



## ASFALT MODYFIKOWANY GUMĄ W TECHNOLOGII „NA MOKRO”

DR INŻ. ALEKSANDER ZBOROWSKI



**STRABAG**  
TEAMS WORK.



# MODYFIKACJA ASFALTÓW W CELU POPRAWY WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTYCH LEPISZCZA

np. Polimer SBS



3÷5%

- **Styren-Butadien-Styren**

Guma ze zużytych opon



15÷20%

- **Kauczuk syntetyczny (Styren-Butadien Rubber)**
- **Kauczuk naturalny**
- **Sadza węglowa (przeciwutleniacz)**
- **Siarka (poprawa odporności na deformacje)**
- **Filtry UV (ochrona przed starzeniem długoterminowym)**
- **Oleje i plastyfikatory (uszlachetnienie asfaltu)**

Fot. Internet

© TPA (4/2016)  
2

# DRUGIE ŻYCIE OPON



# METODY WPROWADZANIA MIAŁU GUMOWEGO DO MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ

- **METODA „NA SUCHO”** – dozowanie gumy bezpośrednio do mieszalnika poprzez zastąpienie części kruszywa mineralnego ( $1\div 3\%$  w stosunku do mma)
  
- **METODA „NA MOKRO”** – modyfikacja poprzez wymieszanie, podgrzewanie i reakcję gorącego asfaltu z rozdrobnioną gumą, czas dojrzewania po wymieszaniu min. 45 minut
  - Metoda „Field Blend” (min.  $15\div 20\%$  gumy w stosunku do masy lepiszcza)
  - Metoda „Terminal Blending” (PMB z dodatkiem około  $4\div 8\%$  gumy)



## CO TO JEST ASFALT MODYFIKOWANY GUMĄ „NA MOKRO”?

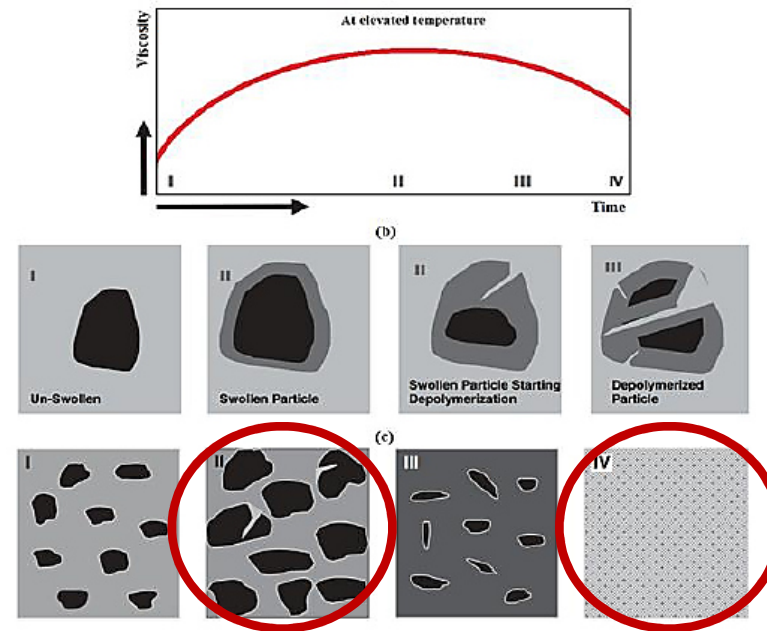
**ASFALT MODYFIKOWANY GUMĄ** Jest to mieszanina asfaltu drogowego, rozdrobnionej gumy z odzyskanych opon samochodowych oraz specjalnych dodatków, w której komponent gumowy stanowi przynajmniej 15% w stosunku do całkowitej masy lepiszcza i uległ wystarczającej reakcji z gorącym asfaltem, aby spowodować spęczenie cząsteczek gumy.

*Definicja wg ASTM D8*



G. B. Way, K. E. Kaloush i K. P. Biligiri, „Asphalt-Rubber Standard Practice Guide, Second Edition,” Rubber Pavements Association, Phoenix, 2012

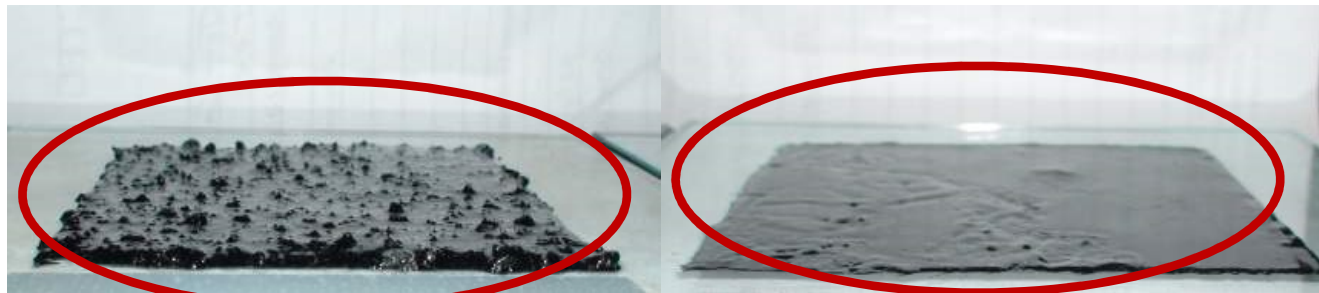
# ETAPY PROCESU REAKCJI ASFALTU Z GUMĄ W METODZIE „NA MOKRO”



E.J.F. Peralta „Micro-Analysis of Physicochemical Interaction between the Components of Asphalt Mixtures with Rubber”, Iowa State University, 2013

**FIELD BLEND**

**TERMINAL BLENDING**



G. B. Way, K. E. Kaloush i K. P. Biligiri, „Asphalt-Rubber Standard Practice Guide, Second Edition,” Rubber Pavements Association, Phoenix, 2012

