



Kruszywa dla kolei



tekst: **prof. dr hab. inż. WIESŁAW KOZIÓŁ**, Sieć Badawcza ŁUKASIEWICZ, Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejscowy w Katowicach

W Polsce po wstąpieniu do Unii Europejskiej trwa intensywna rozbudowa i modernizacja infrastruktury drogowej i kolejowej. Największym programem, w ramach którego realizowane są inwestycje drogowe i kolejowe, jest Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko, w którym w perspektywie finansowej 2014–2020 na ten cel przeznaczono wraz z wkładem krajowym ponad 32 mld €. Środki na projekty infrastrukturalne znajdują się także w funduszu łącząc Europę (*Connecting Europe Facility* – CEF), Programie Operacyjnym Polska Wschodnia 2014–2020, w 16 programach regionalnych oraz programach krajowych. W sumie w perspektywie 2014–2023 planowanych jest do wydania 135 mld zł na drogi krajowe i – po niedawnej aktualizacji finansowej *Krajowego programu kolejowego* – blisko 70 mld zł na sieć kolejową.



Ryc. 1a. Tłuczeń bazaltowy 31,5/63 Ryc. 1b. Tłuczeń porfirowy 31,5/50

oraz bardziej szczegółowo wytycznymi Instytutu Kolejnictwa i innymi dokumentami [2], w zależności m.in. od kategorii linii kolejowych i maksymalnych prędkości pociągów, częstotliwości ruchu, dopuszczalnych nacisków na oś.

Tradycyjnie do produkcji kruszyw na podsypkę kolejową stosuje się kruszywa łamane produkowane ze skał pochodzenia magmowego oraz niektórych skał metamorficznych i osadowych (piaskowce kwarcytowe, niekiedy szarogłazy oraz dolomity). Według norm, możliwe jest również stosowanie kruszyw łamanych produkowanych z innych skał osadowych, jeżeli surowiec ten spełnia odpowiednie wymagania jakościowe i został poddany odpowiednim procedurom certyfikacji [3, 4, 5]. Warunkowo na niektórych liniach dopuszczone jest też wykorzystanie surowców z recyklingu oraz kruszyw pochodzących ze źródeł alternatywnych, w tym niektórych odpadów [6]. Wymagane uziarnienie tłuczni na podsypkę kolejową powinno mieć wymiary 20–63 mm, a najczęściej stosuje się obecnie asortyment 31,5/50 (ryc. 1b). Wytrzymałość na ścislenie powinna wynosić ponad 100 MPa, a dla linii magistralnych powyżej 160 MPa, wymagane też są ostre krawędzie ziaren, a udział frakcji poniżej 2 mm nie powinien przekraczać 2% [3].

Spośród stosunkowo bogatego rodzaju skał zwięzłych eksploatowanych w Polsce najczęściej stosowanymi kopalninami dla kolejnictwa są bazalty, porfiry i melafiry [7]. W mniejszym zakresie wykorzystuje się również inne kopaliny, a przyczyną bywa ich jakość i preferowane inne kierunki wykorzystania. Główne złoża kamieni łamanych stanowiących bazę dla produkcji tłuczni kolejowego, z których wydobycie w 2017 r. przekroczyło 0,5 mln Mg, zestawiono w tabeli 1. Zasoby tych złóż zarówno bilansowe, jak i przemysłowe są duże, umożliwiające długi okres eksploatacji i produkcji kruszyw łamanych. Problemem jest jednak to, że złoża te poza jednym (porfiru w kopalni Zalas) zlokalizowane są w województwie dolnośląskim, co komplikuje dostawy kruszyw do odległych województw północnych i wschodnich kraju. Duże odległości przewozu powodują, że niekiedy koszt transportu kruszyw do odbiorców jest wyższy od kosztu zakupu loco producent.

