



Fot. Marcin Łaukajtys

**Pierwsza w Polsce innowacyjna nawierzchnia z asfaltu lanego
na moście im. Gen. Elżbiety Zawackiej (Wschodnim) w Toruniu**

Seminarium Asfalt Lany: Wymagania i wykonawstwo – Cedry Wielkie 06.09.2018 – Marcin HERING



WYMAGANIA KONTRAKTOWE

BUDOWA MOSTU DROGOWEGO W TORUNIU

- 1 obiekt o ortotropowej płycie pomostowej,
- 19 obiektów o betonowej płycie pomostowej,
- 40 lat – okres trwałości nawierzchni z asfaltu lanego,
- 20 lat – wymiany warstwy ścieralnej na obiekcie

NAWIERZCHNIA SYSTEMOWA

POMOST BETONOWY

AESCHLIEMANN
ASPHALT-ENGINEERING



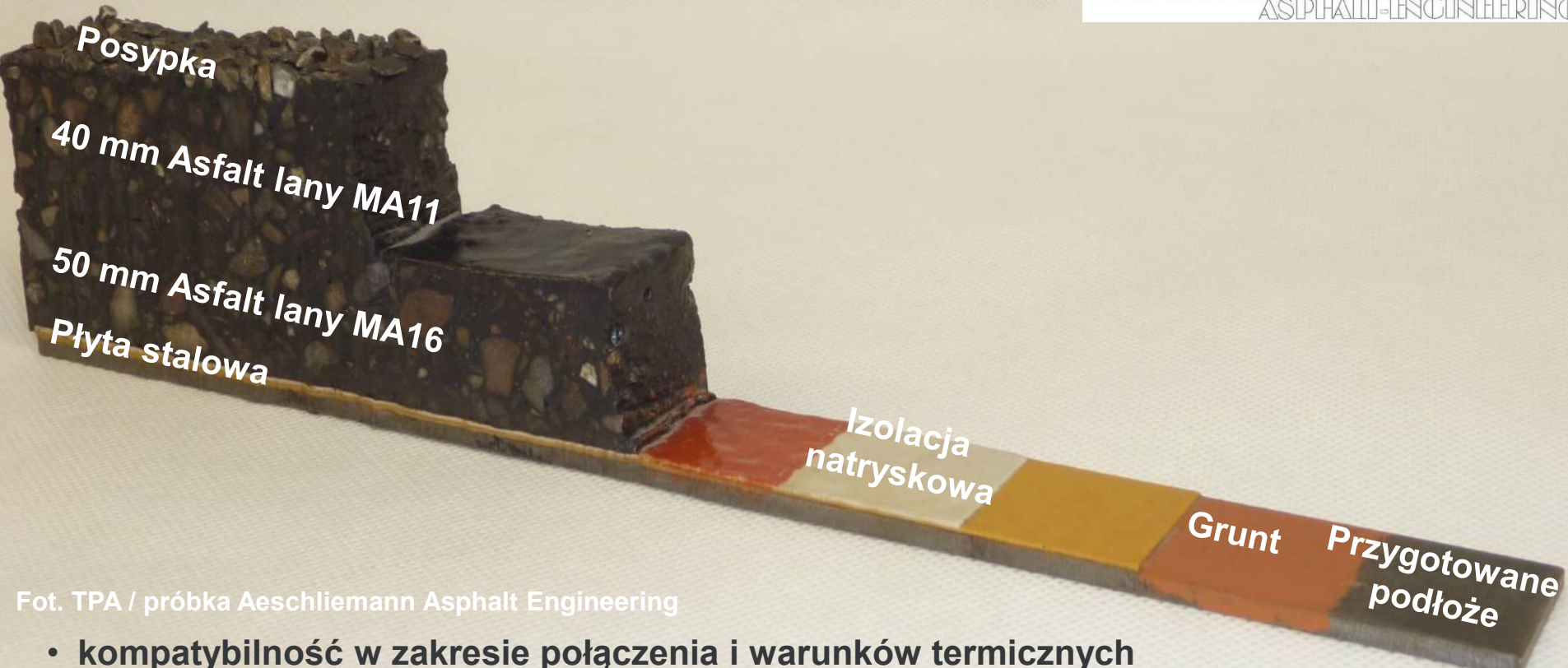
Fot. TPA / próbka Aeschliemann Asphalt Engineering

- kompatybilność w zakresie połączenia i warunków termicznych
- połączenie izolacji i asfaltu lanego PULL-OFF $\geq 0,6 \text{ N/mm}^2$
- połączenie z betonową płytą pomostu PULL-OFF $\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$
- szczelność i zdolność do przenoszenia rys pomostu do 1mm

TYPOWY PRZEKRÓJ NAWIERZCHNI

SYSTEM NA PŁYTCIE STALOWEJ

AESCHLIEMANN
ASPHALT-ENGINEERING



Fot. TPA / próbka Aeschliemann Asphalt Engineering

- **kompatybilność w zakresie połączenia i warunków termicznych**
- **połączenie izolacji i asfaltu lanego PULL-OFF $\geq 0,6 \text{ N/mm}^2$**
- **połączenie z stalową płytą pomostu PULL-OFF $\geq 2,0 \text{ N/mm}^2$**
- **szczelność i zdolność do przenoszenia rys pomostu do 1mm**

WYBRANE WYMAGANIA KONTRAKTOWE

PO 5 LATACH GWARANCJI (MA 11 PMB 25/55-60)

Badanie	Wymaganie kontraktowe	ZTV Asphalt-StB 07	SN 640 450a
Temperatura mięknięcia, R&B [°C] , $T_{R\&B}$ [°C] (asfalt odzyskany)	68 – 80	± 8*	± 6*
Nawrót sprężysty, R_E [%] (asfalt odzyskany)	> 40	≥ 40**	≥ 35
Penetracja statyczna w 40 °C po 30 min, I [mm]	1,0 – 3,0	1,0 – 3,0	≤ 2,5
Przyrost penetracji statycznej 30 / 60 min, I_{nc} [mm]	< 0,6	≤ 0,4	≤ 0,4***
Penetracja dynamiczna w 50 °C po 2500 cyklach, I_{dyn} [mm]	< 2,5	-	≤ 2,5
Przyrost penetracji dynamicznej 2500 / 5000 cykli, $I_{dyn nc}$ [mm]	< 1,0	-	≤ 0,8

Kolejnym wymaganiami kontraktowymi były wymagania dotyczące rozkładarki do asfaltu lanego. Specyfikacja Techniczna wymagała od Wykonawcy, aby układarka spełniała następujące wymagania:

- poruszała się po specjalnie wyprofilowanym torowisku,
- w jednym przejściu podczas rozkładania asfaltu lanego na warstwie ścieralnej układała jezdnię wraz z odpowiednio wyprofilowanym przeciwspadkiem na całą szerokość jezdni,
- przy minimalizacji szwów podłużnych i poprzecznych.

