

**Instytut Badawczy Dróg i Mostów**  
Zakład Technologii Nawierzchni  
Pracownia Technologii Nawierzchni

**Analiza norm PN-EN i opracowanie krajowych przepisów  
technicznych dotyczących asfaltowych nawierzchni drogowych  
zgodnych z normami PN-EN**

**SPRAWOZDANIE CZĘŚCIOWE**

**Badania międzylaboratoryjne GREN  
mieszanek mineralno-asfaltowych  
(GREN-BM-2007)**

**Załącznik 1**

Opracowali:

mgr inż. Dominika Maliszewska  
mgr inż. Maciej Maliszewski  
mgr inż. Robert Mularzuk

Kierownik Zakładu

prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski

Warszawa, czerwiec 2007

## **SPIS TREŚCI**

1.	Podstawa pracy.....	3
2.	Cel pracy.....	3
3.	Wybrane aspekty metod badawczych i ich odtwarzalności.....	3
3.1	Moduł sztywności metodą rozciągania pośredniego.....	3
3.2	Moduł sztywności i zmęczenie metodą belki czteropunktowo zginanej .....	4
3.3	Wpływ chłonności kruszywa na wynik oznaczenia gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej.....	5
3.4	Wpływ metody oznaczenia na wynik gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej wraz z odtwarzalnością.....	10
4.	Laboratoria badawcze.....	11
5.	Program Badań.....	13
6.	Próbki do badań.....	14

## 1. Podstawa pracy

Niniejszą pracę wykonano w ramach wdrażania nowych norm europejskich PN-EN.

## 2. Cel pracy

Celem pracy była ocena oznaczania wybranych właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych metodami badawczymi według norm z serii PN-EN 12697 Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco. Praca polegała na wykonaniu badań przez niezależne laboratoria badawcze oraz na porównaniu i analizie wyników badań. Do współpracy zaproszono laboratoria drogowe podległe Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad oraz laboratoria firm drogowych i jednostek akademickich.

## 3. Wybrane aspekty metod badawczych i ich odtwarzalności

### 3.1 Moduł sztywności metodą rozciągania pośredniego

Jedną z prac prowadzonych przez IBDiM, jaką wykonano w Polsce w 2006 roku, były badania międzylaboratoryjne modułu sztywności metodą rozciągania pośredniego (IT-CY) zgodnie z normą PN-EN 12697-26:2005 (U). Wówczas ocenie poddano dwie mieszanki mineralno-asfaltowe (MMA) o znacznej zawartości asfaltu: beton asfaltowy do warstwy ścieralnej o uziarnieniu do 16 mm oraz mieszankę SMA (do warstwy ścieralnej) o uziarnieniu do 8 mm. Badaniom poddano jedynie jeden rodzaj próbek ze względu na gabaryty: próbki Marshalla o średnicy ok. 101,7 mm i wysokości ok. 61 mm. Wszystkie próbki wykonano w jednym laboratorium, z jednych materiałów, przez tego samego operatora. Bezpośrednio po wykonaniu próbek, tj. w ciągu 3 dni, próbki rozesłano do laboratoriów badawczych, tak aby badania wykonano w ciągu 5-ciu dni od sporządzenia próbek. W badaniach uczestniczyło 9 laboratoriów krajowych, każde z nich zbadało po trzy próbki obu MMA. Przed rozpoczęciem badań laboratoria miały sprecyzowaną jedynie temperaturę badania wynoszącą 10 °C, pozostałe szczegóły warunków badania były ustalane na bieżąco przez niektóre laboratoria. Oznaczało to, że ocenie poddano odtwarzalność z uwzględnieniem dotychczasowej praktyki badawczej w poszczególnych laboratoriach, a nie odtwarzalność możliwą do uzyskania w uszczegółowionej metodzie badawczej.

Po przeanalizowaniu wyników badań wyciągnięto podstawowe wnioski:

- 1) Większość laboratoriów badawczych zastosowało parametry badania w pełni zgodne z wymaganiami normy PN-EN 12697-26:2005 (U).
- 2) Dwa laboratoria zastosowały sposób badania nie dający pełnej zgodności z wymaganiami normy. Uzyskiwano w badaniach zbyt małe przemieszczenia poziome.
- 3) Dwa laboratoria miało w badaniach nieco inny czas przyrostu siły, niż standardowy, przy czym norma PN-EN 12697-26:2005 (U) zezwala na to.
- 4) We wszystkich laboratoriach uzyskano poprawne wyniki badań poszczególnych próbek, czyli wartości dwóch oznaczeń na jednej próbce nie różniły się istotnie. Świadczy to o jednorodności każdej z próbek oraz o poprawności wykonania badań.
- 5) Testy statystyczne wykazały, że we wszystkich laboratoriach uzyskano rozrzuty wyników badań z trzech próbek każdej z MMA na akceptowalnym poziomie. Świadczy to o homogeniczności wszystkich próbek i poprawności wykonanych badań we wszystkich laboratoriach (nie dotyczy oceny zastosowanych parametrów badania).

- 6) Nie stwierdzono wpływu wielkości ziarn MMA w przypadku badanych próbek. Oznacza to, że MMA o uziarnieniu co najmniej 16 mm można badać w standardowych próbkach Marshalla lub większych.
- 7) W analizie dokładności nie odrzucono żadnych z wyników badań, mimo odstępstwa od warunków normowych (dwa laboratoria) i ewidentnych większych wartości z jednego laboratorium (IBDiM). Oznacza to, że wartości powtarzalności i odtwarzalności zawierają w sobie wpływ dotychczasowej praktyki stosowanej w polskich laboratoriach. Wykazana dokładność nie dotyczy więc w ścisły sposób oceny dokładności standardowej metody badawczej.
- 8) Wykazano dokładność polskich badań międzylaboratoryjnych obliczaną w stosunku do wartości średniej  $m$ :

