

AUTOSTRADY

PROJEKTOWANIE I BUDOWA DRÓG POLSKICH

4/2005

KWIECIEŃ

Nowości na rynku maszyn



str. 38



**Projekt i budowa
podwieszanej
kładki dla pieszych**
w Rudzie Śląskiej
nad autostradą A4

10

Tunele drogowe – cz. I.
Zagrożenia bezpieczeństwa
prowadzenia ruchu
i środki ograniczające
ich występowanie

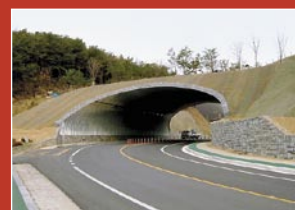
20

**Czy będziemy jeździć
po bezpieczniejszych
drogach?**

28

**Czym stabilizować
podłoża gruntowe?**

42



**Największe konstrukcje
ze stalowych
blach falistych**

66

**Kto się boi audytu
bezpieczeństwa
ruchu drogowego?**

78



str. 60

Ekologiczne kruszywa w budownictwie

Ekologiczne kruszywa

w budownictwie drogowym i hydrotechnice

Problem postrzegania kruszyw sztucznych jest dość istotny dla rozwijającego się sektora drogowego w Polsce. Obawy, iż większa ilość inwestycji w najbliższych latach może być limitowana przez zdolności produkcyjne krajowych kopalń kruszyw, nie są bezpodstawne. Niniejsza relacja z pierwszej edycji konferencji technicznej zorganizowanej 22 lutego przez firmę Slag Recyclig będzie – mam nadzieję – częścią szerszej dyskusji na wspomniany temat.

W sesji pierwszej pt. „**Rola kruszyw w inwestycjach drogowych**” wystąpili następujący prelegenci: mgr inż. Władysław Mostowik (Slag Recycling) – „Polskie normy stosowane na tle zastosowań kruszyw sztucznych – zmiany po wejściu do Unii”, mgr inż. Piotr Sobczyński (Slag Recycling) – „Kruszywa hutnicze dla budownictwa drogowego”, mgr inż. Joanna Matras (Pro-Perfect) – „Podbudowy stabilizowane mechanicznie – doświadczenia z wykonawstwa”, mgr inż. Piotr Sobczyński (Slag Recycling) – „Grysy z żużli stalowniczych do mas mineralno-asfaltowych”, mgr inż. Marek Filarski (Budostal 5) – „Doświadczenia z użyciem grysów Slag Recycling do mas mineralno-asfaltowych” oraz dr hab. inż. Marek Iwański i mgr inż. Maria Matusik (Politechnika Świętokrzyska) – „Odporność betonu asfaltowego z kruszywem żużlowym stalowniczym na działanie ruchu i czynników atmosferycznych”.

W części drugiej pt. „Inwestycje w hydrotechnice” uczestnicy wysłuchali prof. Jerzego Szczęsnego z Politechniki Krakowskiej, który wygłosił referat pt. „Kruszywa w systemach odprowadzania wód deszczowych” i mgr inż. Piotra Zapolskiego (Slag Recyc-

ling), który przedstawił temat „Bezpieczeństwo ekologiczne przy stosowaniu kruszyw hutniczych”.

Poniżej przedstawiamy w skrócie kilka istotnych informacji na temat samych kruszyw, ich wykorzystania w UE oraz możliwości i zastosowania w drogownic-

twie. Na początek informacje na temat ich aktualnych badań i certyfikatów, na tym polu bowiem może pojawić się najwięcej rozbieżnych opinii.

Jak podaje organizator, kruszywa te posiadają pozytywną opinię Państwowej Agencji Atomistyki, która stwierdza, iż żużle hutnicze nie zaliczają się do odpadów promieniotwórczych i mogą być wykorzystywane do produkcji materiałów budowlanych. Badania prowadzone przez niezależne laboratoria Akademii Górniczo-Hutniczej i IBDiM pozwoliły na uzyskanie aprobat technicznych. Jednym