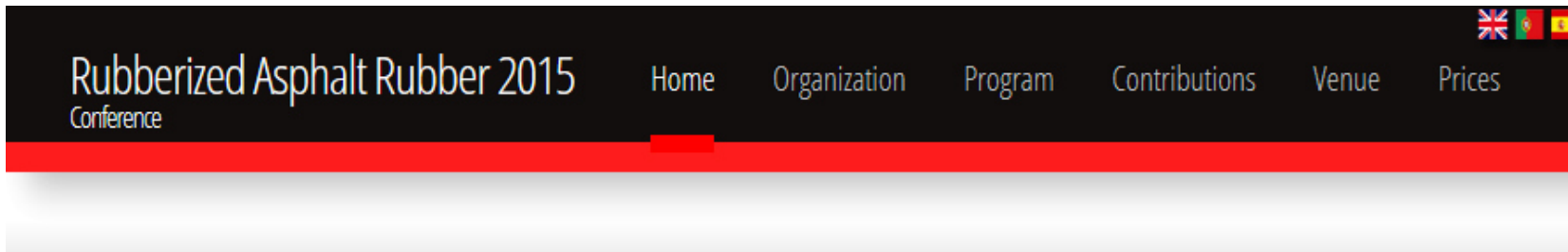


# HISTORIA MODYFIKACJI ASFALTU GUMĄ NA ŚWIECIE



- 1902 – pierwsze zastosowanie kauczuku naturalnego do modyfikacji asfaltu - Cannes
- 1950's – opracowanie w Szwecji metody suchej (Dry Method)
- 1963 – Charles McDonald opracowuje w Phoenix metodę mokrą (Wet Method)**
- 1970's – opracowanie sprzętu do masowej produkcji AR
- 1980's – rozwój technologii w Stanach Zjednoczonych
- 1990's – wygaśnięcie patentów i ekspansja technologii na świecie

# INFORMACJE DOTYCZĄCE TECHNOLOGII - ŚWIAT





# INFORMACJE DOTYCZĄCE TECHNOLOGII - POLSKA



Kierunki Innowacyjnych działań w dziedzinie technologii nawierzchni drogowych



Wacław Michalski

Dyrektor Departamentu Technologii  
GDDKiA

Kielce 13 maja 2015 r.

1 z 12 wskazanych kierunków  
rozwoju technologicznego

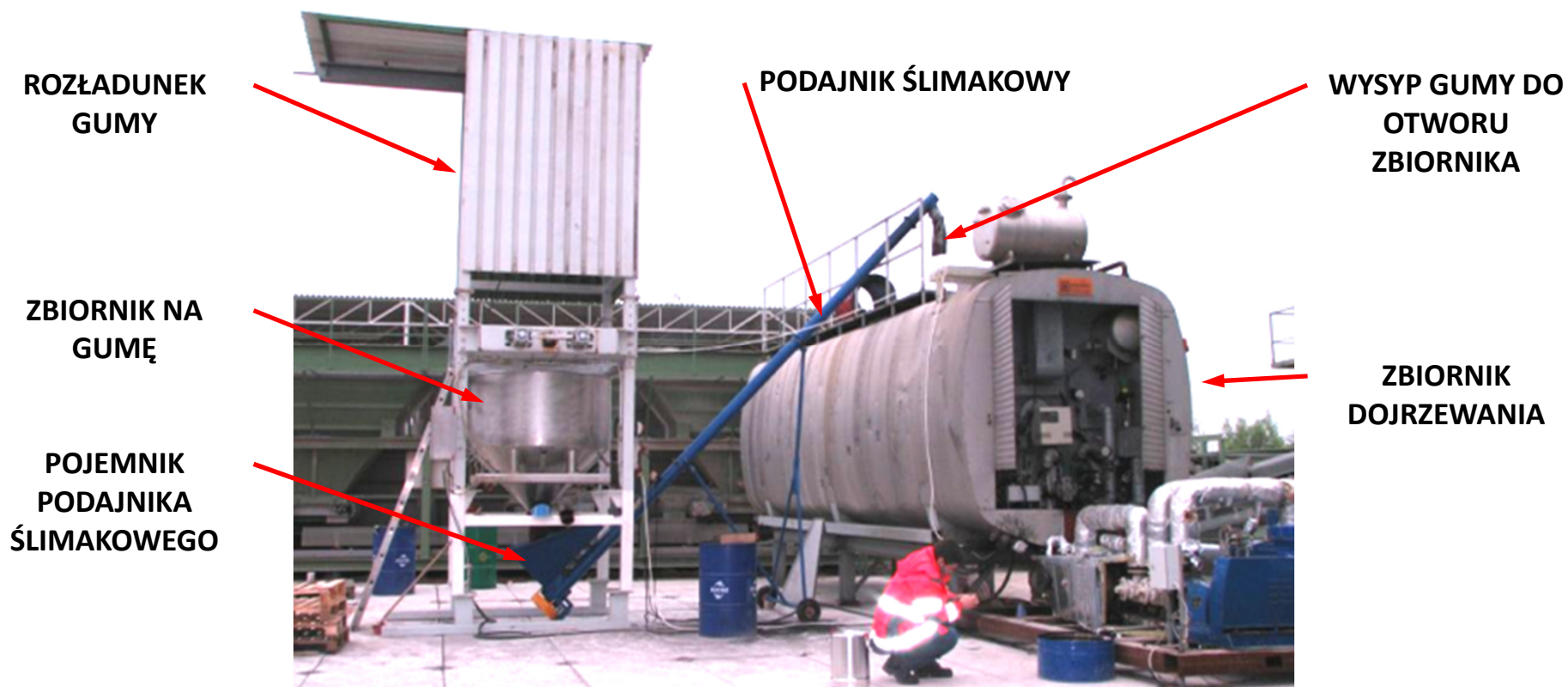


Asfalty modyfikowane gumą

Obniżenie emisji hałasu



# **MODYFIKACJA ASFALTU GUMĄ W SKALI PRZEMYSŁOWEJ METODA „NA MOKRO” – FIELD BLEND**



Fot. TPA



# **ZALETY MIESZANEK Z ASFALTAMI MODYFIKOWANYMI GUMĄ METODĄ „NA MOKRO”**

## **TRWAŁOŚĆ**

- Zwiększona trwałość zmęczeniowa i odporność na spękania odbite
- Zwiększona odporność na spękania niskotemperaturowe
- Polepszona odporność na koleinowanie
- Zwiększona odporność na starzenie