Stan realizacji Krajowego programu kolejowego 2014–2020 (2023)

Krajowy program kolejowy 2014–2020 (2023) (KRK) po korekcie przez rząd w lutym 2019 r. obejmuje planowane wydatki na łączną kwotę prawie 70 mld zł [9]. Największe środki (122 projekty podstawowe i 33 projekty rezerwowe – ok. 75% wydatków) uwzględnione są w ramach unijnego funduszu spójności, w skład którego wchodzi Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko oraz program łącząc Europę. Na drugim miejscu pod względem wielkości są krajowe programy (35 projektów – ok. 15% planowanych wydatków), a następnie regionalne programy operacyjne (63 projekty podstawowe

O kruszywach do budowy dróg krajowych i samorządowych pisaliśmy w „NBI” [1], obecnie zajmiemy się zapotrzebowaniem na kruszywa dla inwestycji kolejowych.

Kruszywa dla kolei

Kruszywa stosowane do budowy, modernizacji lub remontów torów kolejowych stanowią specyficzny i ważny asortyment kruszyw (głównie kruszyw łamanych). Podstawowym zastosowaniem kruszyw mineralnych w budownictwie kolejowym jest budowa warstwy podsypki, na której układane są podkłady kolejowe, a na nich szyny. Razem konstrukcja ta tworzy nawierzchnię torową. Nawierzchnia układana jest zwykle na warstwie ochronnej (filtracyjnej). Z uwagi na duże obciążenia i wieloletni czas eksploatacji w zmiennych warunkach atmosferycznych kruszywa na podsypkę kolejową muszą odznaczać się wysoką wytrzymałością na ścislenie, odpornością na rozdrabnianie, małą nasiąkliwością i ścieralnością, dużą mrozoodpornością i odpornością na wietrzenie, konieczna też jest odpowiednia granulacja. Wymagania te regulowane są odpowiednimi normami, głównie normą PN-EN 13450

Tab. 1. Złoże kamieni łamanych o wydobywaniu powyżej 0,5 mln Mg/r stanowiących bazę produkcyjną kruszywa na podsypkę kolejową [7, 8 z uzupełnieniem własnym]

Typ kopaliny	Nazwa złoże	Lokalizacja, (powiat)	Zasoby bilansowe [mln Mg]	Zasoby przemysłowe [mln Mg]	Wydobycie [mln Mg/r]
bazalt	Jawor-Męcinka,	jaworski	112,2	95,4	1,179
	Krzeniów,	złotoryjski	10,1	9,9	1,431
	Sulików,	zgorzelecki	39,8	35,8	1,056
	Leśna-Brzozy,	lubański	3,4	3,4	0,518
	Lubień	legnicki	20,1	2,4	0,861
gabro	Braszowice,	ząbkowicki	117,1	116,6	1,248
	Stupiec-Dębówka	kłodzki	174,5	96,6	1,269
melafir	Tłumaczów-Gardzień,	kłodzki	30,2	14,6	1,259
	Grzędy,	wałbrzyski	83,1	42,9	2,064
	Rybnica Leśna	wałbrzyski	157,0	51,0	0,846
migmatyt	Piława Górna	dzierżoniowski	192,1	52,0	1,800
porfir	Zalas	krakowski	113,0	62,8	1,542
granit	Górka,	strzeliński	63,4	42,0	1,049
	Graniczna,	świdnicki	84,0	83,3	1,018
	Rogoźnica Pn.,	świdnicki	38,0	33,9	1,148
	Strzelin,	strzeliński	72,6	57,7	1,079
	Siedlimowice,	świdnicki	41,9	9,0	0,903
	Strzeblów,	wrocławski	22,3	16,6	0,735
Wieśnica	świdnicki	24,9	17,5	0,832	
Razem			1399,7	843,4	21,837

