Pozwala to na określenie ilości wody, jaką przenieść musi dane urządzenie odwadniające w przeciętnych warunkach użytkowania. Przy oznaczaniu wielkości spływów z odwadnianych powierzchni, najpierw należy wyznaczyć konieczne parametry, tzn.:

- prawdopodobieństwo pojawienia się deszczu
- czas trwania deszczu
- natężenie deszczu miarodajnego

- powierzchnię zlewni cząstkowych
- współczynnik spływu dla występujących w projekcie powierzchni
- współczynnik opóźnienia spływu, który przyjmuje się w zależności od przyjętej metody obliczania spływów.

Deszcze charakteryzują się [2]:

- prawdopodobieństwem pojawienia się deszczu p o natężeniu większym lub równym od deszczu miarodajnego
- czasem trwania t [min]
- natężeniem [mm/min] lub [$dm^3/(ha \cdot s)$]
- wysokością opadu h [mm]
- zasięgiem F [ha].

Prawdopodobieństwo pojawienia się deszczu p określa ile razy w przeciągu stulecia zostanie przekroczone dane natężenie deszczu. Kolejną charakterystyczną wielkością jest częstość powtarzalności deszczu C, określaną jako 1 raz na C lat. Zależność pomiędzy prawdopodobieństwem pojawienia się deszczu a częstością przedstawia się wzorem:

$$C = \frac{100}{p}$$

Wartość ta podaje stopień bezpieczeństwa działania urządzeń odwadniających bez wystąpienia awarii. Przyjmując do projektowania prawdopodobieństwo pojawienia się deszczu należy zwrócić uwagę na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Ponadto ważnym kryterium są tu względy ekonomiczne. Nie ma sensu budować systemów odwadniających na wyrost, gdyż sam koszt ich budowy może przewyższyć spodziewane straty w razie wystąpienia podtopienia. Zatem dobór odpowiedniego prawdopodobieństwa p powinien równoważyć bezpieczeństwo i względy ekonomiczne. W tablicy 1 podano zalecane wartości prawdopodobieństwa dla dróg i ulic wg normy odwodnienie dróg [3].

R. Edel [2] na podstawie polskich publikacji [4] i przepisów niemieckich (RAS) podaje następujące w normalnych warunkach częstości:

- odwodnienie poprzez muldy i rowy: p = 100%, C = 1 rok
- odwodnienie poprzez muldy i rowy w obrębie miast: p = 10%, C = 10 lat
- odcinki drogi w wykopach zależnie od jej ważności: p = 5-10%, C = 10 do 20 lat
- najniższe punkty niwelety: p = 20%, C = 5 lat
- kanalizacje drugorzędne (poza kolektorami i burzowcami): p = 50%, C = 2 lata
- kolektory i burzowce: p = 20%, C = 5 lat
- kanalizacje w wyjątkowo niekorzystnych warunkach terenowych: p = 10%, C = 10 lat
- kanalizacje odwadniające pas dzielący dwie jezdnie: p = 25%, C = 4 lata.

W tablicy 2 podano częstości deszczu obliczeniowego wg obowiązującej normy [6] do projektowania kanalizacji zewnętrznych.

Czas trwania deszczu miarodajnego odpowiada czasowi dopływu wód opadowych do odbiornika, który może stanowić np. rów, mulda, przepust itd. Jeśli czas trwania deszczu miarodajnego jest krótszy niż 10 minut, wówczas do dalszych obliczeń przyjmuje się wartość równą 10 minut. Dzieje się tak, gdyż urządzenia odwadniające potrafią zmagazynować ilość wód dopływającą do nich w czasie krótszych opadów. Dla dużych pochyłości terenu stanowiących bardzo korzystne warunki spływu wód opadowych należy jednak sprawdzić obliczenia dla deszczu 5-minutowego.

Natężeniem deszczu nazywamy stosunek wysokości opadu do jednostki czasu, w jakim ten opad nastąpił. Zależy ono od czasu trwania opadu, jego częstotliwości i zasięgu. Obecnie w Polsce, najczęściej stosowanym w projektowaniu odwodnienia terenów jest model opadów Błaszczyka (z 1954 r.), wzorowany na strukturze formuły Gorbaczewa:

$$q = \frac{6{,}631\sqrt[3]{H^2 C}}{t_d^{0{,}667}}$$

gdzie:

q – natężenie deszczu miarodajnego [$dm^3/(s \cdot ha)$]

t_d – czas trwania deszczu [min]

H – wysokość opadu normalnego (średniego z wielolecia) [mm]

C – częstość występowania deszczu o natężeniu q [lata].

W Polsce przy obliczaniu odwodnienia wykorzystuje się [2, 4, 6, 7]:

- metodę stałych natężeń deszczu
- metodę granicznych natężeń deszczu
- metodę współczynnika opóźnienia.

Metoda stałych natężeń deszczu jest metodą skróconą, stosowaną głównie w projektach wstępnych oraz do obliczania zlewni o powierzchni nie większej niż 50 ha. Wykorzystuje ona zależność między natężeniem deszczu, a powierzchnią zlewni. Zakłada się, że czas deszczu jest równy czasowi przepływu przez kanał i wyznacza się go dla całej zlewni przy założonym prawdopodobieństwie pojawienia się deszczu. Najczęściej czas trwania deszczu przyjmuje się równy 10 min dla kanałów bocznych, natomiast dla kanałów głównych 15 minut [7]. Ogólna postać wzoru na ilość wód opadowych Q to:

$$Q = \frac{1}{\sqrt[n]{F}} \psi q F$$

gdzie:

Q – ilość opadu [dm^3/s]

$\frac{1}{\sqrt[n]{F}}$ – współczynnik opóźnienia wg Burki-Zieglera

ψ – współczynnik spływu

▼ Tablica 1. Wartości prawdopodobieństwa deszczu miarodajnego p dla dróg i ulic [3]

Klasa drogi	p [%]; C [raz na C lat]	Warunki ułożenia kanału	p [%]; C [raz na C lat]
A, S	10; 10	Boczny kanał w płaskim terenie	100; 1
GP	20; 5	Kolektor w płaskim terenie	50; 2
G, Z	50; 2	Kolektor lub kanał boczny przy spadkach terenu powyżej 2%	20; 5
L, D	100; 1	Kolektor lub kanał boczny przy spadku terenu powyżej 4%	10; 10

▼ Tablica 2. Zalecane parametry deszczu wg normy PN-EN 752 [5]

Charakterystyka terenu	p [%]; C [raz na C lat]
Tereny wiejskie (pozamiejskie)	100; 1
Tereny mieszkaniowe	50; 2
Centra miast, tereny usług i przemysłu	25; 4
Podziemne urządzenia komunikacyjne, przejścia dla pieszych	10; 10

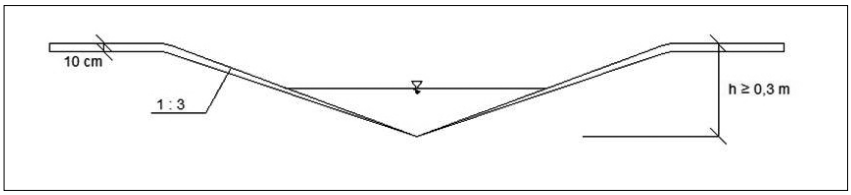
F – powierzchnia zlewni [ha]
n – współczynnik zależny od spadku i formy zlewni, równy od 4 do 8.

Metodą zalecaną przy wymiarowaniu kanalizacji i systemów odwodnienia dróg jest metoda granicznych natężeń deszczu. Polega ona na określeniu dla każdego punktu w sieci deszczu miarodajnego. Obliczenia rozpoczyna się od założenia prędkości przepływu wody w kanale dla najwyższego odcinka. Przy wymiarowaniu kanalizacji, sieć liczy się tylko w węzłach, wielkości natężenia deszczu miarodajnego wyznaczone na tej podstawie są obowiązujące dla całego odcinka powyżej rozpatrywanego węzła. Maksymalne natężenie deszczu oblicza się na podstawie wyznaczonego czasu trwania deszczu miarodajnego, który spełnia jednocześnie rolę współczynnika opóźnienia. Natężenie deszczu miarodajnego wyznacza się z formuły Błaszczyka, przy czym czas jego trwania t_{dm} nie może być mniejszy od 10 minut. Ilość wód odpadowych w węźle oblicza się z formuły:

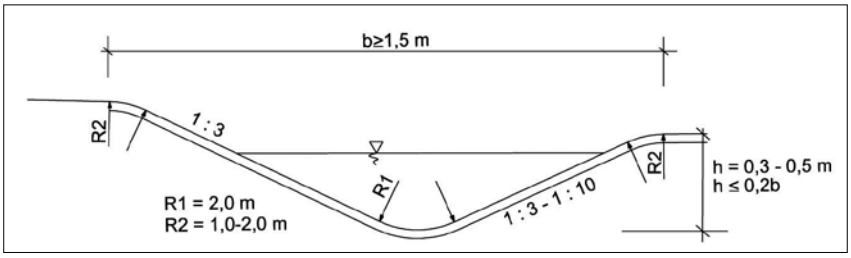
$$Q_1 = q_1 \psi_z F$$

Współczynnik spływu ψ_z wyznacza się dla całej zlewni, jako średnią ważoną ze współczynników cząstkowych i powierzchni na jakiej występują.

Metodą bazująca na rzeczywistym natężeniu deszczu jest metoda współczynnika opóźnienia. W 1940 r. Reinhold opublikował ogólne zasady projektowania odwodnień terenów zurbanizowanych, w tym w szczególności kanalizacji obiektów komunikacyjnych typu autostrady, mosty i wiadukty, przejścia i przejazdy pod ulicami czy lotniska, w których sformułował model fizykalny opadów. Podstawą wymiarowania są natężenia deszczu o czasie trwania 15 minut i częstości występowania C = 1 rok (100%). Wartości te w (dm³/(s·ha)) podał Reinhold: dla Warszawy 84, Szczecina 87, Gdańska 93, Elbląga i Wrocławia 112, Opola 117.



▲ Rys. 2. Rów trójkątny



▲ Rys. 3. Rów opływowy

Średnio dla tej części Europy można przyjmować $q_{15,1}$ = 100 dm³/(s·ha).

$$Q = q_{15,1} \varphi (t_d, C) \psi_s F$$

Współczynnik opóźnienia odpływu wyznacza się z zależności:

$$\varphi(t_d, C) = \frac{38}{t_d + 9} (\sqrt[4]{C} - 0,3684)$$

W metodzie tej stosuje się szczytowy współczynnik spływu ψ_s wyrażony jako stosunek spływu powierzchniowego do odbiornika do wielkości opadu na zlewnie.

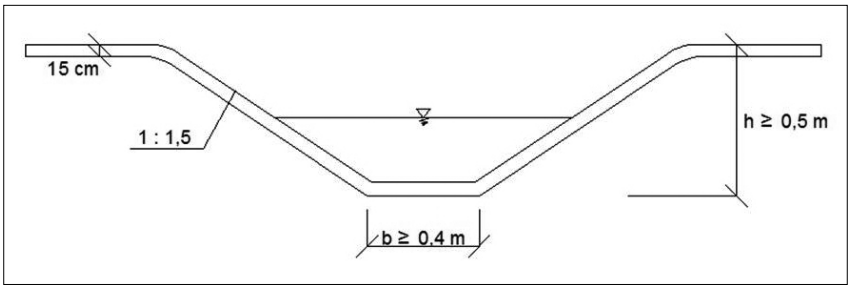
Osobliwości metody natężeń granicznych, jak i metody współczynnika opóźnienia podano w opracowaniu [6].

Odwodnienie powierzchniowe dróg

Do otwartych urządzeń składowych odwodnienia powierzchniowego zalicza się:

- muldy przydrożne – stosuje się jako elementy odwodnienia dróg klas A, S, GP przebiegających w wykopie, mają w przekroju poprzecznym kształt kołowy odcinkowy; szerokość muldy wynosi od 1,0 do 2,5 m, głębokość minimum 20 cm, ale nie więcej niż 0,2 szerokości (fot. 1)
- rowy trójkątne – stosuje się na drogach klasy A, S i GP, w szczególności w celu ułatwienia utrzymania, w przypadku gdy wysokość skarpy nasypu lub wykopu jest mniejsza niż 1,0 m; głębokość rowu powinna wynikać ze sposobu odwodnienia korpusu drogi, standardowo wynosi od 0,3 m do 0,8 m; pochylenie skarpy wewnętrznej nie powinno być większe niż 1:3, skarpy zewnętrznej nie większe niż 1:5 wg WT [8], natomiast norma dla skarpy zewnętrznej podaje wartości pochylenia w granicach 1:3-1:10, a z dnem wyokrąglonym łukiem kołowym o promieniu 0,5 m [3]
- rowy opływowe (rys. 3) – są odmianą rowów trójkątnych, ze względu na kształt przekroju poprzecznego lepiej wpisują się w teren w porównaniu z trójkątnymi; należy je stosować na drogach klasy A i S oraz GP; rów opływowy stosuje się w wykopie, przy krawędzi korony drogi, jeżeli jej korpus ma odwodnienie wgłębne lub jest wykonany z materiału niewymagającego odwodnienia wgłębnego; można go stosować przy wysokości skarpy nasypu

▲ Fot. 1. Mulda przy jezdni autostrady A4



▲ Rys. 4. Rów trapezowy

do 2 m w wypadku niestosowania skrajnej bariery ochronnej; szerokość rowu opływowego nie powinna być mniejsza niż 1,5 m, a głębokość nie powinna być większa niż 1/5 jego szerokości; dno należy wyokrąglić promieniem o wartości 2,0 m, krawędzie górne promieniami o wartości 1,0-2,0 m

- rowy trapezowe (rys. 4) – stosuje się na drogach wszystkich klas, z wyjątkiem autostrad i dróg ekspresowych, gdy nie przewiduje się umieszczania skrajnej bariery ochronnej; dno rowu powinno mieć szerokość co najmniej 0,4 m, a głębokość rowu nie powinna być mniejsza niż 0,5 m, przy czym jeżeli górna część korpusu drogi jest odwadniana drenami lub warstwą odsączającą, to dno rowu powinno być poniżej poziomu wylotu drenu, sączka lub warstwy odsączającej nie mniej niż 0,2 m, a na odcinku wododziału nie mniej niż 0,1 m; pochylenie skarpy rowu nie powinno być większe niż 1:1,5

▲ Fot. 2. Uszkodzenie skarpy przez deszcz nawalny na skutek braku rowu stokowego

▲ Fot. 3. Ściek korytkowy jako element odwodnienia pasa dzielącego

▲ Fot. 4. Uszkodzenia dna rowu przez opady

- rowy stokowe – wykonuje się w kształcie trapezowym, stosuje się w celu przejęcia wody powierzchniowej napływającej ze stoku (fot. 2); rów stokowy powinien być wykonany co najmniej 3,0 m powyżej krawędzi przecięcia się skarpy wykopu z terenem; gdy istnieje obawa, że rów stokowy nawodni skarpę wykopu, powinien być uszczelniony lub odsunięty od skarpy wykopu; pochylenie skarp rowu stokowego nie powinno być większe niż 1:1,5
- ściek drogowy – to zagłębienie o głębokości do 0,3 m (fot. 3) włącznie z umocnionym dnem, zbierające i odprowadzające wodę; ścieki powinno się stosować w wypadku, gdy woda powierzchniowa spowodowałaby uszkodzenie elementów korpusu drogi oraz na obszarze, z którego odprowadzenie wody powierzchniowej bezpośrednio do ziemi lub do odbiornika wody nie jest dopuszczalne; ścieki mogą być stosowane do odwodnienia jezdni na łukach przy wysokości skarpy powyżej 2,0 m, pasa awaryjnego, utwardzonego pobocza, opaski, chodnika, drogi rowerowej, pasa dzielącego, przy ścianie oporowej, ekranie akustycznym i jako umocnienie dna rowu
- bystrotok (bystrza), kaskady – elementy, które są stosowane na odcinkach rowów o pochyleniu ponad 15%.

Przy projektowaniu minimalny spadek podłużny rowu powinien wynosić 0,2% [8]. W wyjątkowych sytuacjach dopuszcza się stosowanie pochylenia równego 0,1% na odcinkach nie większych niż 200 m. Rowy niejednokrotnie wymagają umocnienia dna (fot. 4) – szczegółowe zasady umacniania dna w zależności od prędkości przepływu lub pochylania dna rowu podaje norma [3]. Rowy trójkątne i opływowe oraz muldy są rozwiązaniami korzystnymi ze względu na bezpieczeństwo ruchu drogowego i powinny być stosowane w strefie bezpieczeństwa przy projektowaniu dróg wybaczających błędy kierowcy. W związku z powyższym należałoby rozszerzyć zakres ich stosowania na niższe klasy albo uzależnić ich stosowanie od prędkości projektowej np. $V_p \geq 70$ km/h. Wadą ich jest powierzchnia zajmowanego terenu. W przypadku dróg gminnych i powiatowych przy występowaniu gruntów przepuszczalnych lub przy zastosowaniu drenażu, sączków można zrezygnować z stosowania rowów przydrożnych (fot. 5).

▲ Fot. 5. Droga powiatowa bez rowów

Odwodnienie powierzchniowe ulic i powierzchni komunikacyjnych

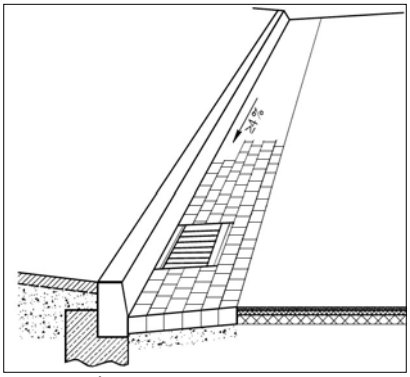
Ścieki należy stosować jako standardowe rozwiązanie odwodnienia szczelnych nawierzchni drogowych na obszarach zabudowanych:

- w przekrojach ulicznych należy lokalizować je przy krawędzi jezdni jako ścieki przykrawężnikowe (rys. 5)
- na placach postojowych należy lokalizować je przy zewnętrznej ich krawędzi jako ścieki przykrawężnikowe lub w pewnej odległości od tej krawędzi jako ścieki międzyjezdniowe (rys. 6)
- na placach, parkingach, wjazdach do garaży wykonywanych jako ścieki skrzynkowe, ścieki szczelinowe (rys. 7, 8).

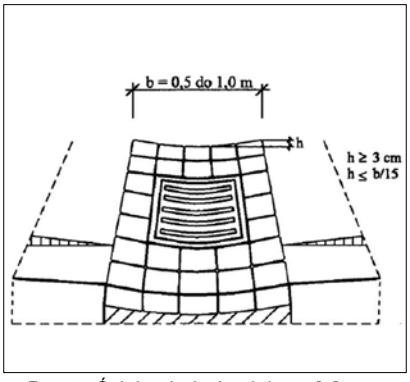
W przypadku ścieków skrzynkowych korytka wykonywane są z elementów prefabrykowanych, natomiast ruszty z żeliwa lub stali ocynkowanej [2]. Rozróżnia się sześć klas obciążeń, na jakie oddziałują korytka w miejscu występowania [1]:

- klasa A – 15 kN, powierzchnie przeznaczone dla pieszych i rowerzystów
- klasa B – 125 kN, drogi i powierzchnie dla pieszych oraz parkingi dla samochodów osobowych
- klasa C – 250 kN, obszar przykrawężnikowy chodników i poboczy ulic
- klasa D – 400 kN, pasy ruchu ulic, pasy dla pieszych
- klasa E – 600 kN, obszar, na którym odbywa się ruch pojazdów o wyjątkowo dużym obciążeniu na oś
- klasa F – 900 kN.

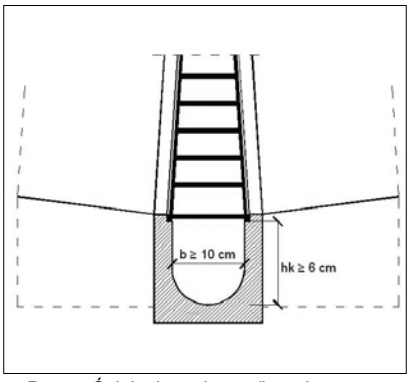
Kolejnym elementem składowym efektywnego odwodnienia powierzchni ulic i powierzchni komunikacyjnych są wpusty deszczowe. Ich zadaniem jest ujęcie wody przy pomocy ścieków drogowych i doprowadzeniu jej do kanalizacji deszczowej za pomocą przykanalików. Podziemną część wpustu deszczowego stanowi studnia,



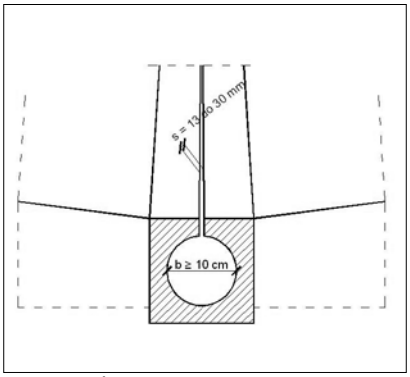
▲ Rys. 5. Ściek przykrawężnikowy zwykły [9]



▲ Rys. 6. Ściek międzyjezdniowy [2]



▲ Rys. 7. Ściek skrzynkowy (korytko z rusztem) [1]



▲ Rys. 8. Ściek szczelinowy [1]

natomiast wierzchnią żeliwna nasada [7]. Wyróżnia się następujące wpusty deszczowe:

- z nasadami jednospadowymi
- z nasadami muldowymi
- z nasadami z wlewem bocznym
- z nasadami kombinowanymi.

Nasada jednospadowa znajdująca się na wpuście deszczowym służy do ujęcia wody opadowej spływającej ściekami przykrawężnikowymi. Jest to najczęściej stosowany typ nasad żeliwnych.

Odwodnienie wgłębne

Zadaniem odwodnienia wgłębnego jest ujęcie wód, przede wszystkim w strefie przemarzania gruntu, co prowadzi do obniżenia poziomu wód gruntowych. Dodatkową zaletą jest odprowadzenie wód podziemnych i zrównoważenie stosunków wodnych pod obiektem.

Elementami odwodnienia wgłębnego są drenaż głęboki i płytki. Pierwszy z nich zakłada się poniżej głębokości przemarzania gruntu, drugi natomiast występuje w postaci warstwy filtracyjnej na naturalnym podłożu. Prowadzi do zatrzymania podciągania kapilarnego oraz wody przedostającej się do wierzchniej warstwy konstrukcji, co znacznie wpływa na zwiększenie nośności naturalnego podłoża gruntowego. Sączkami poprzecznymi woda prowadzona jest do rowów drogowych, kanalizacji lub drenażu głębokiego [1].

Odwodnienie wgłębne może być stosowane do:

- odprowadzenia wody z warstwy odsączającej i wody przedostającej się z powierzchni pasa drogowego do gruntu
- obniżenia poziomu wody gruntowej, jeżeli spód konstrukcji nawierzchni jest wyniesiony mniej niż 1,0 m nad poziom wody gruntowej.

Do obniżenia poziomu wody gruntowej można stosować dreny (sączki). Należy je umieszczać w zależności od potrzeb, pod dnem rowu, dnem ścieku lub w pasie dzielącym. W wypadku napływu wody gruntowej w wykopie w kierunku korpusu drogi można stosować dren odcinający. Od strony korony drogi powinien on być uszczelniony. Jeżeli woda gruntowa wypływa na skarpę wykopu, należy stosować dren skarpowy. Dren powinien być umieszczony poniżej głębokości przemarzania gruntu. Dopuszcza się wykonanie płytkiego drenu do odprowadzenia wody z warstwy odsączającej. W przypadku projektowania drenażu francuskiego, czyli sączka kamiennego uzupełnionego o przegrodę filtracyjną wykonaną z geosyntetyku, należy zwracać szczególną uwagę na odpowiedni dobór geosyntetyku w zależności od uziarnienia gruntu otaczającego dren. Szczegółowe zasady projektowania drenażu francuskiego zawarto w publikacji [10].