## **BEZPIECZEŃSTWO**

- Polepszone właściwości przeciwpoślizgowe (zwiększona szorstkość)
- Eliminacja akwaplaningu i lepsza widoczność podczas opadów przy użyciu asfaltu porowatego

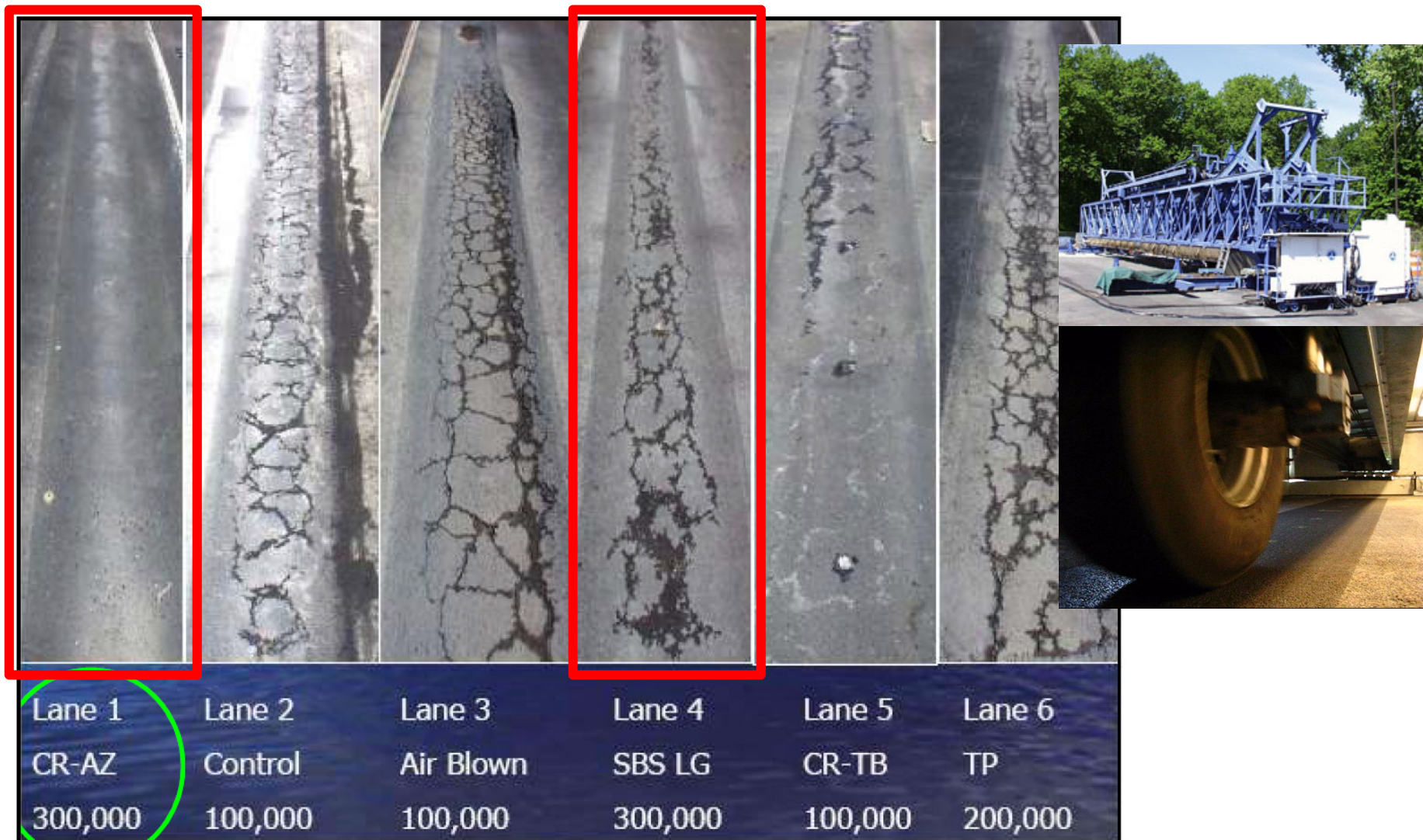
## **Ekologia**

- Efektywne wykorzystanie odpadów w postaci zużytych opon samochodowych
- Mniejsza hałaśliwość przy zastosowaniu „cichych nawierzchni”

## **Ekonomia**

- Dłuższa żywotność nawierzchni drogowych
- Zmniejszenie nakładów na remonty i utrzymanie dróg