i 30 rezerwowych – ok. 7% wydatków). Lokalizacje planowanych inwestycji kolejowych z podziałem na poszczególne fundusze przedstawiono na rycinie 2 [9]. Łącznie KPK przewiduje wykonanie do 2023 r. prac modernizacyjnych na ok. 9 tys. km torów, powstanie 350 km linii z prędkością wyższą niż 160 km/h, wzrost średniej prędkości pociągów towarowych z 27 km/h (2014 r.) do 40 km/h i połączenie 18 ośrodków wojewódzkich liniami ze średnią prędkością 100 km/h. Na rycinie 3 przedstawiono poniesione do 2018 r. i planowane na lata 2019–2023 wydatki na realizację KPK. Na koniec 2018 r. (piąty rok trwania perspektywy finansowej) zrealizowano nieco ponad 25% planowanych wydatków. Łącznie ok. dwie trzecie inwestycji KPK jest w trakcie realizacji lub zrealizowanych, co jest sytuacją znacznie lepszą, niż to było w porównywalnym okresie realizacji WPIK 2007–2013 [10]. Nadal jednak bardzo duże wydatki planowane są na lata od 2019 do 2022 – ponad 46 mld zł. Dużym problemem jest obecnie wzrost kosztów wykonania inwestycji kolejowych (podobnie jest z inwestycjami drogowymi) i nie najlepsza kondycja wielu firm wykonawczych. Niektóre firmy nie doszacowały kosztów projektów, mają kłopoty z płynnością finansową i wstrzymują realizację robót, a podpisywane obecnie przez PKP PLK SA umowy często znacznie przekraczają kosztorysy inwestorskie.

Zapotrzebowanie na kruszywa

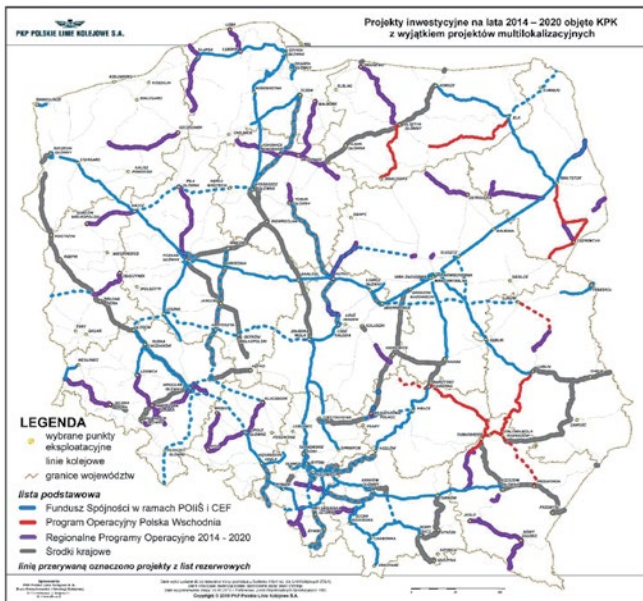
Główne zapotrzebowanie kolei na dobre jakościowo kruszywa naturalne wynika z zastosowania tych kruszyw do budowy podsypki torowej. Grubość warstwy podsypki zależy od kategorii linii, znaczenia torów oraz rodzaju stosowanych podkładów. W torach magistralnych i głównych układanych na podkładach drewnianych stosuje się grubość 30 i 25 cm, na liniach drugorzędnych przyjmuje się grubość podsypki 20

i 16 cm. Przy układaniu torów na podkładach betonowych zwiększa się grubość o 5 cm [6]. Przy remontach i modernizacjach linii kolejowych zastosowanie podsypki z recyklingu jest dopuszczalne dla prędkości maksymalnych toru do 120 km/h, przy prędkościach wyższych, ale maksymalnie 160 km/h, możliwe jest jej zastosowanie jedynie w najniższej warstwie.

Grubość warstwy ochronnej (filtracyjnej), na której układowana jest nawierzchnia kolejowa, przyjmuje się zwykle jako 20–30 cm. Buduje się ją na ogół z niesortu kruszyw łamanych lub żwirowo-piaskowych. Warstwa ta układana jest na geowłókninie. Po ułożeniu podkładów i przytwierdzeniu do nich szyn układa się następną, górną warstwę tłuczni kolejowego.

Na torach głównych (magistralnych i pierwszorzędnych) można w przybliżeniu przyjąć zużycie tłuczni na podsypkę w ilości ponad 3,0 tys. Mg/km toru, na torach drugorzędnych i o znaczeniu miejscowym jest to mniej, średnio ok. 2,5 tys. Mg/km toru [4].