* od wartości w wyspecyfikowanej

** nie wymagane dla lepiszczy z dodatkami środków obniżających lepkość

*** wartość podawana wyłącznie informacyjnie

Fot. TPA

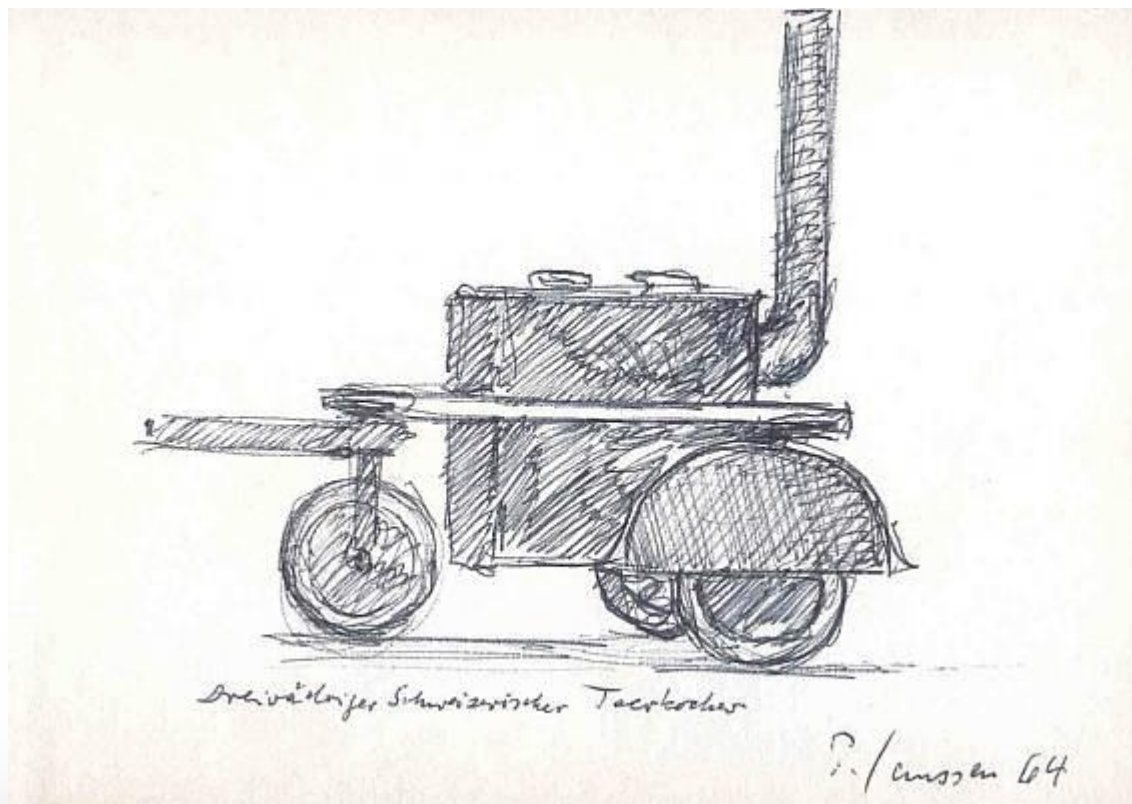
ZAROBY I PRODUKCJA PRÓBNA

SYMULACJA WARUNKÓW PODCZAS TRANSPORTU W KOCIOŁKACH

WARUNKI KONTRAKTOWE

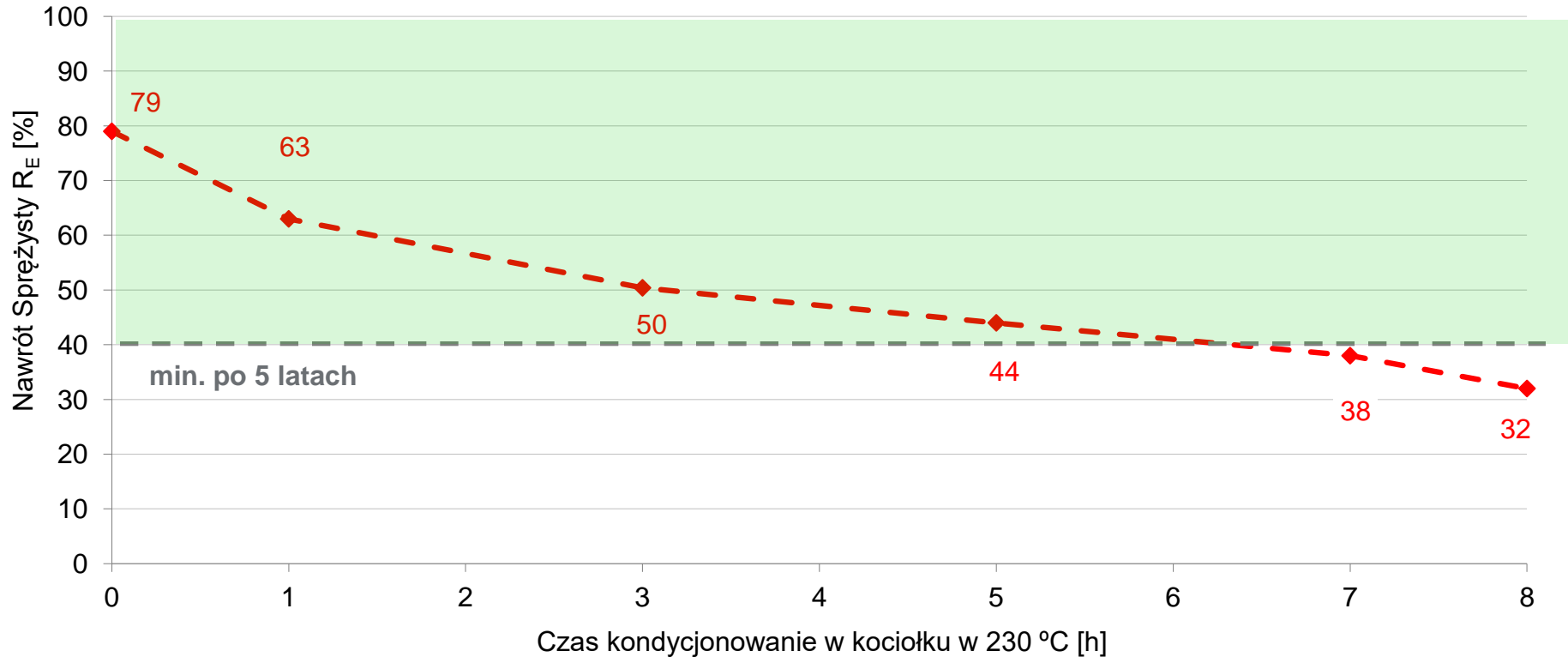
TEMPERATURA: 180 °C ÷ 230 °C

CZAS TRANSPORTU KOCIOŁEK: 1 h ÷ 8 h



ZMIANA NAWROTU SPRĘŻYSTEGO