# ODPORNOŚĆ NA SPEKANIA ZMĘCZENIOWE WYNIKI TESTÓW ALF WYKONANYCH PRZEZ US FHWA



G. B. Way „History of Rubber-Asphalt National Perspective” Rubber Pavements Association, Phoenix, 2012

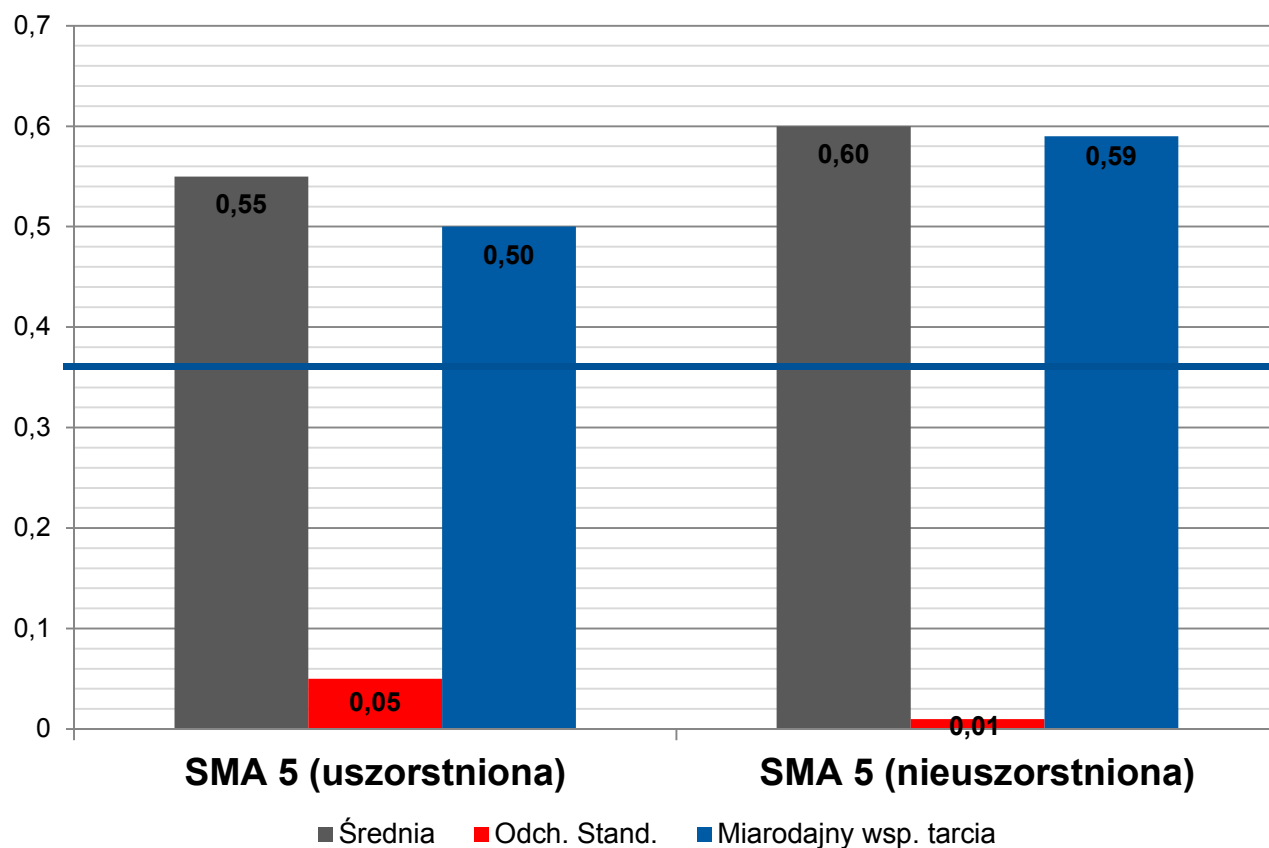
## PORÓWNANIE PARAMETRÓW MIESZANKI SMA 11 PMB VS. AMG

PARAMETR MMA	SMA 11 S PMB 45/80-55 KR 5-6	SMA 11 S AMG KR5-6
Asfalt zadozowany, %	6,6	7,0
Wolna przestrzeń, % PN-EN 12697-8:2005	2,9	3,5
VMA, % PN-EN 12697-8:2005	17,7	18,8
VFB, % PN-EN 12697-8:2005	83,7	81,3
Gęstość, Mg/m <sup>3</sup> PN-EN 12697-5:2010/AC:2012	2,420	2,418
Gęstość objętościowa, Mg/m <sup>3</sup> PN-EN 12697-6:2012	2,349	2,333
ITSR, % PN-EN 12697-12:2008	90 (WT-2 2010)	96 (WT-2 2014)
PRD <sub>AIR</sub> , % PN-EN 12697-22:2008	6,9	5,2
WTS <sub>AIR</sub> , PN-EN 12697-22:2008	0,06	0,04
Splywność, % PN-EN 12697-18:2007	0,2	0,1
TSRST, C° PN-EN 12697-46	-26,1	-29,5



# WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWOŚLIZGOWE NAWIERZCHNI WPŁYW USZORSTNIENIA SMA 5 AMG NA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWOŚLIZGOWE BADANIE ZESTAWEM POMIAROWYM SRT-3 (BARUM BRAVURIS 185/70 R14)

Miarodajny współczynnik tarcia przy  
prędkości 60 km/h zablokowanej opony  
względem nawierzchni



## EKOLOGIA - ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ - RECYKLING OPTYMALNE WYKORZYSTANIE SUROWCÓW WTÓRNYCH

Dyrektywa UE zakazuje składowania opon w całości po 2003r., a w stanie rozdrobnionym po 2006r.



Foto: [www.rubberpavements.org](http://www.rubberpavements.org)

Zagospodarowanie 1200 opon  
na 1 pas długości 1 km przy  
grubości warstwy 5cm

# APROBATA TECHNICZNA DLA NOWEGO PRODUKTU

INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW  
03-302 Warszawa, ul. Instytutowa 1  
tel. sekretariat: 22 814 50 25, fax: 22 814 50 28



Warszawa, 03 lipca 2014 r.

## APROBATA TECHNICZNA IBDiM Nr AT/2014-02-3076

Na podstawie § 16 pkt 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 8 listopada 2004 r. w sprawie aprobat technicznych oraz jednostek organizacyjnych upoważnionych do ich wydawania (Dz. U. Nr 249, poz. 2497 ze zm.), po przeprowadzeniu postępowania aprobacyjnego, którego wnioskodawcą jest producent o nazwie:

**STRABAG Sp. z o.o.**

z siedzibą:

**ul. Parzniewska 10, 05-800 Pruszków**

**Instytut Badawczy Dróg i Mostów**

stwierdza pozytywną ocenę techniczną i przydatność wyrobu budowlanego:

**Asfalty Specjalne**

o nazwie handlowej:

**RUBBERBIT**

do stosowania w budownictwie - w inżynierii komunikacyjnej, w zakresie stosowania i przeznaczenia oraz przy spełnieniu warunków podanych w niniejszej Aprobacie Technicznej IBDiM.

Instytut Badawczy Dróg i Mostów, dla wyżej wymienionego wyrobu budowlanego wskazuje obowiązujący system 4 oceny zgodności.



DYREKTOR  
prof. dr hab. inż. Leszek Rafalski

Data wydania Aprobaty Technicznej: **03 lipca 2014 r.**  
Data utraty ważności Aprobaty Technicznej: **03 lipca 2019 r.**

Dokument Aprobaty Technicznej IBDiM Nr AT/2014-02-3076 zawiera stron 9 w tym Załącznik.