Przyjmując zakładaną w ramach KPK 2014–2023 modernizację ok. 9 tys. km torów (ryc. 2), w tym są to przede wszystkim tory na liniach magistralnych i o pierwszorzędym znaczeniu, można w przybliżeniu oszacować wielkość zapotrzebowania na kruszywo tłuczniowe na podsypkę kolejową dla tego programu w ilości 27–30 mln Mg. Zapotrzebowanie na kruszywa na warstwę ochronną podtorza oraz budowę dróg dojazdowych należy oszacować w przedziale 20–25 mln Mg w zależności od zakresu wymiany tej warstwy w modernizowanych torach. Na warstwy ochronne mogą być stosowane także kruszywa żwirowo-piaskowe i kruszywa z recyklingu. Trudno jest określić zapotrzebowanie i zużycie kruszyw kolejowych w poszczególnych latach realizacji programu kolejowego. Jeżeli przyjmiemy, że zużycie to w pewnym przybliżeniu jest proporcjonalne do



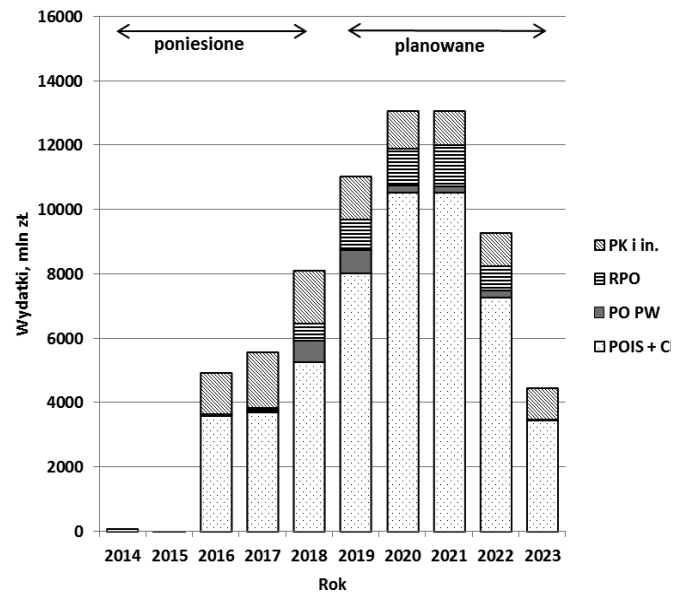
Ryc. 2. Inwestycje kolejowe zawarte w programie KPK do 2023 r. [18]

planowanych wydatków na realizację KPK, uwzględniając równocześnie, że w końcowych latach programu znacznie zmniejszy się ilość robót budowlanych na rzecz wykonania sieci trakcyjnej, zakupów taboru kolejowego, modernizacji dworców itp., **zapotrzebowanie na tłuźceń kolejowy w latach 2019–2021 można oszacować w przedziale 4,5–5,5 mln Mg/r, w latach 2022–2023 prawdopodobnie ulegnie zmniejszeniu do ok. 3,5 mln Mg/r.** W następnej perspektywie finansowej UE 2021–2027 (2030) nie powinno być zastoju w realizacji inwestycji kolejowych podobnego do tego z lat 2014–2016, gdyż niektóre dokumentacje i projekty na wykonanie planowanych projektów będą przygotowane odpowiednio wcześniej (takie mamy zapowiedzi), dotyczy to m.in. budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK).

Oszacowane wielkości zapotrzebowania na tłuźceń kolejowy w stosunku do skali wydobycia i produkcji odpowiednich kruszyw łamanych (tab. 1) nie są duże (ok. 20% produkcji kruszyw łamanych ze skał magmowych). Problemem są jednak stosunkowo dalekie ich przewozy, szczególnie do północnych i wschodnich rejonów Polski. Mniejsze ilościowo dostawy kruszyw dla kolei pochodzą także z Małopolski (porfir) oraz województwa świętokrzyskiego (dolomit, kwarcyt). Północne i północno-wschodnie rejony kraju wykorzystują również kruszywo pochodzące z importu z sąsiednich krajów i z Norwegii.