<b>wartość powtarzalności <math>r</math>:</b>	<b><math>0,158m^{1,03}</math></b>
<b>wartość odtwarzalności <math>R</math>:</b>	<b><math>0,048m^{1,26}</math></b>
- 9) Dokładność polskich badań międzylaboratoryjnych, obliczona ze wszystkich badań, bez odrzucania wyników wątpliwych, była znacznie mniejsza od przykładowej dokładności wykazanej w normie PN-EN 12697-26:2005 (U). Oznacza to, że należy przede wszystkim narzucić ujednoczone warunki badań. Warto również szkolić kadrę laboratoryjną wraz z przeprowadzaniem badań międzylaboratoryjnych w obecności obserwatorów.
- 10) Badania międzylaboratoryjne mogą posłużyć do kolejnych analiz statystycznych, np. po odrzuceniu wyników wątpliwych. Wykonana w tej pracy analiza dokładności może stanowić podstawę do kolejnych opracowań programu badań laboratoryjnych, np. do ustalenia minimalnej liczby laboratoriów i badanych próbek, czy też „poziomu” próbek (wartość modułu).
- 11) Wykazano zależność między wartością modułu IT-CY a dokładnością. Spodziewana jest również zależność dokładności od temperatury badania, wielkości próbki badawczej, warunków badania, a może również rodzaju składników MMA itp.
- 12) Stwierdzono potrzebę wykonania kolejnych badań międzylaboratoryjnych potwierdzających konieczność ujednoczenia szczegółowych warunków badania oraz analizy dokładności w zależności od różnych czynników, głównie wpływ wielkości próbki.

### 3.2 Moduł sztywności i zmęczenie metodą belki czteropunktowo zginanej

Kolejną pracą prowadzoną przez IBDiM, wykonaną w Polsce w 2006 roku, były badania międzylaboratoryjne zespolonego modułu sztywności i zmęczenia w badaniu belki czteropunktowo zginanej, według norm PN-EN 12697-24:2005 (U) oraz PN-EN 12697-26:2005 (U). Podstawowym efektem pracy był przegląd aparatury dostępnej w Polsce do badań metodą belki czteropunktowo zginanej, w ramach którego przeprowadzono weryfikację procedur stosowanych w laboratoriach, wdrożenie metodyki wg nowych norm PN-EN. Dostępna aparatura różni się pomiędzy sobą rozwiązaniami konstrukcyjnymi, oprogramowaniem, możliwości kontrolowania i sterowania przez operatora oraz rodzajem zasilania. Aparaty pneumatyczne IPC czy Cooper są urządzeniami stosunkowo prostszymi w obsłudze i działaniu od aparatury hydraulicznej MTS. Porównanie wyników jednych z dwóch laboratoriów pozwala jednak stwierdzić, że jest możliwe w pewnym zakresie uzyskanie odtwarzalnych wyników. Niezbędne jest jednak systematyczne i częste sprawdzanie poprawności działania sprzętu wg procedur opisanych w normach EN poprzez badania kontrolne na belkach referencyjnych. Uważa się, że wskazane jest również wyposażenie urządzeń IPC i

Cooper w aparaturę lub oprogramowanie pozwalające obserwować zadane i uzyskane sygnały w czasie rzeczywistym, co pozwoli na natychmiastowe wykrycie nieprawidłowości w działaniu systemu. Na podstawie badań na belce referencyjnej można stwierdzić, że aparaty pneumatyczne gorzej działają w wyższych częstotliwościach. Dlatego też celowe jest zmniejszenie częstotliwości badań zaproponowanych w normie 13108-20.

Stwierdzono dobrą odtwarzalność wyników w typowych warunkach badania modułu sztywności (10 °C, 10 Hz). W przypadku pomiarów kąta przesunięcia fazowego różnice są znaczne. Za wyjątkiem jednego z laboratoriów, rozrzuty w wynikach tego parametru są bardzo duże. Przyczyną może być metoda pomiaru lub odbiegający od sinusoidy sygnał obciążenia. Najdokładniejsza metoda polega na pomiarze odstępu czasowego pomiędzy przejściami przez zero siły i przemieszczenia. W ten sposób działa aparatura MTS. Inny sposób to różnica w czasie pomiędzy wartościami szczytowymi tych sygnałów. W obu metodach najdokładniejsze wyniki są wówczas, gdy wygląd sygnałów jest idealnym wykresem sinusa. Dlatego m.in. korzystne jest stosowanie oscyloskopów do obserwacji poprawności działania urządzenia. Bardziej zaawansowane metody polegają na zastosowaniu np. transformacji Fouriera. Prawdopodobną przyczyną jest również zniekształcenie sygnałów.

Pozytywnie należy ocenić porównanie wyników zmęczenia, pamiętając o problemach w niektórych laboratoriach. W tej części pracy jedno z laboratoriów nie dostarczyło z przyczyn technicznych wyników, co ogranicza zakres porównania. W badaniach zmęczeniowych mieszanek mineralno-asfaltowych rozrzuty wyników są zazwyczaj dość duże. Zależą one od jednorodności struktury próbek (rozłożenie kruszywa w próbce), zagęszczenia, zawartości asfaltu i uziarnienia mieszanki. Najlepsza powtarzalność wyników uzyskiwana jest w mieszankach drobnoziarnistych o dużej zawartości asfaltu. Dodatkowym czynnikiem jest dokładność aparatury. Z tego powodu konieczne jest przestrzeganie wymaganej przez normy minimalnej liczby badań przy danym poziomie odkształcenia.

Reasumując należy podkreślić, że wdrażane metody badań zmęczenia i modułu sztywności są badaniami trudnymi, wymagają od operatora sporej wiedzy i „kultury technicznej”. Jak pokazały doświadczenia z przeglądu laboratoriów, możliwe jest nieświadome popełnianie bardzo poważnych błędów w obsłudze i analizie wyników.

Podczas wdrażania tych metod w kolejnych laboratoriach konieczne jest szkolenie operatorów i prowadzenie badań porównawczych. W dalszej perspektywie należy dążyć do określenia dokładności powtarzalności i odtwarzalności, które nie są do tej pory podawane przez normy EN.

### **3.3 Wpływ chłonności kruszywa na wynik oznaczenia gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej**

Norma PN-EN 12697-5:2005 Mieszanki mineralno-asfaltowe - Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco - Część 5: Oznaczanie gęstości, zawiera kilka metod oznaczania gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej. Wybór metody jest uzależniony m.in. od rodzaju zawartego w mieszance kruszywa. W normie tej podano wskazówki i wytyczne doboru metody oznaczania w zależności od chłonności (porowatości) kruszywa. Jednym z rodzajów kruszyw ocenianych jako chłonnych jest kruszywo z żużla stalowniczego. W jednej z prac IBDiM wykazano kilka aspektów związanych z wpływem metody oznaczania gęstości żużla stalowniczego oraz kruszywa otoczonego asfaltem.