Podsumowanie

Problem odwodnienia dróg i ulic jest bardzo szeroki. Omówiono problem odpowiedniego obliczenia wielkości spływów oraz scharakteryzowano elementy odwodnienia powierzchniowego dróg i ulic. Nie poruszono zagadnień związanych z odprowadzeniem wód deszczowych do gruntu, a więc m.in. zbiorników infiltracyjnych, drenaży rozsączających, jak i skrzynek rozsączających oraz zagadnień ochrony środowiska przy projektowaniu odwodnienia.

Literatura

1. Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia dróg i przystanków Komunikacyjnych, PG1, z.1., Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa, 2009.
2. Edel R., *Odwodnienie dróg*, WKŁ, Warszawa, 2006.
3. PN-S-02204:1997 Drogi samochodowe – Odwodnienie dróg.
4. Błaszczyk W., Roman M., Stamatello H., *Kanalizacja*, Tom 1, Arkady, Warszawa, 1974.
5. PN-EN 752:2008 Zewnętrzne systemy kanalizacyjne.
6. Kotowski A., *Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów*, Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa, 2011.
7. Słyś D., *Zrównoważone systemy odwodnienia miast*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2013.
8. Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, Dz.U. z 2016, nr 124.
9. Szling Z., Pacześniak E., *Odwodnienie budowli komunikacyjnych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
10. Ajdukiewicz J., *Drenaże francuskie*, Materiały Budowlane, nr 10/2004, 11/2004.

Spośród szkodliwych oddziaływań ruchu drogowego na środowisko, hałas jest jednym z najniekorzystniej wpływających oddziaływań na zdrowie i życie człowieka. Regulacje prawne związane z hałasem drogowym wymagają ochrony nie tylko wnętrza budynków, ale również i ich otoczenia. Metody i środki związane z ochroną przed hałasem drogowym kojarzone są głównie ze stosowaniem ekranów akustycznych. Powszechna ich krytyka w ostatnich latach spowodowała poszukiwanie i stosowanie innych metod i środków często równie skutecznych akustycznie.

METODY I SPOSOBY OCHRONY PRZED HAŁASEM DROGOWYM

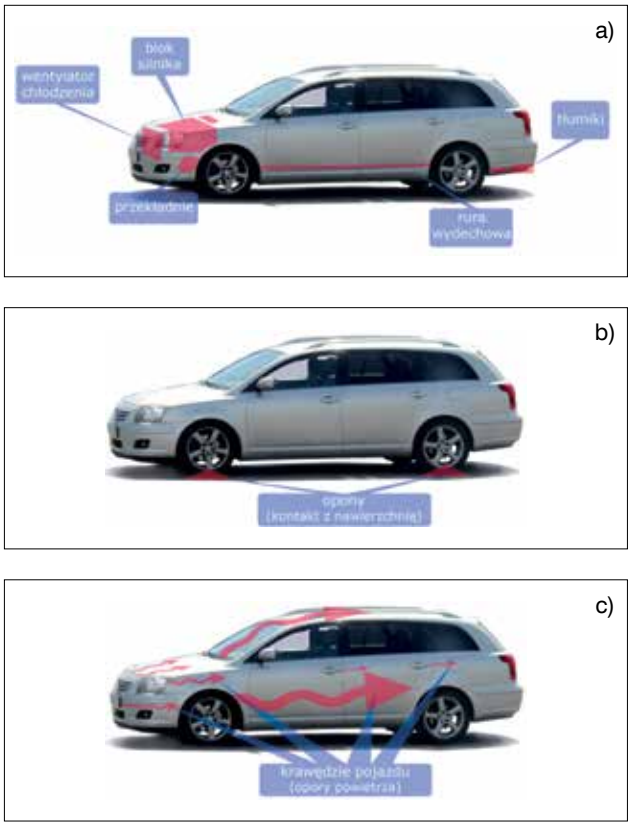
dr inż. Janusz Bohatkiewicz
Politechnika Lubelska
Katedra Dróg i Mostów

Podstawowe czynniki powodujące i kształtujące hałas drogowy

Decydującymi czynnikami powodującymi i wpływającymi na wielkość hałasu drogowego (emisję) są:

- rodzaj i stan techniczny pojazdów
- natężenie ruchu pojazdów
- prędkość pojazdów
- udział pojazdów ciężkich w potoku ruchu (w tym pojazdów hałaśliwych, do których należą także motocykle)
- rodzaj i stan nawierzchni drogowej
- pochylenie podłużne drogi.

Powyżej wymienione czynniki mają podstawowy wpływ na wielkość hałasu, lecz nie są one jedynymi. Już sam pojazd ma co najmniej trzy źródła hałasu, które zależą od (fot. 1): układu napędowego i jego podzespołów, opon toczących się po nawierzchni (zjawisko występujące od prędkości około 50-80 km/h w zależności od kategorii pojazdu) oraz oporów powietrza wytwarzanych przez karoserię pojazdu (hałas aerodynamiczny występujący przy znacznych prędkościach pojazdów).



Fot. 1 ► Źródła hałasu występujące w pojeździe: a) hałas elementów napędowych pojazdu, b) hałas występujący w wyniku toczenia opony po nawierzchni drogowej, c) hałas oporów powietrza

O emisji hałasu często decydują dodatkowe czynniki takie jak: liczba pasów ruchu, lokalizacja przystanków autobusowych czy tramwajowych, skrzyżowania i sposób sterowania ruchem, węzły drogowe itd. Sytuacja związana z rozpoznawalnością czynników mających wpływ na generowanie hałasu zaczyna się komplikować wraz ze stopniem skomplikowania rozwiązania drogowego. Ponadto istnieje szereg czynników mogących mieć wpływ na rozchodzenie się hałasu drogowego w otoczeniu dróg (imisja) – np. ściśle obudowany przekrój drogi zabudową mieszkalną czy też zagospodarowanie terenu pomiędzy drogą a odbiorcą hałasu.

Poziomy dopuszczalne hałasu drogowego

Poziomy dopuszczalne hałasu zaczęto wprowadzać w Polsce przepisami (głównie Ministra Środowiska) od 1980 r. Od tego czasu zarówno wytyczne, jak i poziomy ulegały kolejnym zmianom oraz modyfikacjom. Przepisy ochrony środowiska związane z hałasem drogowym regulują obecnie poziomy dopuszczalne przede wszystkim w środowisku, tj. na zewnątrz budynków mieszkalnych i w obszarach chronionych akustycznie [7]. Poziomy te (tablica 1) zostały określone dla dwóch sytuacji: pojedynczej doby w roku (z podziałem na porę dnia i nocy) oraz wszystkich dób w roku (z podziałem na dobę i porę nocy). W pierwszym przypadku poziomy dopuszczalne stosuje się przy wykonywaniu opracowań dotyczących postępowań inwestycyjnych (w tym przy uzyskiwaniu decyzji środowiskowych) oraz ocen porealizacyjnych (analizy porealizacyjne, przeglądy ekologiczne). W drugim przypadku poziomy dopuszczalne związane są z długookresową polityką dotyczącą walki z hałasem [4] wprowadzoną do krajowych przepisów [8] i wykonywaniem cyklicznie co 5 lat, map akustycznych oraz programów ochrony środowiska przed hałasem. W obu przypadkach celem analiz jest m.in. wprowadzenie stosownych zabezpieczeń akustycznych, jeśli przekroczone są poziomy dopuszczalne.

Przepisy z punktu widzenia poziomów dopuszczalnych hałasu zostały istotnie zmienione w 2007 r., gdzie dokonano podwyższenia (złagodzenia) dotychczas obowiązujących poziomów. Jednym z powodów tych zmian były masowo stosowane ekrany akustyczne, które poza efektami ekonomicznymi w znacznym stopniu wpływają na walory estetyczne, a w wielu przypadkach na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Zmiany tych przepisów spowodowały, że Polska ma obecnie jedne z bardziej łagodnych poziomów dopuszczalnych w Europie, co powoduje szereg słusznych protestów specjalistów w zakresie akustyki i zdrowia. Sposobem na zbyt powszechnie stosowane do tej pory ekrany nie powinna być zbyt duża zmiana poziomów dopuszczalnych, jaka miała miejsce w 2007 r. – jako bezpieczne dla zdrowia WHO [5] dopuszcza w okresie dnia poziom hałasu nieprzekraczający 50-55 dB, a w nocy 40 dB.

Należy jednocześnie zwrócić uwagę na fakt, że poziomy dopuszczalne powinny być dotrzymane na granicy (pasa drogowego), do którego zarządzający drogą ma tytuł prawny (art. 174, ust. 2 [8]). Efektem tego zapisu jest nadal możliwość powszechnego przekraczania poziomów dopuszczalnych zwłaszcza przy drogach prowadzących duże natężenia ruchu.

▼ Tablica 1. Wartości dopuszczalne poziomu hałasu w środowisku obowiązujące dla dróg, linii kolejowych, torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych [7]

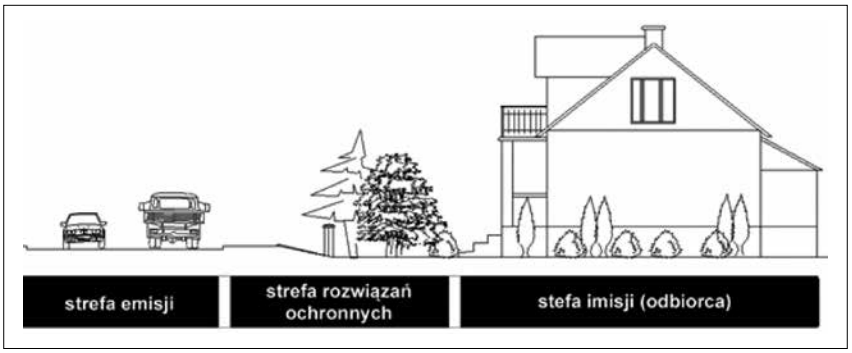
Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w środowisku [dB]			
	$L_{Aeq\,D}$ [1] przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	$L_{Aeq\,N}$ [2] przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	L_{DWN} przedział czasu odniesienia równy wszystkim dobom w roku	L_N [3] przedział czasu odniesienia równy wszystkim porom nocy
a) Strefa ochronna uzdrowiskowa „A" b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	50	45
a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży[4] c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	61	56	64	59
a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe[4] d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	65	56	68	59
Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców[5]	68	60	70	65

[1] pora dnia od 6:00 do 22:00 dla pojedynczej doby w roku [2] pora nocy od 22:00 do 6:00 dla pojedynczej doby w roku [3] wszystkie noce w roku [4] w przypadku niewykorzystywania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy (dotyczy tylko $L_{Aeq\,N}$) [5] strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych; w przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych

Poza poziomami dopuszczalnymi w środowisku wymagane jest również spełnienie wartości dopuszczalnych w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi stały lub czasowy [6]. Przepisy te określane są mianem przepisów sanitarnych, ponieważ za ich dotrzymanie odpowiadają służby sanitarne. Wartości dopuszczalne hałasu w pomieszczeniach zależne są od przeznaczenia tych pomieszczeń i wynoszą od 30 dB (np. pokoje chorych w szpitalach w nocy) do 45 dB (np. kuchnie i pomieszczenia sanitarne w mieszkaniach w ciągu dnia).

Skuteczne sposoby i metody ochrony przed hałasem drogowym

W celu ochrony zabudowy mieszkaniowej i obszarów chronionych akustycznie możliwe jest stosowanie różnego rodzaju metod i sposobów oraz środków zapobiegawczych. W wielu przypadkach, pomimo zastosowania zabezpieczeń nie jest możliwe uzyskanie efektu zmniejszenia wielkości hałasu do wyznaczonych przepisami poziomów, a jedynie zmniejszenie i ograniczenie uciążliwości. Należy jednak przyjąć, że ograniczenie poziomu hałasu już o 3 do 5 dB, powoduje odczuwalne skutki dla mieszkańców (niewielkie zmiany poziomu hałasu mogą powodować odczucia o różnej intensywności). Z tych powodów ważnym elementem w ochronie akustycznej jest dobór odpowiednich zabezpieczeń, który w większości przypadków powinien być zadaniem uwzględniającym oprócz uwarunkowań akustycznych, także i inne zagadnienia związane z aspektami technicznymi, ekonomicznymi i społecznymi. Od początku lat 90. XX w. zaczęto stosować na coraz większą skalę przy polskich drogach ekrany akustyczne. Szybka realizacja i spełnienie cytowanego wcześniej zapisu (poziom hałasu ma być dotrzymany na granicy pasa drogowego) spowodowały, że ekrany akustyczne stały się podstawowym sposobem (często nieskutecznym) w ochronie. Dominującym schematem w rozstrzyganiu problemów stało się rozwiązanie, gdzie wskazywana była tylko jedna strefa dotycząca rozwiązań ochronnych (rys. 1).

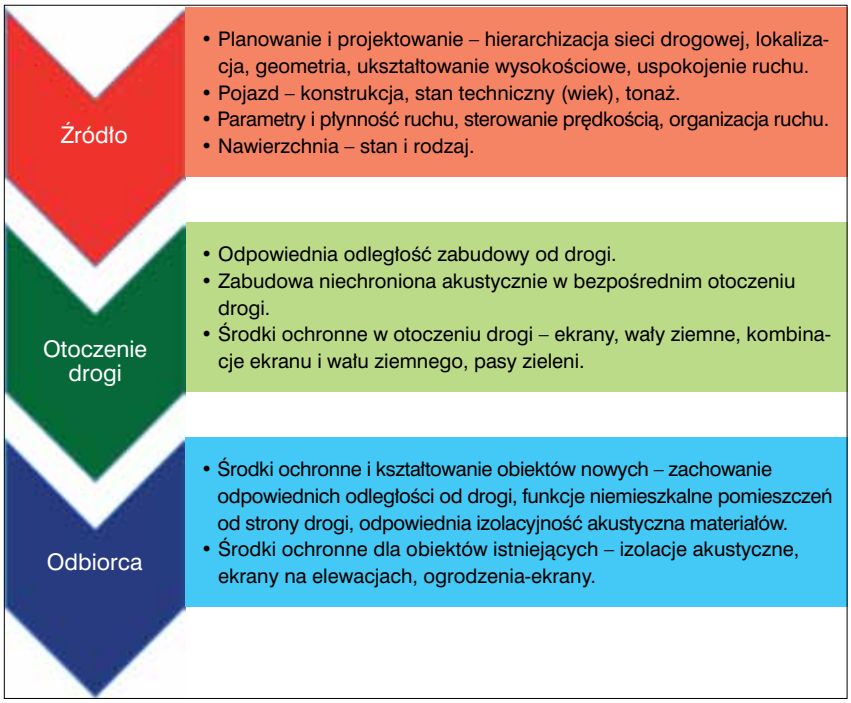


▲ Rys. 1. Tradycyjne podejście do ochrony przed hałasem (strefy emisji hałasu), rozwiązań ochronnych i imisji hałasu

Rozwiązaniem tego problemu jest inne, uniwersalne spojrzenie na problem, w którym zakłada się, że w całym przekroju drogowym włączając w to chroniony obszar lub obiekt, istnieje możliwość wprowadzenia działań ochronnych. Przy takim podejściu w całym przekroju drogowym (z uwzględnieniem wszystkich stref) możliwe jest stosowanie rozwiązań ochronnych (rys. 2).

▲ Rys. 2. Strefy emisji i imisji hałasu oraz obszar rozwiązań ochronnych w uniwersalnym podejściu do ochrony przed hałasem drogowym

Z wielu doświadczeń i analiz wynika, że konieczne jest jednak rozpatrywanie możliwości stosowania rozwiązań chroniących, praktycznie rozpoczynając od źródła hałasu, czyli od jezdni [2, 3]. Takie podejście oczywiście jest możliwe przy przebudowach lub budowie nowych dróg. W przypadku dróg istniejących (np. przy wzrastającym ruchu drogowym) lub przy braku możliwości stosowania rozwiązań „u źródła", dopiero wtedy powinno rozpatrywać się metody i środki w strefie otoczenia drogi. Na końcu można rozpatrywać metody ochrony „u odbiorcy" w przypadkach, jeśli poziom hałasu zagraża ludziom w budynkach. Możliwości takie daje zmienione niedawno prawo w tym zakresie [8], które jednakże dotyczy niestety tylko linii kolejowych. Schemat uwzgledniający kolejność analiz związanych z ochroną przed hałasem komunikacyjnym wraz z podstawowymi metodami ochrony przedstawiono na rys. 3.



▲ Rys. 3. Kolejność analiz dotyczących ochrony przed hałasem komunikacyjnym wraz z podstawowymi metodami i środkami ochrony

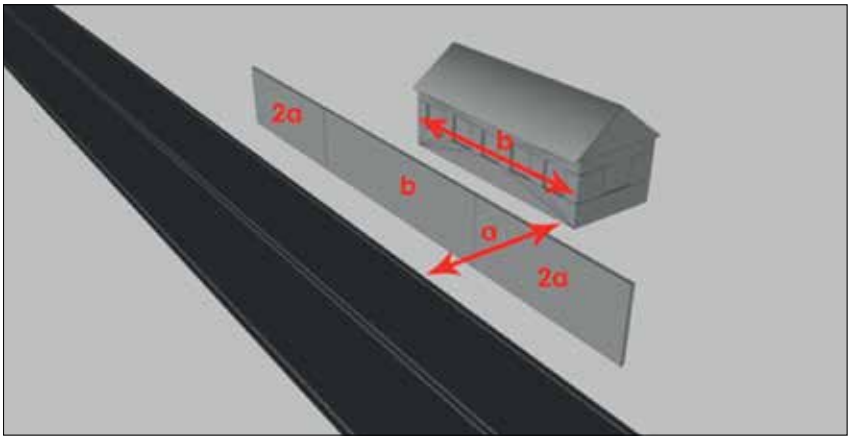
Często połączenie różnych sposobów i metod we wszystkich strefach umożliwia uzyskanie efektu skumulowanej ochrony przed hałasem drogowym. Procedura taka wymaga jednak znacznej wiedzy i zaangażowania specjalistów kilku branż (projektant drogowy, akustyk, inżynier ruchu drogowego, specjalista od nawierzchni itd.).

Ekrany akustyczne – podstawowe zasady stosowania

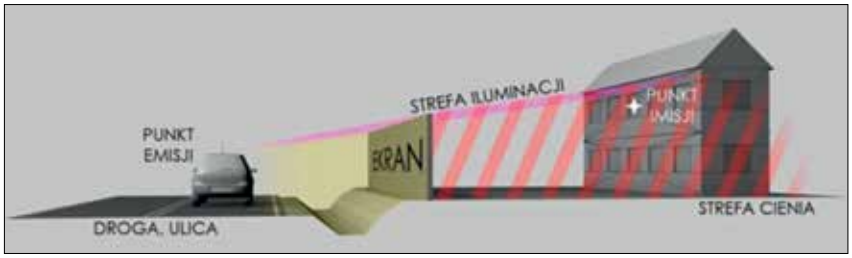
Brak dostatecznej wiedzy, wypracowanych procedur i zasad stosowania ekranów akustycznych, stosowanie w przetargach najniższej ceny jako kryterium wyboru oferty, konieczne tempo realizacji związane z wydatkowaniem środków unijnych, a także w większości przypadków brak znajomości innych metod i sposobów spowodowały, że ekrany akustyczne do tej pory stanowiły jedno z podstawowych rozwiązań stosowanych przy drogach. Ostatnie lata to jednak próby wdrażania alternatywnych rozwiązań, jak choćby nawierzchnie drogowe redukujące hałas (tzw. ciche nawierzchnie), środki organizacji i zarządzania ruchem oraz inne wymienione powyżej metody stosowane „u źródła". Przewiduje się, że ekrany nadal będą wykorzystywane w wielu rozwiązaniach. Istotne jest, aby w ich przypadku zachować podstawowe zasady, które do tej pory (łącznie) były rzadkością. Do zasad tych należą przede wszystkim:

- Efektywność akustyczna i ekonomiczna. Jedną z podstaw stosowania ekranów akustycznych powinna być ich wysoka efektywność akustyczna. Efektywny ekran powinien zapewniać pełną ochronę zabezpieczanemu obiektowi lub obszarowi. Opisywana często redukcja hałasu do 15 dB jest uzyskiwana niezmiernie rzadko i tylko w określonych sytuacjach. Uzyskanie wysokiej efektywności w wielu przypadkach (zwłaszcza w rozwiązaniach miejskich) jest niezwykle trudne. Poza parametrami ekranu, uzależnionymi od wielu cech materiałowych, z których ekran został wykonany, podstawowymi parametrami są wysokość i długość. Na rys. 4 pokazano przybliżony sposób wyznaczania długości ekranu. Rzeczywistą jego długość można wyznaczyć dopiero po wykonaniu analiz akustycznych, uzależnionych od ruchu drogowego, konfiguracji terenu i lokalizacji chronionego obiektu, typowych warunków meteorologicznych i wielu innych czynników.

Na rys. 5 pokazano przybliżony sposób wyznaczania wysokości ekranu akustycznego. Rzeczywistą wysokość podobnie jak długość można prawidłowo wyznaczyć dopiero po analizach akustycznych.



▲ Rys. 4. Przybliżone określenie potrzebnej długości ekranu akustycznego



▲ Rys. 5. Przybliżone wyznaczenie wysokości ekranu akustycznego

Wyznaczanie przybliżonych parametrów geometrycznych ekranu akustycznego pozwala wstępnie określić jego koszty. Efektywność ekonomiczna powinna wiązać się z analizą kosztów ekranu i wartością chronionego obiektu – w wielu przypadkach wykupienie i likwidacja obiektu może być ekonomicznie bardziej uzasadniona niż budowa i dalsze wydatki związane z utrzymaniem ekranu akustycznego.