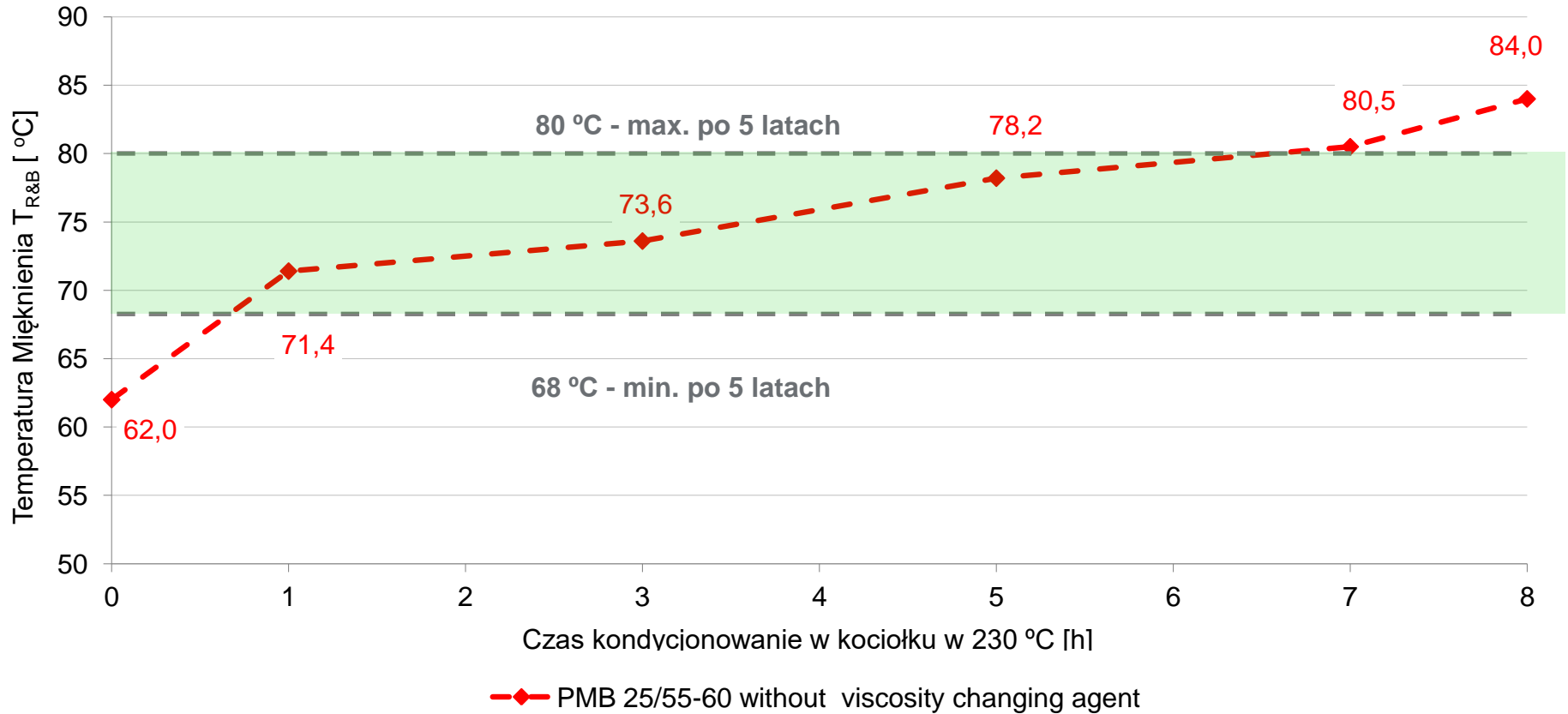
MA 11 PMB 25/55-60



Źródło: opracowanie własne TPA

ZMIANA TEMPERATURY MIĘKNIENIA R&B

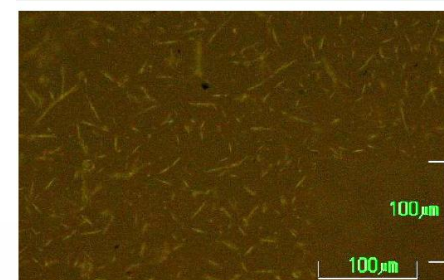
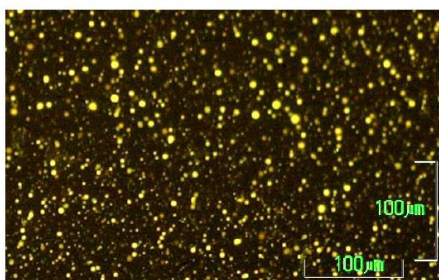
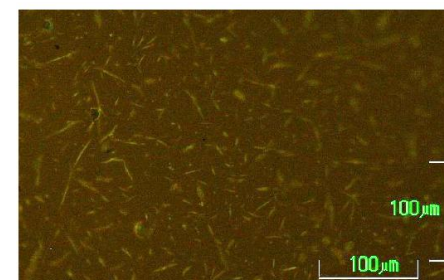
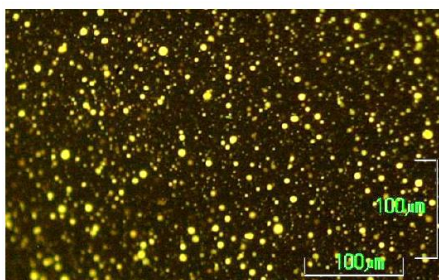
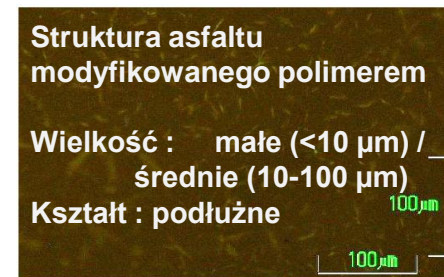
MA 11 PMB 25/55-60



Źródło: opracowanie własne TPA

ASFALT PMB 25/55-60 (PN-EN 13632: 2012)