Uwagę należy poświęcić budowie kruszywa żużlowego z uwagi na jego pochodzenie. Żużel stalowniczy ma strukturę porowatą. Ziarna kruszywa żużlowego charakteryzują

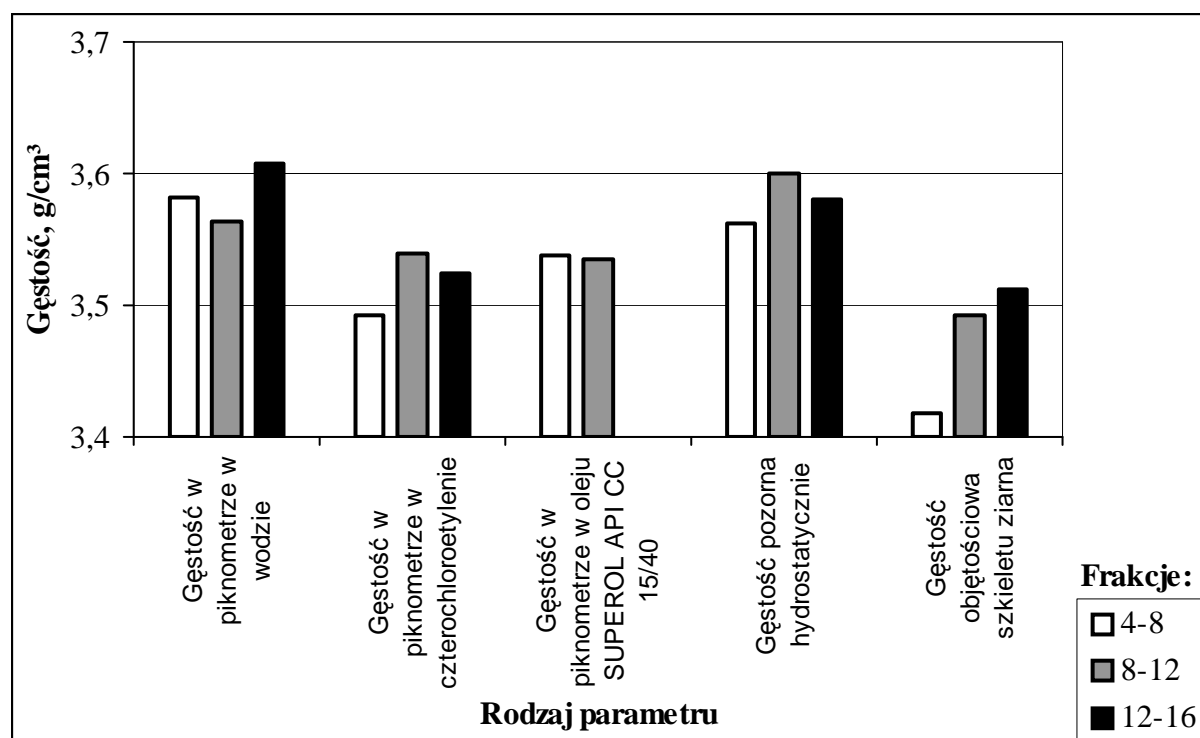
się rozwiniętą powierzchnią z licznymi wklęsnięciami, zagłębieniami itp. Na powierzchni występują kanaliki niejednokrotnie łączące się porami występującymi przy powierzchni ziarna. To sprawia, że kruszywo żuźłowe jest chłonne. Stwierdza się to np. w badaniu nasiąkliwości. Kruszywo żuźłowe ma większą nasiąkliwość niż kruszywo pochodzenia naturalnego magmowego, choć nie wpływa to negatywnie na inne cechy kruszywa żuźłowego. Z powodu porowatej budowy i większej nasiąkliwości wodą podejrzewa się większą chłonność asfaltu przez kruszywo żuźłowe. Wykonano badania pozwalające ocenić taką właściwość. Posłużono się metodami oraz wskazówkami zawartymi w normie PN-EN 12697-5:2005. Uzyskano wartość gęstości kruszywa oznaczonej pięcioma sposobami. Każda wartość jest inna. Przedstawiono to w tabelicy 1 i na rysunku 1.

**Tablica 1 Porowatość, absorpcja asfaltu oraz gęstość kruszywa żuźłowego oznaczona różnymi metodami**

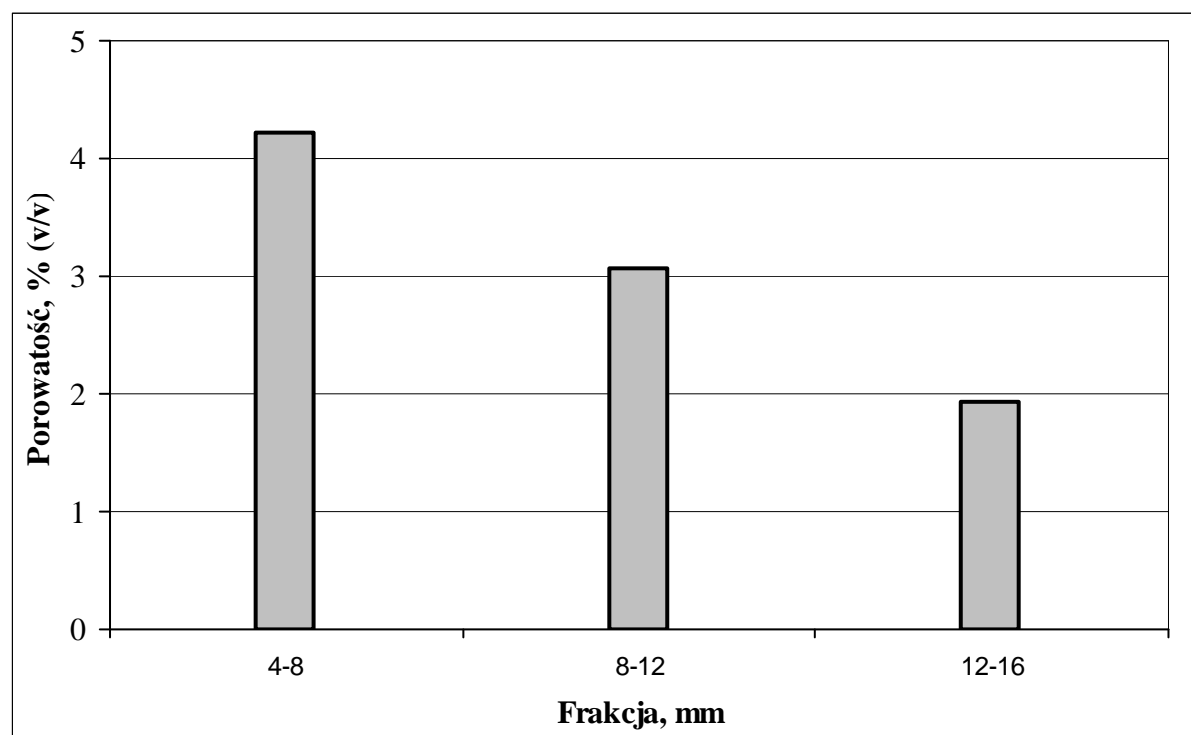
Właściwości	Jednostki	Fracja kruszywa żuźłowego, mm			
		4/8	8/12	12/16	12/16
Gęstość w piknometrze w wodzie	g/cm <sup>3</sup>	3,582	3,564	3,607	3,607
Gęstość w piknometrze w czterochloroetylenie	g/cm <sup>3</sup>	3,493	3,540	3,525	3,526
Gęstość w piknometrze w oleju SUPEROL API CC 15/40	g/cm <sup>3</sup>	3,538	3,535	-	-
Gęstość pozorna hydrostatycznie	g/cm <sup>3</sup>	3,562	3,600	3,580	3,580
Ilość użytego asfaltu do otoczenia ziaren (w stosunku do masy kruszywa)	% m/m	1,6	1,6	1,6	0,8
Gęstość objętościowa szkieletu ziarna*	g/cm <sup>3</sup>	3,418	3,493	3,512	3,561
Porowatość	% v/v	4,2	3,1	1,9	0,5
	% m/m	1,2	0,9	0,6	0,2