Dyskusja była gorąca

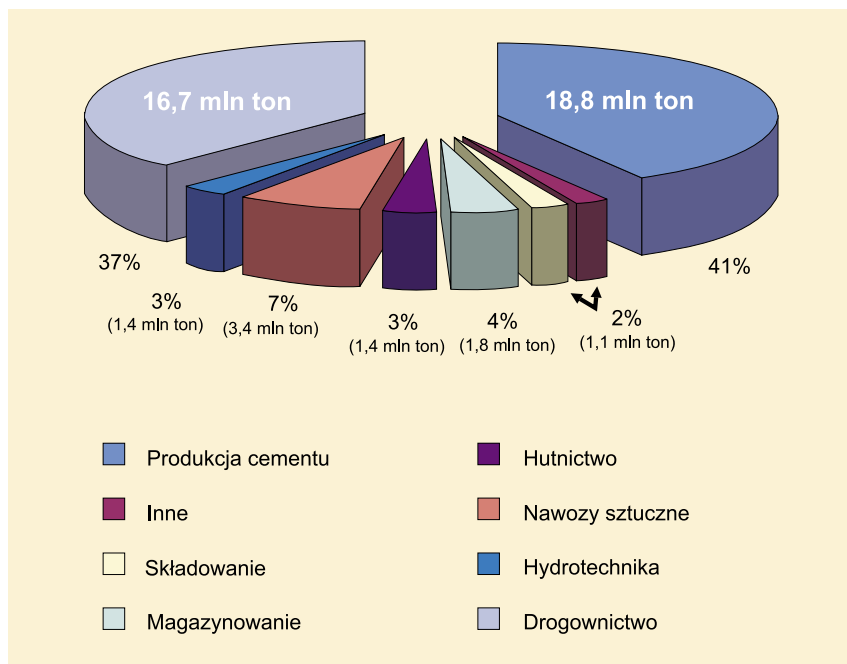
Parametr [%]	Kruszywa wielkopiecowe	
	Frakcje do 63 mm	Frakcje powyżej 63 mm
CaO	42,5	43,0
MgO	7,5	7,5
SiO ₂	37,5	38,5
Al ₂ O ₃	7,2	6,8
Mn	1,1	0,9
Fe (całk.)	4	2,5
S w przel. na SO ₃	1,75	1,5
Wilgoć (H ₂ O)	6	3,5
Współczynnik zasadowości M = CaO/SiO ₂	1,08-1,16	1,07-1,15

Średni skład chemiczny kruszyw hutniczych na podstawie wyników badań za okres 1998-2004 r.

z prestiżowych miejsc, w którym zastosowano kruszywa firmy, był krakowski rynek. Można być pewnym, że w takim przypadku kontrola jakości była stuprocentowa.

Spotkania takie umożliwiają przedstawienie na forum własnych spostrzeżeń i przedyskutowanie wątpliwości. Dyskusja, która wywiązała się w trakcie spotkania, dowodzi, iż przekonania niektórych uczestników w kwestiach dotyczących utrzymania stałego poziomu jakościowego kruszyw alternatywnych są różne. Była to znakomita okazja do omówienia doświadczeń w wykorzystaniu tego typu hałd w krajach Europy Zachodniej, gdzie wielkich składowisk już nie ma, zostały przetworzone i wykorzystane w budowie dróg. Poruszono również kwestię utrzymania stałych wartości fizykomechanicznych. Zdaniem gospodarzy w ostatnich latach cały proces „dojrzwania” kruszyw ustabilizował się, a ich jakość jest systematycznie monitorowana. W czasie dyskusji pojawił się również problem krzywej uziarnienia oraz wątpliwości dotyczące zapisów aprobaty technicznej. Na te i inne pytania próbowano odpowiedzieć w trakcie spotkania. Czy odpowiedzi te usatysfakcjonowały uczestników konferencji? Miejmy nadzieję, że tak.

Jak podkreślał Piotr Sobczyński reprezentujący Słag Recycling, wiedza na temat żużli hutniczych z metalurgii czarnej, żużli hutniczych z produkcji miedzi i innych materiałów alternatywnych (przekruszonego betonu, przepalonych łupków) jest wciąż zbyt mała. Wiąże się to z niewystarczającą świadomością walorów, jakie posiadają te



Zużycie żużli hutniczych w Unii Europejskiej (45,5 mln ton/rok)

materiały w aspekcie różnych zastosowań budowlanych w Polsce. Inaczej jest w krajach o wysokiej kulturze technicznej, gdzie cieszą się one dobrą opinią i są szeroko wykorzystywane. W rezultacie zgromadzono znaczne doświadczenie inżynierskie.

Można dodać jeszcze jeden dość istotny fakt. Normy aktualnie ujmujące całość tych zagadnień, które powstawały w czasie, gdy wiedza na temat kruszyw hutniczych była niepełna, uciskają jak wiktoriański gorset tych, którzy są otwarci na nowe technologie powstałe na podbudowie najnowszych badań i pierwszych wdrożeń.

Właściwości kruszyw hutniczych oraz pełen zestaw możliwości ich wykorzystania zaprezentował inż. Piotr Sobczyński. Niestety, z powodu ograniczonej ilości miejsca przedstawimy tylko kilka wybranych.

Żużel wielkopiecowy – jakość

- Powtarzalność i rodzaj składników wsadu determinuje skład chemiczny.
- Ścisły reżim prowadzenia wytopu w wielkim piecu.
- Szybkość chłodzenia determinuje własności żużlu:
 - powietrzne powolne – żużel na kruszywa
 - wodne gwałtowne – żużel granulowany do cementów.

Żużel wielkopiecowy – własności powietrzno-chłodzony żużel wielkopiecowy posiada:

- krystaliczną strukturę,
- specyficzną teksturę (od zwężonej do jamistej),
- jest materiałem kamiennym,

Własności fizykomechaniczne kruszyw wielkopiecowych (BF) oraz ich zastosowanie

- Kształt i struktura ziarna pozwalająca na dobre klinowanie (zagęszczanie) – wskaźnik nośności CBR powyżej 80%.
- Wysoka wodoprzepuszczalność pozwalająca na zabudowę kruszywa w złych warunkach pogodowych.
- Niewysadzinowość.
- Brak zanieczyszczeń organicznych.
- Kruszywa wielkopiecowe są lżejsze od kruszyw naturalnych (średnia gęstość nasypowa w stanie luźnym wynosi ok. 1,4 mg/m³).
- Bezpieczeństwo ekologiczne.