Planowana budowa CPK i związane z nią inwestycje sieci kolejowej

Planowana budowa Centralnego Portu Komunikacyjnego (37 km na zachód od Warszawy) związana ma być również z dużymi inwestycjami kolejowymi. Z dotychczasowych planów wynika, że inwestycji lotniskowej towarzyszyć będzie budowa ok. 1,6 tys. km linii kolejowych prowadzących z 10 kierunków (szprych) do CPK i Warszawy (ryc. 4). W założeniach linie te (szprychy) składać się będą z nowych odcinków sieci, a także wyremontowanych lub zmodernizowanych istniejących linii kolejowych, przystosowanych docelowo do prędkości do 250 km/h. W programie tym etap zerowy obejmuje budowę nowej linii kolejowej Warszawa – CPK –



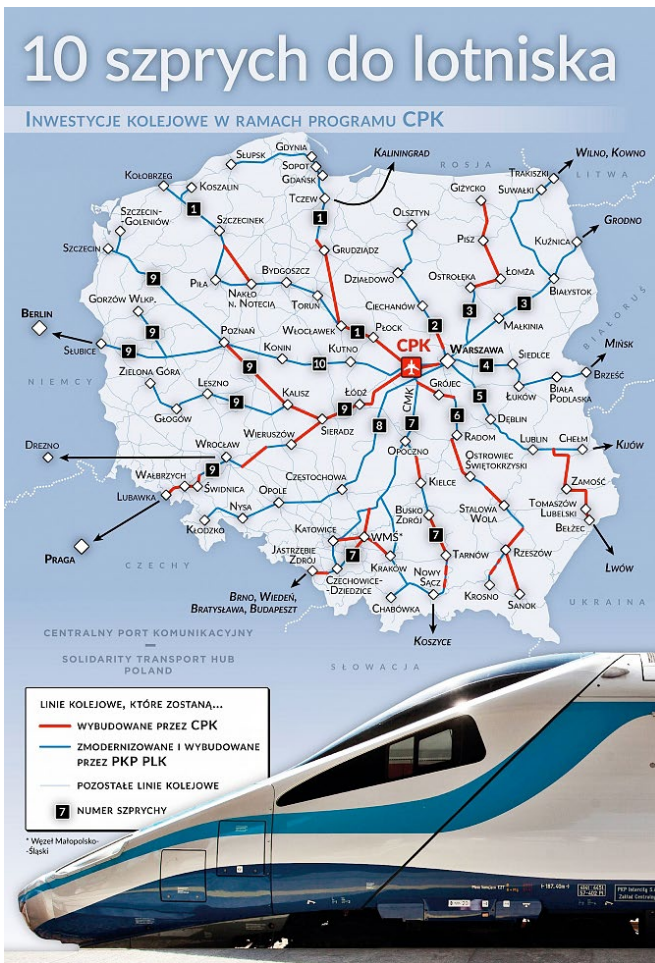
Ryc. 3. Struktura poniesionych i planowanych wydatków w KPK 2014–2020 (2023) [18]

Łódź Fabryczna. Pokrywa on się z pierwszym odcinkiem wstrzymanego do realizacji projektu kolei dużych prędkości (w układzie Y – do Poznania i Wrocławia) wraz z węzłem w rejonie CPK, którego częściami będą łączniki między CPK a istniejącymi liniami nr 1 i 4 (Warszawa – Łódź z odbiciem CMK w kierunku Katowic) oraz nr 3 (Warszawa – Poznań). Budowa tych odcinków o długości ok. 140 km powinna być ukończona przed uzyskaniem przez port zdolności operacyjnej (otwarcie lotniska), czyli do 2027 r. [11, 12, 13].

Planowana budowa CPK, mającego docelowo cztery pasy startowe i obsługującego ok. 100 mln pasażerów, wymagać będzie dostaw dużych ilości dobrych i bardzo dobrych jakościowo kruszyw na budowę pasów startowych i manewrowych oraz całej infrastruktury podstawowej (dróg samochodowych, sieci kolejowej, parkingów itd.) i towarzyszącej. Ze względu na brak złóż do produkcji zarówno kruszyw łamanych, jak i żwirowych w środkowej strefie kraju kruszywa te trzeba będzie dowozić z województw południowych, głównie z Dolnego Śląska, a częściowo również z Małopolski i regionu świętokrzyskiego, co związane będzie prawdopodobnie z problemami logistycznymi oraz dodatkowymi kosztami. Problem ten wymaga bardziej szczegółowej analizy.