## Asfalt specjalny „RUBBERBIT”

- Przeznaczony do: SMA, BBTM, AP, AC, MA oraz wykonywania warstw przeciwspekaniowych typu SAMI i SAM.
- Aprobata Techniczna ważna do 3 lipca 2019 r.

## WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne

### pkt. 7.2 Lepiszczą asfaltowe

„...lub inne lepiszcza nienormowe i asfalty specjalne według europejskich ocen technicznych lub aprobat technicznych.”



**STRABAG**  
TEAMS WORK.



# ZAKŁADOWA KONTROLA PRODUKCJI DLA LEPISZCZA AMG

**STRABAG**

ZAKŁADOWA KONTROLA PRODUKCJI

**STRABAG**

KSIĘGA  
ZAKŁADOWEJ KONTROLI PRODUKCJI  
ASFALTÓW MODYFIKOWANYCH GUMĄ

Niniejsza Księga Zakładowej Kontroli Produkcji jest dokumentem ustanawiającym wewnętrzną kontrolę wyrobu i procesu produkcji asfaltów modyfikowanych gumą w celu zapewnienia stabilności procesu produkcyjnego oraz uzyskiwania powtarzalnych cech wyrobu zgodnych z założonymi wymaganiami technicznymi.

- składowanie materiałów,
- procedury badawcze,
- kontrola procesu modyfikacji asfaltu drogowego dodatkiem rozdrobnionej gumy w technologii na mokro,
- produkcja mieszanek mineralno-asfaltowych na bazie lepiszczy modyfikowanych gumą



**STRABAG**  
TEAMS WORK.

# KONTROLA JAKOŚCI GRANULATU GUMOWEGO

- Badanie wilgotności

Warunki suszenia gumy (4-6h @ 60°C)

- Badanie uziarnienia
- Badanie zanieczyszczenia włóknami



- Badanie zanieczyszczeń mineralnych
- Badanie zanieczyszczenia częściami metalicznymi



*Procedura TPA*

- Badanie gęstości gumy

Badanie w denaturacie

# BADANIA I WYMAGANIA DLA LEPISZCZY GUMOWO-ASFALTOWYCH

Lp.	Badana cecha	Norma badawcza	Wymaganie
1	Lepkość dynamiczna w 177°C [mPa*s]	PN-EN 13302	1500÷5000
2	Odpężenie sprężyste w 25°C [% Odbojności]	PN-EN 13880-3	min. 18
3	Temperatura mięknięcia metodą PiK [°C]	PN-EN 1427	52÷74
4	Penetracja stożkiem w 25°C [0,1mm]	PN-EN 13880-2	25÷70



**Lepkość dynamiczna  
PN-EN 13302**

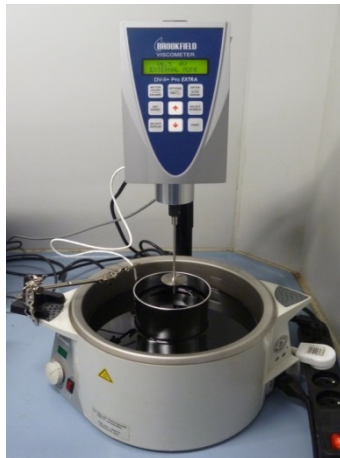
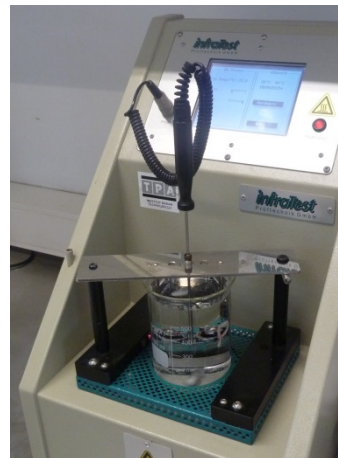
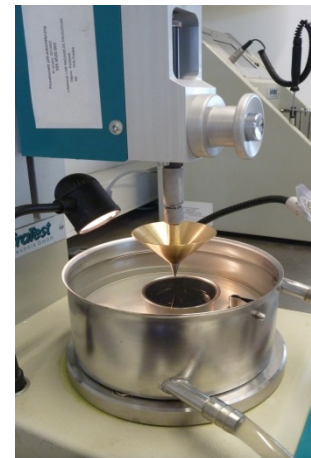


Foto: TPA

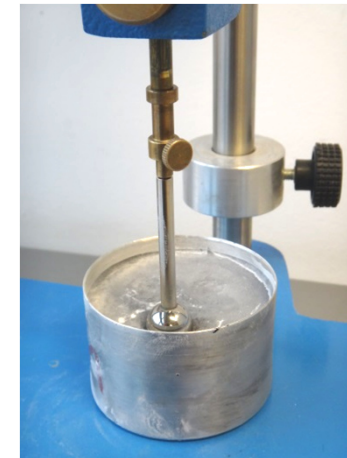
**Temperatura mięknięcia  
PN-EN 1427**



**Penetracja stożkiem  
PN-EN 13880-2**



**Odpężenie sprężyste  
PN-EN 13880-3**





# BADANIA MIESZANEK MINERALNO-GUMOWO-ASFALTOWYCH OZNACZENIE ZAWARTOŚCI LEPISZCZA METODĄ SPALANIA

Piec zapłonowy



Foto: TPA



POLSKA NORMA

ICS 93.080.20

**PN-EN 12697-39**

marzec 2007

Wprowadza  
EN 12697-39:2004, IDT

Zastępuje  
PN-EN 12697-39:2005 (U)

**Mieszanki mineralno-asfaltowe**  
**Metody badań mieszanek mineralno-asfaltowych**  
**na gorąco**  
**Część 39: Oznaczanie zawartości lepiszcza**  
**metodą spalania**