\* - w oryginale ang.: particle dry density

Największą gęstość uzyskano w badaniu w wodzie w piknometrze i hydrostatycznie. W obu przypadkach w czasie oznaczania stosowano nasączenie kruszywa w podciśnieniu. Warunki badania, czyli badanie w cieczy o małej lepkości oraz podciśnienie spowodowały wniknięcie cieczy w pory i kanaliki ziaren kruszywa, a więc wyznaczono ich możliwie małą objętość. Mniejsze wartości gęstości uzyskano w trzech pozostałych sposobach. Gęstość w piknometrze w czterochloroetylenie oznaczona była bez stosowania podciśnienia (z uwagi na temperaturę wrzenia tego rozpuszczalnika), a jedynie stosowano mieszanie w celu usunięcia pęcherzyków powietrza. Można więc uznać, że ciecz nie wniknęła do węższych porów lub kanałków ziaren kruszywa i wyznaczono większą ich objętość. W przypadku oznaczania gęstości w piknometrze w oleju (symulujący ciecz, jaką jest gorący asfalt podczas produkcji mma) stosowano podciśnienie takie samo, jak w przypadku wody. Mniejsza gęstość uzyskana tym sposobem w stosunku do gęstości w piknometrze w wodzie świadczy, że większa lepkość oleju uniemożliwiła jego wniknięcie w wąskie pory i kanaliki kruszywa. Ostatni sposób, dający najmniejszą wartość gęstości, polegał na otoczeniu ziaren kruszywa gorącym asfaltem, o możliwie niskiej temperaturze umożliwiającej otoczenie. Wykonano to w celu zamknięcia porów i kanałków tak, aby w jak najmniejszym stopniu je wypełnić. Następnie oznaczono gęstość kruszywa metodą hydrostatyczną stosując podciśnienie.



Rysunek 1 Gęstości kruszywa żuźlowego



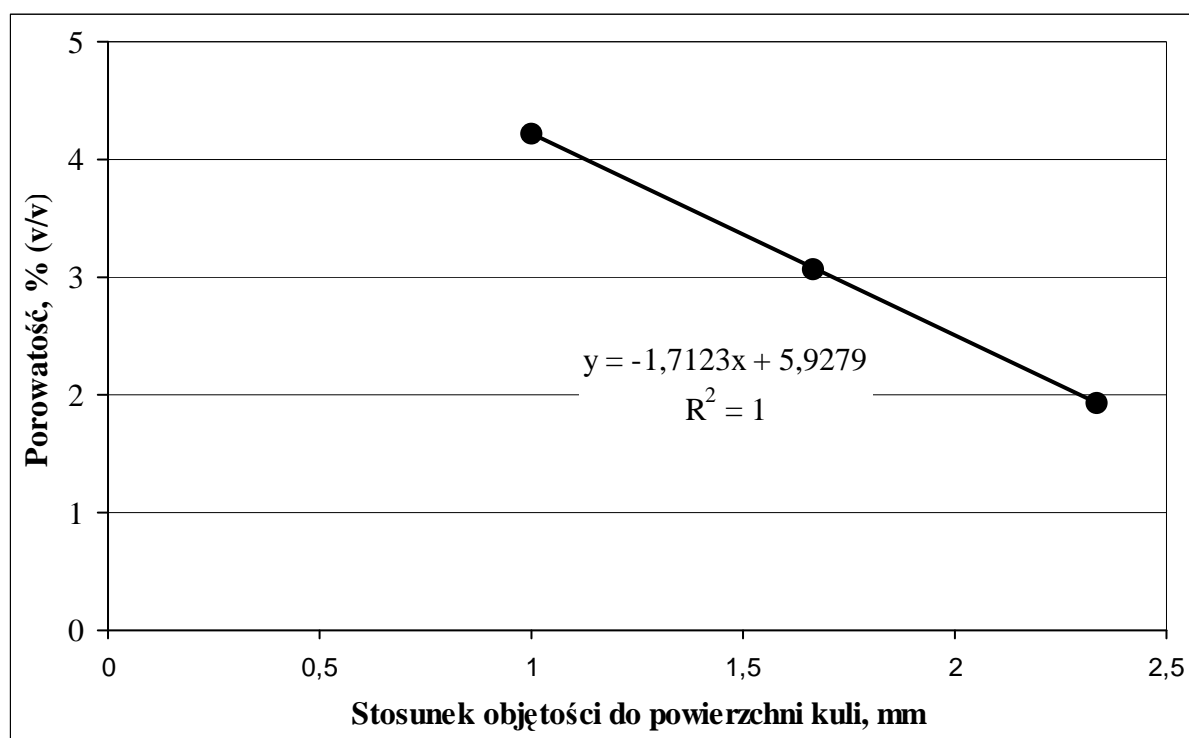
Rysunek 2 Porowatość kruszywa żuźlowego

Porównując w metodzie hydrostatycznej gęstość kruszywa bez otaczania asfaltem i z otaczaniem wyznaczono porowatość, której wartości zobrazowano na rysunku 2. W przypadku badanych frakcji kruszywa żuźlowego wyróżnia się reguła, że najbardziej porowata jest frakcja najdrobniejsza. Na podstawie tego jednego doświadczenia nie wiadomo na pewno, czy jest to reguła. Można to jednak uzasadnić teoretycznie