- Akceptacja społeczna. Zastosowanie ekranów akustycznych może wywoływać protesty w związku z przesłonięciem widoku użytkownikom terenu lub przesłonięciem obiektów o charakterze handlowym lub usługowym. W takich przypadkach należy rozważyć rozwiązania alternatywne w stosunku do ekranów akustycznych, gdyż prawo nie pozwala na odstąpienie od budowy zapisanych w decyzjach środowiskowych ekranów akustycznych, pomimo późniejszych protestów.
- Koordynacja pomiędzy branżami w trakcie projektowania ekranów i innych urządzeń. Podczas projektowania nowych rozwiązań drogowych prawidłowo prowadzony projekt powinien być koordynowany pomiędzy projektantami ekranów akustycznych, uzbrojenia podziemnego i oznakowania pionowego (podpory znaków, bramownice itp.). Takie podejście uniemożliwia występowanie kolizji pomiędzy podporami i konstrukcją ekranów, które powodują bardzo duże problemy podczas budowy.
- Względy konstrukcyjne. Projektowanie ekranów (w przypadku jeśli mają fundamenty – budowla trwale związana z gruntem) wymaga spełnienia szeregu warunków technicznych i normowych dotyczących przede wszystkim obciążenia, parcia wiatru, warunków posadowienia itp.
- Trwałość w czasie eksploatacji. Istotnym elementem w doborze ekranów akustycznych są materiały, z których zostały wykonane. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że degradacja ekranu jest tym szybsza im bliżej jest on zlokalizowany pasów ruchu. Następuje to w wyniku dużej agresji środowiska – znaczne różnice temperatur, stosowanie soli w zimowym utrzymaniu, a także materiałów sypkich powodujących uszkodzenia mechaniczne.
- Bezpieczeństwo ruchu i użytkowników. Ekrany akustyczne zlokalizowane w niewielkiej odległości od pasów ruchu (bez barier drogowych) ze względu na swoją konstrukcję są uznane za elementy zagrażające bezpieczeństwu ruchu drogowego (brd). Ponadto w obszarach miast może dochodzić do bardzo niekorzystnego zjawiska napadów na osoby w rejonie ekranów, lokalizowanych na zakładkę w przypadku przystanków autobusowych, przejść dla pieszych itp. Częściowym rozwiązaniem tego problemu jest stosowanie ekranów przeźroczystych oraz oświetlenia w rejonie tego typu miejsc.
- Przewietrzalność w otoczeniu ekranu. Ekrany, jako elementy stanowiące fizyczną przegrodę mogą pełnić niekorzystną rolę polegającą na zatrzymywaniu mas powietrza oraz spalin w bezpośrednim otoczeniu drogi. Efekt ten może występować w przypadku specyficznej lokalizacji ekranów powodującej brak możliwości naturalnego przewietrzania (uzależnione od kierunku wiatru).
- Oświetlenie otoczenia ekranu. W przypadku stosowania ekranów akustycznych w pobliżu chodników, ścieżek rowerowych oraz opisywanych powyżej zakładek ekranów powinno być stosowane oświetlenie.
- Względy krajobrazowe, estetyczne i kompozycyjne. Stosowane dotychczas ekrany poza niewieloma przypadkami powodują jednoznacznie negatywny ich odbiór. Poza monotonią i zagrożeniem z tym związanym (wielokilometrowe ciągi ekranów bez zmiany koloru, charakteru, rytmu podpór itp.), znanym w analizach brd jako tzw. monotonia drogowa, dotychczasowe rozwiązania są mało estetyczne. Ekrany jako budowle powinny podlegać wielu regułom kompozycyjnym i estetycznym oraz nie powinny stanowić istotnych zakłóceń w krajobrazie.
- Budowa, montaż i utrzymanie ekranów w okresie eksploatacji. Ekrany akustyczne z uwagi na ich konieczną konserwację w okresie eksploatacji, powinny umożliwiać zarówno łatwy montaż, jak i demontaż (bez zbędnych zakłóceń w ruchu). Zagadnienia te powinny być analizowane już na etapie projektowania.

Spełnienie powyższych zasad warunkuje prawidłową lokalizację, efektywność i utrzymanie ekranów akustycznych.

Literatura

1. Bohatkiewicz J., *Noise control in cities – Selected issues and necessary changes in approach to measures and methods of protection*, 6th European Transport Research Conference, Elsevier, Transportation Research Procedia, 14 (2016).
2. Bohatkiewicz J., Hałucha M., *Mieszane działania naprawcze w programach ochrony środowiska przed hałasem*, II Konferencja Ochrony Środowiska przed Hałasem Komunikacyjnym TRANSNOISE, Zakopane, 10.2013.
3. Bohatkiewicz J., Biernacki S., Jamrozik K., *Wpływ wprowadzenia środków uspokojenia ruchu na hałas komunikacyjny w miastach*, II Konferencja Ochrony Środowiska przed Hałasem Komunikacyjnym TRANSNOISE, Zakopane, 10.2013.
4. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise, Dyrektywa 2002/49/WE z dnia 25.06.2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku (Dz. Urz. WE L 189 z 18.07.2002 r.).
5. Berglund B., Lindvall T., Schwela D.H., *Guidelines for Community Noise. Ed*, World Health Organization, Geneva, 2000.
6. PN-ISO 1996-3:1999 Akustyka – Opis i pomiary hałasu środowiskowego – Wytyczne dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu.
7. Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. z 2014 r., poz. 112).
8. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 19 kwietnia 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2016 r., poz. 672).

Podstawowym zadaniem kładek dla pieszych jest przeprowadzenie ruchu pieszych lub ruchu pieszo-rowerowego nad przeszkodami terenowymi w postaci cieków wodnych, trasami komunikacji samochodowej i kolejowej lub innymi przeszkodami będącymi dziełem natury lub działalności człowieka.

KŁADKI DLA PIESZYCH
– KSZTAŁTOWANIE I PROJEKTOWANIE

dr inż. Marek Pańtak
Politechnika Krakowska

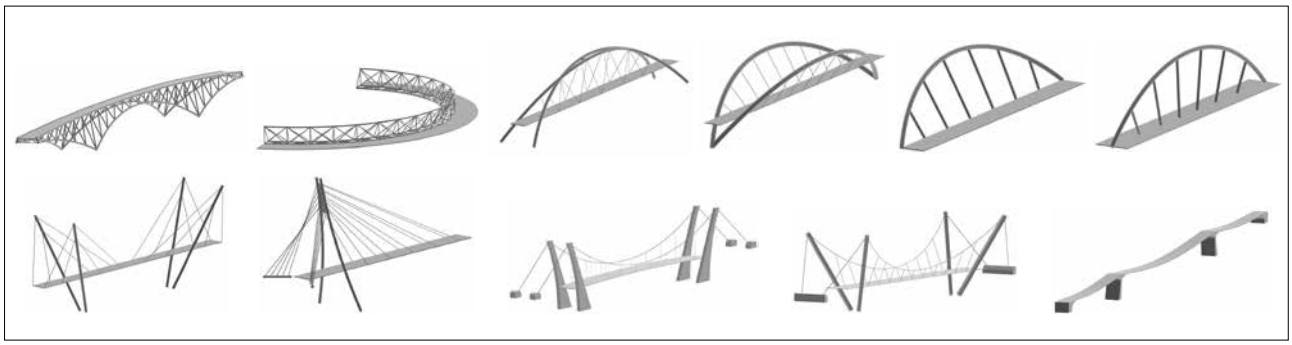
Podstawowe zagadnienia i tendencje projektowe

Budowa kładek dla pieszych związana jest z dążeniem do zapewnienia prawidłowych warunków życia i rozwoju mieszkańców obszaru, w którym są wznoszone. Często obiekty te wykorzystywane są także do podniesienia walorów turystycznych i rekreacyjnych obszarów cennych kulturowo i przyrodniczo (kładki w ciągu szlaków turystycznych osiągają obecnie rekordowe rozpiętości przęseł[1)]).

Jak każdy obiekt mostowy, kładki dla pieszych są konstrukcjami niepowtarzalnymi, wymagającymi indywidualnego podejścia z uwagi na dużą liczbę różnorodnych uwarunkowań, mających wpływ na wybór rozwiązania konstrukcyjnego. W projektowaniu kładek pojawiają się jednak dodatkowe aspekty wymagające od projektanta ich rozważenia. Stosunkowo niewielkie obciążenia użytkowe kładek, mała szerokość użytkowa pomostu oraz łagodniejsze wymagania dotyczące promieni łuków poziomych i pionowych, dopuszczalnych pochyleń niwelety, widoczności lub przechyłki na łukach, stwarzają możliwość wznoszenia efektownych i oryginalnych obiektów o wyszukanych formach architektonicznych. Przyciąga to uwagę licznej grupy konstruktorów i architektów.

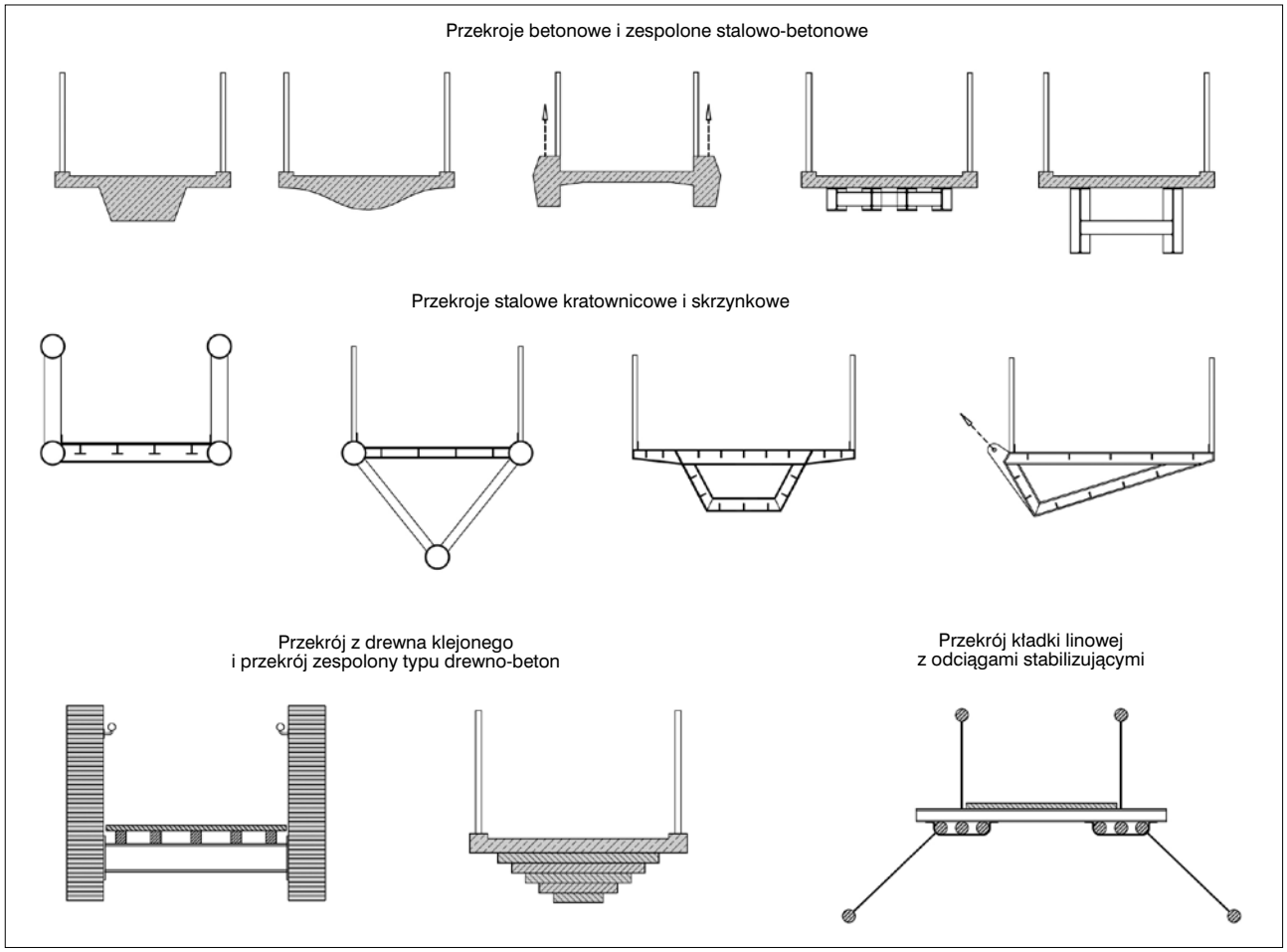
Podstawowe tendencje obserwowane w projektowaniu kładek dla pieszych to:

- dostosowywanie skali konstrukcji do skali ludzkiej (dopasowanie skali obiektu do cech fizycznych i psychicznych człowieka)
- duża swoboda w kształtowaniu obiektu w planie i przekroju podłużnym
- mały ciężar własny konstrukcji
- mała szerokość użytkowa pomostu (najczęściej w przedziale od 1,5 do 4,0 m)
- stosowanie nowoczesnych materiałów budowlanych



▲ Rys. 1. Najczęściej spotykane typy konstrukcji kładek dla pieszych

[1)] Rozpiętości najdłuższych kładek osiągają 440 m. Są to kładki wiszące i linowe: 439 m – SkyBridge, Rosja; 430 m – Zhangjiajie Grand Canyon Glass Bridge, Chiny; 406 m – Highline-179 Footbridge, Austria; 390 m – Kokonoe „Yume" Otsurihashi Footbridge, Japonia; 375 m – Ryujin Footbridge, Japonia; 374 m – Raiffeisen Skywalk, Szwajcaria; 360 m – Hängeseilbrücke Geierlay, Niemcy; 340 m – Sigriswil Panorama Bridge, Szwajcaria.



▲ Rys. 2. Przykłady przekrojów poprzecznych kładek dla pieszych

- duże znaczenie estetyki konstrukcji, duża dbałość o rozwiązania detali konstrukcyjnych
- wzrost rozpiętości przęseł.

Formy konstrukcyjne kładek dla pieszych

Kładki dla pieszych projektowane są jako jedno- lub wieloprzęsłowe konstrukcje kratownicowe (z wykorzystaniem kratownic płaskich i przestrzennych), płytowe i płytowo-belkowe, łukowe oraz podwieszone, wiszące i wstęgowe, a także jako konstrukcje linowe z pomostami ułożonymi bezpośrednio na linach nośnych rozpiętych nad przeszkodą (rys. 1).

Klasyczne rozwiązania konstrukcyjne wykorzystywane w projektach kładek dla pieszych niejednokrotnie odznaczają się większą dynamiką wizualną. Dynamika ta uzyskiwana jest przede wszystkim przez stosowanie form krzywoliniowych, pochyleń, a niekiedy także przenikania się elementów konstrukcyjnych. Generalnie dynamizm formy konstrukcyjnej osiągany jest przez unikanie dominacji kąta prostego oraz kierunków wertykalnych i horyzontalnych[2)].

Przekroje poprzeczne kładek odzwierciedlają rozwiązania stosowane w obiektach mostowych, jednak skala tych przekrojów jest znacznie mniejsza. W projektowanych kładkach zastosowanie mają przekroje płytowe, płytowo-belkowe, kratownicowe oraz skrzynkowe. Przekroje skrzynkowe z powodu małej wysokości konstrukcyjnej projektowane są jako nieprzełazowe, szczelne, zabezpieczone przed korozją np. przez metalizację i/lub przez przedmuchanie i wypełnienie gazem neutralnym

[2)] Ogólna zasada ekonomicznego projektowania obiektów mostowych mówi, by dążyć do projektowania obiektów możliwie najkrótszych i o jak najmniej skomplikowanej geometrii w planie i profilu. W przypadku kładek dla pieszych zasada ta nie jest ściśle przestrzegana. Możliwa jest większa swoboda w kształtowaniu geometrii konstrukcji. Mniejsze zużycie materiału oraz stosunkowo mała ilość elementów konstrukcyjnych przyczyniają się do zachowania korzystnych wskaźników ekonomicznych również przy bardziej złożonej geometrii konstrukcji. Taki sposób projektowania musi być jednak przemyślany i racjonalny by wskaźniki efektywności ekonomicznej lub techniczno-ekonomicznej projektu nie uległy pogorszeniu (np.: wskaźniki produktywności, materiałochłonności, majątkochłonności, kapitałochłonności).

np. azotem w celu osuszenia wnętrza skrzynek oraz usunięcia części tlenowej z powietrza odpowiadającej za rozwój korozji [1, 3].

Często lekkie pomosty wykonywane są w postaci stalowego układu rusztowego utworzonego z podłużnych dźwigarów głównych oraz z łączących je belek poprzecznych. Płyty pomostów wykonywane są jako płyty żelbetowe, płyty stalowe usztywnione żebrami podłużnymi (płyty ortotropowe) bądź jako pomosty ażurowe z dyliny z drewna twardego (krajowego lub egzotycznego).

Materiały konstrukcyjne

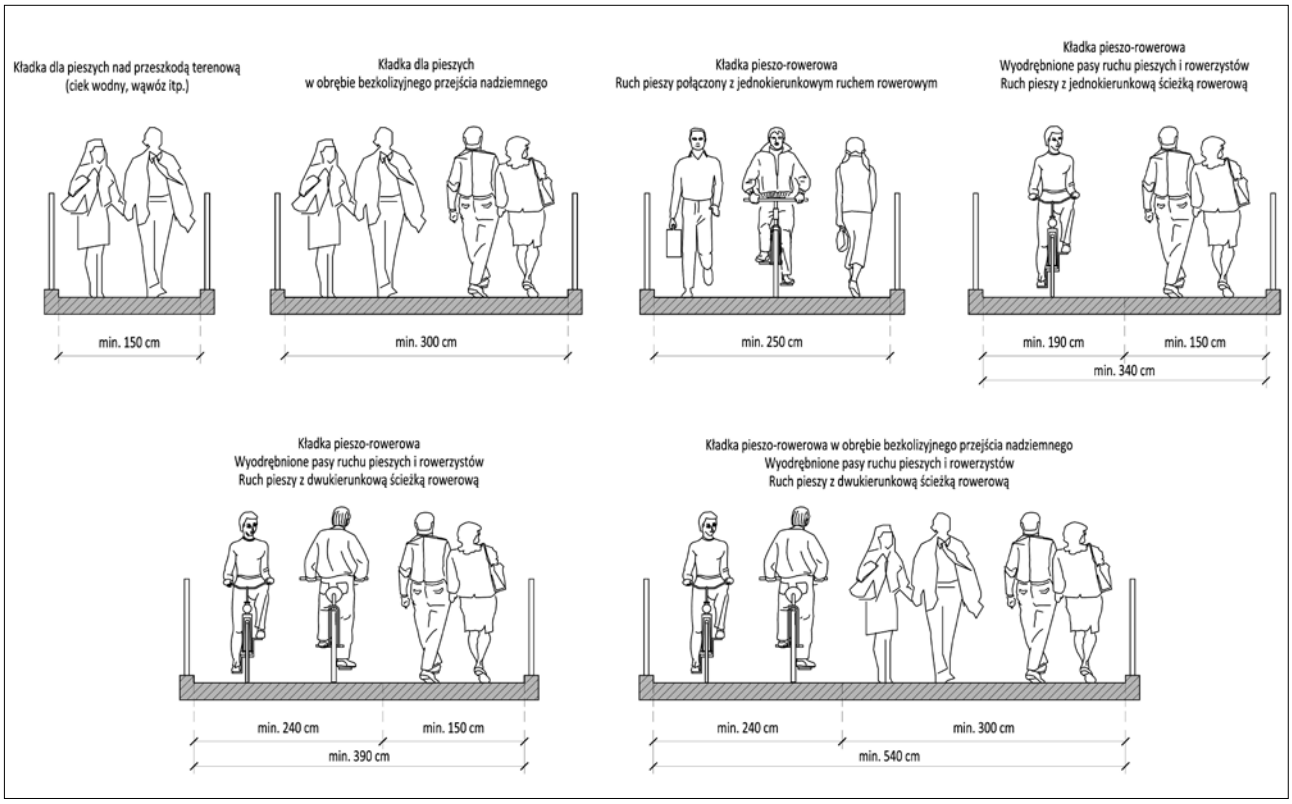
Projektanci kładek dla pieszych sięgają zarówno po tradycyjne materiały budowlane jak i najnowsze osiągnięcia materiałowe. Wykorzystywane są: drewno (naturalne i klejone), beton (żelbet, beton sprężony), stal (konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia, niskostopowa, nierdzewna, trudnordzewiejąca, stal wysokiej wytrzymałości) oraz betony RPC (ang. Reactive Powder Concrete) z proszków reaktywnych (betony ultrawysokowartościowe), betony zbrojone tekstyliami, materiały kompozytowe (kompozyty FRP, kompozyty stal-beton, beton-drewno, drewno-stal), aluminium oraz szkło laminowane. Bardzo często kładki dla pieszych są pierwszymi prototypowymi konstrukcjami wznoszonymi z nowych materiałów budowlanych. Jako element wykończenia architektonicznego zastosowanie znajdują kamień łamany, ceramika budowlana (cegły klinkierowe), płyty z betonu architektonicznego oraz kosze gabionowe wypełniane materiałami ozdobnymi (kamień łamany, otoczaki, drewno, barwione szklane bryły itp.).

Wymagania geometryczne i użytkowe

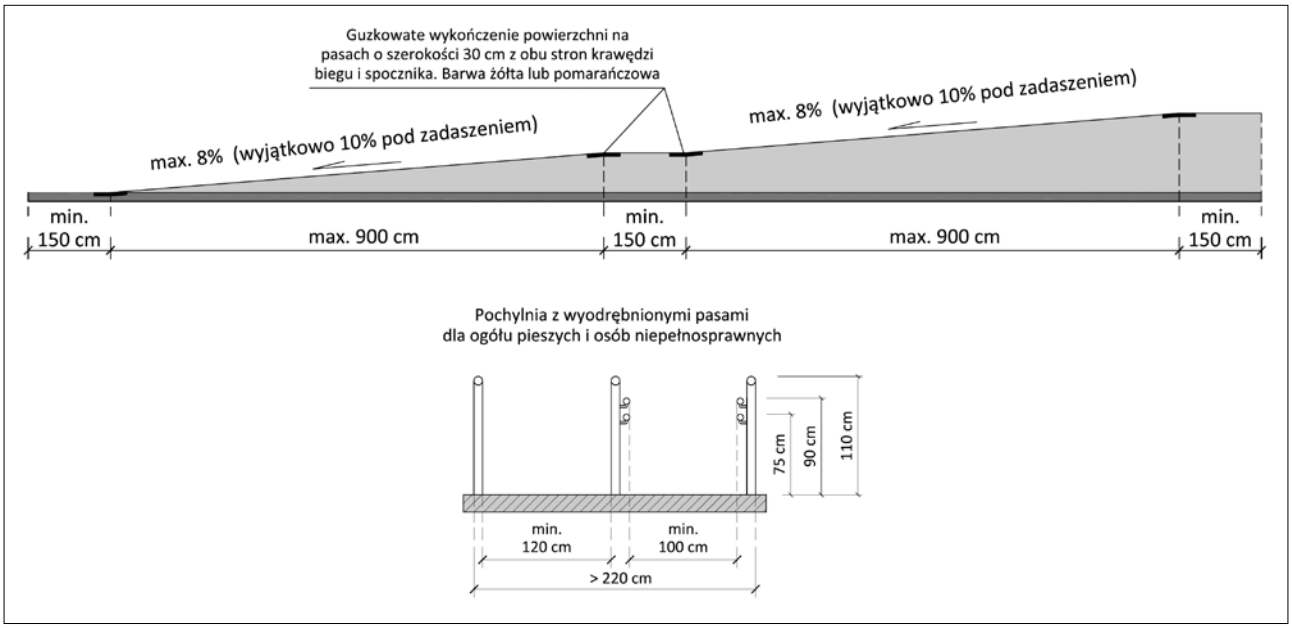
Do podstawowych parametrów geometrycznych kładek dla pieszych zaliczyć należy szerokość użytkową, pochylenie podłużne pomostu oraz parametry geometryczne pochylni i/lub schodów stanowiących dojścia do kładki.

Zalecenia dotyczące kształtowania szerokości chodników i samodzielnych ciągów pieszych oraz ścieżek rowerowych przedstawione są w dziennikach ustaw [4 i 5]. Wymagają one przyjmowania szerokości chodnika nie mniejszej niż 1,5 m. W przypadku bezkolizyjnego przeprowadzania ruchu pieszych nad lub pod trasą komunikacyjną, szerokość przejścia dla pieszych nie powinna być mniejsza niż 3,0 m – jeżeli jest to przejście nadziemne (kładka) i 4,5 m – jeżeli jest to przejście podziemne (np. tunel) (§127 p. 12 [4]). W przypadku projektowania kładek pieszo-rowerowych spełnić należy dodatkowe wymagania, dotyczące zapewnienia właściwej szerokości ścieżek rowerowych na pomoście, przedstawione w §47 [4]. Zgodnie ze schematem skrajni ścieżki rowerowej przy jej krawędziach należy przewidzieć dodatkowe pasy bezpieczeństwa o szerokości 0,2 m.

Z wytycznych [4, 5] wynika, iż minimalna szerokość użytkowa kładki dla pieszych wynosi 1,5 m, gdy kładka przeprowadza ruch pieszych nad przeszkodą terenową oraz 3,0 m, gdy jest elementem skrzyżowania bezkolizyjnego przeprowadzając ruch nad inną trasą komunikacyjną.