## ODCINKI DOŚWIADCZALNE - PRUSZKÓW UL. PARZNIIEWSKA SIERPIEŃ 2013



Foto: TPA

- Odcinki doświadczalne o łącznej długości 585 mb
- Cztery różne konstrukcje nawierzchni
- Sześć różnych warstw:
  - ✓ SMA 11
  - ✓ BBTM 8A
  - ✓ AC 5 AF
  - ✓ AC 16 TD
  - ✓ AC 16 W
  - ✓ SAMI



# JEDNOWARSTWOWA NAWIERZCHNIA AC 16 TD Z ASFALTEM MODYFIKOWANYM GUMĄ KONCEPCJA

## Trwałość ze względu na:

- Odporność na czynniki atmosferyczne
- Podwyższoną zawartość asfaltu modyfikowanego gumą
- Wykonanie w jednej warstwie

## Obniżenie kosztów:

- Możliwość stosowania granulatu asfaltowego
- Możliwość zredukowania stopnia frezowania istniejącej nawierzchni,
- Możliwość wbudowania od 5 do 10cm w jednej warstwie.





# CICHA NAWIERZCHNIA Z WYKORZYSTANIEM AMG

## SIERPIEŃ-WRZESIEŃ 2014 - DROGA WOJEWÓDZKA 880 JAROSŁAW-PRUCHNIK



Foto: TPA

- Cicha nawierzchnia  
**SMA 5 AMG KR 3-4**  
Kruszywo: Bazalt  
B = 6,8%  
V<sub>m</sub> = 4,4%
- Długość odcinka 14 km
- Całkowita ilość mmga około 6 600 ton



# CICHA NAWIERZCHNIA Z AMG

## SIERPIEŃ 2015 – PAŹDZIERNIK 2016 – WARSZAWA - WAWER



Foto: TPA

- Cicha nawierzchnia  
**SMA 8 AMG KR 5-6**  
Kruszywo: Melafir  
B = 7,2%  
V<sub>m</sub> = 6,3%
- Całkowita ilość mmga  
około 2 500 ton

# ODPORNĄ NA KOLEINOWANIE I RUCH CIĘŻKI WARSTWA ŚCIERALNA

## LISTOPAD 2014 - PRZEBUDOWA ODCINKA DROGI KRAJOWEJ DK4 W RAMACH KONTRAKTU CENTRUM LOGISTYCZNE KORCZOWA



Foto: TPA

- Warstwa ściernalna  
**SMA 11 AMG KR 5-6**  
Kruszywo: Melafir  
B = 7,0%  
V<sub>m</sub> = 4,9%
- Długość odcinka ~600m



## DOTYCHCZASOWE ZASTOSOWANIA AMG MAJ 2014 - DROGA GMINNA KAMIEŃ-BYKÓW



Foto: TPA

- Warstwa ściernalna  
**SMA 11 AMG KR 3-6**  
Kruszywo: Gabro  
B = 6,9%  
V<sub>m</sub> = 3,5%
- Długość odcinka 2,5 km
- Całkowita ilość mmga około 2 200 ton



# CICHA ORAZ ODPORNA NA KOLEINOWANIE NAWIERZCHNIA Z AMG WRZESIEŃ-LISTOPAD 2015 – WARSZAWA UL. WOŁOSKA



Foto: TPA

- Warstwa ścieralna  
**BBTM 8A AMG KR 6**  
**BBTM 8B AMG KR 6**  
Kruszywo: Melafir  
B = 6,7% oraz 6,1%  
V<sub>m</sub> = 7,3% oraz 10,6%
- Długość odcinka ~ 3km
- Całkowita ilość mmga  
~ 3 500 ton