WPŁYW ŚRODKA OBNIŻAJĄCEGO LEPKOŚĆ NA WŁAŚCIWOŚCI ASFALTU



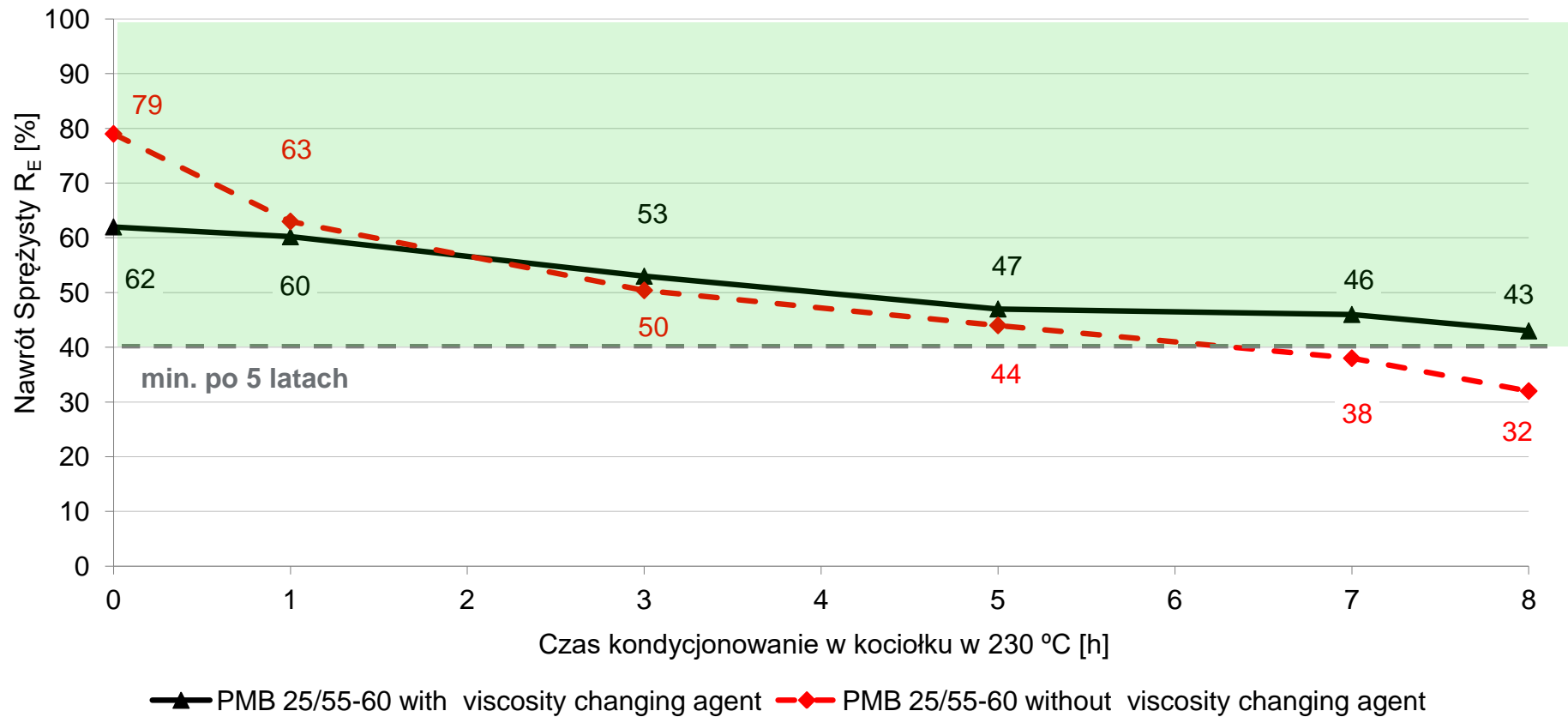
+ 2% SASOBIT

Bez środka obniżającego lepkość

Z dodatkiem środka obniżającego lepkość

ZMIANA NAWROTU SPRĘŻYSTEGO

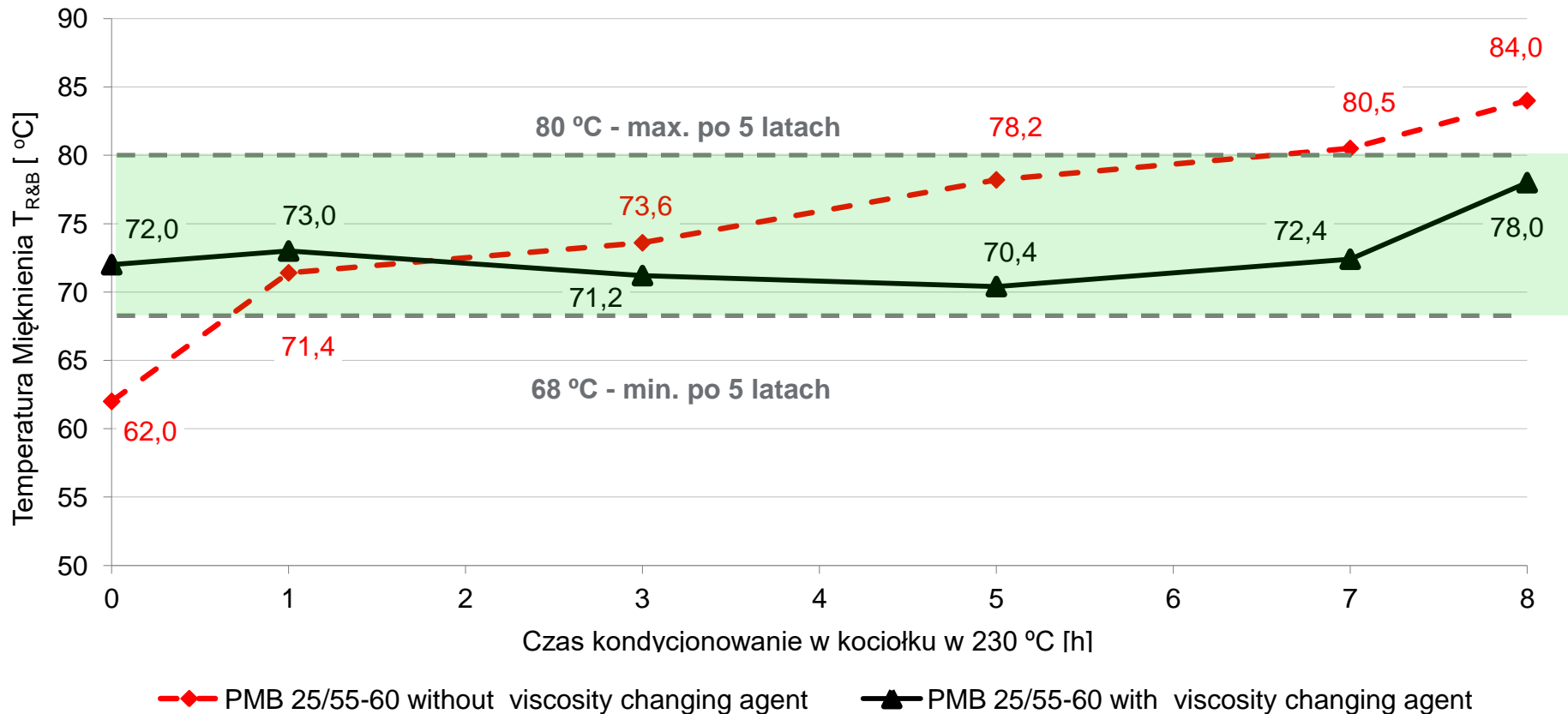
MA 11 PMB 25/55-60 Z & BEZ DODATKU ŚRODKA OBNIŻAJĄCEGO LEPKOŚĆ