upraszczając ziarna kruszywa do modelu kuli. Proporcja między objętością a powierzchnią kuli zmienia się zależnie od jej średnicy. Im mniejsza jest średnica, tym ta proporcja jest mniejsza. Mówiąc inaczej, im mniejsza objętość kuli (a więc i masa) tym proporcjonalnie większa powierzchnia. Zmianę proporcji objętość/powierzchnia kuli oraz zmianę porowatości poszczególnych frakcji kruszywa żużlowego opisano w tablicy 2 i zobrazowano na rysunku 3. W wypadku tego porównania uzyskano stuprocentową korelację. Pełna korelacja raczej jest przypadkowa i należy to sprawdzić kolejnymi badaniami. Poza tym niewiadome jest, czy linia prosta jest adekwatną funkcją opisującą tą zależność.

**Tablica 2 Charakterystyka porowatości kruszywa żużlowego**

Właściwości		Frakcja		
		4/8	8/12	12/16
Średnia średnica przedziału frakcji,	mm	6	10	14
Objętość kuli opisująca średnią średnicę przedziału frakcji,	mm <sup>3</sup>	113,1	523,6	1436,8
Powierzchnia kuli opisująca średnią średnicę przedziału frakcji,	mm <sup>2</sup>	113,1	314,2	615,8
Stosunek objętości do powierzchni kuli,	mm	1,00	1,67	2,33
Porowatość,	% v/v	4,2	3,1	1,9

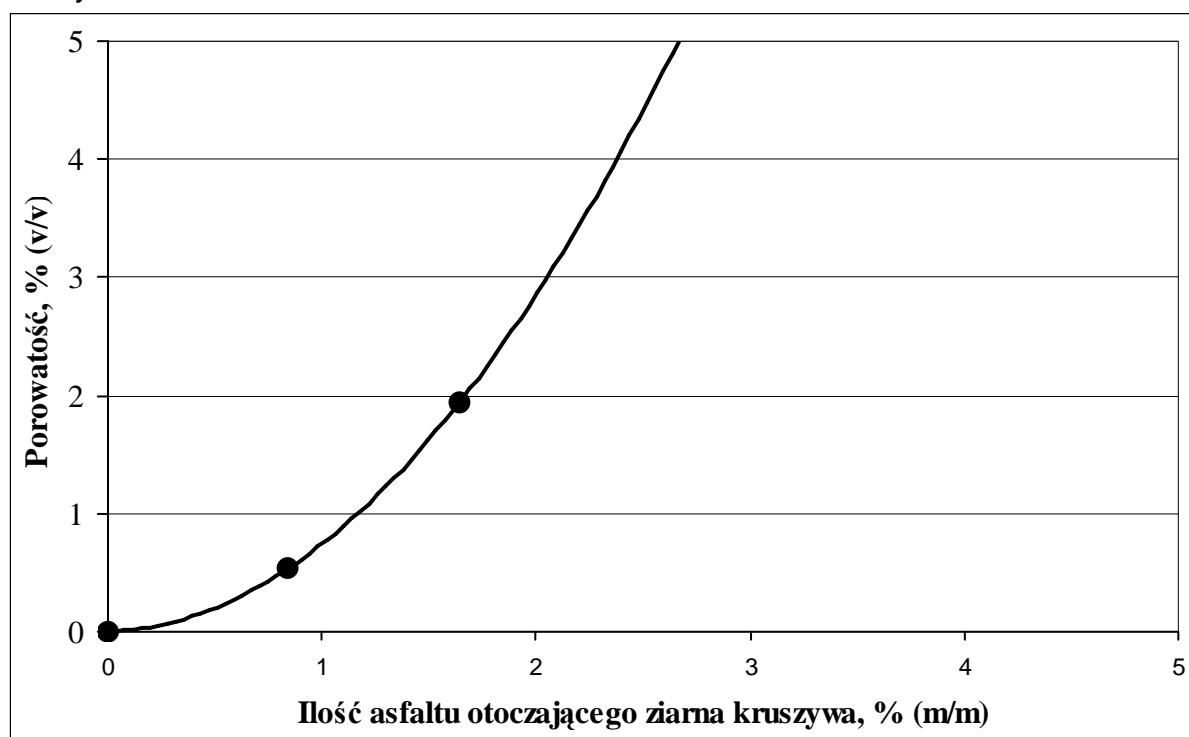


**Rysunek 3 Porowatość w zależności do wielkości ziarna kruszywa żużlowego**

Na przypadkowość wyniku porowatości może wpłynąć przede wszystkim jakość otoczenia ziaren kruszywa przy wyznaczaniu gęstości objętościowej szkieletu ziarna. Jak pokazano w tablicy 1, zależnie od użytej ilości asfaltu do otoczenia ziaren tej samej frakcji 12/16, uzyskano zupełnie inną wartość porowatości. Wiąże się to z faktem niepełnego otoczenia ziaren kruszywa przez asfalt. Stosując asfalt w ilości 0,8 % (m/m) uzyskano gęstość objętościową szkieletu ziarna większą niż stosując 1,6 % (m/m)



asfaltu. Nawet stosując większą ilość asfaltu nie uzyskano pełnego otoczenia ziaren. Niektóre ziarna posiadały wgłębienia, których nie dało się pokryć asfaltem. Efekt ten nasilał się wraz ze wzrostem rozmiaru frakcji. Im drobniejsza frakcja, tym ziarna kruszywa miały bardziej kubiczny kształt i lepiej otaczały się asfaltem. Różnicę porowatości z uwagi na niedokładność otoczenia asfaltem zobrazowano na rysunku 4. Uzyskano z badań wartość porowatości dla dwóch ilości asfaltu otaczającego ziarna kruszywa. Jako dodatkowy punkt można przyjąć zerową ilość asfaltu do otaczania, przy której porowatość wynosi 0. Na tej podstawie można by oszacować porowatość ziaren przy pełnym ich otoczeniu asfaltem, co wymagałoby opracowania odpowiedniej funkcji to opisującej. Na wykresie użyto wielomianu drugiego stopnia, co jest błędne, gdyż porowatość opisana tą funkcją mogłaby mieć wartość nawet powyżej 100 % (m/m). Ten sposób byłby pomocny przy wyznaczaniu porowatości ziaren nie dających się w pełni otoczyć asfaltem.