▲ Rys. 3. Zestawienie szerokości użytkowych pomostu



▲ Rys. 4. Pochylenie podłużne pochylni dla ruchu pieszego

Obiekt pieszo-rowerowy może mieć szerokość:

- min. 2,5 m, w przypadku połączenia ruchu pieszych z jednokierunkowym ruchem rowerowym
- min. 3,4 m, gdy na pomoście kładki zostanie wyodrębniony pas ruchu pieszych i jednokierunkowa ścieżka rowerowa
- min. 3,9 m, gdy na pomoście kładki zostanie wyodrębniony pas ruch pieszych oraz dwukierunkowa ścieżka rowerowa.

W przypadku kładek pieszo-rowerowych stanowiących element skrzyżowania bezkolizyjnego przeprowadzających ruch pieszych i dwukierunkową ścieżkę rowerową na wyodrębnionych pasach ruchu wymagana szerokość użytkowa pomostu wynosi min. 5,4 m (rys. 3).

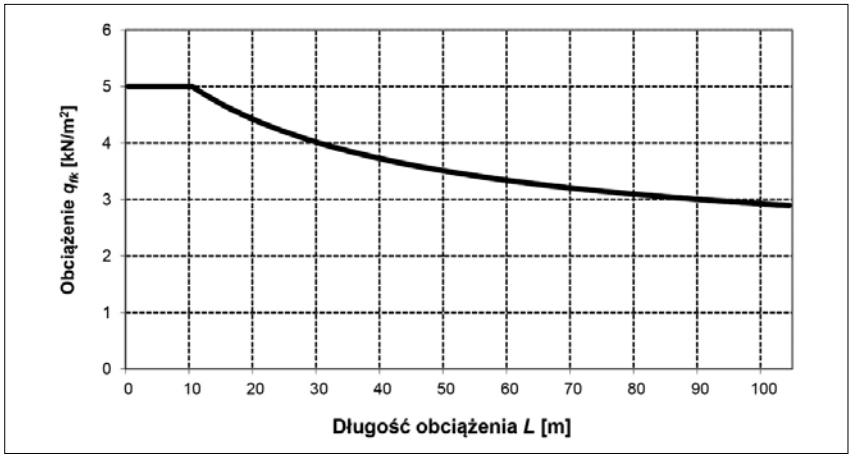
Dalsze wytyczne przedstawione w [4, 5] dotyczą:

- wysokości skrajni pionowej nad chodnikiem lub ścieżką rowerową – nie mniejszej niż 2,5 m
- projektowania dojść do kładki w formie pochylni, a wyjątkowo w postaci schodów (§59 [5], §45 p. 6 [4], §133 p. 1 [5]). Stosowanym rozwiązaniem alternatywnym są windy. Alternatywa ta może być jednak kosztowna (koszty inwestycji i utrzymania: przeglądów, napraw, sprzątania) i budząca obawy dotyczące powszechnej dostępności, a także właściwej sprawności technicznej oraz podatna na akty wandalizmu
- pochylenia podłużnego pochylni dla ruchu pieszych (rys. 4)
- pochylenia podłużnego chodnika lub samodzielnego ciągu pieszego – maks. 6%
- pochylenia podłużnego ścieżki rowerowej – maks. 5% (w wyjątkowych wypadkach – maks. 15%)
- stosowania balustrad chroniących przed upadkiem osób z wysokości (§252 [5]).

W przypadku kładek nad trasami komunikacyjnymi wskazane jest (choć niewymagane przepisami) stosowanie krawężników brzegowych wystającym ponad poziom nawierzchni pomostu w celu zabezpieczenia przed przypadkowym spadnięciem upuszczonego przedmiotu poza krawędź pomostu.

Obciążenia kładek dla pieszych

Wprowadzenie norm Eurokod nieco zmieniło zasady projektowania. W głównej mierze zmianie uległy modele obciążeń obiektów oraz wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa i współczynników kombinacyjnych. Główna zasada ustalania miarodajnych sił przekrojowych, wymagająca ustawiania obciążeń zmiennych w odpowiednich obszarach w sposób pozwalający uzyskać najbardziej niekorzystny



▲ Rys. 5. Graficzny przebieg funkcji obciążenia w zależności od długości obciążanego odcinka L

efekt nie uległa zmianie. Obciążenia zmienne należy stosować w kierunku podłużnym i poprzecznym na niekorzystnych częściach linii (powierzchni) wpływu. Wartość obliczeniową obciążeń ustala się z wykorzystaniem częściowego współczynnika bezpieczeństwa $\gamma_{sup} = 1{,}35$.

Obowiązująca norma PN-EN 1991-2 [8] definiuje następujące modele i wartości zmiennych obciążeń kładek dla pieszych:

- Równomiernie rozłożone obciążenie tłumem i/lub rowerami q_{fk} – wartość obciążenia ustalana jest zgodnie z poniższym równaniem:

$$q_{fk} = 2{,}0 + \frac{120}{L+30} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$2{,}5 \text{ kN/m}^2 \le q_{fk} \le 5{,}0 \text{ kN/m}^2$$

gdzie:

L – długość obciążenia [m].

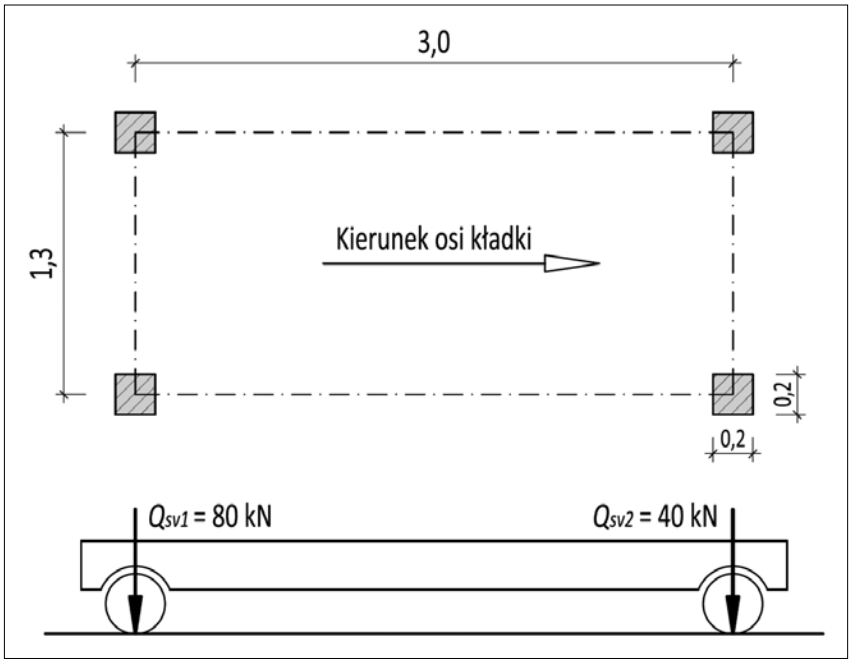
Ustalenie długości L powiązać należy z zapisem normy wymagającym stosowania obciążenia q_{fk}, w kierunku podłużnym i poprzecznym na niekorzystnych częściach linii (powierzchni) wpływu.

Na rys. 5 przedstawiono graficzny przebieg funkcji obciążenia w zależności od długości obciążanego odcinka L.

W celu uwzględnienia efektów statycznych ciągłego gęstego tłumu, gdy istnieje takie ryzyko (sąsiedztwo stadionów, sal koncertowych lub innych obiektów z przeznaczeniem na imprezy masowe), jako obciążenie kładki należy przyjąć Model Obciążenia 4 (LM 4), zgodnie z którym $q_{fk} = 5{,}0$ kN/m^2.

- Obciążenie skupione Q_{fwk} o wartości 10 kN – siła ta, jeśli ma zastosowanie, przykładana jest na powierzchni o wymiarach 10x10 cm (występuje tu podobieństwo do definicji pola docisku koła do powierzchni asfaltu). Obciążenie to zaleca się stosować tylko w sprawdzeniu efektów lokalnych. Jeśli kładkę projektuje się na obecność pojazdu służbowego to obciążenia Q_{fwk} nie uwzględnia się.
- Obciążenie pojazdem służbowym (serwisowym) Q_{serv} – w projekcie kładki należy uwzględnić jeden pojazd służbowy jeśli zakłada się możliwość jego wprowadzenia na kładkę i jeśli żadna trwała przeszkoda nie zabezpiecza przed wjazdem pojazdu na przęsło. Zasady przyjmowania modelu obciążenia serwisowego przedstawiono w rozdziale 5.3.2.3 normy [8]. Pojazdem serwisowym może być pojazd zdefiniowany w rozdziale 5.6.3 [8] jako obciążenie wyjątkowe kładki (rys. 6).

Obciążenia q_{fk}, Q_{fwk}, Q_{serv} określono w normie [8] jako obciążenia wzajemnie wykluczające się.



▲ Rys. 6. Obciążenie wyjątkowe w postaci dwuosiowego ciężkiego pojazdu na przęśle kładki

- Obciążenie siłą poziomą Q_{flk} – zalecane jest uwzględnianie siły poziomej Q_{flk} działającej wzdłuż osi przęsła kładki na poziomie nawierzchni jednocześnie z odpowiadającym obciążeniem pionowym, ale w żadnym przypadku nie z obciążeniem skupionym Q_{fwk}. Wartość charakterystyczną siły poziomej należy przyjąć zgodnie z rozdziałem 5.4 normy [8].
- Obciążenie wyjątkowe – zdefiniowano jako obciążenie ruchem drogowym pod mostem (uderzenie pojazdów w pomosty kładek) oraz jako wyjątkowa obecność ciężkiego pojazdu na kładce. Siły uderzenia pojazdów w konstrukcje lekkie, do których zaliczono kładki dla pieszych, wymagają indywidualnego ustalania w dokumentacji technicznej lub w załączniku krajowym. Przede wszystkim jednak zalecane jest, by w projekcie zapewnić odpowiednią skrajnię pionową między powierzchnią gruntu a spodem przęsła kładki w celu zabezpieczenia przed uderzeniami pojazdów.

  Obciążenie wyjątkowe w postaci dwuosiowego ciężkiego pojazdu na przęśle kładki (rys. 6) należy uwzględniać jeśli żadna trwała przeszkoda nie zabezpiecza przed wjazdem pojazdu na przęsło i jeśli pojazd ten nie został uwzględniony w obliczeniach jako pojazd służbowy (serwisowy).
- Obciążenia dynamiczne – obciążenia dynamiczne kładek dla pieszych mogą mieć różne źródła np. piesi, wiatr, wandalizm itd. W przypadku lekkich konstrukcji kładek dla pieszych o niskim poziomie tłumienia drgań, dynamiczne oddziaływania pieszych (chód, bieg, skoki, taniec) mogą doprowadzić do zaburzenia komfortu użytkowania konstrukcji i muszą być brane pod uwagę w sprawdzanych stanach granicznych związanych z drganiami. Wytyczne dotyczące obciążeń dynamicznych ruchem pieszych przedstawiono w rozdziale 5.7 normy [8] oraz w rozdziale A2.4.3.1 normy [10]. Analizy dynamiczne konstrukcji oraz sprawdzenie kryteriów komfortu należy wykonać, jeśli podstawowa częstotliwość drgań przęsła kładki jest mniejsza od 5,0 Hz w przypadku drgań pionowych oraz 2,5 Hz w przypadku drgań poziomych (bocznych) i skrętnych.

Inne obciążenia kładek dla pieszych wynikające z zapisów norm Eurokod to:

- Oddziaływanie wiatru – wartość obciążenia wiatrem dla obiektów o stałej wysokości pomostu i określonej geometrii przekroju poprzecznego zdefiniowanej w normie PN-EN 1991-1-4 [11] ustalić można zgodnie z procedurą przedstawioną w rozdziale 8 tej normy.
  W przypadku parcia wiatru na przęsło obciążone tłumem, przyjmowanym jako obciążenie wiodące kładki, wyznaczone oddziaływanie wiatru należy uwzględniać w obliczeniach jako obciążenie zmienne towarzyszące $\Psi_0 \cdot q_{w,x(2)}$. W przypadku kładek dla pieszych współczynnik Ψ_0 dla oddziaływania wiatru wynosi 0,3. Oddziaływania wiatru nie uwzględnia się w wyjątkowych sytuacjach obliczeniowych (rozdział A2.2.5 [10]).
  Zasady uwzględniania statycznych i dynamicznych oddziaływań wiatru na kładki dla pieszych w szerokim zakresie omówiono w [12].
- Obciążenie śniegiem – zgodnie z normą [10], rozdział A2.2.3 nie jest wymagane, aby obciążenia śniegiem uwzględniano łącznie z obciążeniem tłumem lub łącznie z pojazdem serwisowym, chyba że dotyczy to szczególnych terenów geograficznych oraz określonych rodzajów kładek dla pieszych. Szczególne typy kładek i obszary geograficzne wymagające uwzględniania obciążenia śniegiem mogą być podane w załączniku krajowym do normy (obecnie taki załącznik nie istnieje). Obciążenia śniegiem nie uwzględnia się w wyjątkowych sytuacjach obliczeniowych (rozdział A2.2.5 [10]). Podczas budowy kładki, obciążenie śniegiem, jeśli jest stosowane, należy uwzględniać jako obciążenie towarzyszące ze współczynnikiem $\Psi_0 = 0{,}8$ (tab. A2.2 [10]).
- Obciążenia termiczne – zasady wyznaczania obciążeń termicznych przedstawione zostały w rozdziale 6 normy PN-EN 1991-1-5 [13]. Uwzględnienie oddziaływań termicznych w analizie konstrukcji wymaga: określenia temperatury dla danej lokalizacji obiektu, korekty wartości temperatury z uwagi na rodzaj konstrukcji (rodzaj 1 – pomost stalowy, rodzaj 2 – pomost zespolony, rodzaj 3 – pomost betonowy), wyboru rozkładu temperatury na wysokości przekroju, uwzględnienie czynników łagodzących, jak np. grubość nawierzchni, uwzględnienia równoczesności oddziaływania składowych temperatury (składowej równomiernej i składowej różnicy temperatury).
  Oddziaływania termiczne uwzględniane jako obciążenie towarzyszące należy stosować ze współczynnikiem $\Psi_0 = 0{,}6$. Zalecana wartość Ψ_0 dla oddziaływań termicznych w większości przypadków może być zredukowana do zera w stanach granicznych nośności EQU, STR i GEO. Łączne działanie temperatury i wiatru nie musi być uwzględniane jeśli nie wymagają tego lokalne warunki klimatyczne.
- Oddziaływania na balustrady – zapisy normy [8] w zakresie obciążenia balustrad na kładkach dla pieszych (rozdział 5.8) wymagają ich obciążania w sposób analogiczny do balustrad na chodnikach mostów drogowych (rozdział 4.8 [8]). W normie zamieszczone jest jednak odesłanie do nieistniejącej normy EN 1317-6. Obecnie brak zatem pełnych wytycznych do ustalania obciążeń balustrad. W rozdziale 4.8 normy [8] przedstawiono jedynie wstępne wytyczne ustalania obciążeń balustrad kładek.

Podsumowanie

Choć określenie kładka kojarzyć się może z małą, prowizoryczną konstrukcją to w dzisiejszych czasach pod pojęciem tym kryją się znaczące osiągnięcia konstrukcyjne. Są to niekiedy obiekty prototypowe pozwalające wdrożyć do praktyki inżynierskiej nowe rozwiązania i materiały. Niejednokrotnie są to konstrukcje przyjmujące oryginalne formy architektoniczne. Niezależnie od stopnia innowacyjności i oryginalności zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, kładki dla pieszych powinny być przede wszystkim konstrukcjami funkcjonalnymi, wygodnymi w użytkowaniu, zaprojektowanymi ergonomicznie (przyjaźnie człowiekowi), estetycznie i ekonomicznie. W celu osiągnięcia odpowiedniej sztywności przestrzennej konstrukcji oraz zapewnienia właściwego komfortu jej użytkowania w projekcie uwzględnić należy szereg obciążeń statycznych i dynamicznych.

Zarówno parametry funkcjonalne jak i atrakcyjna oraz estetyczna forma konstrukcji powinny zachęcać pieszych i rowerzystów do korzystania z niej przyczyniając się tym samym do przestrzegania zasad ruchu drogowego w szczególnie niebezpiecznych miejscach kolizji ruchu pieszego z ruchem kołowym.

Literatura

1. Biliszczuk J., *Projektowanie stalowych kładek dla pieszych*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, 2004.
2. Buchner A., *Trasy mostowe w krajobrazie miasta*, PWN, Warszawa-Łódź, 1982.
3. Kowalski D., *Korozja i zniszczenia kształtowników stalowych o przekrojach zamkniętych*, Przegląd Budowlany, 5/2016.
4. Dz.U. nr 43 poz. 430, 1999.
5. Dz.U. nr 63 poz. 735, 1999.
6. Kowalski K., *Projektowanie bez barier*, Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji, Warszawa, 2010.
7. PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia, PKN, Warszawa, 1985.
8. PN-EN 1991-2:2007 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 2: Obciążenia ruchome mostów, PKN, Warszawa, 2007.
9. PN-EN 1991-1-7:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-7: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wyjątkowe, PKN, Warszawa, 2008.
10. PN-EN 1990:2004/A1:2008 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji, PKN, Warszawa, 2008.
11. PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru, PKN, Warszawa, 2008.
12. Flaga A., *Mosty dla pieszych*, WKŁ, Warszawa, 2011.
13. PN-EN 1991-1-5:2010 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-5: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania termiczne, PKN, Warszawa, 2010.

Konstrukcje nawierzchni obciążane nawet najcięższymi pojazdami samochodowymi dopuszczonymi do ruchu przekazują małe naprężenia pionowe na podłoże drogowe, jednakże ze względów technologicznych wymagana jest odpowiednio wysoka nośność podłoża. Nośnością gruntów w drogownictwie nazywa się zdolność ich do przenoszenia obciążeń bez wywoływania nadmiernych odkształceń.

METODY USTALANIA NOŚNOŚCI PODŁOŻA DROGOWEGO – WYMAGANIA I BADANIA

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

Wprowadzenie

Wysoka nośność podłoża powinna umożliwić właściwe wykonanie nadległych warstw konstrukcyjnych (warstwy dolne i górne wg tablicy 1) bez nadmiernych jego odkształceń nawet w niesprzyjających warunkach pogodowych. Podłoże, poza nośnością gwarantującą poruszanie się pojazdów i maszyn roboczych w trakcie wykonywania podbudowy i nawierzchni (ruch technologiczny), również w czasie wieloletniej eksploatacji nawierzchni musi gwarantować jego stabilność oraz być odporne na oddziaływanie wody i mrozu [1]. W tym celu stosuje się warstwy podłoża ulepszonego. Warstwa ta pełni istotną rolę w pracy nawierzchni, ale formalnie zaliczana jest do robót ziemnych i nie jest wliczana w skład warstw konstrukcji nawierzchni. Schemat konstrukcji nawierzchni podatnej i półsztywnej wraz z podłożem przedstawiono w tablicy 1 [2].

Podłoże gruntowe nawierzchni powinno charakteryzować się odpowiednią nośnością oraz jej utrzymaniem w warunkach nawodnienia i oddziaływania mrozu. W projektowaniu nawierzchni stosuje się klasyfikację podłoża gruntowego na podstawie grupy nośności G1-G4. Grupy te ustalane są na podstawie badań laboratoryjnych wysadzinowości gruntów i wskaźnika CBR gruntu do głębokości 1 m poniżej spodu konstrukcji nawierzchni, poziomu występowania wód gruntowych oraz projektowanego obciążenia ruchem. Od grupy nośności zależy również grubość konstrukcji ze względu na zabezpieczenie podłoża przed przemarzaniem.

Poniżej w tablicy 2 przedstawiono klasyfikację grup nośności podłoża pod względem nośności [2].

▼ Tablica 1. Przekrój konstrukcji drogowej wraz z podłożem

Konstrukcja nawierzchni (nawierzchnia)	Warstwy górne konstrukcji nawierzchni	Warstwa ścieralna	
		Warstwa wiążąca	
		Podbudowa zasadnicza	Górna warstwa podbudowy zasadniczej
			Dolna warstwa podbudowy zasadniczej
	Warstwy dolne konstrukcji nawierzchni	Podbudowa pomocnicza	
		Warstwa mrozoochronna	
Podłoże gruntowe nawierzchni	Warstwa ulepszonego podłoża		
	Grunt rodzimy w wykopie lub grunt nasypowy w nasypie zakwalifikowany do jednej z grup nośności podłoża od G1 do G4		

▼ Tablica 2. Klasyfikacja grup nośności podłoża

Grupa nośności podłoża gruntowego Gi	Wskaźnik nośności CBR po 4 dniach nasączania wodą [%]	Wtórny moduł odkształcenia E_2 [N/mm²]
G1	CBR ≥ 10	$E_2 \geq 80$
G2	5 ≤ CBR < 10	$50 \leq E_2 < 80$
G3	3 ≤ CBR < 5	$35 \leq E_2 < 50$
G4	2 ≤ CBR < 3	$25 \leq E_2 < 35$

Badania laboratoryjne i terenowe podłoża

Program badań laboratoryjnych gruntów do ustalenia wysadzinowości jest następujący:

- ustalenie rodzaju gruntu na podstawie uziarnienia
- zawartość cząstek drobnych (< 0,063 mm i < 0,020 mm)
- wskaźnik piaskowy.

Nośność podłoża drogowego określają następujące wskaźniki, które mogą być ustalone na podstawie badań terenowych:

- kalifornijski wskaźnik nośności CBR
- moduł odkształcenia E_1, E_2
- dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd}
- współczynnik reakcji podłoża k.

Wskaźnik CBR

Klasycznym badaniem nośności gruntu lub kruszywa w budownictwie drogowym jest badanie CBR. Badanie pochodzi ze Stanów Zjednoczonych i nosi nazwę kalifornijski wskaźniki nośności CBR (California Bearing Ratio), gdzie służyło do projektowania nawierzchni metodą CBR. Wskaźnik ten to procentowy stosunek obciążenia jednostkowego p, które trzeba zastosować, aby trzpień o średnicy 50 mm wcisnąć w próbkę do określonej głębokości (2,5 lub 5,0 mm) do obciążenia jednostkowego p_s, które jest wartością stałą i odpowiada ciśnieniu przy wciskaniu trzpienia w standardowy tłuczeń:

$$CBR = \frac{p}{p_s} \cdot 100$$

Wskaźnik CBR jest stałą materiałową dla badanego gruntu czy kruszywa i odpowiada nośności materiału zagęszczonego energią Proctora w cylindrze pomiarowym po normowej pielęgnacji. Wskaźnik CBR można porównać do innej stałej materiałowej, modułu sprężystości E, obecnie najczęściej stosowanego do wymiarowania nawierzchni metodami mechanistycznymi. Pomiędzy CBR a E istnieją różne zależności empiryczne, a najczęściej stosowany w Polsce jest wzór Powella [3].

$$E = 17{,}6 \cdot CBR^{0{,}64}$$

W Polsce badanie CBR zawarte jest w normach PN-S-02205 [4] (grunty) i PN-S-06102 [5] (kruszywa). Badanie CBR jest badaniem laboratoryjnym przeprowadzonym na zagęszczonej próbce materiału po 4 dobach moczenia w wodzie.