Podsumowanie

Kruszywa mineralne oprócz zastosowań do produkcji materiałów budowlanych (beton, prefabrykaty, zaprawy itd.), w budownictwie drogowym i wielu innych gałęziach gospodarki (hutnictwo, energetyka, chemia, przemysł spożywczy, rolnictwo itd.) mają również ważne zastosowanie w budownictwie kolejowym. Głównym wykorzystaniem kruszyw na kolei jest budowa nawierzchni torowej, której jednym ze składników jest podsypka tłuźniowa. Zadaniem podsypki jest przeniesienie sprężystych nacisków przekazywanych przez podkłady na podtorze, zapewnienie stabilności toru w płaszczyźnie poziomej oraz odwodnienie nawierzchni toru. Wymagania te najlepiej spełnia kruszywo łamane (tłuźceń) produkowane ze skał pochodzenia magmowego, zalegających i eksploatowanych głównie na Dolnym Śląsku.



Ryc. 4. Planowane inwestycje kolejowe w ramach budowy CPK [17, 21]

Realizowany Krajowy program kolejowy 2014–2020 (2023) zakłada wydatki na inwestycje kolejowe do 2023 r. w wysokości prawie 70 mld zł, z czego do końca 2018 r. zrealizowano nieco ponad 25% (ok. 18 mld zł). Program ten przewiduje modernizację i remonty ok. 9 tys. km torów. Uwzględniając konieczność wymiany podsypki na większości modernizowanych torów (tory główne z dopuszczalną prędkością ponad 120 km/h), łączne zapotrzebowanie na kruszywo tłuczniowe dla tych inwestycji w przybliżeniu oszacowano na 27–30 mln Mg, z tego zapotrzebowanie w latach 2019–2021 na 4,5–5,5 mln Mg/r. W następnych latach zapotrzebowanie prawdopodobnie ulegnie zmniejszeniu. Nie powinno być ono duże, gdyż już obecnie przygotowywane są projekty inwestycji kolejowych do realizacji w następnej perspektywie finansowej UE 2021–2027 (2030). Dotyczy to m.in. megainwestycji lotnicznej CPK, co związane będzie również z budową lub modernizacją ok. 1,6 tys. km linii kolejowych.

W kolejnictwie kruszywa oprócz zastosowań do podsypki torowej używane są również do budowy warstw ochronnych (filtracyjnych) podtorza, dróg dojazdowych, placów manewrowych i składowych itp. Przeważająca część tych kruszyw może być niesortem (0–31,5 mm) kruszyw łamanych lub żwirowo-piaskowych, w części pochodzącym z recyklingu oraz złóż lokalnych.

Oszacowana wielkość zapotrzebowania na tłuczeń do budownictwa kolejowego nie jest duża w stosunku do wielkości produkcji kruszyw łamanych (ok. 20% produkcji kruszyw ze

skłał magmowych), problemy są jednak logistyczne i ekonomiczne, związane z ich dostawami do odległych północnych i wschodnich rejonów kraju. Z tej przyczyny już obecnie na północy kraju zdarzają się przypadki (na szczęście nieliczne) opóźnień w realizacji inwestycji z powodu okresowego braku kruszywa na budowach.