**Rysunek 4 Porowatość w zależności do ilości asfaltu otaczającego ziarna kruszywa**

W normie PN-EN 12697-5:2005 podano klasyfikację kruszywa z uwagi na wartość porowatości:

- < 0,5 % (v/v) kruszywa nieporowate i nie wchłaniające asfaltu
- od 0,5 do 1,5 % (v/v) kruszywa porowate wchłaniające asfalt w znikomym stopniu
- > 1,5 % (v/v) kruszywa porowate chłonnae asfalt

**Zgodnie z tym kruszywo żuźłowe należy do grupy chłonnaych. Nie należy oznaczać gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej stosując rozpuszczalnik asfaltu. Na podstawie tego wniosku gęstość mieszanek mineralno-asfaltowych zawierających kruszywo żuźłowe należy obliczać korzystając z jego gęstości oznaczonej w oleju.**

Dodatkowym aspektem wynikającym z klasyfikacji kruszywa żuźłowego jako chłonnaego, wartym opisanie, jest ustalenie jakościowe tej właściwości, czyli oszacowanie koniecznego dodatku asfaltu z uwagi na stosowanie kruszywa żuźłowego.

Parametr porowatości został określony na podstawie różnic w gęstości oznaczonej przy możliwie dużym wypełnieniu porów ziaren przez ciecz i możliwie małym ich wypełnieniu. Jak zauważono w badaniu gęstości w oleju, a więc cieczy zbliżonej do gorącego asfaltu, pory ziaren nie są w pełni wypełniane asfaltem podczas produkcji MMA. Oznacza to, że do określenia ilości asfaltu wchłoniętego nie można bezpośrednio posłużyć się porowatością. W normie PN-EN 12697-5:2005 podano informację, że dla kruszywa o porowatości od 0,5 do 1,5 % (v/v) objętość asfaltu wchłoniętego stanowi ok. 1/3 objętości porów i kanalików na powierzchni ziarna. Przykładowo dla kruszywa o porowatości 1,5 % (v/v) ilość wchłoniętego asfaltu wynosi ok. 0,5 % (v/v) lub 0,2 % (m/m). W przypadku kruszyw żuźlowych zasada 1/3 porowatości może nie być właściwa, a ilość wchłoniętego asfaltu mogłaby stanowić np. 0,5 porowatości. Można by przyjąć, że dobrym przybliżeniem wartości chłonności asfaltu jest porównanie gęstości objętościowej szkieletu ziarna (pomiar hydrostatyczny ziaren otoczonych asfaltem) i gęstości oznaczonej w oleju. Wartości te pokazano w tablicy 3.

**Tablica 3 Chłonięcie asfaltu przez kruszywo żuźłowe**

Właściwości	Jednostki	Fracja kruszywa żuźłowego, mm			
		4/8	8/12	12/16	12/16
Ilość użytego asfaltu do otoczenia ziaren (w stosunku do masy kruszywa)	% m/m	1,6	1,6	1,6	0,8
Porowatość	% v/v	4,2	3,1	1,9	0,5
	% m/m	1,2	0,9	0,6	0,2
Chłonięcie asfaltu jako 1/2 porowatości	% v/v	2,1	1,5	1,0	0,3
	% m/m	0,6	0,4	0,3	0,1
Chłonięcie asfaltu jako 1/3 porowatości	% v/v	1,4	1,0	0,6	0,2
	% m/m	0,4	0,3	0,2	0,1
Chłonięcie asfaltu jako funkcja gęstości oznaczonej w oleju	% v/v	3,5	1,2	-	-
	% m/m	1,0	0,4	-	-

### 3.4 Wpływ metody oznaczenia na wynik gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej wraz z odtwarzalnością

Dotychczas stosowaną w Polsce metodą badania gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej była metoda piknometryczna z użyciem rozpuszczalnika (czterochloroetylen). Metoda ta została opisana w Zeszycie 64/2002, Arkusz 04, Informacje, Instrukcje, wyd. IBDiM.

Zgodnie z obecnie wdrażanymi normami europejskimi: z serii 12697 na badania mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco oraz z serii 13108 na wymagania wobec mieszanek mineralno-asfaltowych, należy dostosować polską praktykę badawczą. Norma PN-EN 13108-20:2006(U) dotycząca Wstępnego Badania Typu mieszanek mineralno-asfaltowych, zawiera zbiór dostępnych kategorii wymagań wraz z określeniem sposobu zagęszczania próbek oraz metody badania poszczególnych właściwości. Norma ta określa m.in. sposób badania gęstości mieszanek mineralno-asfaltowych, różniący się od dotychczas stosowanego. Określanie gęstości mieszanek mineralno-asfaltowych należy przeprowadzać metodą piknometryczną z użyciem wody. Zmiana cieczy, w której zanurzana jest mieszanka mineralno-asfaltowa, pociąga za sobą zmianę metodologii przeprowadzania badania, ale przede wszystkim dotyczy „innego” materiału. Należy przez to rozumieć fakt, że przy stosowaniu rozpuszczalnika

bada się jednocześnie dwa materiały: rozpuszczony asfalt i obmyte kruszywo, natomiast w przypadku wody bada się jeden materiał: kruszywo otoczone asfaltem. W metodzie z rozpuszczalnikiem asfalt był całkowicie obmywany z kruszywa, powodując odkrywanie mikroporów znajdujących się w kruszywie oraz umożliwiając wnikanie rozpuszczalnika w głąb kruszywa. Miało to zauważalny wpływ na wyniki oznaczeń. W nowej metodzie badaną mieszankę rozdrabnia się do uzyskania pojedynczych ziaren pokrytych cienką błonką asfaltową. Po zanurzeniu próbki w wodzie błonka ta uniemożliwia penetrację wody w głąb ziaren kruszywa. W efekcie zastosowania wody wynikiem oznaczania gęstości jest „gęstość pozorna” rozdrobnionej mieszanki mineralno-asfaltowej, czego wymiernym efektem jest obliczenie zawartości wolnych przestrzeni w mieszance mineralno-asfaltowej z wyłączeniem wolnych przestrzeni zawartych w kruszywie.