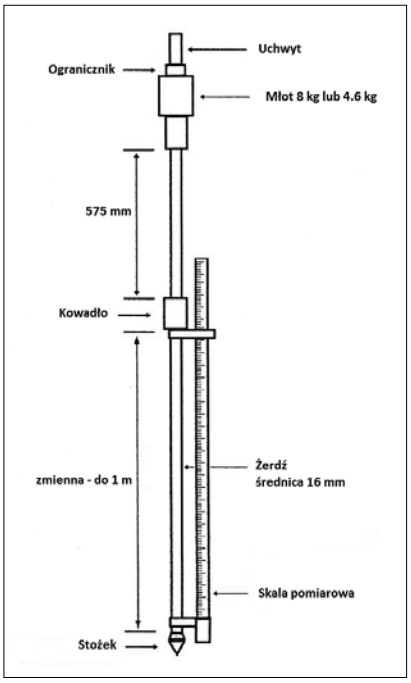
Istnieją także badania polowe pozwalające określić wskaźnik CBR badanej warstwy. Są to tester Clegga oraz sondy dynamiczne DCP [6] i Panda [7] pozwalające na wyznaczenie wartości „in situ" w istniejących warunkach terenowych do głębokości poniżej 1 m.

Tester Clegga jest urządzeniem dynamicznym pozwalającym określić CBR na powierzchni badanej warstwy. Metoda polega na zrzuceniu z wysokości 45 cm ciężarka w kształcie standardowego trzpienia CBR i rejestracji wartości uderzenia (CIV). W zależności od nośności podłoża (jego odkształcalności) stosowane są różne ciężarki: 2,25 kg, 4,5 kg, 10 kg, a nawet 20 kg. Standardowym ciężarem jest 4,5 kg. Na podstawie zależności korelacyjnych wyznaczana jest wartość CBR. Schemat badania przedstawiono na fot. 1.

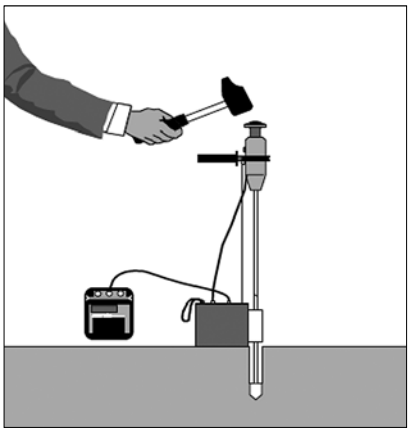
Sondy dynamiczne pozwalają na wyznaczenie wskaźnika CBR w sposób pośredni poprzez określenie wielkości penetracji stożka (sonda DCP – rys. 1) lub oporu na stożku q_d (sonda Panda – rys. 2) o stałej powierzchni w badanym ośrodku. Są to sondy o małym stożku średnicy 2 cm (DCP) lub powierzchni 2 cm^2 (Panda). W przypadku badania DCP używa się stałej energii poprzez zrzut ciężarka o masie 8 kg ze stałej wysokości, natomiast w sondzie Panda stosowana jest zmienna energia. Wskaźnik CBR wyznaczany jest na podstawie zależności określonych dla grup gruntów (grunt niespoisty, spoisty o małej spoistości, grunt o dużej spoistości). Przy pomocy sondy Panda możliwe jest wyznaczenie również innych parametrów gruntów, takich jak wskaźnik zagęszczenia, stopień plastyczności na podstawie zależności korelacyjnych pomiędzy wyznaczanym parametrem a oporem na stożku.

Sondowania dynamiczne pozwalają na określenie nośności gruntu nie tylko dla odkrytego podłoża gruntowego po wykorytowaniu, lecz również podłoża pod istniejącą konstrukcją nawierzchni. Jest to metoda stosunkowo mało inwazyjna i niewymagająca rozbiórki nawierzchni, a jedynie wykonania niewielkiego otworu o średnicy 80-100 mm. Metoda ta jest szczególnie przydatna przy badaniach istniejących nawierzchni dróg i lotnisk.

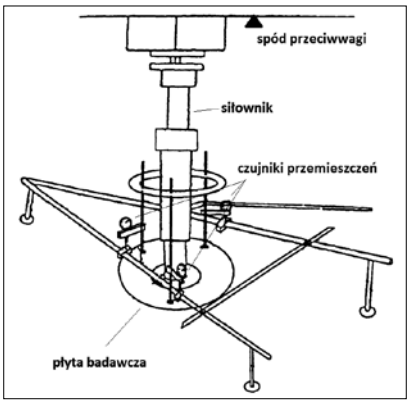
▲ Fot. 1. Tester Clegga



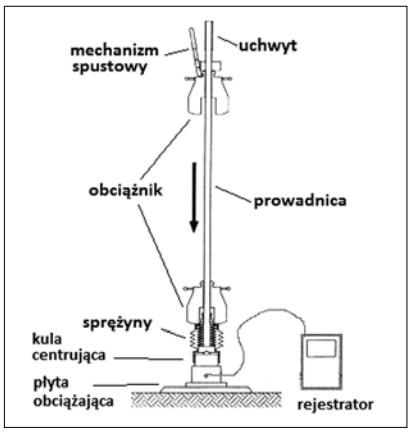
▲ Rys. 1. Sonda DCP



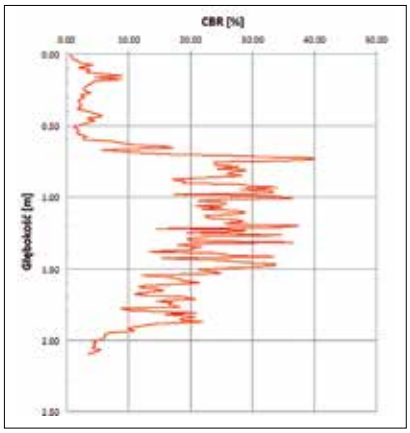
▲ Rys. 2. Sonda Panda



▲ Rys. 4. Schemat badania VSS wg PN-S-02205



▲ Rys. 5. Schemat płyty dynamicznej



▲ Rys. 3. Przykład prezentacji graficznej wyników CBR podłoża sondą Panda

▲ Fot. 2. Przykład badania VSS w terenie wg PN-S-02205

Metoda VSS

Najczęściej stosowaną metodą badania nośności podłoża w drogownictwie jest metoda VSS pozwalająca na określenie modułów odkształcenia E_1, E_2 oraz wskaźnika odkształcenia $I_o = E_2/E_1$. Badanie wykonuje się płytą sztywną o średnicy 30 cm, stosując naprężenie odpowiednie do badanej warstwy.

$$E = \frac{3}{4} \cdot \frac{\Delta_p}{\Delta_s} \cdot D$$

gdzie:

Δ_p – różnica nacisków (0,05-0,15) [MPa]

Δ_s – przyrost osiadań odpowiadających tej różnicy nacisków [mm]

D – średnica płyty [mm].

Do przeprowadzenia badania VSS stosuje się balast w postaci samochodu ciężarowego lub walca drogowego, umożliwiający wywołanie odpowiedniego naprężenia na badaną warstwę (fot. 2). Metodę VSS stosuje się również do kontroli nośności i zagęszczenia warstw konstrukcyjnych (podbudowy z kruszyw). Badanie VSS dla podłoża wykonuje się wg normy PN-S-02205 [4], a schemat aparatury przedstawiono na rys. 4.

Pomiary modułu odkształcenia przez obciążenia próbne są jednak czasochłonne i wymagają ciężkiego balastu do wykonania tych badań oraz uciążliwych dojazdów sprzętu na teren badań, co w niektórych przypadkach uniemożliwia zastosowanie tej metodyki.

Metoda płyty dynamicznej

W ostatnim 10-leciu występuje w Polsce tendencja do wykonywania pomiarów modułów odkształcenia E_{vd} metodą dynamicznych obciążeń płyty (płyta dynamiczna). Jest to lekkie urządzenie pomiarowe z obciążnikiem opadowym o ciężarze 10 lub 15 kg. Badania płytą dynamiczną nie są znormalizowane w Polsce. Przeprowadza się je na podstawie instrukcji producenta lub własnych zależności korelacyjnych. Badanie wykonuje się w celu określenia dynamicznego modułu odkształcenia E_{vd}, a pośrednio na podstawie korelacji do określenia zagęszczenia I_o oraz wtórnego modułu odkształcenia E_2. Badanie płytą dynamiczną prowadzone może być na gruntach lub kruszywach niezwiązanych o maksymalnej wielkości ziaren do 63 mm. Jest ono bardzo wygodne do przeprowadzenia, nie wymaga przeciwwagi i może je wykonać jedna osoba w terenie.

Wartość dynamicznego modułu odkształcenia oblicza się na podstawie maksymalnego przemieszczenia pionowego s_{max} płyty obciążeniowej wg wzoru:

$$E_{vd} = 1{,}5r \frac{\sigma_{max}}{s_{max}}$$

gdzie:

E_{vd} – dynamiczny moduł odkształcenia [MPa]

s_{max} – średnia wartość przemieszczenia pionowego z 3 uderzeń pomiarowych, wykonanych po 3 uderzeniach wstępnych [mm]

r – promień płyty obciążeniowej – 150 mm

δ_{max} – naprężenie normalne pod płytą obciążeniową (0,10 lub 0,15 MPa).

Na podstawie wartości dynamicznego modułu odkształcenia możliwe jest oszacowanie modułu statycznego E_2 (VSS) jak również wskaźnika zagęszczenia na podstawie korelacji. Przykładowe zależności wg przepisów niemieckich [8] podano w tablicy 3.

▲ Fot. 3. Przykładowy zestaw do badania płytą dynamiczną

Badanie Westergaarda

Przy projektowaniu nawierzchni sztywnych (betonowych) wymagane mogą być wartości współczynnika podatności (sprężystej reakcji) podłoża gruntowego – badanie Westergaarda. Badanie to przeprowadza się podobnie jak badanie VSS lecz płytą o średnicy 762 mm. Wg standardowej metody moduł k wyznacza się na podstawie próbnego obciążenia podłoża ze wzoru:

$$k = \frac{p_x}{0{,}00125} \text{ [MPa/m]}$$

lub wg wzoru Korpusu Inżynieryjnych Wojsk Amerykańskich:

$$k = \frac{0{,}07}{s_x} \text{ [MPa/m]}$$

Wartości p_x i s_x uzyskuje się z próbnych obciążeń (podłoża płytą), przedstawionych na rys. 6.

▲ Fot. 4. Przykładowy zestaw do badania Westergaarda

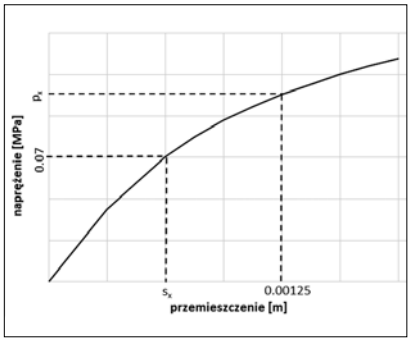
▼ Tablica 3. Zależności pomiędzy wskaźnikiem zagęszczenia a modułami odkształcenia

Grupa gruntów wg DIN 18 196	Wskaźnik zagęszczenia [%]	Moduł odkształcenia E_2 [MPa]	Dynamiczny moduł odkształcenia E_{vd} [MPa]
GW, GI, GU[1)], GT[1)]	≥ 103	≥ 120	≥ 60
GW, GI, GU, GT	≥ 100	≥ 100	≥ 50
	≥ 98	≥ 80	≥ 40
	≥ 97	≥ 70	≥ 35
GE, SE SW, SI	≥ 100	≥ 80	≥ 40
	≥ 98	≥ 70	≥ 35
	≥ 97	≥ 60	≥ 32
Mieszanki gruntów GU[2)], GT[2)], SU, ST	≥ 100	≥ 70	≥ 35
	≥ 97	≥ 45	≥ 25
Grunty drobnoziarniste: U, T mieszanki gruntów: GU, GT, SU, ST	≥ 97	≥ 45	≥ 25
	≥ 95	≥ 30	≥ 35

[1)] grunty zawierające nie więcej niż 7% frakcji < 0,063 mm, [2)] grunty zawierające 7-15% frakcji < 0,063 mm

Literatura

1. Kraszewski C., współautorzy: Rafalski L., Wilczek J., *Ochrona przeciwmrozowa nawierzchni drogowych na przykładzie wybranych krajów*, Drogownictwo, nr 2/2014, str. 39-45.
2. Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych, Załącznik do zarządzenia nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.
3. Powell W.D., Potter J.F., Mayhew H.C., Nunn M.E., *The Structural Design of Bituminous Roads, Report LR1132*, TRRL.
4. PN-S-02205 Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania.
5. PN-S-06102 Drogi samochodowe – Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.
6. ASTM D6951/D6951M-09 Standard Test Method for use of the dynamic cone penetrometer in shallow pavement applications.
7. XP P 94-105 Sols, Reconnaissance et essais. Contrôle de la qualité du compactage. Méthode au pénétromètre dynamique à énergie variable – Principe et méthode d'étalonnage du pénétromètre – Exploitation des résultats – Interprétation.
8. Supplementary Technical Terms and Conditions of Contract and Guidelines For Earthworks in Road Construction ZTVE-StB 94, Issue 1994 as amended in 1997.



▲ Rys. 6. Przykładowy wykres z obciążenia podłoża płytą

▲ Fot. 5. Drogowe roboty ziemne

▲ Fot. 6. Drogowe roboty ziemne

PRZEGLĄD produktów i realizacji, WYPOWIEDZI ekspertów

Programowalny sterownik oświetlenia

Prefabrykowane gumowe elementy bezpieczeństwa ruchu drogowego

Drogowe bariery ochronne IBF

Włókna celulozowe VIATOP Premium®

System budowy dróg i torowisk MONOLITH

3D RADAR – nowa generacja GPR

Średniociężka płyta dynamiczna TERRATEST MFG 2.0

Droga wojewódzka nr 808 Łuków-Serokomla-Kock

Droga ekspresowa S8, etap II: odcinek węzeł Powązkowska – węzeł Modlińska

Generalne wykonawstwo obiektów infrastruktury drogowej

Luminancja nawierzchni – kwestia estetyczna czy poprawa bezpieczeństwa?

Ocena skuteczności działania warstw pośrednich, redukujących spękania odbite

Rola geotechniki w procesie inwestycyjnym

Z jakich etapów technologicznych składa się proces cynkowania jednostkowego?

Jakie są korzyści stosowania barier mostowych zespolonych z osłonami przeciwolśnieniowymi?

Przyszłość ekranów akustycznych w Polsce

Produkt

Programowalny sterownik oświetlenia

Producent: AUTOMATEX Sp. z o.o. Zakład Automatyki i Elektroniki
Zastosowanie: sterowanie oświetleniem ulicznym, parkingów, stacji kolejowych i reklam

Sterownik oświetlenia wyposażony jest w zintegrowaną korekcję temperaturową, która zapewnia działanie jego układu zegarkowego z dokładnością lepszą niż 2 s/miesiąc w zakresie wartości temperatury od -20 do +60°C.
Urządzenie charakteryzuje się:
- możliwością lokalizacji poprzez programowanie współrzędnych geograficznych z dokładnością do 0,1 stopnia
- dwoma obwodami sterowania oświetleniem oraz obwodem programowanym czasowo
- współpracą z przekaźnikiem zmierzchowym (wersja PSO-03PD)
- łatwym programowaniem
- brakiem możliwości wprowadzenia zmian parametrów przez osoby postronne.

Prefabrykowane gumowe elementy bezpieczeństwa ruchu drogowego

Producent: Geyer & Hosaja Sp. z o.o.

Firma jest producentem liniowych i wyspowych progów zwalniających, podwyższonych przejść dla pieszych, a także wysepek drogowych tzw. azyli oraz stabilnych podstaw pod znaki drogowe. Produkuje krawężniki i separatory ruchu, znajdujące szerokie zastosowanie m.in. przy pracach drogowych, czasowym lub stałym wyznaczaniu drogi oraz ograniczaniu ruchu. Wytwarza ponadto bardzo wytrzymałe słupki drogowe, wykonane z wysokiej jakości gumy. Ich specjalna kolorystyka sprawia, że są dobrze widoczne na drodze. Najważniejsze zalety i cechy produktów:
- możliwość demontażu na czas remontu, przeniesienia na inną drogę
- nie ulegają deformacji w czasie eksploatacji
- zachowują odblaskowość dzięki zastosowanej taśmie 3M
- zachowują kolorystykę przez wiele lat
- antypoślizgowa struktura powierzchni – certyfikat SRT
- zachowują kształty i parametry techniczne, kąty najazdów
- zgodne z normami europejskimi, mają aprobaty IBDiM.

Produkt

Produkt

Drogowe bariery ochronne IBF

Producent: IBF Polska Sp. z o.o.
Zastosowanie: zapewnienie bezpieczeństwa na drodze

Drogowe bariery ochronne oferowane przez firmę IBF to elementy betonowe z łącznikiem czołowym, które po ustawieniu tworzą barierę dla pojazdów. W razie zderzenia z barierą pojazd odbija się i wraca do kierunku ruchu. IBF produkuje siedem typów barier, umożliwiających ich montaż w dowolnej potrzebnej konfiguracji.
Przeznaczenie barier:
- czasowe oddzielenie pasów jezdni
- stałe oddzielenie pasów jezdni
- instalacja ochronna do krawędzi jezdni
- pas środkowy z buforem żwirowym
- instalacja ochronna stała lub tymczasowa.

Produkt

Włókna celulozowe VIATOP Premium®

Producent: J.RETTENMAIER & Söhne GmbH + Co KG
Zastosowanie: produkcja mieszanek mineralno-asfaltowych typu SMA

VIATOP Premium® to granulat włókien celulozowych. Od lat z powodzeniem stosowany w polskim drogownictwie do mieszanek asfaltowych stabilizowanych włóknami. Włókna naturalne pochodzą z wyselekcjonowanych gatunków celulozy, każde pojedyncze włókno otoczone jest asfaltem, a następnie zgranulowane.
Otoczka asfaltowa pozwala na szybkie uwolnienie włókien i uzyskanie jednorodnej mieszanki. Granulat dozowany jest automatycznie, dostarczany do producenta w dużych opakowaniach typu Big Bag lub silosach, a 4 zakłady produkcyjne zapewniają pewność i terminowość dostaw.
Mieszanki z zastosowaniem VIATOP Premium® to głównie:

- warstwy ścieralne z mastyksu grysowego SMA
- warstwy wiążące z mastyksu grysowego SMA
- asfalt porowaty
- nawierzchnie cienkowarstwowe (BBTM)
- nawierzchnie jednowarstwowe SMA Duopave (SMA 16 JENA)
- beton asfaltowy gruboziarnisty.

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/mm^2 oraz dużej wytrzymałości na odrywanie. Wraz z wybranymi produktami jest dedykowany do nawierzchni z kamieni naturalnych (granit, bazalt). Firma Schomburg produkuje i sprzedaje system w oparciu o zaprawy mineralne i masy uszczelniające pod nazwą INDUCRET VK MONOLITH.

Produkt

Produkt

3D RADAR – nowa generacja GPR

Dystrybutor w Polsce: SUBGEO Jarosław Majewski
Producent: 3D-Radar AS (Norwegia)
Zastosowanie: bezinwazyjne badania metodą georadarową

3D RADAR to jeden z najnowocześniejszych systemów georadarowych dostępnych na rynku. W odróżnieniu od zwykłych radarów impulsowych 3D RADAR moduluje wysyłany sygnał, pokrywając spektrum, jakie można uzyskać georadarem impulsowym profilując sześciokrotnie ten sam odcinek, używając różnych anten (od 200 do 3000 MHz).
3D RADAR jest jednostką wielokanałową, dzięki czemu możliwe jest otrzymywanie 41 profili poprowadzonych w odległości 7,5 cm od siebie, w czasie rzeczywistym.
Szybkość, jakość i ilość danych gromadzonych, w stosunku do starszej technologii georadarowej, jest nieporównywalnie większa. Urządzenie znajduje zastosowanie w badaniach zarówno obiektów liniowych (drogi, koleje, infrastruktura), jak i wielkoobszarowych.

Produkt

Średniociężka płyta dynamiczna TERRATEST MFG 2.0

Producent: TERRATEST GmbH
Zastosowanie: badania nośności na podłożu o wysokiej sztywności

Średniociężka płyta dynamiczna to nowy produkt TERRATEST. Nadaje się szczególnie do kontroli nośności warstw niezwiązanych wg norm ZTV SoB-StB, takich jak: podbudowy, warstwy mrozoodporne, tłuczniowe i żwirowe, górne niezwiązane warstwy podbudowy, a także do gruntów i mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi lub wapnem. Lekka płyta dynamiczna z siłą uderzenia 7,07 kN uzyskiwała na podłożu z modułem E_{vd} > 70 MN/m^2 lub E_{v2} > 120 MN/m^2 zbyt małe osiadania, uniemożliwiając niezawodną korelację z badaniami statycznymi. W płycie średniociężkiej dwukrotnie zwiększona siła uderzenia osiągana jest przez ciężar 15 kg ze wzmocnionymi sprężynami zgodnie z normą DIN 2093 B 63. Dzięki temu naprężenie normalne pod płytą obciążającą wzrosło z 0,1 MN/m^2 do 0,2 MN/m^2. Płyta lekka może być przekształcona w średniociężką przez szybką wymianę ciężaru. Stosowanie regulowane jest normami: TP Gestein-StB cz. 8.2.1 i TP BF-StB cz. B 8.4 w zakresie E_{vd} 30-150 MN/m^2.

Droga wojewódzka nr 808 Łuków-Serokomla-Kock

Wykonawca posadowienia obiektów: GEOCOMP ZKB Sp. z o.o.
Generalny wykonawca: SKANSKA S.A.
Inwestor: Zarząd Dróg Wojewódzkich w Lublinie
Lokalizacja: Świderki i Wojcieszków
Realizacja: 05.2015 r.

Firma Geocomp w ramach rozbudowy drogi wojewódzkiej nr 808 na odcinku Łuków-Serokomla-Kock zrealizowała posadowienie dwóch obiektów mostowych w miejscowości Świderki i Wojcieszków. Prace obejmowały sporządzenie projektu oraz wykonanie pali CFA o średnicy 600 mm. Czas fundamentowania znacznie się skrócił, dzięki zamianie technologii palowania z rurowanych na wiercone świdrem ciągłym.
Realizację zadania objęto pełnym monitoringiem z rejestracją oporów wiercenia oraz ciśnienia i ilości wtłaczanego betonu. W zakresie kontroli jakości zrealizowanych robót firma wykonała próbne obciążenia oraz badania ciągłości pali.

Realizacja

Realizacja

Droga ekspresowa S8, etap II: odcinek węzeł Powązkowska – węzeł Modlińska

Wykonawca: Tree Polska Sp. z o.o.
Generalny Wykonawca: Metrostav a.s.
Inwestor: GDDKiA
Lokalizacja: droga ekspresowa S8, odcinek ul. Powązkowska (Warszawa) – ul. Piłsudskiego (Marki)

W latach 2013-2015 firma Tree Polska Sp. z o.o. prowadziła prace rozbiórkowe na trasie szybkiego ruchu w Warszawie, tzw. Trasie Armii Krajowej. W ramach wszystkich prac, rozebrała łącznie 16 obiektów inżynieryjnych, w tym 7 wiaduktów oraz 6 estakad, na odcinku o długości 4,6 km. Niektóre z obiektów wymagały rozbiórki podczas zamknięć nocnych oraz weekendowych. Najdłużej trwała rozbiórka wiaduktu nad ul. Wybrzeże Gdyńskie, gdzie maszyny pracowały nieprzerwanie przez 54 godziny.

Realizacja

Generalne wykonawstwo obiektów infrastruktury drogowej

Generalny wykonawca: VISTAL GDYNIA S.A.