Warsaw University  
of Technology

# AC BBTM z lepiszczem gumowo- asfaltowym do nawierzchni redukujących hałas drogowy.

P. Radziszewski, M. Sarnowski, K. J. Kowalski, J. Król

**Politechnika Warszawska**

I. Ruttmar, A. Zborowski

**TPA Sp. z o.o.**

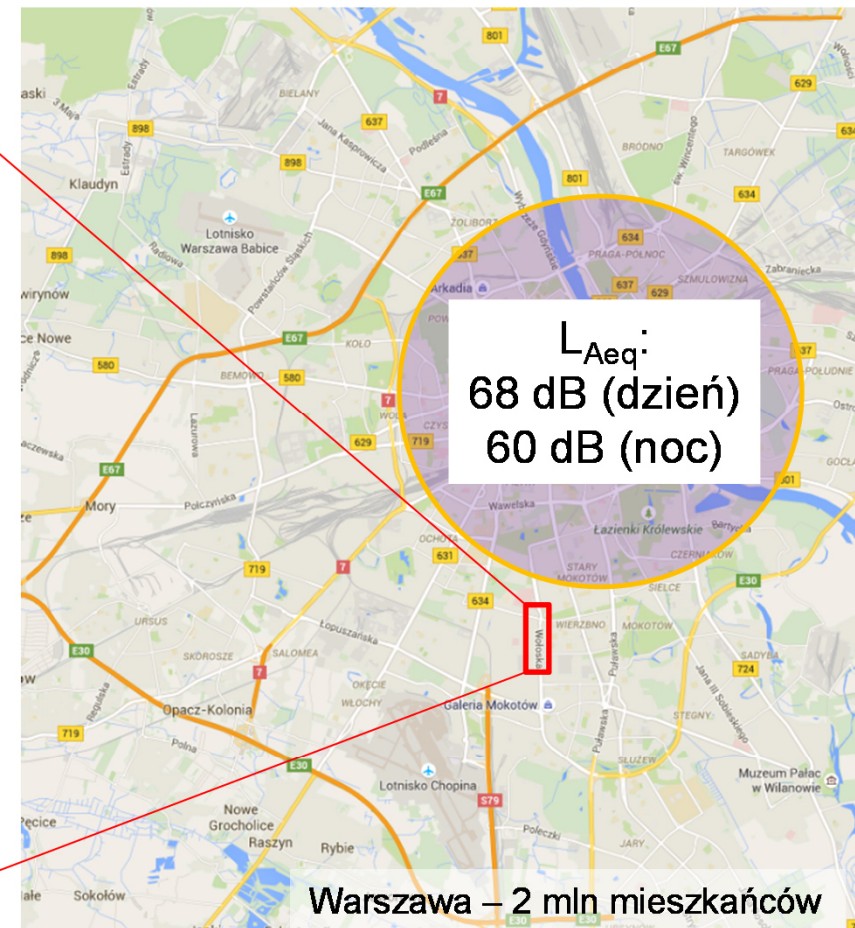
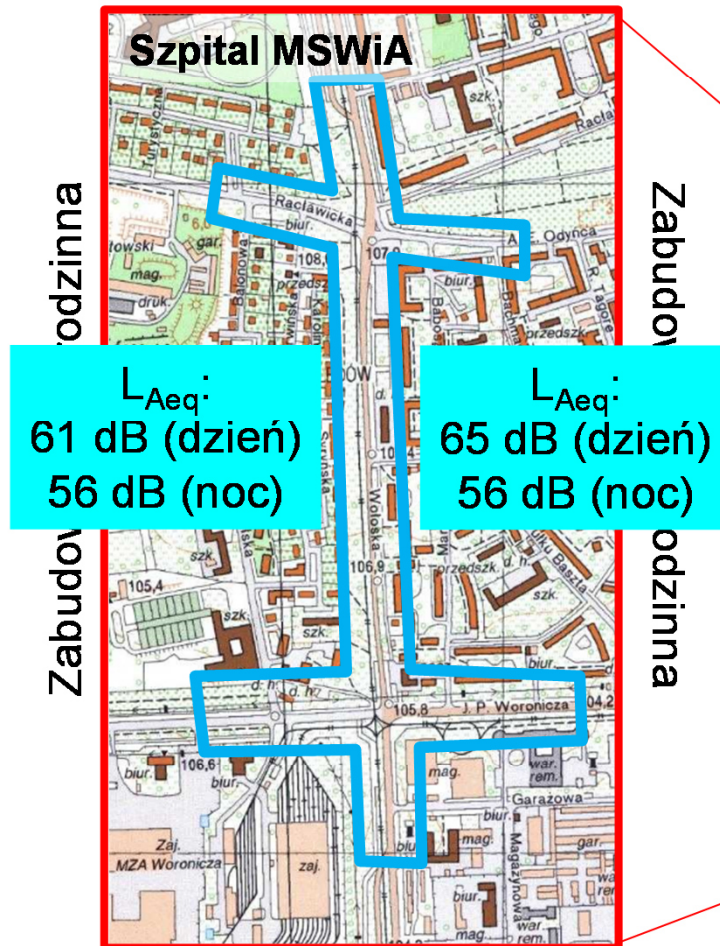


# Modernizowany odcinek ul. Wołoskiej w Warszawie

– wymagany równoważny poziom dźwięku  $L_{Aeq}$



Warsaw University  
of Technology





# Wykonanie warstwy ścieralnej z mieszanki BBTM na odcinku próbnym – ul. Raławicka w Warszawie



Warsaw University  
of Technology





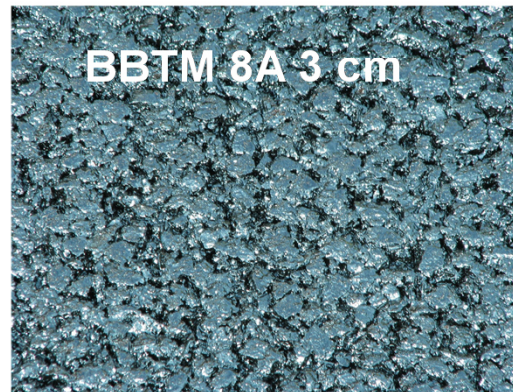
# Warstwa ścieralna nawierzchni ul. Wołoskiej w Warszawie z mieszanki BBTM



Zespół  
Technologii Materiałów  
i Nawierzchni Drogowych  
Warsaw University  
of Technology



BBTM 8B 3 cm



BBTM 8A 3 cm



- ❑ Rejon skrzyżowań:  
**BBTM 8A** - zawartość wolnej przestrzeni **4-8%**
- ❑ Odcinki między skrzyżowaniami:  
**BBTM 8B** - zawartość wolnej przestrzeni **8-12%**
- ❑ Asfalt modyfikowany gumą:  
zawartość gumy **17%** (w stosunku do masy asfaltu)

„Cicha nawierzchnia”

# Warstwa ściernalna nawierzchni ul. Wołoskiej w Warszawie z mieszanki BBTM



Warsaw University  
of Technology

## □ Wygląd nawierzchni po roku eksploatacji



□ BBTM 8A (3 cm)



□ BBTM 8B (3 cm)

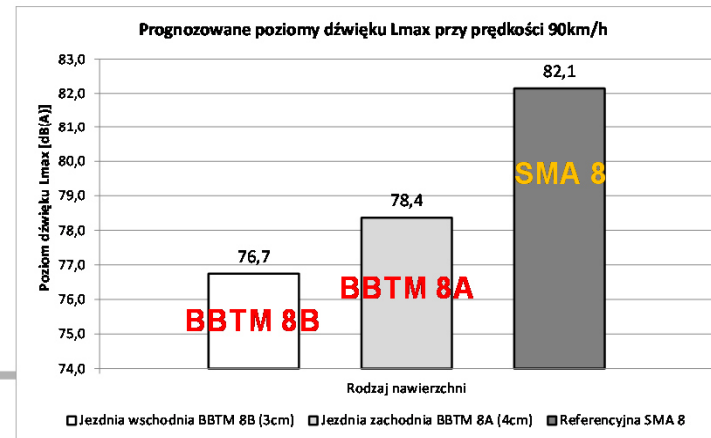
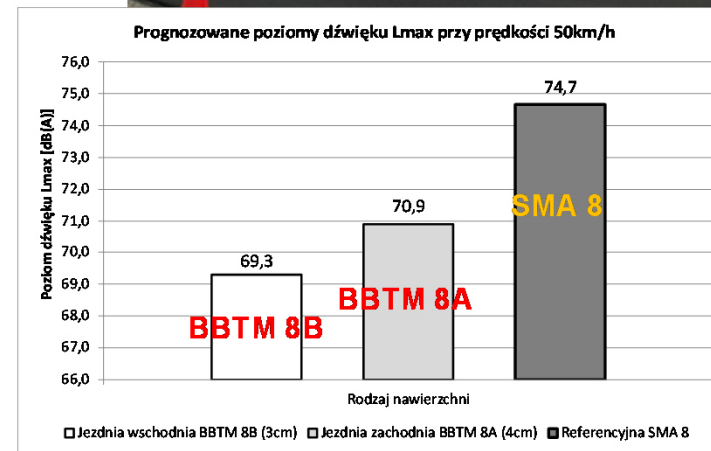