W IBDiM już wiele lat temu przeprowadzono próby oznaczania gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej w wodzie i w rozpuszczalniku. Oceniono wówczas, że metoda oznaczania nie wpływa istotnie na wynik badania i pozostano przy metodzie z rozpuszczalnikiem. Nie rozpatrywano jednak wówczas porowatości i chłonności kruszyw.

Ostatnio w Niemczech przeprowadzono badania międzylaboratoryjne dotyczące metod oznaczania gęstości mieszanki mineralno-asfaltowej. W badaniach tych wzięło udział 30 laboratoriów, które zbadały mieszankę SMA dwiema opisywanymi metodami. Efekt badań był zadowalający ze względu na statystyczną zbieżność każdej z metod oraz małe różnice między wynikami badań oznaczanych dwoma metodami. W przypadku badania mieszanki w rozpuszczalniku (trójchloroetylen) uzyskano średnią wartość gęstości równą  $2,445 \text{ g/cm}^3$ , powtarzalność  $r=0,019 \text{ g/cm}^3$  oraz odtwarzalność  $R=0,042 \text{ g/cm}^3$ . Norma EN ISO 4259 dopuszcza maksymalne odchylenie od wartości średniej nie większe niż  $R/\sqrt{2}$ . W tym przypadku maksymalne dopuszczalne odchylenie wynosiło  $0,030 \text{ g/cm}^3$  i zostało spełnione do wszystkich wyników uzyskanych w badaniach porównawczych. W przypadku badania mieszanki SMA w wodzie uzyskano średnią wartość gęstości równą  $2,442 \text{ g/cm}^3$ , powtarzalność  $r=0,016 \text{ g/cm}^3$  oraz odtwarzalność  $R=0,024 \text{ g/cm}^3$ . Maksymalne dopuszczalne odchylenie wynosiło  $0,017 \text{ g/cm}^3$  i zostało przekroczone w przypadku wyników uzyskanych przez jedno laboratorium.

Niemieckie badania porównawcze przyniosły zadowalające rezultaty, jednak dotyczyły jednej, drobnoziarnistej mieszanki, oraz w badaniach nie uwzględniano kwestii porowatości i chłonności kruszyw. Konieczne jest więc porównanie obydwu metod w badaniach porównawczych mieszanek mineralno-asfaltowych o różnych uziarnieniach oraz z różnych kruszyw.

#### 4. Laboratoria badawcze

W dniu 21.05.2007 r. rozesłano zaproszenie do badań międzylaboratoryjnych (BM), wraz z Programem Badań (GREN-BM-2007), do 25 laboratoriów. Dodatkowo w czerwcu 2007 r. uczestnictwo w badaniach zgłosiła dodatkowo jedna firma drogowa. Ostatecznie powiadomienie o badaniach międzylaboratoryjnych otrzymały laboratoria:

##### **Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad**

Centrala

00-848 Warszawa, ul. Żelazna 59, tel. (022) 375 88 88, fax (022) 375 86 00, 375 87 70

Oddział w Warszawie

03-808 Warszawa, ul. Mińska 25, tel. (022) 813 20 11; 813 20 21, fax (022) 810 04 12

Oddział w Białymstoku

15-703 Białystok, ul. Zwycięstwa 2, tel. (085) 664 58 00, fax (085) 651 37 83

Oddział w Olsztynie

10-083 Olsztyn, ul. Warszawska 89, tel. (089) 521 28 00, fax (089) 527 23 07

Oddział w Gdańsku

80-354 Gdańsk, ul. Subisława 5, tel. (058) 511 24 00, fax (058) 511 24 05

Oddział w Bydgoszczy

85-085 Bydgoszcz, ul. Fordońska 6, tel. (052) 323 45 00, fax (052) 323 45 04

Oddział w Katowicach

40-016 Katowice, ul. Myśliwska 5, tel. (032) 258 62 81, fax (032) 259 87 10

Oddział w Opolu

45-085 Opole, ul. Niedziałkowskiego 6, tel. (077) 401 63 00, fax (077) 454 44 68

Oddział w Krakowie

31-542 Kraków, ul. Mogilska 25, tel. (012) 417 25 00, fax (012) 411 01 18

Oddział w Kielcach

25-950 Kielce, ul. Paderewskiego 43/45, tel. (041) 345 74 31, fax (041) 366 48 04

Oddział w Lublinie

20-075 Lublin, ul. Ogrodowa 21, tel. (081) 532 70 61, fax (081) 743 71 68

Oddział w Rzeszowie

35-111 Rzeszów, ul. Legionów 20, tel. (017) 853 40 71 do 74, fax (017) 862 39 15

Oddział w Poznaniu

60-763 Poznań, ul. Siemiradzkiego 5a, tel. (061) 866 88 21, fax (061) 866 09 82

Oddział w Łodzi

90-056 Łódź, ul. Roosevelta 9, tel. (042) 637 70 71 do 74, fax (042) 637 75 52

Oddział w Szczecinie

70-340 Szczecin, ul. Bohaterów Warszawy 33, tel. (091) 484 26 51, fax (091) 484 39 97

Oddział we Wrocławiu

53-139 Wrocław, ul. Powstańców Śl. 186, tel. (071) 334 73 00, fax (071) 367 17 69

Oddział w Zielonej Górze

65-078 Zielona Góra, ul. Boh. Westerplatte 31, tel. (068) 327 10 68, fax (068) 325 34 68

### **Politechnika Gdańska**

prof. dr hab. inż. Józef Judycki, Wydział Inżynierii Lądowej, ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk – Wrzeszcz, fax: (058) 341 58 21

### **Politechnika Warszawska**

prof. nzw. dr hab. inż. Jerzy Piłat, Wydział Inżynierii Lądowej, Katedra Inżynierii Materiałów Budowlanych, Al. Armii Ludowej 16, 00-637 Warszawa, tel. (022) 660 64 87, fax (022) 825 76 37

**Politechnika Wroclawska**

prof. dr hab. inż. Antoni Szydło, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, tel. (071) 320 23 52, fax (071) 320 34 54