Źródło: opracowanie własne TPA

ZMIANA TEMPERATURY MIĘKNIENIA R&B

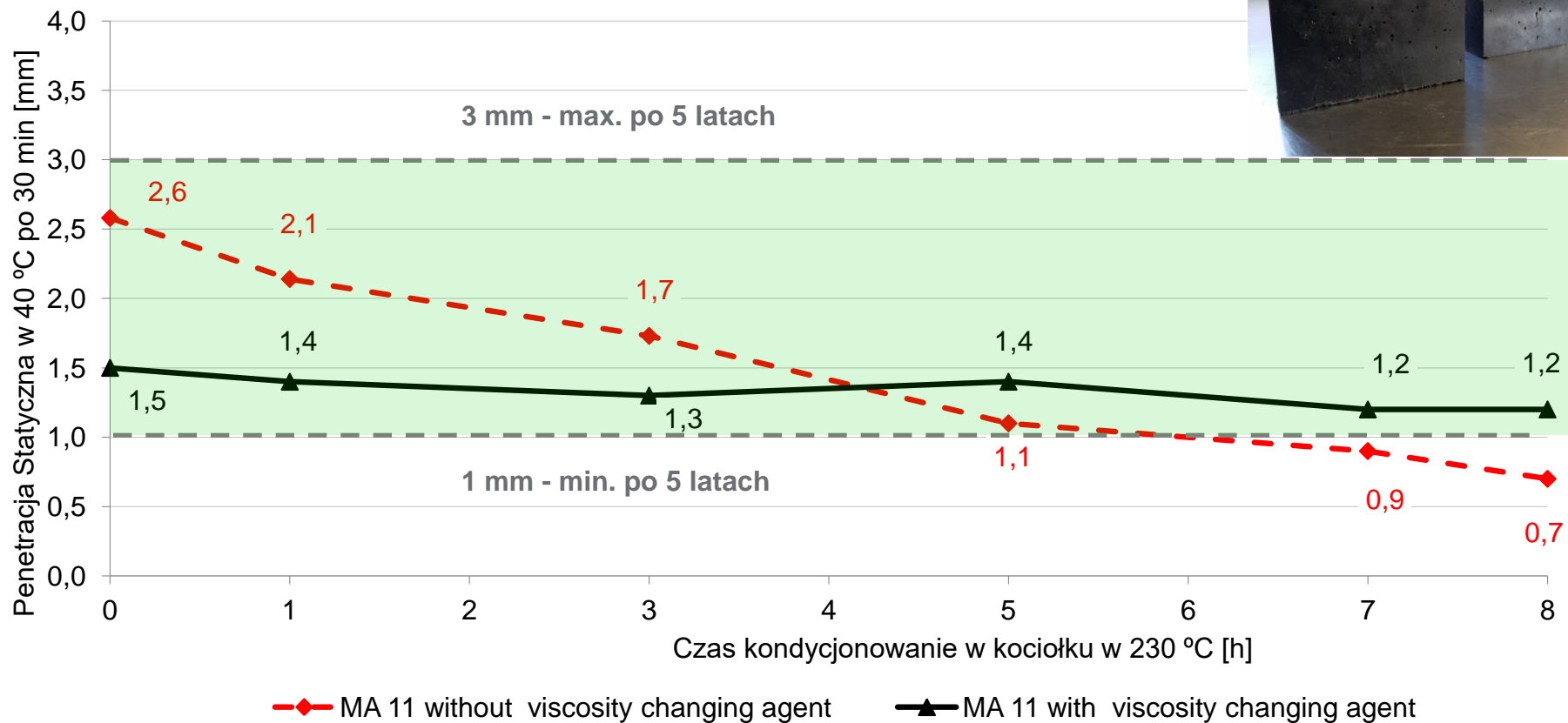
MA 11 PMB 25/55-60 Z & BEZ DODATKU ŚRODKA OBNIŻAJĄCEGO LEPKOŚĆ



Źródło: opracowanie własne TPA

ZMIANA PENETRACJI STATYCZNEJ

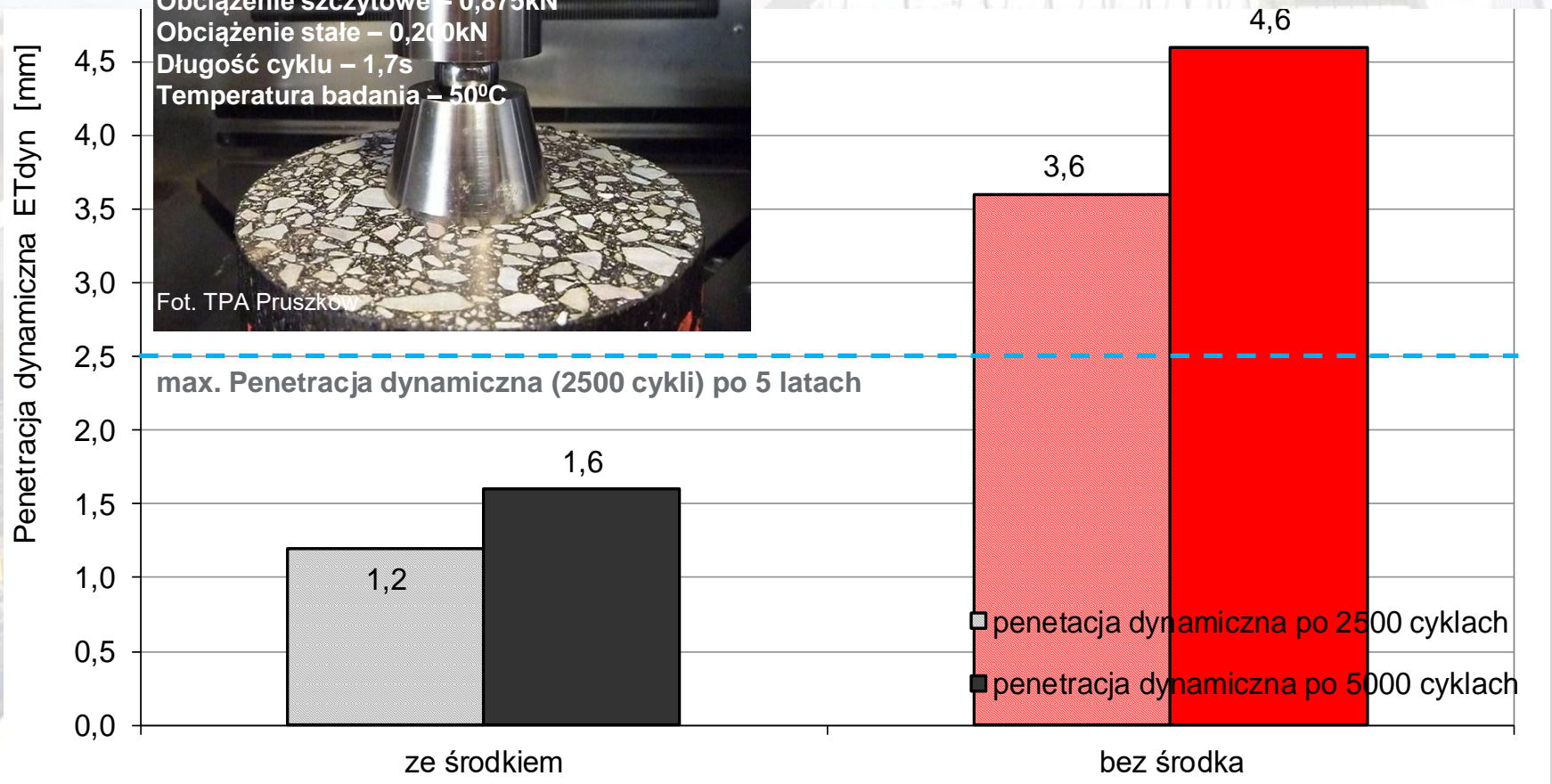
MA 11 PMB 25/55-60 Z & BEZ DODATKU ŚRODKA OBNIŻAJĄCEGO LEPKOŚĆ