Kompetencje zdobyte zarówno dzięki produkcji, jak i montażowi wielkogabarytowych konstrukcji stalowych, zwłaszcza w sektorze infrastruktury, umożliwiły Grupie Vistal wzbogacenie portfela usług o generalne wykonawstwo w obszarze infrastruktury kolejowej i drogowej. Działalność ta prowadzona jest przez spółkę zależną Vistal Infrastructure. Jako generalny wykonawca, firma ma w swoim portfolio kilka dużych projektów, takich jak: budowę obwodnicy Skawiny, przebudowę estakady w ciągu drogi krajowej nr 22 koło Elbląga dla GDDKiA o. Olsztyn. Grupa rozpoczęła także realizację mostu zwodzonego prowadzącego na Wyspę Sobieszewską w Gdańsku oraz remont mostu Cłowego na rzece Odrze w Szczecinie. Spółka planuje także rozwój działalności w roli generalnego wykonawcy w Skandynawii.

Luminancja nawierzchni – kwestia estetyczna czy poprawa bezpieczeństwa?

W 2014 r. GDDKiA wprowadziła Załącznik nr 4 do WT-2 2014, dotyczący procedury pomiaru współczynnika luminancji (Q_d). Do maja 2016 r. wszystkie drogi krajowe i autostrady w kategoriach ruchu KR5-KR7 przy budowach i przebudowach musiały spełniać następujący warunek: $Q_d > 90$ mcd/m²/lx na odcinkach w tunelach i $Q_d > 70$ mcd/m²/lx w terenie otwartym. W mojej ocenie brak dokładnych zapisów o zakresie stosowania tego parametru i zbyt swobodna interpretacja przy ocenie tego parametru doprowadziły do kuriozalnych sytuacji, gdzie dla przykładu wymagano uzyskania współczynnika luminancji dla remontów cząstkowych drogi krajowej, która wcześniej była wykonana z bazaltów (czyt. „ciemnych kruszyw"). Zapewne takie sytuacje były powodem, dla którego GDDKiA wprowadziła zapisy w WT-2 2016 Część II pkt 8.7, regulujące zastosowanie jasnych nawierzchni jedynie na obiektach inżynierskich w ciągu głównych dróg krajowych i autostrad o nawierzchni betonowej oraz w tunelach. W tunelach nawierzchnia powinna być jasna, to nie ulega wątpliwości, ale czy drugie zastosowanie nie sprowadza tak ważnego parametru bezpieczeństwa do kwestii jedynie estetycznych?

Wypowiedź eksperta

mgr inż. **Piotr Miduch**
Prezes Zarządu
Centrum Badań Laboratoryjnych
CEBEL sp. z o.o.

Od początku wprowadzenia WT-2 2014 firma CEBEL dokonała weryfikacji luminancji na ok. 50 mieszankach mineralno-asfaltowych. Zweryfikowała też opisaną przez GDDKiA procedurę badania, wprowadzając pewne korekty lub uściślając sposób przygotowania próbek i prowadzenia samych badań, aby pomiary były jednorodne i powtarzalne. Z całą stanowczością mogę stwierdzić, że są w Polsce kruszywa spełniające wymagania „jasności". Istotną kwestią jest sposób przygotowania próbek i przeprowadzenie badania na co najmniej dwóch próbkach.

Wypowiedź eksperta

Dawid Żymełka
Dyrektor Techniczny
EUROVIA POLSKA S.A.

Ocena skuteczności działania warstw pośrednich, redukujących spękania odbite

Jednym z istotnych problemów związanych z remontami dróg w naszym kraju, jest zabezpieczenie nowo ułożonej nakładki asfaltowej przed propagacją do warstwy ścieralnej spękań, pojawiających się w dolnych warstwach konstrukcji drogowej. Zagrożenie wystąpienia spękań pojawia się wszędzie tam, gdzie nawierzchnia asfaltowa została ułożona bezpośrednio na podbudowie z materiału stabilizowanego spoiwem hydraulicznym. W Polsce problem ten został już dawno dostrzeżony i w nowym „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych" pojawiły się zapisy o możliwości stosowania tzw. warstw pośrednich rozpraszających naprężenia. Katalog definiuje kilka rodzajów takich warstw m.in.: warstwy SAMI, cienkie warstwy z drobnoziarnistych, bogatych w asfalt mieszanek czy warstwy geowłóknin i kompozytów.

Jak zatem zaprojektować rozwiązanie o wysokiej skuteczności rozpraszania naprężeń w pakiecie warstw asfaltowych i zdolności tłumienia spękań? Niestety nie istnieje w Polsce żadna norma, ani wytyczne, które podawałyby wymagania dotyczące oceny skuteczności działania takich warstw. Pozostaje jedynie doświadczenie firm wykonawczych oraz metody badawcze, które to wypracowały na swój użytek. Bardzo pożądane byłoby zatem wprowadzenie w Polsce jednej obligatoryjnej metodologii badawczej, która pozwalałaby ocenić skuteczność stosowania warstw pośrednich redukujących propagację spękań. Wymagałoby to oczywiście zaawansowanych badań laboratoryjnych przy współudziale jednostek naukowych. Mając jednak na uwadze korzyści wynikające z wypracowania takiej metodologii na użytek całej branży, z całą pewnością warto się nad tym tematem pochylić.

Wypowiedź eksperta

dr inż. **Norbert Kurek**
Dyrektor Oddziału Centrum
MENARD POLSKA Sp. z o.o.

Rola geotechniki w procesie inwestycyjnym

Doświadczenia rynku infrastruktury drogowej w Polsce zebrane w ostatnim dziesięcioleciu pozwoliły wyciągnąć odpowiednie wnioski co do roli geotechniki w procesie inwestycyjnym. Akty prawne, a w szczególności rozporządzenie w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych z dnia 25 kwietnia 2012 r. (Dz.U. z 2012 r., poz. 463), dodatkowo wyjaśniło ważność zagadnień geotechnicznych w procesie projektowym oraz odpowiedzialność projektanta za przyjęte parametry ośrodka gruntowego oraz współpracę z projektowaną konstrukcją. Realizacja nowej infrastruktury drogowej na obszarach wcześniej niezabudowanych powoduje, że bardzo często spotykamy się ze skomplikowanymi warunkami gruntowymi, które wymagają zastosowania szeregu technologii wzmacniania podłoża gruntowego. Generalni wykonawcy w znacznie większej mierze są już świadomi znaczenia geotechniki, ponieważ ostatnie lata doświadczeń pokazały, że wartość robót geotechnicznych może być znaczną i niejednokrotnie decydującą zmienną przy budowaniu oferty cenowej, składanej w przetargu publicznym. Firma Menard Polska jako specjalista we wzmacnianiu podłoża gruntowego oraz prekursor wprowadzania innowacyjnych technologii w tym zakresie, przez lata budowała świadomość inżynierów z branży generalnego wykonawstwa, projektantów jak również inwestorów, zwracając uwagę na aspekty związane z odpowiednim przygotowywaniem dokumentacji badań podłoża gruntowego, która jest podstawowym dokumentem pozwalającym określić ryzyko geotechniczne w przedmiotowym projekcie.

Z jakich etapów technologicznych składa się proces cynkowania jednostkowego?

Proces cynkowania jednostkowego składa się, poza sortowaniem i podwieszaniem wyrobów, z następujących operacji:

- odtłuszczanie – chemiczne czyszczenie powierzchni stalowych z tłuszczu, substancji woskowatych i olejów utrudniających reakcję żelaza z cynkiem
- trawienie – usuwanie substancji niemetalicznych takich jak tlenki żelaza pod postacią rdzy, zgorzeliny i innych produktów korozji z powierzchni stalowych
- topnikowanie z suszeniem – zanurzanie elementów stalowych w mieszaninie chlorku cynku i chlorku amonu, celem zapewnienia prawidłowego przebiegu reakcji chemicznych zachodzących podczas cynkowania
- właściwe cynkowanie.

W przypadku pokrycia konstrukcji zendrą hutniczą lub jeśli zachodzi konieczność krótkiego trawienia, może być potrzebne wstępne czyszczenie strumieniowe. W zależności od stanu wyrobu można ewentualnie zrezygnować z odtłuszczania. Poza wymienionymi operacjami stosuje się także płukanie konstrukcji. Standardowo wykonuje się płukanie w wodzie pomiędzy trawieniem a topnikowaniem. W zależności od wyrobu i wymagań klienta mogą wystąpić jeszcze inne dodatkowe etapy procesu. Do technologii cynkowania należy także właściwe składowanie konstrukcji ocynkowanej, aby uniknąć zjawiska tzw. białej korozji.

Wypowiedź eksperta

Jacek Zasada
Prezes zarządu
Polskie Towarzystwo Cynkownicze

Wypowiedź eksperta

Jarosław Cholewiński
Kierownik Działu Sprzedaży
Barier Drogowych
STALPRODUKT S.A.

Jakie są korzyści stosowania barier mostowych zespolonych z osłonami przeciwolśnieniowymi?

Przez kilka lat projektanci, wykonawcy i zamawiający poszukiwali certyfikowanego rozwiązania, które łączyłoby w sobie elementy barier i osłon przeciwolśnieniowych. Zgodnie z wytycznymi stosowania drogowych barier ochronnych na drogach krajowych z 2010 roku „szerokość pracująca bariery ochronnej nie może być większa niż odległość pomiędzy licem prowadnicy bariery ochronnej a licem niepodatnej przeszkody". Dlatego też na obiektach mostowych, gdzie zgodnie z decyzjami środowiskowymi wymagane jest zastosowanie osłon przeciwolśnieniowych, należy je uwzględnić przy projektowaniu szerokości pracującej bariery. W konsekwencji obiekty mostowe z każdej strony ulegają poszerzeniu o 60 do 100 cm w zależności od przyjętego rozwiązania. Certyfikowane rozwiązanie, które jednocześnie pozwala na osiągnięcie sporych oszczędności podczas projektowania i budowy obiektów mostowych, to bariery mostowe zespolone z osłonami przeciwolśnieniowymi.

We wrześniu 2015 roku Stalprodukt S.A., jako pierwszy na rynku, wprowadził do swojej oferty bariery mostowe o poziomie powstrzymywania H2, zespolone z osłonami przeciwolśnieniowymi. Ich wypełnienia wykonane są z polimerów lub z drewna i aluminium. Bariery dostępne są z ekranami o wysokości 2,2; 2,5 lub 3,0 m.

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 roku 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 m^2. Zmiany zachodzące w regulacjach prawnych i wymogach technicznych powodują, iż ekrany będą musiały być wykonywane z materiałów o odpowiedniej klasie trudnozapalności, 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.

FIRMY
PRODUKTY
TECHNOLOGIE

AUTOMATEX Sp. z o.o.
Zakład Automatyki i Elektroniki

Centrum Badań Laboratoryjnych CEBEL sp. z o.o.

EUROVIA POLSKA S.A.

GEOCOMP ZKB Sp. z o.o.

Geyer & Hosaja Sp. z o.o.

IBF Polska Sp. z o.o.

LOTOS Asfalt Sp. z o.o.

MENARD POLSKA Sp. z o.o.

Polskie Towarzystwo Cynkownicze

RETTENMAIER Polska Sp. z o.o.

SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.

STALPRODUKT S.A.

SUBGEO Jarosław Majewski

TERRATEST GmbH

Tree Capital Sp. z o.o.

Via Polonia S.A.

VISTAL GDYNIA S.A.

Zakłady Produkcji Kruszyw Rupińscy Spółka Jawna

AUTOMATEX Sp. z o.o. Zakład Automatyki i Elektroniki

AUTOMATEX Sp. z o.o.
POZNAŃ

AUTOMATEX Sp. z o.o.
Zakład Automatyki i Elektroniki
ul. Pucka 29, 60-454 Poznań
tel. 61 868 95 09
tel./faks 61 867 12 30
www.automatex.com.pl
biuro@automatex.com.pl

▲ Fot. 1. Programowalny sterownik oświetlenia PSO-02PD

O firmie

Firma Automatex rozpoczęła działalność w listopadzie 1991 roku. Specjalizuje się w opracowywaniu i produkcji mikroprocesorowych urządzeń sterowania, regulacji i nadzoru do zastosowań przemysłowych.
Do dwóch podstawowych kierunków działalności spółki należą:

- urządzenia do sterowania oświetleniem ulicznym
- układy automatycznego sterowania do suszarni drewna.

Sterowniki oświetlenia produkcji Automatex są zainstalowane praktycznie w większości województw w Polsce, a ogólna liczba wszystkich obecnie działających tzw. zegarów astronomicznych przekracza 50 000 sztuk. W dziedzinie układów sterowania firma współpracuje z głównymi producentami suszarni drewna. Od 1994 roku zostało zainstalowanych ponad 1000 układów sterowania, z czego ponad 200 w Rosji, na Białorusi, Ukrainie, Litwie i Łotwie.

Programowalne zegary sterujące

Pierwsza generacja sterowników oświetlenia to programowalne zegary sterujące typu PZS-02 i PZS-03, produkowane w kilku wersjach, także w tzw. wersji kolejowej. Produkcja wszystkich wersji zegarów PZS została zakończona w 2000 roku. Łącznie wyprodukowano ich prawie 22 500 sztuk. Większość wytworzonych wtedy zegarów pracuje do dzisiaj.

▲ Fot. 2. Zegar PZS-03-30L w serwisie po 19 latach pracy

Programowalne sterowniki oświetlenia

W styczniu 2001 roku uruchomiono produkcję nowej generacji sterowników oświetlenia w wersji PSO-02 i PSO-03, w obudowach z mocowaniem na szynę TH35. W kolejnych latach pojawiały się nowe wersje sprzętowe. Modyfikowane było także oprogramowanie. Jedynym niezmiennym elementem, zapewniającym komfort użytkownikom był i jest sposób programowania zegarów i sterowników – przy pomocy programatorów typu PS-03 lub PS-04.
Najnowsza generacja sterowników w wersji PSO-02PD i PSO-03PD została wyposażona w mechanizm automatycznej korekcji temperaturowej układu czasowego, co skutkuje prawie dziesięciokrotnym poprawieniem dokładności czasowej, w stosunku do poprzednio produkowanych sterowników i zapewnia dokładność w przedziale ±2 s/miesiąc dla temperatury od -20 do +60°C.
Dodatkowo umożliwiono programowanie współrzędnych geograficznych z dokładnością do 0,1 stopnia, co zapewnia wyznaczanie czasu wschodu i zachodu słońca z odchyłką od 0 do około 12 s. Dzięki temu sterowniki PSO stanowią znacznie tańszą, praktyczną alternatywę dla sterowników wyposażonych w anteny i odbiorniki sygnału GSM lub GPS.

▲ Fot. 3. Programator PS-04

cebel
CENTRUM BADAŃ LABORATORYJNYCH
KONTROLA JAKOŚCI WYKONANIA
OZNAKOWANIA DROGOWEGO
(POZIOMEGO I PIONOWEGO)
POMIAR BARWY OZNAKOWANIA
BADANIE SZORSTKOŚCI SRT
BADANIA TYPU MM-A SMA, AC, ACWMS (KR 1-7)
I INNE BADANIA Z ZAKRESU BUDOWNICTWA
tel./fax: 81 744 33 03 | biuro@cebel.pl
www.cebel.pl
LABORATORIUM
cebel
POMIAR WSPÓŁCZYNNIKA R_L I Q_d
(WIDZIALNOŚĆ W DZIEŃ I W NOCY)

Eurovia to międzynarodowy lider w zakresie budownictwa drogowego i kolejowego, produkcji kruszyw oraz recyklingu materiałów budowlanych, reprezentujący Grupę VINCI w 15 krajach na świecie. Poprzez realizację lokalnych projektów wspieramy rozwój oraz wzrost konkurencyjności ekonomicznej regionów. Jesteśmy zawsze blisko naszych klientów i użytkowników naszych realizacji – od projektu, poprzez wykonanie oraz późniejsze utrzymanie infrastruktury drogowej. W naszej pracy łączymy przemysł, technologię i kompetencje specjalistów, aby dostarczać naszym klientom optymalnych korzyści.

Budowa i utrzymanie infrastruktury drogowej

Mieszanki mineralno-asfaltowe najwyższej jakości

Bogata oferta kruszyw

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

EUROVIA
VINCI

www.geocomp.krakow.pl

Geocomp®

Z.K.B. Geocomp sp z o.o.
ul. Balicka 18a
30-149 Kraków

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 (NISKO 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

biuro@geocomp.krakow.pl

12 638 70 56 :: 12 638 70 57 :: 12 638 50 11

Geyer & Hosaja Sp. z o.o.

O firmie

Geyer & Hosaja jest jednym z największych producentów gumy we wschodniej części Europy z ponad 25-letnim doświadczeniem, zatrudniającym ponad 700 osób w 4 zakładach produkcyjnych.
Firma zajmuje wiodącą pozycję na rynkach mieszanek gumowych, dywaników samochodowych, opon bieżnikowanych, materiałów do bieżnikowania opon, elementów bezpieczeństwa drogowego, granulatów oraz wielu innych wyrobów z gumy.

Spółka kładzie szczególny nacisk na jakość. Zakłady produkcyjne są objęte rygorystycznymi, międzynarodowymi systemami jakości. Współpracuje z największymi i najbardziej wymagającymi korporacjami z całego świata.

Oferta firmy

Geyer & Hosaja jest znanym i cenionym producentem elementów wykorzystywanych do poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, które dostarcza na teren całej Europy. Aby przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa na drogach, firma wykorzystuje materiały wysokiej jakości.
Firma jest ekspertem w produkcji liniowych i wyspowych progów zwalniających oraz podwyższonych przejść dla pieszych. W asortymencie znajdują się także wysepki drogowe tzw. azyle oraz stabilne podstawy pod znaki drogowe. Geyer & Hosaja produkuje krawężniki i separatory ruchu, znajdujące szerokie zastosowanie m.in. przy pracach drogowych, czasowym lub stałym wyznaczaniu drogi oraz ograniczaniu ruchu.
Firma wytwarza ponadto bardzo wytrzymałe słupki drogowe, wykonane z wysokiej jakości gumy. Ich specjalna kolorystyka sprawia, że są dobrze widoczne na drodze.
Oferta Geyer & Hosaja zawiera także gumowe lemiesze do pługów odśnieżnych.

GEYER & HOSAJA

Geyer & Hosaja Sp. z o.o.
Partynia 12
39-310 Radomyśl Wielki
tel. 14 680 67 00
faks 14 680 67 08
www.geyer-hosaja.com.pl
gh_partynia@geyer-hosaja.com.pl

Dzięki specjalnym mieszankom gumowym, produkty charakteryzują się wysoką wydajnością, trwałością i są trudno ścieralne.

Ochrona środowiska

W trosce o ochronę środowiska Geyer & Hosaja wytwarza produkty na bazie recyklingu gumowego.
Dla potwierdzenia doskonałej jakości oraz bezpieczeństwa, wszystkie wyroby mają certyfikat oraz aprobaty techniczne IBDiM.

GALANTERIA DROGOWA

BARIERY DROGOWE IBF to elementy betonowe, które połączone ze sobą tworzą ochronę dla pojazdów, które po odbiciu wracają do kierunku ruchu. IBF produkuje siedem typów barier, pozwalających na montaż w dowolnej potrzebnej konfiguracji.

SEPARATORY DROGOWE IBF przeznaczone są głównie do przekierowania ruchu kołowego, odgradzania terenu prac budowlanych, zabezpieczenia robót drogowych.
Na życzenie klientów istnieje możliwość umieszczenia własnego logo oraz zmiana koloru separatora.

ELEMENT ŚCIEKOWY jest idealnym uzupełnieniem kostki brukowej jak również wszelkich innych nawierzchni. Nadaje się do odwodnienia placów, tarasów, chodników, ulic, parkingów, oraz innych miejsc publicznych.

KRAWĘŻNIKI są praktycznym, ale i ozdobnym uzupełnieniem kostki brukowej wszelkiego typu. Nadają się na place, tarasy, chodniki, ścieżki parkowe, stacje benzynowe, oraz miejsca publiczne. W ofercie posiadamy: krawężniki drogowe, najazdowe, skośne jak i szeroką gamę obrzeży chodnikowych.

RONDO STONE to rodzaj krawężnika trapezowego stosowany przy budowie rond, skrzyżowań, wysp drogowych oraz zatok. Dzięki RONDO STONE unikamy niszczenia przydrożnej zieleni i trawników a najechanie na krawędź drogi wykonaną z RONDO STONE powoduje, że kierowcy zmniejszają prędkość i powracają na właściwy tor jazdy.

I·B·F

IBF POLSKA Sp. z o.o.
ul.Tadeusza Kościuszki 21
59-700 Bolesławiec

www.ibf.pl

ibf@ibf.pl

Asfalt WMA to ekologiczny produkt, który w testach wykazuje podwyższone właściwości w porównaniu do innych asfaltów. W testach udowodniono, że zastosowanie asfaltu WMA w mieszankach mineralno-asfaltowych zwiększa ich odporność na działanie wody i mrozu bez dodatkowego udziału środka adhezyjnego. W naszych warunkach klimatycznych jest to bardzo pożądana cecha.

ASFALTY WMA
– EKOLOGICZNE I EKONOMICZNE ROZWIĄZANIE

Dobra praktyka

Jednym z najbardziej popularnych trendów technologicznych na świecie jest ograniczenie negatywnego oddziaływania produkcji na środowisko oraz redukcja zużycia energii. Produkcja mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA) w obniżonej temperaturze doskonale wpisuje się w ten nurt.

Światowym liderem stosowania technologii na ciepło WMA są Stany Zjednoczone. Szacunkowe dane za lata 2012 i 2013 świadczą odpowiednio o 24% i 30% udziale omawianej technologii w budowie dróg. W Europie technologia WMA wpisała się na stałe w kanon „dobrych praktyk" budownictwa drogowego. Francuskie Stowarzyszenie Drogowe (USIFR) szczególnie rekomenduje zastosowanie omawianego rozwiązania z udziałem granulatu asfaltowego w składzie MMA.

Zalety mieszanek w technologii na ciepło można podzielić na dwie grupy: związane z fazą produkcji i wykonania oraz związane z fazą eksploatacji nawierzchni. Zastosowanie technologii produkcji mieszanek asfaltowych w obniżonej temperaturze pozwala na obniżanie energochłonności produkcji i wbudowywanie MMA z wykorzystaniem granulatu asfaltowego z recyklingu nawierzchni asfaltowych. Stosując dedykowane lepiszcze asfaltowe (asfalty WMA) uzyskuje się mieszankę MMA o wymaganej urabialności, bez konieczności zwiększania temperatury produkcji powyżej +160°C. Dodatkowo, na każdym etapie procesu wykonania nawierzchni temperatura (produkcji, rozkładania, zagęszczania) może być niższa o 20-30°C w stosunku do temperatury mieszanki wyprodukowanej na bazie standardowego asfaltu. W efekcie uzyskujemy ograniczenie zużycia energii i zmniejszoną emisję gazów cieplarnianych, nieprzyjemnego zapachu oraz pyłów. Obniżenie temperatury technologicznej oznacza niższe zużycie paliwa i niższe koszty produkcji oraz, co warte podkreślenia, zmniejszenie emisji CO_2 i innych substancji. Zyskuje na tym nie tylko środowisko naturalne, ale także osoby, które pracują przy produkcji we wbudowywaniu mieszanek.

Ekologiczny asfalt

W 2014 r. na polskim rynku pojawił się asfalt przeznaczony do budowy i utrzymania dróg w technologii na ciepło – asfalt WMA.