**NCC Roads Polska Sp. z o.o.**

Oddział w Poznaniu, ul. Nowosolska 40A, 60-171 Poznań, tel. (061) 867-85-37, fax (061) 867-85-35

**BUDIMEX DROMEX S.A.**

Laboratorium Centralne, ul. Przejazdowa 24, 05-800 Pruszków, tel/fax. (022) 730 59 46

**MOTA ENGIL – POLSKA S.A.**

Laboratorium Główne, ul. Mogilska 25, 31-542 Kraków, tel. (012) 412 72 49, fax (012) 411 94 16

**TPA Instytut Badań Technicznych Sp. z o.o.**

ul. Parzniewska 8, 05-800 Pruszków, tel. (022) 738 22 00, fax (022) 738 22 01

**Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych**

Zakład Lotniskowy, ul. Księcia Bolesława 6, 01-494 Warszawa, skr. poczt. 96, tel. (022) 836 45 62, 685 21 51, fax (022) 836 44 71

**STRADA Sp. z o. o.**

ul. Nowa 49, 62-070 Pałędzie k/Poznania, tel. (061) 894 54 60 do 64, fax (061) 894 54 65

**Warmińsko-Mazurskie Przedsiębiorstwo Drogowe Sp. z o. o.**

Gutkowo 49, 11-041 Olsztyn, tel. fax (089) 521 26 22

**Warszawskie Przedsiębiorstwo Robót Drogowych**

ul. Robotnicza 11/13, 02-261 Warszawa, tel.: 22 492 22 33, faks: 22 492 22 00

Do końca czerwca chęć uczestnictwa w badaniach międzylaboratoryjnych zgłosiło oficjalnie 6 laboratoriów, przy czym nieoficjalnie (potwierdzenia telefoniczne) zgłosiło uczestnictwo w sumie 11 laboratoriów z 26. Każde z laboratoriów zadeklarowało wykonanie badań w ograniczonym zakresie przewidzianym w Wykazie Badań Międzylaboratoryjnych (załącznik do Programu Badań). \

## **5. Program Badań**

Badaniom międzylaboratoryjnym mieszanek mineralno-asfaltowych przewidzianym do wykonania w 2007 r. w ramach GREN, nadano symbol GREN-BM-2007.

Badania mieszanek mineralno-asfaltowych dotyczą właściwości, oznaczanych według nowych norm z serii PN-EN 12697, z podziałem na grupy:

„**podstawowa**”, obejmująca głównie badania właściwości objętościowych (fizycznych); stosowana do dróg oraz do lotnisk i innych powierzchni obciążonych ruchem; oznaczona symbolem „**P**”,

„**funkcjonalna**”, obejmująca głównie badania właściwości materiałowych wykorzystywanych do typowych metod analitycznych wykorzystywanych w projektowaniu nawierzchni asfaltowych; stosowana głównie do dróg; oznaczona symbolem „**F**”,

„**specjalistyczna**”, obejmująca badania właściwości wymaganych z uwagi na specjalne przeznaczenie mieszanki mineralno-asfaltowej; stosowana głównie do lotnisk i innych powierzchni obciążonych ruchem; oznaczona symbolem „**S**”.

Do badań przewidziano dwie mieszanki mineralno-asfaltowe:

beton asfaltowy o uziarnieniu do 20 mm (**AC 20**),

SMA o uziarnieniu do 8 mm do warstwy ścieralnej (**SMA 8**).

Program badań przewiduje trzy typy kruszywa do tych mieszanek:

o gęstości poniżej 2,8 g/cm<sup>3</sup>, niechłonne,

o gęstości poniżej 2,8 g/cm<sup>3</sup>, chłonne,

o gęstości powyżej 3,4 g/cm<sup>3</sup>, chłonne.

Zakłada się, że każdy rodzaj mieszanki mineralno-asfaltowej będzie wyprodukowany w wytwórni w skali przemysłowej, gdzie będzie pobrana jednorazowo odpowiednio duża liczba próbek luźnej mieszanki.

Do jednej właściwości muszą być sporządzone próbki badawcze z powtórnie rozgrzewanych różnych typów mieszanek. Próbki te (do badania jednej właściwości, np. sztywność na próbkach o różnej średnicy; z różnych mieszanek) muszą być wykonane w jednym laboratorium, w tych samych warunkach, jednakową procedurą przygotowania, najlepiej przez tych samych operatorów.

W Wykazie Badań Międzylaboratoryjnych, przedstawionym w załączeniu, zestawiono metody badań z podziałem na 3 grupy. Zamieszczono tam wytypowane mieszanki mineralno-asfaltowe do poszczególnych badań z podziałem na rodzaj kruszywa. W ostatnich kolumnach umieszczono pozycje do wypełnienia deklarowanej chęci uczestnictwa w badaniach oraz gotowość do wykonania próbek. Konieczna do wykonania liczba próbek będzie wynikać z liczby uczestników.

Uczestnikom badań będą udostępnione teksty tłumaczeń norm oraz będą przygotowane dokładne warunki przygotowania próbek i ich badań.

## 6. Próbki do badań

Zgodnie z Programem Badań mieszanki mineralno-asfaltowe mają pochodzić z produkcji przemysłowej. Do czerwca 2007 r. zgromadzono dwa rodzaje betonu asfaltowego AC20. Pierwszy zawierał w przeważającej części kruszywo wapienne, jako typ kruszywa chłonnego o gęstości poniżej 2,8 g/cm<sup>3</sup> (typ kruszywa **LP**). Drugi AC 20 zawierał w przeważającej części kruszywo granodiorytowe, jako typ kruszywa niechłonnego o gęstości poniżej 2,8 g/cm<sup>3</sup> (typ kruszywa **LN**).

Próbki obu typów AC 20 pobrano komisyjnie przez pracowników wytwórcy mieszanki oraz pracowników IBDiM. Próbki pobrano zgodnie z normą PN-EN 12697-27:2005 p. 4.4. Pozostałe dwie mieszanki, AC 20 z kruszywem chłonnym o gęstości powyżej 2,8 g/cm<sup>3</sup> (typ kruszywa **CP**) oraz SMA 8 z kruszywem niechłonnym o gęstości poniżej 2,8 g/cm<sup>3</sup> (typ kruszywa LN), zostaną pobrane po wyszukaniu producenta.

Z pierwszych dwóch typów AC 20 zostaną wykonane w IBDiM próbki do badań.