Źródło: opracowanie własne TPA

PENETRACJA DYNAMICZNA @ 50 °C (PO 1 H)

MA 11 PMB 25/55-60 Z & BEZ DODATKU ŚRODKA OBNIŻAJĄCEGO LEPKOŚĆ



Źródło: opracowanie własne TPA

WYMAGANIA W ZALEŻNOŚCI OD RUCHU I KLIMATU

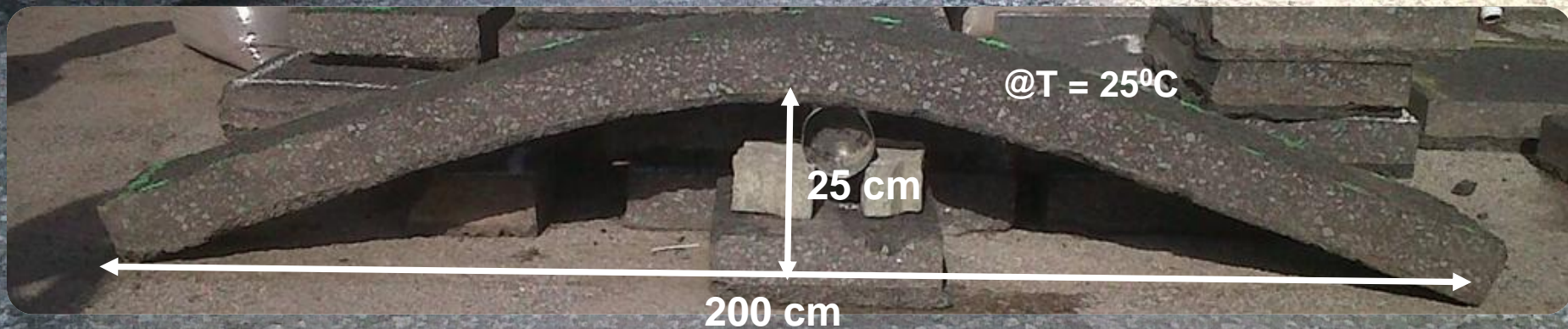
PENETRACJA DYNAMICZNA

Badanie penetracji dynamicznej – wymagania dla mieszanek asfaltu lanego				
Kategoria	Zastosowanie		ET _{dyn}	ZET _{dyn}
	Charakterystyka ruchu	Klimat / Lokalizacja	[mm]	[mm]
1	Duże natężenie ruchu o niskiej prędkości przejazdu	Gorące i słoneczne lato, długie i bezpośrednie nasłonecznienie, łagodne zimy	≤ 1,5	≤ 0,5
2	Natężenie ruchu z wysokim udziałem ruchu ciężkiego	Ciepłe lato z długotrwałym nasłonecznieniem, łagodne zimy	≤ 2,5	≤ 1,0
3	Natężenie ruchu z małym udziałem ruchu ciężkiego	Umiarkowane temperatury, umiarkowane nasłonecznieni, srogie zimy	≤ 5,0	≤ 2,0