Literatura

- [1] Kozioł W.: *Kruszywa do budowy dróg krajowych i samorządowych*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2019, nr 2, s. 50–54.
- [2] *Warunki techniczne wykonania i odbioru podsypki tłuczniowej naturalnej i recyklingu stosowanej w nawierzchni kolejowej*. Załącznik do uchwały nr 1237/2016 Zarządu PKP PLK SA. Warszawa 2016.
- [3] Pudło J.: *Tłuczeń kolejowy* (online). InfoRail, 1 października 2012. Dostępny w Internecie: http://www.inforail.pl/tluczen-kolejowy_more_49773.html (dostęp 4 czerwca 2019).
- [4] *Kamienie o specjalnym znaczeniu* (online). PKP PLK SA, 18 lipca 2018. Dostępny w Internecie: <http://www.towarynatory.pl/aktualnosc/65.html> (dostęp 26 maja 2019).
- [5] *Nawierzchnia kolejowa* (online). Nie tylko drogi szynowe – Wydział Inżynierii lądowej PK. Dostępny w Internecie: <http://il.pw.edu.pl/~zuraw/nawierzchnia.html> (dostęp 16 kwietnia 2019).
- [6] *Podsypka kolejowa* (online). Serwis Informacyjny Kolej.pl. Dostępny w Internecie: <http://kolej.eu07.pl/tory/drogi/podsypka.shtml> (dostęp 10 kwietnia 2019).
- [7] Radwanek-Bąk B.: *Krajowa baza zasobowa kruszyw łamanych dla kolejnictwa*. „Surowce i Maszyny Budowlane” 2019, nr 1, s. 50–53.
- [8] *Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce za lat 2007–2017*. Państwowy Instytut Geologiczny – PIB. Warszawa 2008–2018.
- [9] Uchwała nr 17/2019 Rady Ministrów z dnia 19 lutego 2019 r. zmieniająca uchwałę w sprawie ustanowienia Krajowego programu kolejowego do 2023 r.
- [10] Furgalski A.: *Co z tą koleją?*. „Budownictwo Technologie Architektura” 2019, nr 2, s. 28–30.
- [11] Czartoryski-Sziler P.: *Chcemy uzyskać możliwie duże prędkości eksploatacyjne*. „Raport Kolejowy” 2019, nr 2, s. 26–27.
- [12] Malinowski D.: *Centralny Port Komunikacyjny w szczegółach* (online). Wirtualny Nowy Przemysł, 13 maja 2019. Dostępny w Internecie: https://www.wnp.pl/budownictwo/centralny-port-komunikacyjny-w-szczegolach,345434_1_0_3.html (dostęp 3 czerwca 2019).
- [13] *Szprychy połączą CPK*. „Raport Kolejowy” 2019, nr 2, s. 25.
- [14] Bednarczyk J.: *Scenariusz krajowy pozyskiwania i zagospodarowania surowców skalnych*. Poltegor-Institut. Wrocław 2014
- [15] Kabziński A.: *Prognoza zapotrzebowania i produkcji kruszyw w Polsce w latach 2012–2020 (+2)*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2012, nr 6, s. 84–89.
- [16] Kozioł W., Baic I.: *Kruszywa naturalne w Polsce – aktualny stan i przyszłość*. „Przegląd Górniczy” 2018, nr 11, s. 1–8.
- [17] *Kopalnie Porfiru i Diabazu w Krzeszowicach – z tych kruszyw dobrze się buduje*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2019, nr 2, s. 56–57.



EUROVIA KRUSZYWA

prowadzi działalność produkcyjną i handlową na terenie całej Polski. Oferujemy wysokiej jakości kruszywa naturalne: łamane i piaskowo-żwirowe, charakteryzujące się doskonałymi parametrami fizyko-chemicznymi.

Nasze produkty spełniają wymagania zawarte w normach zharmonizowanych EN. Ponadto jesteśmy posiadaczem Krajowych Certyfikatów Zakładowej Kontroli Produkcji, upoważniających do znakowania tłuczni oraz niesortów kolejowych kwarcytowych z kopalni Wiśniówka oraz bazaltowych z kopalni Zaręba znakiem „B” w systemie oceny zgodności 2+.

Piaski, żwiry, grysy, tłucznie kolejowe i inne produkty oferowane przez Eurovia Kruszywa znajdują szerokie zastosowanie i są używane między innymi w:

- budownictwie
 - ▶ drogowo-mostowym,
 - ▶ przemysłowym i mieszkaniowym,
 - ▶ hydrotechnicznym,
 - ▶ kolejowym (w tym także na liniach przystosowanych do dużych prędkości),
- produkcji betonów cementowych i galanterii betonowej,
- produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych,
- przemyśle ceramicznym i chemii budowlanej.

Nasi Klienci mogą liczyć na profesjonalne doradztwo techniczne oraz pomoc w organizacji usług logistycznych, obejmujących transport drogowy i kolejowy.



www.eurovia.pl