Jeden z przykładów wykorzystania kruszyw do podbudowy zasadniczej stabilizowanej mechanicznie na drodze krajowej przedstawiła inż. Joanna Matras reprezentująca firmę Pro-Perfect.

Firma Pro-Perfect zajmuje się między innymi projektowaniem konstrukcji nawierzchni, jej wzmocnień, wprowadzaniem nowych technologii i innowacji, prowadzi również własne laboratorium drogowe, dzięki któremu może prowadzić własne badania własności materiałowych. Inwestycja była realizowana w 2000 roku, zatem można powiedzieć, że są już pięcioletnie doświadczenia z zachowaniem się tej nawierzchni pod obciążeniem. Omawiając zachowanie się podbudowy w konstrukcji nawierzchni, nie można pominąć kwestii podłoża. Wiadomo, że ma ono ogromny wpływ na samą konstrukcję oraz jej zachowanie.

Prezentujemy kilka najważniejszych danych dotyczących tego kontraktu.

- Przebudowa drogi kraj. nr 95 Kraków - Nowy Targ, odc. Chabówka - Rdzawka, km 357+960 - 361+392.
- Budowa usytuowana w obrębie Karpat fliszowych. W podłożu typowe osady fliszu karpackiego.
- Do nasypów wykorzystano pokrywę zwietrzelinową o miąższości 0,3-9,0 m, zalegającą na podłożu skalnym z piaskowca twardego lub miękkiego oraz piaskowca przewarstwionego łupkiem (fliszu).
- Pokrywa zwietrzelinowa to gruzowo-gliniasta zwietrzelina piaskowców i łupków bądź glin lub iłów z domieszką okruchów skalnych.

UZYSKANE WYNIKI

- Mieszanka żużla wielkopieczowego 0/31,5 spełnia wymagania normowe dla podbudowy zasadniczej.
- Jakość mieszanki żużla jest porównywalna z jakością mineralnego z kruszywa łamanego.
- Właściwie wykonana podbudowa z żużla wielkopieczowego spełnia z zapasem wymagania nośności określone w specyfikacji technicznej.
- Żużel wielkopieczowy jest doskonałym materiałem do wzmocnienia uplastycznionego podłoża gruntowego.
- Stosując kruszywa z surowca sztucznego oszczędzamy złoża naturalne.

5 cm	warstwa ścierna BA 0/16	
8 cm	warstwa wiążąca BA 0/25	
10 cm	warstwa podbudowy BA 0/25	E2 = 180 MPa I ₀ = 2,2
20 cm	podbudowa z żużla wielkopieczowego 0/31,5	E2 = 120 MPa I ₀ = 2,2
15 cm	podłoże ulepszone z kruszywa naturalnego	E2 = 100 MPa I ₀ = 2,2
35 cm	warstwa mrozochronna	E2 = 60 MPa I ₀ = 2,0
podłoże – glina z domieszką rumoszu skalnego		

Schemat przekroju poprzecznego konstrukcji nawierzchni na odc. km 358+320 - 358+94

Badanie wg normy PN-S-06102 Załącznik A		Wskaźnik nośności w_{nos} (CBR)			
Rodzaj materiału mieszanka żużla wielkopieczowego 0/31,5 mm		Pochodzenie: Ślag Recycling Sp. z o. o.			
Wyniki badań Proctora: $n_{ds} = 1,921 \text{ g/cm}^3$ $W_{opt} = 15,0 \%$		Próba nr: 3/SR			
Oznaczenie wskaźnika nośności		Jedn.	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3
Wyniki badań	1. Oznaczenie w_{nos}	%	85,1	96,8	90,4
	$w_{nos} 2,5 \text{ mm}$		95,3	107,4	101,2
	$w_{nos} 5,0 \text{ mm}$	%	95,3	107,4	101,2
	2 Wynik w_{nos} dla próby	%	95,3	107,4	101,2
	3 Wskaźnik nośności materiału w_{nos}	%	101,3		
	4 Pęcznienie dla próby	mm	0,007	0,000	0,000
	5 Pęcznienie materiału	mm	0,002		
Wskaźnik nośności w_{nos} dla mieszanki żużla wielkopieczowego 0/31,5 mm wynosi 101,3%					
Uwaga: Zagęszczenie próbek wykonano wg PN-B-04481:1988 metodą II dla założonego poziomu zagęszczenia $I_s = 1,0$ ($w_{nos \text{ wymag}} = 80 \%$)					

Badanie wskaźnika nośności – w_{nos} (CBR mieszanki żużla wielkopieczowego 0/31,5

Czytelników zainteresowanych tematem zapraszamy do lektury kolejnych wydań „Magazynu Autostrady”, w których będziemy kontynuować tematykę poruszoną na konferencji. □

Opracował A.M.