Źródło: BMVBW-Helf 798

TYPOWY PRZEKRÓJ NAWIERZCHNI

EKSPERYMENT NA BUDOWIE



Zdjęcie: TPA

TYPOWY PRZEKRÓJ NAWIERZCHNI

EKSPERYMENT W LABORATORIUM

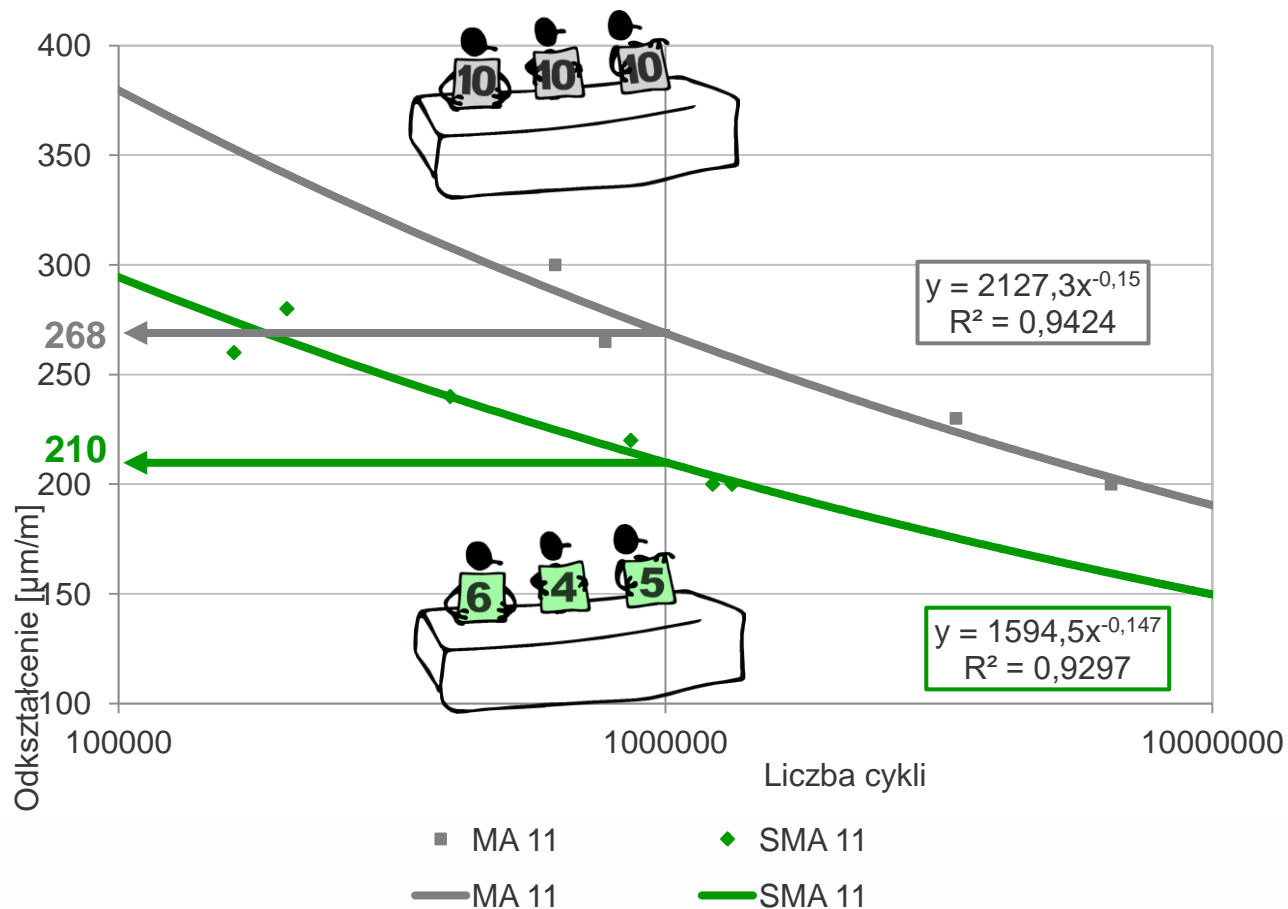
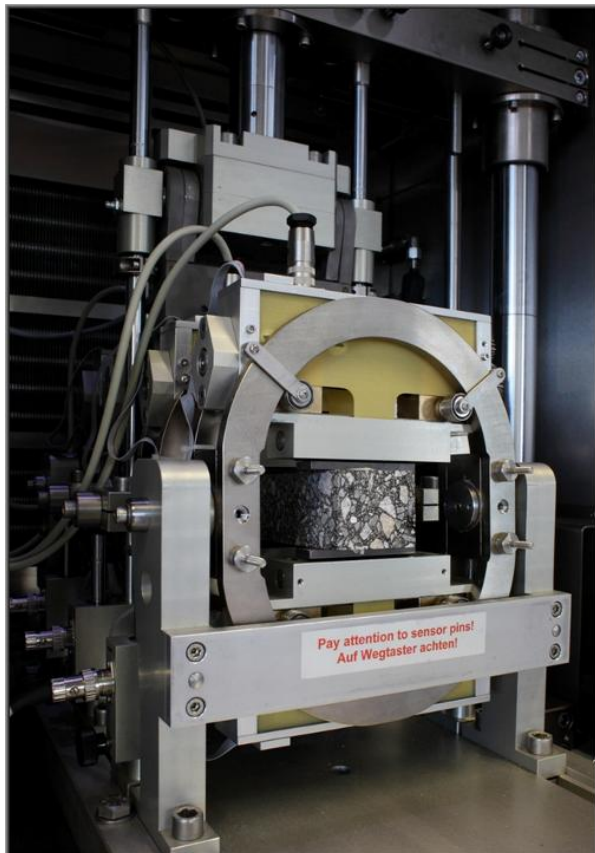