Właściwości techniczne tego produktu są porównywalne do odpowiedników rodzajowych stosowanych w technologii na gorąco i są zgodne z wymaganiami normy PN-EN 12591 i PN-EN 14023. Ponadnormatywne właściwości asfaltu WMA ujawniają się dopiero w kontakcie ze składnikami mineralnymi. Spowodowane jest to efektem działania dodatków chemicznych, które obecne w lepiszczu, obniżają napięcie powierzchniowe na granicy asfalt-kruszywo, tym samym poprawiając efektywność mieszania – urabialność oraz obniżając energię potrzebną do zagęszczania MMA. Asfalt WMA w powiązaniu z kruszywem wykazuje podwyższone właściwości adhezyjne w stosunku do standardowego produktu. Badania adhezji dla wybranych kruszyw z asfaltem 35/50 oraz 35/50 WMA wykonano w laboratorium centralnym firmy Budimex S.A. oraz w Instytucie Badawczym Materiałów Budowlanych.

Lepiszcza asfaltowe WMA pozwalają wyprodukować mieszanki asfaltowe wymagające ulepszonej urabialności ze względu na sposób produkcji, warunki klimatyczne lub skład. Dlatego są szczególnie zalecane do produkcji mieszanek z wykorzystaniem granulatu asfaltowego oraz przy wykonywaniu nawierzchni w miejscach trudno dostępnych (tunele i parkingi podziemne) czy układanych w warunkach obniżonych temperatur.

Zalety WMA

Asfalt WMA jest produktem bezpiecznym, o stabilnych parametrach produkcji i niższych temperaturach technologicznych. Badania wykazały, iż bardzo dobrze sprawdza się w mieszankach z 50% udziałem granulatu asfaltowego. Parametry wyprodukowanej mieszanki były zgodne z wymaganiami WT-2:2014. Zastosowanie asfaltu drogowego WMA zmniejsza szkodliwe oddziaływanie na środowisko naturalne poprzez wykorzystanie materiałów z recyklingu nawierzchni asfaltowych, ograniczenie zużycia energii nawet o 30% oraz redukcję emisji gazów i pyłów wytwarzanych przy produkcji MMA.

Dzięki technologii na ciepło mieszanka mineralno-bitumiczna, mimo obniżenia temperatury, daje się łatwo zagęścić, a wykonana z niej nawierzchnia ma najwyższą jakość, zapewniając również wzmocnioną mrozoodporność i ograniczenie wpływu czynników zewnętrznych na jej właściwości. Niższe temperatury technologiczne powodują również, że barwniki dodane do wykonywania kolorowych nawierzchni asfaltowych nie ulegają degradacji. Wykonana z niego nawierzchnia nadaje się w 100% do recyklingu zgodnie z pierwotnym przeznaczeniem. W przyszłości po sfrezowaniu, doziarnieniu i dodaniu pewnej ilości świeżego asfaltu, można ułożyć ją na nowo. Istotnym proekologicznym aspektem jest też redukcja emisji pyłów i gazów przy produkcji masy bitumicznej. Dzięki obniżeniu temperatury aplikacji ilość szkodliwych oparów zmniejsza się o 75%.

Warto podkreślić, że ze względu na właściwości, asfalty drogowe WMA można stosować podczas prac drogowych w trudnych warunkach atmosferycznych, nawet poniżej 0°C. Dzięki temu budowa i modernizacja infrastruktury jest możliwa poza szczytem sezonu budowlanego, co redukuje utrudnienia i koszt społeczny prac. Tym samym wydłuża się kalendarz robót drogowych i rosną oszczędności firm wykonawczych.

Budując dzisiaj drogi asfaltowe inwestujemy w odnawialne surowce, które za 20-30 lat zostaną użyte ponownie. Dla nikogo nie jest tajemnicą, że pieniędzy na remonty dróg ciągle brakuje. W tej sytuacji już na etapie planowania drogi należy brać pod uwagę jej późniejsze utrzymanie. Istnieją technologie, które przedłużają żywotność nawierzchni. Trzeba tylko się nimi zainteresować.

LOTOS Asfalt Sp. z o.o.
► ul. Elbląska 135 ► 80-718 Gdańsk ► tel. 58 308 72 39 ► faks 58 308 84 49
► Infolinia: 801 345 678 ► www.lotosasfalt.pl ► lotosasfalt@lotosasfalt.pl
LOTOS Asfalt

MENARD POLSKA Sp. z o.o.

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

O firmie

Menard Polska specjalizuje się w kompleksowym rozwiązywaniu problemów geotechnicznych. Oferuje rozwiązania w zakresie wzmacniania podłoża gruntowego oraz remediacji gruntów.
Firma jest częścią grupy Soletanche Freyssinet, która wchodzi w skład konsorcjum VINCI. Spółka Menard Polska prowadzi swoją działalność w oparciu o 3 oddziały z siedzibami w Warszawie, Gdańsku i Krakowie, a także poprzez biura regionalne w Poznaniu i Szczecinie. Celem działalności spółki jest oferowanie usług geotechnicznych na najwyższym poziomie ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa i ekonomiki. Aby temu sprostać firma stosuje analizy numeryczne, precyzyjny system monitoringu, specjalistyczne badania terenowe oraz najnowocześniejszy sprzęt.

Oferta firmy

Menard Polska oferuje specjalistyczne usługi geotechniczne w zakresie projektowania, wykonawstwa, kontroli eksperckiej oraz konsultacji geotechnicznych, które dotyczą wzmacniania podłoża gruntowego oraz remediacji gruntów zanieczyszczonych.
Rozwiązania firmy bazują na najnowocześniejszych technologiach, z których najczęściej stosowane są:

- kolumny CMC
- kolumny DSM
- kolumny DR
- dreny prefabrykowane VD.

Kolumny CMC

Szybkość wykonania, brak urobku oraz niekontrolowane 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.

Kolumny DSM

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

Kolumny DR

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

Perfekcja wykonania

menard

z gruntu innowacyjni

> Jesteśmy wiarygodnym partnerem oferującym kompleksowe rozwiązania z zakresu **wzmacniania gruntu i oczyszczania terenów zanieczyszczonych**
> Mocne podstawy inwestycji to efekt naszych prac
> Motorem napędowym naszego rozwoju jest ciągłe udoskonalanie stosowanych przez nas technologii
> Gwarantujemy to, co w budownictwie jest najważniejsze – **jakość, niezawodność i terminowość**
> Naszym celem jest realizacja każdej inwestycji w wydajny i ekonomiczny dla Klienta sposób

Spotkaj nas w Warszawie, Poznaniu, Krakowie i Trójmieście

Poznaj nas:
www.menard.pl

Inżynier budownictwa

PRAWO

NORMY

TECHNOLOGIE

EKONOMIKA

CIEKAWE REALIZACJE

NAKŁAD KONTROLOWANY
ZWIĄZEK KONTROLI DYSTRYBUCJI PRASY

www.inzynierbudownictwa.pl

Szacuje się, że co roku na drogach całego świata ginie ponad 1,2 miliona osób. Do zdecydowanej większości zdarzeń (blisko 90%) dochodzi w krajach nisko i średnio rozwiniętych, a zdarzenia drogowe stanowią trzecią przyczynę zgonów wśród osób z przedziału wiekowego 30-44 lata. W Polsce, na przestrzeni ostatnich lat, obserwuje się mocny rozwój infrastruktury drogowej, który ma przełożyć się na wzrost bezpieczeństwa, a tym samym spadek kolizji samochodowych.

WZROST ŚWIADOMOŚCI
OCHRONY BUDOWNICTWA DROGOWEGO

Jonasz Wiercioch
Polskie Towarzystwo Cynkownicze

Przyszłość budownictwa dróg w „Kraju nad Wisłą"

Cztery lata temu specjaliści i ekonomiści prognozowali, że rozwój infrastruktury drogowej w Polsce skończy się wraz z rozpoczęciem Euro 2012. Fakt jest jednak taki, że drogi nieustannie powstają i powstawać będą na pewno przez kilka kolejnych lat. Obecnie analitycy przewidują, że w najbliższych czterech latach rynek budownictwa drogowego powinien wzrosnąć o około 10%. Według najnowszego raportu firmy PMR Reaserch „Budownictwo drogowe w Polsce 2015-2020. Inwestycje – Firmy – Statystyki – Prognozy – Ceny" rynek drogowy ma w tym czasie wzrosnąć o co najmniej 10%. Przewiduje się jednak, że to lata 2016-2018 będą charakteryzowały się największym wzrostem w tym sektorze gospodarki.

W raporcie PMR pojawiają się także informacje o aktywności przetargowej uwzględniającej poszczególne województwa. Dzięki przetargom na trasę S6 najbardziej aktywne jest obecnie woj. zachodniopomorskie, które odpowiada za 16% długości tras będących na etapie przetargu. Województwo kujawsko-pomorskie (trasa S5) i dolnośląskie (S3) też notują dwucyfrowe udziały (po ok. 13%). Długoterminowe perspektywy cieszą także we wschodniej części kraju (Podlasie, Lubelszczyzna, Podkarpacie).

Bezpieczeństwo na drogach

Rozbudowa i powstawanie nowych dróg w Polsce z pewnością mocno przyczyni się do wzrostu bezpieczeństwa kierowców. Według najnowszego raportu Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego w 2015 roku po raz kolejny odnotowano poprawę bezpieczeństwa na polskich drogach. Jednak Polska w dalszym ciągu znajduje się wśród państw, w których mieszkańcy narażeni są na największe ryzyko odniesienia ciężkich obrażeń lub śmierci w wyniku wypadku drogowego. W 2015 roku odnotowano najwięcej, bo aż 26% wypadków z udziałem pieszych, 20,6% spowodowanych przez nadmierną prędkość, a 16,9% były wynikiem brawury młodych i niedoświadczonych kierowców. Bezpieczeństwo na drogach związane jest także z infrastrukturą im towarzyszącą taką jak: nowoczesna sygnalizacja świetlna, odpowiednie odpływy udrażniające ujście wody podczas ulew czy odpowiednio zabezpieczone i umiejscowione bariery ochronne. Te ostatnie stosowane są już od lat trzydziestych ubiegłego wieku. Nie powinien więc dziwić fakt, iż na przełomie tych wszystkich lat opracowano wiele systemów różniących się między sobą nie tylko cechami materiałowymi, ale także sposobem pracy czy wskaźnikami ochronnymi. Wytrzymałość barier uwarunkowana jest m.in. odpowiednim ich zabezpieczeniem przeciwko wpływom korozji. Dzięki technologii cynkowania ogniowego wykonana powłoka ochronna w zależności od jej grubości, agresywności środowiska i zniszczeń mechanicznych, wytrzymuje 40-100 lat. Technologia ta przedłuża żywotność samych barier i zwiększa szansę na ich prawidłową pracę podczas kolizji, tym samym przekładając się na wzrost bezpieczeństwa na drodze.

Wypadki drogowe wciąż stanowią znaczną przyczynę zgonów, dlatego bardzo ważne jest odpowiednie kształtowanie otoczenia drogi i dobierania jak najlepszych technologii, które zapewnią prawidłowe i wieloletnie działanie infrastruktury jej otaczającej.

Cynkowanie ogniowe zapewnia długotrwałą ochronę antykorozyjną przy wpływie tak niekorzystnych czynników jak spaliny, błoto, sól drogowa, zmiany temperatury, oddziaływanie wody i słońca, promieniowanie UV, dlatego jest tak powszechnie stosowane.

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

POLSKIE TOWARZYSTWO CYNKOWNICZE

▲ Fot. 1. Autor K. Szymaniak

Firma RETTENMAIER jest znanym producentem naturalnych włókien celulozowych, które mają bardzo szeroki zakres zastosowania. Od wielu lat zaangażowana jest w tworzenie innowacyjnych produktów i technologii również dla drogownictwa. Mieszanki mastyksowo-grysowe SMA znalazły ogromne zastosowanie jako warstwa ścieralna również na polskich drogach, głównie dla wyższej kategorii ruchu.

NAWIERZCHNIE JEDNOWARSTWOWE
Z MIESZANKI SMA DUOPAVE

Wzrastający z roku na rok ruch drogowy wymusza potrzebę poszukiwania nowych, bardziej trwałych nawierzchni drogowych. Dotyczy to głównie dróg powiatowych i gminnych, które zarządzane są przez samorządy. W większości nie mają one odpowiednich parametrów technicznych oraz nie zapewniają odpowiedniego bezpieczeństwa użytkownikom. Na drogach tych występują przede wszystkim problemy:

- z nośnością konstrukcji nawierzchni
- brakiem równości podłużnej i poprzecznej
- uszkodzeniem nawierzchni (spękania, wykruszenia).

▲ Fot. 2. Autor K. Szymaniak

Mieszanka SMA Duopave (SMA 16 JENA)

Z jednej strony wzrost wymagań dotyczący jakości nawierzchni drogowych, a z drugiej stały niedobór środków na realizację inwestycji na drogach samorządowych, wymuszają poszukiwanie nowoczesnych i zarazem tanich rozwiązań w zakresie utrzymania, modernizacji i budowy infrastruktury komunikacyjnej.
Mieszanki układane w jednej warstwie SMA Duopave (SMA 16 JENA) stały się bardzo dobrym wyborem dla samorządów. Technologia ta pozwala na trwałą, szybką i ekonomiczną poprawę infrastruktury drogowej.

Zalety nawierzchni a aspekt trwałości

- SMA Duopave (SMA 16 JENA) to mieszanka trwała i odporna na odkształcenia plastyczne, cechująca się wysoką odpornością na koleinowanie (spełnia wszystkie wymogi stawiane mieszankom dla dróg administrowanych, także przez GDDKiA do kategorii KR7).
- Warstwa wiążąca i ścieralna w jednej warstwie o grubości 4-10 cm.
- Monolityczność warstwy poprawia konstrukcję nawierzchni.
- Łatwość uzyskania odpowiednich wskaźników zagęszczenia dzięki grubszej warstwie.
- Wysoka i trwała szorstkość nawierzchni – krótsza droga hamowania.

Zalety nawierzchni a aspekt ekonomiczny

- Jedno przejście rozkładarki.
- Jedno skropienie międzywarstwowe.
- Możliwość zastosowania granulatu asfaltowego.
- Zastosowanie asfaltów drogowych i wielorodzajowych.
- Krótszy czas remontu – do 24 h
  - krótszy czas zajęcia pasa ruchu
  - krótszy czas stosowania tymczasowego oznakowania
  - krótszy czas wprowadzenia tymczasowej organizacji ruchu.

Więcej informacji nt. mieszanki SMA Duopave (SMA 16 JENA) zamieszczone jest w poradniku, który można zamówić wysyłając e-mail na adres viatop@jrs.pl

RETTENMAIER Polska Sp. z o.o.
► ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. 7B ► 02-366 Warszawa
► tel. 22 608 51 10, 600 425 425 ► faks 22 608 51 51 ► www.jrs.de ► jrs@jr.pl

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

Krzysztof Knop
SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.

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 wyłączania 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 wchodzą emulsje i zaprawy kontaktowe, zaprawy do układania i spoinowania kostki granitowej, układania krawężników, zaprawy do podlewania elementów oraz masy uszczelniające 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 ściskanie oraz odrywanie. W wybranych produktach osiągają wartość ok. 70 N/mm^2. Takie rozwiązania dają pewne i długotrwałe efekty, również z ekonomicznego punktu widzenia.

SCHOMBURG Polska Sp. z o.o.
► ul. Sklęczkowska 18A ► 99-300 Kutno ► tel. 24 254 73 42 ► faks 24 253 64 27
► www.schomburg.pl ► biuro@schomburg.pl
SCHOMBURG

Stalprodukt S.A.
Stale zwiększamy wartość
www.stalprodukt.com.pl
market@stalprodukt.com.pl
tel.: 14 615 10 00
BEZPIECZEŃSTWO

SUBGEO

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

▲ Fot. 1. Georadar 3D RADAR

O firmie

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

Badania nieniszczące

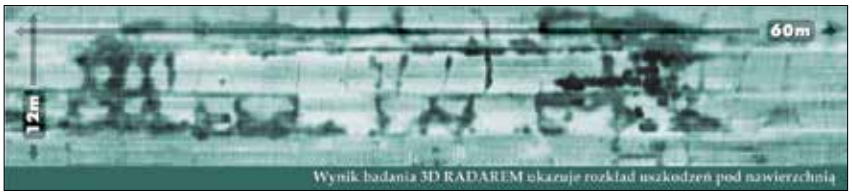
Firma Subgeo wykonuje nieniszczące badania georadarowe w zakresie:

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

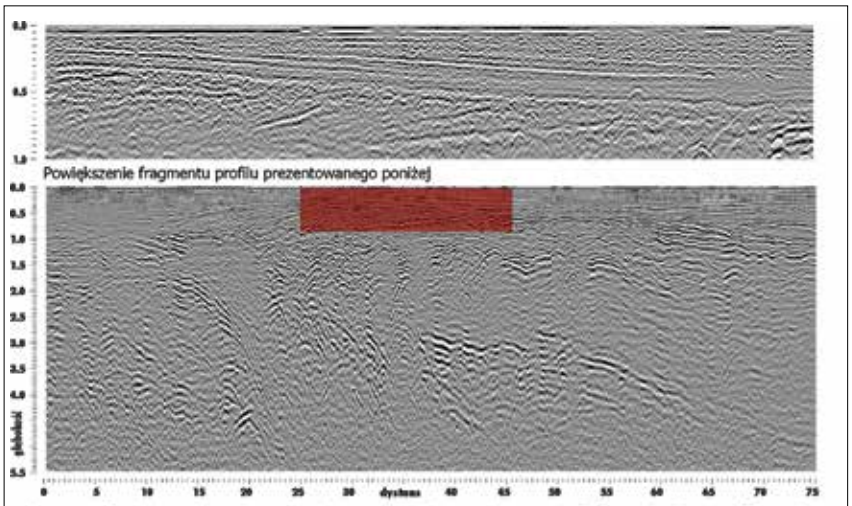
3D RADAR – nowa generacja GPR

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

3D RADAR jest jednostką wielokanałową, dzięki czemu możliwe jest otrzymanie kilkudziesięciu profili w odległości 7,5 cm od siebie. Szybkość, jakość i ilość danych gromadzonych, w stosunku do zwykłych georadarów, jest nieporównywalnie większa co pozwala na akwizycję danych z prędkością np. 100 km/h oraz wizualizację wyników 3D w czasie rzeczywistym. Znajduje to szereg zastosowań w badaniach obiektów liniowych (drogi, koleje, infrastruktura), jak i wielkoobszarowych.



Wynik badania 3D RADAREM ukazuje rozkład uszkodzeń pod nawierzchnią



Jeden z 29 pofili wykonanych w czasie jednokrotnego przejazdu 3D radarem z prędkością 30 km/h. Nieporównywalna ilość informacji w stosunku do zwykłych radarów impulsowych. Jeden profil zawiera informacje, które są odpowiednikiem kilku skanów wykonanych antenami 250, 500, 800/900 MHz oraz 1.2, 1.5/1.6, 2 i 3 GHz.

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

Berliński producent TERRATEST oferuje płyty dynamiczne, mierniki do badania zagęszczenia i kontroli nośności gruntu na budowie. Samodzielne badania nowoczesnymi płytami TERRATEST umożliwiają uniknięcie szkód i kosztów spowodowanych osiadaniem i optymalizują zagęszczanie.

PŁYTA DYNAMICZNA TERRATEST® DO KONTROLI ZAGĘSZCZENIA GRUNTU

Sławomir Furmańczuk
TERRATEST GmbH

Firma ma w swojej ofercie płyty dynamiczne pozwalające szybko, precyzyjnie i samodzielnie kontrolować i dokumentować jakość zagęszczania na budowie:

- TERRATEST 4000 VOICE – lekka płyta dynamiczna w pełni wyposażona all-inclusive
- TERRATEST 5000 BLU – lekka płyta dynamiczna z bezprzewodową transmisją danych pomiarowych eliminującą połączenie kablowe
- TERRATEST MFG 2.0 – średniociężka płyta dynamiczna, dopuszczona w zakresie E_{vd} od 30 MN/m^2 do 150 MN/m^2, do określania nośności warstw o wysokiej sztywności.

Lekkie płyty dynamiczne

Urządzenia służą do optymalnej i szybkiej metody kontroli zagęszczenia gruntu. Charakteryzują się długowiecznością mimo pracy w niesprzyjających warunkach atmosferycznych. Produkty wykonano z wytrzymałej stali. Miernik obsługiwany jest zewnętrznym przyciskiem i znajduje się w odpornej obudowie IP53, dzięki której chroniony jest przed deszczem, piachem i kurzem. Płyty produkowane w Niemczech odpowiadają najwyższym standardom jakościowym, co sprawia, że przy zakupie urządzeń TERRATEST® użytkownicy inwestują w dojrzałą, zachowującą wartość i trwałą technikę budowlaną.

Organizacja kontrolna TÜV-Rheinland certyfikowała lekkie płyty obciążane dynamicznie TERRATEST® i są one obecnie jedynymi na świecie z certyfikatem TÜV-GS. Mają też m.in. certyfikację UL dla północnej Ameryki i certyfikację CSA dla Kanady. Wyposażenie all-inclusive wszystkich modeli zawiera: system GPS, drukarkę, pamięć wewnętrzną oraz pendrive USB do zapisywania danych, akumulator o dużej pojemności (2000 pomiarów lub 600 wydruków), tryb wprowadzania tekstu, a także nawigację głosową, która za pomocą wyraźnie wypowiadanych instrukcji kieruje działaniami operatora i ogłasza wynik pomiaru.

TERRATEST 5000 BLU

Dotychczas piętą achillesową płyt dynamicznych był kabel pomiarowy łączący płytę z elektroniką. Berlińska firma TERRATEST, eliminując przewód, jako pierwsza na świecie produkuje urządzenia przekazujące dane pomiarowe bezprzewodowo za pomocą Bluetooth. Unikatowe cechy TERRATEST 5000 BLU to między innymi: szybkie i stabilne połączenie Bluetooth, sygnalizujące stan jaskrawe diody LED i bezpłatna aplikacja w systemie Android. Płyta może być wygodnie obsługiwana smartfonem, a dokumentacja cyfrowa w formacie PDF wraz ze zdjęciami terenu, współrzędnymi GPS i innymi danymi może być przekazywana z budowy w czasie rzeczywistym. W aplikacji przewidziano możliwość edycji danych pomiarowych takich jak: położenie obiektu, zleceniodawca, charakterystyka gruntu, nazwa pliku. Istnieje także opcja dodawania komentarzy. Dzięki aplikacji można również nawiązać kontakt telefoniczny lub mailowy z serwisem TERRATEST®.

TERRATEST GmbH
► Friedrich-Wolf-Strasse 13 ► 16515 Oranienburg OT Lehnitz, Niemcy
► tel. +48 793 049 094 ► www.plyta-dynamiczna.pl ► info@plytadynamiczna.pl
TERRATEST®

Tree Capital Sp. z o.o.

Tree Capital Sp. z o.o.
Łubna 50C
05-532 Baniocha
tel. 22 757 40 03
www.tree.com.pl
biuro@tree.com.pl

▲ Fot. 1. Rozbiórka estakady Trasy Łazienkowskiej, Warszawa

O firmie

Firma powstała w 2000 r. pod nazwą Tree Sp. z o.o. Swoją działalność w branży budowlanej rozpoczęła od drobnych robót ziemnych na terenie województwa mazowieckiego. Z czasem, gdy oczekiwania rynku zaczęły wzrastać, firma zwiększyła zakres robót ziemnych i postawiła na rozwój działalności w zakresie prac wyburzeniowych oraz recyklingu materiałów porozbiórkowych.

Założyciele nie przypuszczali, że za kilkanaście kolejnych lat będą mogli pozwolić sobie na komfort wyboru, która rozbiórka jest bardziej wymagająca, a która spektakularna, czy warto angażować sprzęt w krótkotrwałe prace ziemne.