# Warstwa ścierna nawierzchni ul. Wołoskiej w Warszawie z mieszanki BBTM



Warsaw University  
of Technology

- ❑ Badania akustyczne nawierzchni metodą kontrolowanego przejazdu CPB

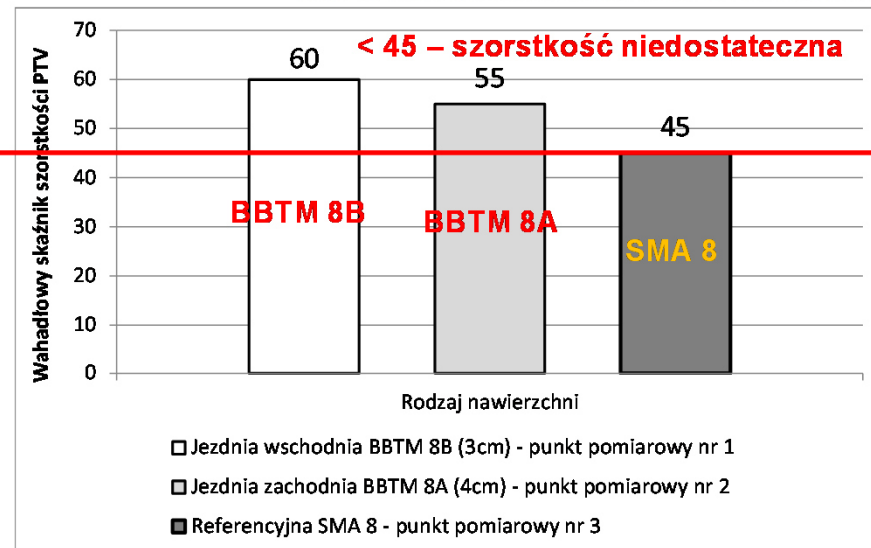


# Warstwa ścierna nawierzchni ul. Wołoskiej w Warszawie z mieszanki BBTM



Warsaw University  
of Technology

- ❑ Badania wahadłowego wskaźnika szorstkości PTV





# PARAMETRY MIESZANKI BBTM 8A AMG

## IX. Właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej

Właściwość	Norma badawcza	Energia lub wskaźnik zagęszczenia	Wynik	Kategoria wymagana
Zawartość asfaltu całkowita $B$ , % masy	-	-	6,7	$B_{\min 5,6}$
				$\alpha * B_{\min}$
Zawartość asfaltu rozpuszczalnego $S$ (metoda obliczeniowa), % masy	-	-	6,5	-
Zawartość asfaltu nierozpuszczalnego, % masy	TP Asphalt – StB Teil 1, 2010	-	0,21	-
Zawartość wolnych przestrzeni w $\text{mm } V_m$ , % objętości	PN-EN 12697-8:2005	2x50 uderzeń	7,3	$V_{i 4 \text{ do } 8}$
Wypełnienie wolnych przestrzeni asfaltem $VFB$ , % objętości	PN-EN 12697-8:2005	2x50 uderzeń	66,1	-
Zawartość wolnych przestrzeni w $\text{mm } VMA$ , % objętości	PN-EN 12697-8:2005	2x50 uderzeń	21,4	-
Wrażliwość na działanie wody $ITSR$ (1 cykl zamrażania, temperatura badania 25 °C), %	PN-EN 12697-12:2008	2x35 uderzeń	91	$ITSR_{80}$
Średnie nachylenie wykresu koleinowania $WTS_{AIR}$ , $\text{mm}/10^3$ cykli	PN-EN 12697-22:2008	$P_{98} - P_{100}$	0,08	$WTS_{AIR 0,3}$
Średnia proporcjonalna głębokość koleiny $PRD_{AIR}$ , %	PN-EN 12697-22:2008	$P_{98} - P_{100}$	5,9	$PRD_{AIR}$ Deklarowane
Moduł zespolony $E^*$ , MPa (Szttywność $S$ , MPa)	PN-EN 12697-26:2012	$P_{98} - P_{100}$	-	-
Odporność na zmęczenie $\epsilon_b$ , $\mu\text{m}/\text{m}$	PN-EN 12697-24:2012	$P_{98} - P_{100}$	-	-
Splywność lepiszcza $D$ , %	PN-EN 12697-18:2007	-	0,1	-

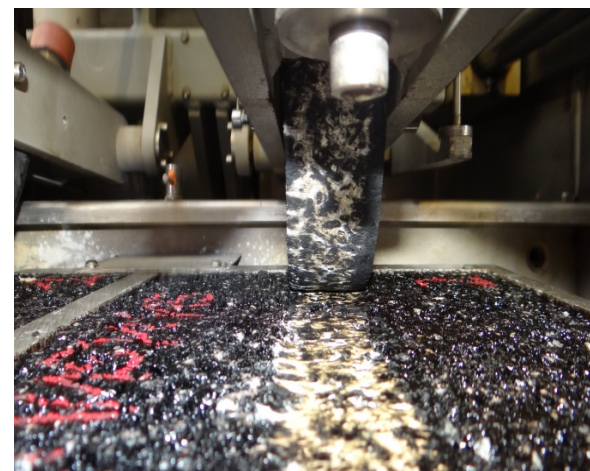


Foto: TPA



**Dziękuję za uwagę**

[aleksander.zborowski@tpaqi.com](mailto:aleksander.zborowski@tpaqi.com)