Obecnie, gdy firma jest większa i tworzy grupę spółek pod roboczym szyldem Grupa Tree, kontrakty wybierane są staranniej, z naciskiem na bezpieczeństwo prowadzonych prac, ale w dalszym ciągu z tą samą pasją i ciekawością, które towarzyszyły od samego początku.

Do każdej rozbiórki prowadzonej, czy to w gęstej zabudowie miejskiej, czy wręcz przeciwnie, na pustym terenie, pracownicy przygotowują się bardzo dokładnie. Wieloletnie doświadczenie firmy niewątpliwie pozwala na wyeliminowanie niepotrzebnego ryzyka i brawury, a także pobudza wyobraźnię w kwestii przewidywania możliwych wariantów zachowania się rozmaitych obiektów czy wyburzanych konstrukcji.

Firma zatrudnia wykwalifikowanych pracowników, ale i również osoby, które stawiają swoje pierwsze kroki w branży budowlanej, w tym operatorów maszyn, kierowców, brygadzistów, mechaników, pracowników fizycznych i inżynierów.

Zaplecze techniczne

Grupa Tree dysponuje sprzętem budowlanym (ok. 100 szt.), do którego zaliczają się m.in.: maszyny budowlane, samochody ciężarowe, uciągi do transportu ciężkiego sprzętu, cysterny, a także ciągniki rolnicze. Wszystkie maszyny są renomowanych marek, takich jak Caterpillar, Volvo, Scania, Powerscreen, Atlas Copco, Fendt.

Najważniejsze realizacje

Do tej pory firma z sukcesem zrealizowała m.in.:

- rozbiórkę kompleksu budynków o łącznej kubaturze 70 000 m^3 należących do Mennicy Polskiej S.A. w Warszawie
- rozbiórki elementów drogowych na potrzeby przebudowy trasy tramwajowej na odcinku Dworzec Wileński-Żerań Wschodni w Warszawie
- rozbiórkę budynków biurowych na terenie kompleksu TVP S.A. przy ul. J. P. Woronicza 17 w Warszawie
- rozbiórkę części nadziemnej DT Sezam o kubaturze 31 461 m^3 przy ul. Marszałkowskiej 126/134 w Warszawie
- prace budowlane polegające na przywróceniu pierwotnej geometrii lewego barku Fortu V Włochy w Warszawie (etap I i II).

Aktualnie firma realizuje ponad 30 kontraktów jednocześnie, w tym m.in.:

- rozbiórkę 12-kondygnacyjnego budynku „F" SGH przy al. Niepodległości 164 w Warszawie
- rozbiórkę 13-kondygnacyjnego budynku biurowego Uniwersal przy Al. Jerozolimskich 44 w Warszawie
- rozbiórkę 11-kondygnacyjnego budynku biurowego TAMEX przy ul. Tamka 38 w Warszawie
- rozbiórkę kamienicy przy ul. Foksal 13 i 15 w Warszawie
- rozbiórkę 4-kondygnacyjnego budynku dydaktycznego Wydziału Neofilologii UW.

▲ Fot. 2. Rozbiórka trasy tramwajowej, Warszawa

▲ Fot. 3. Recykling materiałów porozbiórkowych

VIA POLONIA

FRANKI FUNDAMENTY S.A.

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.

Ekrany akustyczne stosowane przez Via Polonia wyróżniają się wzornictwem harmonizującym z otoczeniem.

Franki Fundamenty S.A. należy do czołowych firm inżynieryjnych 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:

- projektowanie i budowa ekranów akustycznych, przeciwolśnieniowych, 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.

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 przeciwfiltracyjne i uszczelnienia (WIPS, DSM, jet grouting, trencher)
- projektowanie, badanie ciągłości i nośności, próbne obciążenia

Via Polonia S.A.
ul. Bystra 7, 61-366 Poznań
tel. (+48) 61 876 27 00
e-mail: viapolonia@viapolonia.com

www.viapolonia.com

FRANKI FUNDAMENTY S.A.
ul. Bystra 7, 61-366 Poznań
tel. (+48) 61 853 15 66
e-mail: franki@franki.pl

www.franki.pl

VISTAL GDYNIA S.A.

VISTAL GDYNIA S.A.
ul. Hutnicza 40
81-061 Gdynia
tel. 58 783 37 04
faks 58 783 37 05
www.vistal.pl, info@vistal.pl

O firmie

Grupa Vistal, wiodący na polskim rynku producent specjalistycznych wielkogabarytowych, konstrukcji stalowych o najwyższej jakości, zajmujący się także ich montażem, rozszerzyła ofertę swoich usług o generalne wykonawstwo.

Od chwili powstania Vistal Gdynia S.A. w 1991 r. strategia rozwoju spółki polega na systematycznym powiększaniu zarówno oferty produktowej, jak i zakresu świadczonych usług. Firma, bazując na doświadczeniu zdobytym przede wszystkim w produkcji stalowych konstrukcji mostów i wiaduktów, stopniowo rozszerzała działalność o nowe segmenty, takie jak: marine (m.in. kadłuby specjalistycznych jednostek pływających), offshore (konstrukcje stalowe związane z wydobyciem ropy i gazu z dna morskiego), budownictwo specjalistyczne (konstrukcje stalowe dla obiektów sportowych, przemysłowych, hydrotechnicznych), a także energetyka (m.in. wieże linii energetycznych i telekomunikacyjnych).

Kompetencje zdobyte dzięki montażowi tych konstrukcji, szczególnie w sektorze infrastruktury, umożliwiły Vistalowi zaprezentowanie się rynkowi także w roli generalnego wykonawcy.

Jak podkreśla Ryszard Matyka, prezes zarządu spółki, dotychczasowe doświadczenia firmy pozwalają stwierdzić, iż jako generalny wykonawca jest w stanie uzyskać na projektach wyższą marżę, niż w przypadku podobnych inwestycji, w których jest podwykonawcą.

Realizacje w infrastrukturze komunikacyjnej

Od pewnego czasu spółka bierze udział w przetargach publicznych oraz ofertowaniu projektów dla czołowych firm z branży krajowej infrastruktury drogowej i kolejowej, występując w nich w formule generalnego wykonawcy. Jej strategia zakłada intensyfikację obecności w tego typu przedsięwzięciach.

W 2015 r. Vistal, jako generalny wykonawca, zakończył na zlecenie PKP PLK przebudowę mostu kolejowego na Warcie w Poznaniu. Był to pierwszy projekt zrealizowany przez spółkę w tej formule w sferze infrastruktury kolejowej. Kolejnym jest, dobiegający właśnie końca, remont kolejowej trakcji mostu Gdańskiego w Warszawie.

W zakresie infrastruktury drogowej projektami realizowanymi obecnie przez Vistal w formule generalnego wykonawstwa są m.in. przebudowa estakady w ciągu drogi krajowej nr 22 koło Elbląga dla oddziału GDDKiA w Olsztynie oraz budowa kładki dla pieszych w Radomiu dla Zarządu Dróg Miejskich. Ponadto w marcu 2016 r. firma podpisała z Zarządem Dróg Wojewódzkich w Krakowie umowę na budowę ponad dwukilometrowej obwodnicy miasta Skawiny wraz z 400-metrową estakadą.

Wszelkie prace związane z produkcją, montażem oraz zabezpieczeniem antykorozyjnym konstrukcji stalowych spółka wykonuje we własnym zakresie. Pozostałe roboty prowadzone są we współpracy ze sprawdzonymi podwykonawcami.

Według opinii zleceniodawców budowa wszystkich wspomnianych obiektów jest realizowana terminowo, zgodnie z założeniami i zachowaniem wysokiej jakości wykonanych robót. Vistal zbiera pozytywne referencje, które zapewne będą

użyteczne w kolejnych postępowaniach przetargowych.

Infrastruktura drogowa i kolejowa niewątpliwie pozostanie głównym obszarem aktywności spółki jako generalnego wykonawcy. Firma nie zaniedbuje jednak innych sfer, w których może efektywnie wykorzystywać swoje doświadczenie i kompetencje. Vistal uczestniczy w modernizacji budowli i urządzeń zbiornikowych elektrowni wodnej w Nysie, w ramach projektu „Modernizacja zbiornika wodnego Nysa w zakresie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego".

Ponadto bierze udział w przetargach ogłaszanych przez podmioty podległe Ministerstwu Obrony Narodowej na realizację obiektów o charakterze wojskowym.

Wyspecjalizowana spółka zależna

W celu zwiększenia elastyczności i efektywności w pozyskiwaniu kontraktów, dział generalnego wykonawstwa został w marcu 2016 r. wydzielony ze struktury Vistal Gdynia S.A. i przeniesiony do spółki zależnej Vistal Infrastructure, w której skoncentrowane są kompetencje Grupy w zakresie budownictwa kolejowego, mostowego i drogowego.

Ta reorganizacja ma również ułatwić przeniesienie formuły generalnego wykonawstwa na rynek skandynawski, na którym Grupa obecna jest od wielu lat, budując na nim zarówno obiekty komunikacyjne tj. kładki dla pieszych i mosty, jak i konstrukcje dla segmentu offshore tj. elementy platformy wiertniczej Statoil na polu Johan Sverdrup na norweskim szelfie Morza Północnego.

Ryszard Matyka
– prezes zarządu

Jestem przekonany, że nasze kompetencje pozwalają nam skutecznie konkurować na trudnym rynku zamówień publicznych. Swoje największe szanse upatrujemy w przetargach średniej wielkości. Również w rozszerzonej formule „zaprojektuj i zbuduj". W takich przetargach ważną rolę odgrywa myśl inżynierska, która stanowi o istotnej przewadze konkurencyjnej i niewątpliwie jest naszą mocną stroną.

Mamy wyjątkowe, unikalne know-how w dziedzinie budowy obiektów stalowych, odpowiednie możliwości technologiczne oraz znakomitych fachowców – menedżerów i inżynierów. Te konstrukcje jesteśmy w stanie wykonać całościowo wyłącznie własnymi siłami. Potrafimy je również projektować stosując optymalne rozwiązania, łączące odpowiednią jakość z możliwie najniższym kosztem realizacji.

Katalog bezpłatny dla członków PIIB

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

Zamów teraz!

katalog inżyniera

technologie | produkty | firmy

edycja 2016/2017

Ilość egzemplarzy ograniczona.
Decyduje kolejność zgłoszeń.

Złóż zamówienie – wypełnij formularz na stronie

www.kataloginzyniera.pl

Zakłady Produkcji Kruszyw Rupińscy Spółka Jawna

O firmie

Przedsiębiorstwo Zakłady Produkcji Kruszyw Rupińscy Spółka Jawna powstało w 1995 roku. Podstawowym zakresem działalności jest wydobywanie, uszlachetnianie i sprzedaż kruszyw. Przedsiębiorstwo jest największym producentem kruszyw w północno-wschodniej Polsce. Oferowane przez firmę kruszywa mają zastosowanie w produkcji betonów oraz w drogownictwie.

Dodatkową działalnością spółki jest produkcja wysokiej jakości wyrobów prefabrykowanych, jak na przykład kostka brukowa i elementy drogowe (krawężniki, korytka odwadniające, płyty ażurowe).

Ofertę przedsiębiorstwa uzupełniają usługi świadczone sprzętem budowlanym, takim jak: koparki, ładowarki, wozidła przegubowe, spycharki.

Ponadto, dzięki dobrze rozwiniętej własnej flocie transportowej, przedsiębiorstwo oferuje kompleksowe usługi w zakresie dostaw produkowanych wyrobów. W zależności od wymagań klienta kruszywa dostarczane są transportem kołowym (samochody ciężarowe) bądź kolejowym.

Kruszywa

W ciągłej sprzedaży w kopalniach należących do spółki Zakłady Produkcji Kruszyw Rupińscy oferowane jest kruszywo spełniające wymogi zharmonizowanych norm europejskich:

- PN-EN 12620 Kruszywa do betonu
  - kruszywo drobne (piasek): 0/2; 0/4
  - kruszywo grube (żwir okrągły): 2/8; 8/16; 2/16; 16/31,5
  - kruszywo grube łamane (żwir kruszony): 2/5,6; 5,6/8; 5,6/11,2; 8/11,2; 11,2/16; 11,2/22,4; 16/22,4
- PN-EN 13043 Kruszywa do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu
  - piasek łamany: 0/2
  - kruszywo o ciągłym uziarnieniu: 0/4; 0/5,6
  - kruszywo grube łamane (żwir kruszony $C_{50/10}$, $C_{50/30}$): 2/5,6; 2/6,3; 2/8; 5,6/8; 5,6/11,2; 6,3/12,5; 8/11,2; 8/16; 11,2/16; 11,2/22,4; 16/22,4
  - kruszywo grube łamane (grysy $C_{95/1}$, $C_{90/1}$): 2/5,6; 2/6,3; 5,6/8; 6,3/12,5; 8/11,2; 5,6/11,2; 11,2/16; 11,2/22,4
- PN-EN 13242 Kruszywa do związanych i niezwiązanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
  - kruszywo łamane o ciągłym uziarnieniu: 0/8 ($C_{50/10}$, $C_{50/30}$); 0/31,5 ($C_{90/3}$, $C_{50/10}$, $C_{50/30}$)
  - kruszywo o ciągłym uziarnieniu (naturalne): 0/8; 0/16; 0/22,4; 0/31,5.

Prefabrykaty

Produkowane przez ZPK Rupińscy prefabrykaty betonowe dedykowane są zarówno dla firm, instytucji, jak i klientów indywidualnych pragnących zagospodarować przydomowe otoczenie. Ofertę wyrobów betonowych stanowi szeroka gama kostek brukowych, płyt ogrodowych i tarasowych, palisady, jak również obrzeża proste i łukowe.

Zakłady Produkcji Kruszyw Rupińscy Spółka Jawna
ul. Przemysłowa 28
18-305 Szumowo
tel. 86 476 81 22, 86 476 81 31
www.zpkszumowo.pl
biuro@zpkszumowo.pl

Asortyment firmy obejmuje także produkty dedykowane dla użyteczności publicznej i drogownictwa: płyty chodnikowe, krawężniki, korytka odwadniające oraz wyroby służące do zabudowy skarp.

Wyroby prefabrykowane ZPK Rupińscy charakteryzuje najwyższa jakość: są wytrzymałe na uszkodzenia mechaniczne oraz odporne na działanie niekorzystnych warunków atmosferycznych.

Standardy CSR

Działania pro-ekologiczne są bardzo ważnym aspektem działalności firmy. Produkując kruszywa czy prefabrykaty przedsiębiorstwo stara się w jak najwyższym stopniu ograniczać negatywny wpływ na tereny objęte wydobyciem. Zakłady Produkcji Kruszyw są społecznie odpowiedzialnym przedsiębiorstwem. Dbałość o czyste i przyjazne środowisko jest jednym z priorytetów działalności. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii i maszyn, ZPK już na etapie produkcji znacznie obniża emisję spalin, nieczystości oraz racjonalnie dysponuje energią elektryczną.

INDEKS
firm

Spis artykułów zamieszczonych w dziale KOMPENDIUM WIEDZY

Nazwa	Autor	Tytuł artykułu	Strona
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie	dr inż. **Stanisław Majer**	Odwodnienie dróg i ulic – zagadnienia techniczne	6-10
Politechnika Lubelska, Katedra Dróg i Mostów	dr inż. **Janusz Bohatkiewicz**	Metody i sposoby ochrony przed hałasem drogowym	11-15
Politechnika Krakowska	dr inż. **Marek Pańtak**	Kładki dla pieszych – kształtowanie i projektowanie	16-21
Instytut Badawczy Dróg i Mostów	dr inż. **Cezary Kraszewski** mgr inż. **Beata Gajewska**	Metody ustalania nośności podłoża drogowego – wymagania i badania	22-25

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

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
ANDREAS STIHL Sp. z o.o. Sady, ul. Poznańska 16 62-080 Tarnowo Podgórne	tel. 61 816 62 00 (01) faks 61 816 62 02 www.stihl.pl poczta@stihl.pl	Marka najczęściej sprzedawanych pilarek na świecie. W ofercie znajdują się urządzenia spalinowe, akumulatorowe i elektryczne do pielęgnacji zieleni STIHL i VIKING, takie jak: pilarki, kosy, kosiarki, przecinarki, nożyce do żywopłotów i inne.	II okładka
AUTOMATEX Sp. z o.o. **Zakład Automatyki i Elektroniki** ul. Pucka 29 60-454 Poznań	tel. 61 868 95 09 tel./faks 61 867 12 30 www.automatex.com.pl biuro@automatex.com.pl	Specjalizuje się w opracowywaniu i produkcji mikroprocesorowych urządzeń sterowania, regulacji i nadzoru do zastosowań przemysłowych. Głównie są to urządzenia do sterowania oświetleniem ulicznym oraz układy automatycznego sterowania do suszarni drewna.	28, 36
Centrum Badań Laboratoryjnych CEBEL sp. z o.o. ul. Antoniny Grygowej 23 20-260 Lublin	tel./faks 81 744 33 03 www.cebel.pl biuro@cebel.pl	Jako niezależne laboratorium kontrolno-badawcze oferuje zarówno prowadzenie kompleksowej obsługi laboratoryjnej inwestycji, jak też kontrolne badania jednostkowe. Jest członkiem Klubu Polskich Laboratoriów Badawczych POLLAB zarejestrowanym pod nr 864.	31, 37
EUROVIA POLSKA S.A. Bielany Wrocławskie, ul. Szwedzka 5 55-040 Kobierzyce Biuro Zarządu: ul. W. Łokietka 79 31-280 Kraków	tel. 71 380 03 00 (Wrocław) wroclaw@eurovia.pl tel. 12 420 00 52 wew. 121 (Kraków) office.board@eurovia.pl www.eurovia.pl	Eurovia wchodzi w skład Grupy VINCI. W Polsce zajmuje się wykonawstwem robót drogowych, obiektów inżynierskich oraz produkcją materiałów dla budownictwa: emulsji asfaltowych, asfaltów modyfikowanych, mieszanek mineralno-asfaltowych oraz kruszyw.	31, 38
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.	30, 39

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
Geyer & Hosaja Sp. z o.o. Partynia 12 39-310 Radomyśl Wielki	tel. 14 680 67 00 faks 14 680 67 08 www.geyer-hosaja.com.pl gh_partynia@geyer-hosaja.com.pl	G&H to największy producent wyrobów gumowych w Polsce z 25 letnim doświadczeniem (45 000 t/rok wyrobów, 70% export). Jedną z wielu grup produktowych są wyroby bezpieczeństwa drogowego. Wysoka jakość produktów sprawia, że jest jednym z liderów w Europie.	28, 40
IBF Polska Sp. z o.o. ul. Kościuszki 21 59-700 Bolesławiec	tel. 75 732 40 31 faks 75 732 40 34 www.ibf.pl ibf@ibf.pl	Producent dachówek, kostki brukowej, płyt chodnikowych, systemów kominowych, barier drogowych, podłóg szczelinowych i betonu towarowego. Nowoczesne urządzenia używane przy produkcji wraz z wykwalifikowanym personelem zapewniają wysoką jakość wyrobów.	28, 41
LOTOS Asfalt Sp. z o.o. ul. Elbląska 135 80-718 Gdańsk	tel. 58 308 72 39 faks 58 308 84 49 Infolinia: 801 345 678 www.lotosasfalt.pl lotosasfalt@lotosasfalt.pl	LOTOS Asfalt Sp. z o.o. to jeden z największych producentów asfaltu w Europie. Spółka powstała w 2004 r. i od początku koncentruje swoją działalność na produkcji asfaltów i lepiszczy asfaltowych.	42-43, IV okładka
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 wzmacniania podłoża, fundamentowania specjalnego oraz remediacji zanieczyszczonych gruntów i wód od projektu do realizacji. Firma należy do grupy Soletanche Freyssinet, wchodzącej w skład konsorcjum Vinci.	32, 44-45
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.	32, 47
RETTENMAIER Polska Sp. z o.o. ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. 7B 02-366 Warszawa	tel. 22 608 51 10, 600 425 425 faks 22 608 51 51 www.jrs.de jrs@jr.pl	Producent stabilizatorów do mieszanek mineralno-asfaltowych typu SMA. Firma ma cztery zakłady produkcyjne. Poprzez dział innowacji i rozwoju oraz długoletnią tradycję obsługi klienta przekazuje swoim kontrahentom najwyższe standardy jakości.	29, 48
SCHOMBURG Polska Sp. z o.o. ul. Sklęczkowska 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 wyłożeń ceramicznych, domieszek i dodatków do betonu, rozwiązań dla budownictwa przemysłowego i inżynieryjnego.	29, 49
STALPRODUKT S.A. ul. Wygoda 69 32-700 Bochnia	tel. 14 615 10 00 faks 14 615 11 18 www.stalprodukt.com.pl market@stalprodukt.com.pl	Wiodący producent i eksporter wysoko przetworzonych wyrobów ze stali: blach elektrotechnicznych transformatorowych, kształtowników giętych na zimno, barier drogowych i rdzeni toroidalnych.	32, 50

Nazwa firmy/adres	Kontakt	Profil działalności	Strona
SUBGEO Jarosław Majewski Wilczyce, ul. Borowa 28A 51-361 Wrocław	tel. 509 991 313 www.subgeo.eu info@subgeo.eu	Specjalizuje się w nieniszczących badaniach oceny stanu technicznego konstrukcji oraz dróg. Działa również na rynku jako producent oprogramowania do obróbki danych georadarowych. Wyłączny dystrybutor firmy Wmetro – producenta 3D RADARU.	29, 51
TERRATEST GmbH Friedrich-Wolf-Strasse 13 16515 Oranienburg OT Lehnitz NIEMCY	tel. +48 793 049 094 faks +49 3301 57 87 530 www.plyta-dynamiczna.pl info@plytadynamiczna.pl	TERRATEST® – berliński producent płyt dynamicznych, mierników do badania zagęszczenia i nośności gruntu TERRATEST 4000 USB all-inclusive, TERRATEST 5000 BLU z Bluetoothem i średniociężkiej płyty TERRATEST MFG 2.0 do badań w zakresie E_{vd} 30-150 MN/m^2.	30, 53
Tree Capital Sp. z o.o. Łubna 50C 05-532 Baniocha	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 porozbiórkowych, dystrybucja kruszyw, wynajem maszyn budowlanych, usługi transportowe.	30, 54
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 trocinobetonu, szkła mineralnego Advaglass, betonu, typu zielona ściana.	33, 55
VISTAL GDYNIA S.A. ul. Hutnicza 40 81-061 Gdynia	tel. 58 783 37 04 faks 58 783 37 05 www.vistal.pl info@vistal.pl	Producent wielkogabarytowych konstrukcji stalowych z zakresu infrastruktury oraz budownictwa kubaturowego. Oferuje kompleksową realizację wraz montażem, a także generalne wykonawstwo w zakresie projektów drogowych.	31, 56-57
Zakłady Produkcji Kruszyw Rupińscy Spółka Jawna ul. Przemysłowa 28 18-305 Szumowo	tel. 86 476 81 22, 86 476 81 31 www.zpkszumowo.pl biuro@zpkszumowo.pl	Podstawowym zakresem działalności przedsiębiorstwa jest wydobywanie, uszlachetnianie i sprzedaż kruszyw mających zastosowanie w produkcji betonów oraz w drogownictwie. Dodatkową działalnością jest produkcja wysokiej jakości wyrobów prefabrykowanych.	59

INNOWACYJNY ASFALT

DO BUDOWY DRÓG
W TECHNOLOGII NA CIEPŁO WMA

NOWOŚĆ

WMA

WIĘCEJ MOŻLIWOŚCI ASFALTU

Wykorzystanie Materiału z Recyklingu

Wydłużenie Sezonu Budowlanego

Oszczędność Energii

www.lotosasfalt.pl

LOTOS