Długość - 100cm
Strzałka ugięcia - 11cm
Temperatura - 30°C

Fot. TPA

ODPORNOŚĆ NA ZMĘCZENIE

WG PN-EN 12697-24, 4PB-PR, 10 °C, 10 Hz



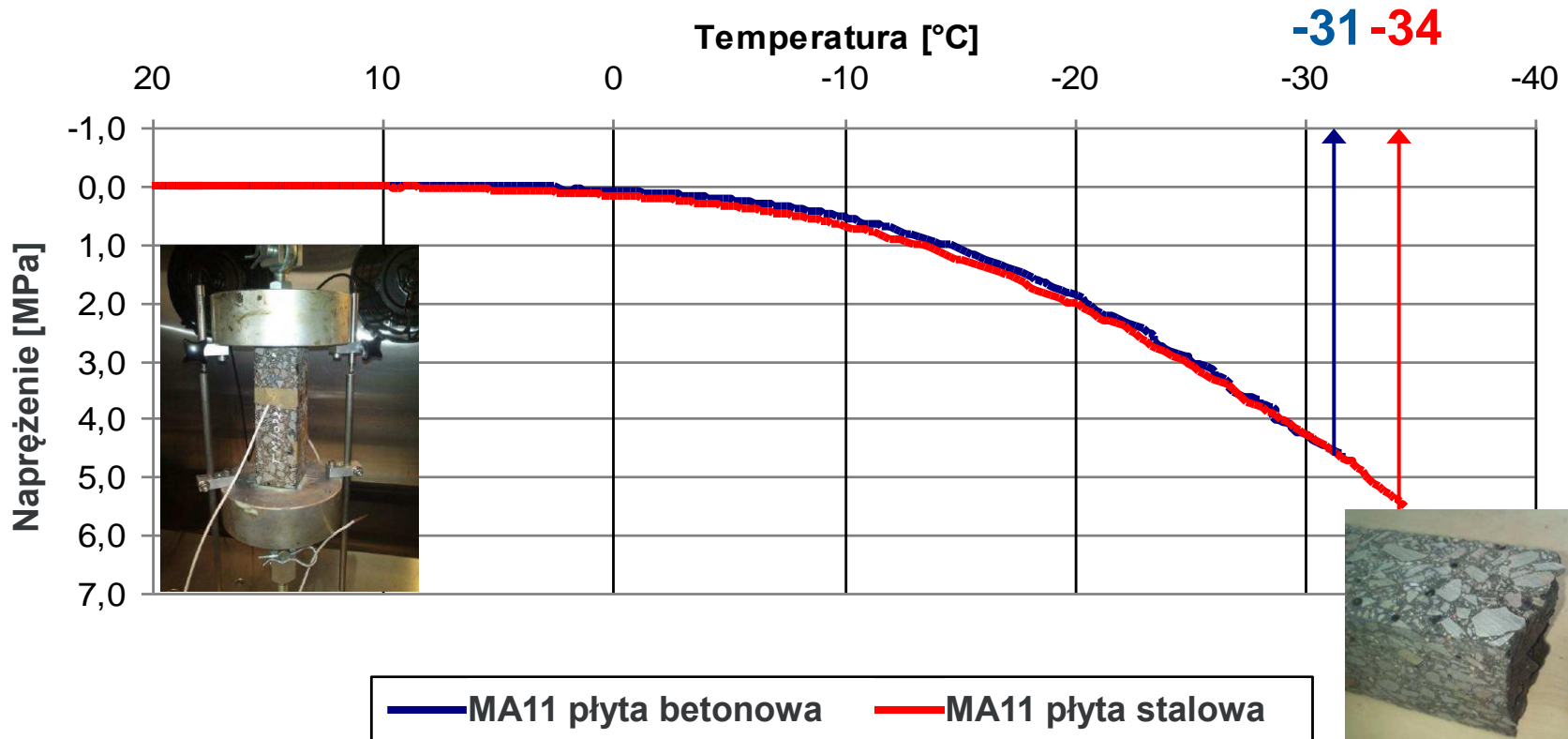
Źródło: opracowanie własne TPA

ODPORNOŚĆ NA SPEKANIA NISKOTEMPERATUROWE

WG PN-EN 12697-46



Badanie TSRST dla MA 11



Źródło: opracowanie własne TPA

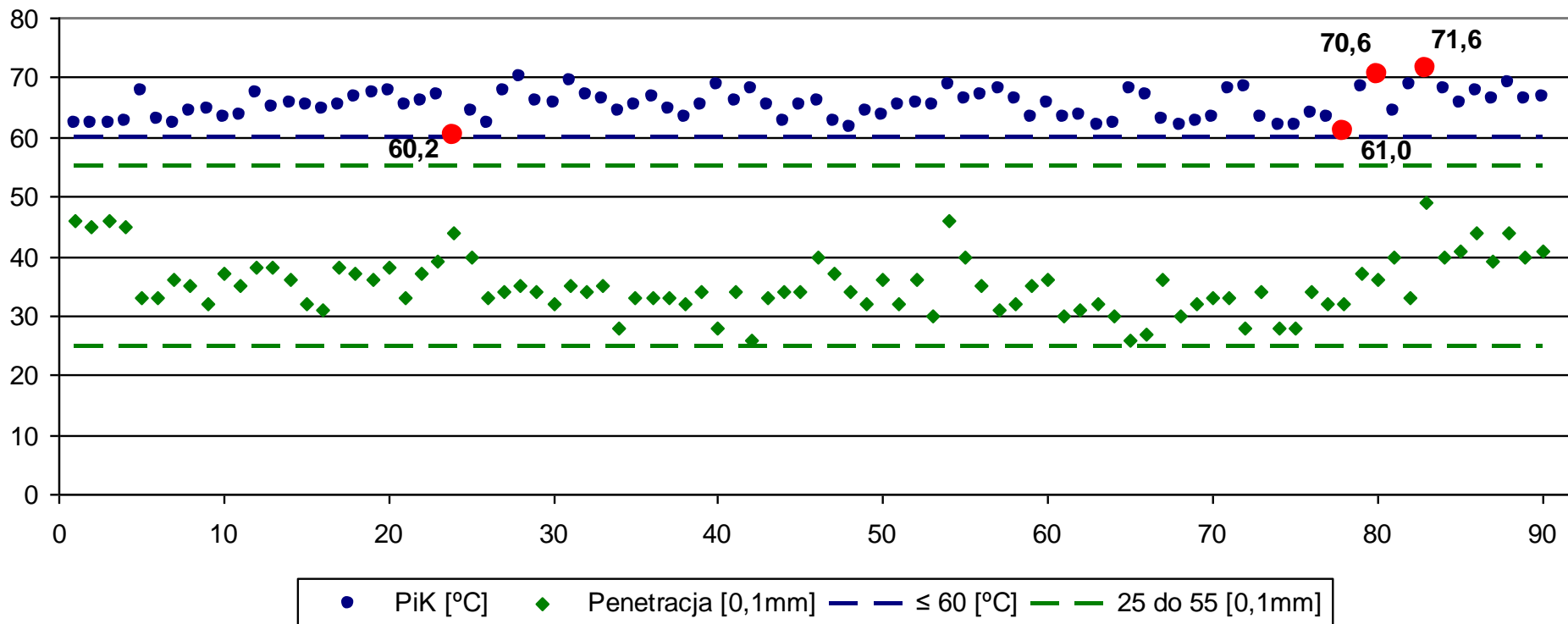
Źródło: opracowanie własne TPA

BADANIA KONTROLNE ASFALTU

DOSTAWY NA WMA

PMB 25/55-60 rok 2012

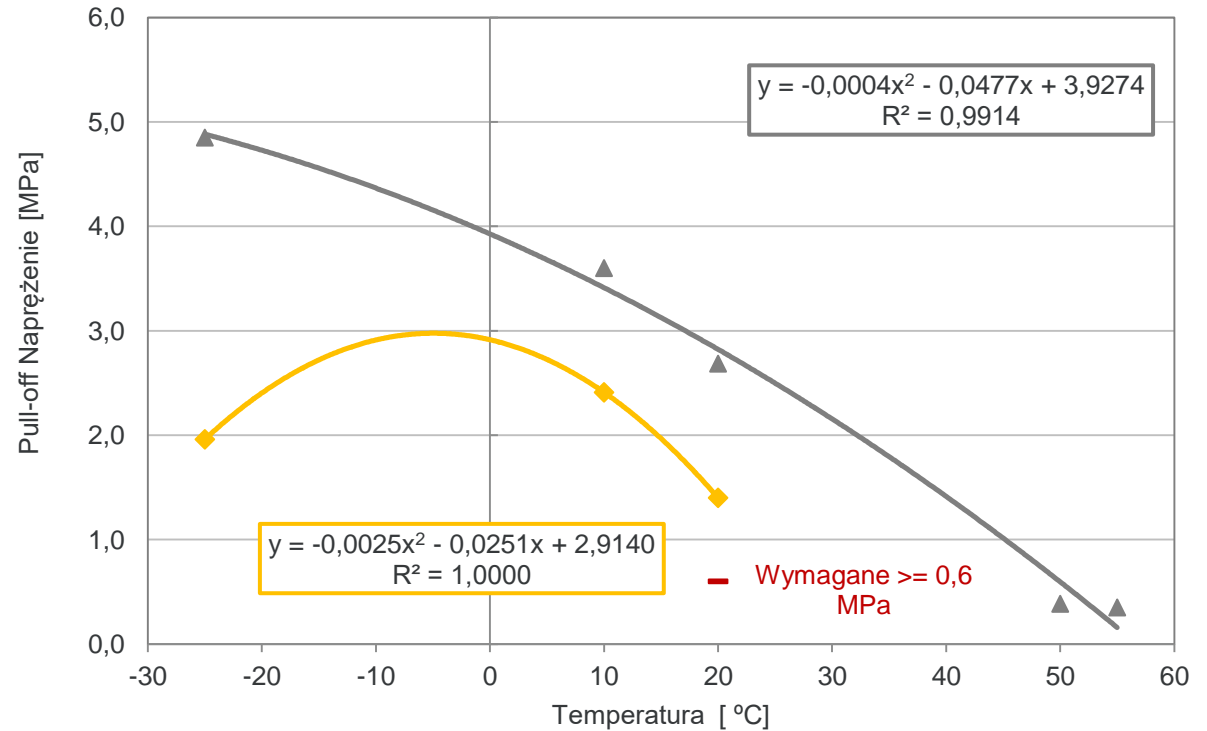
Źródło: opracowanie własne TPA



Fot. Lotos Asphalt

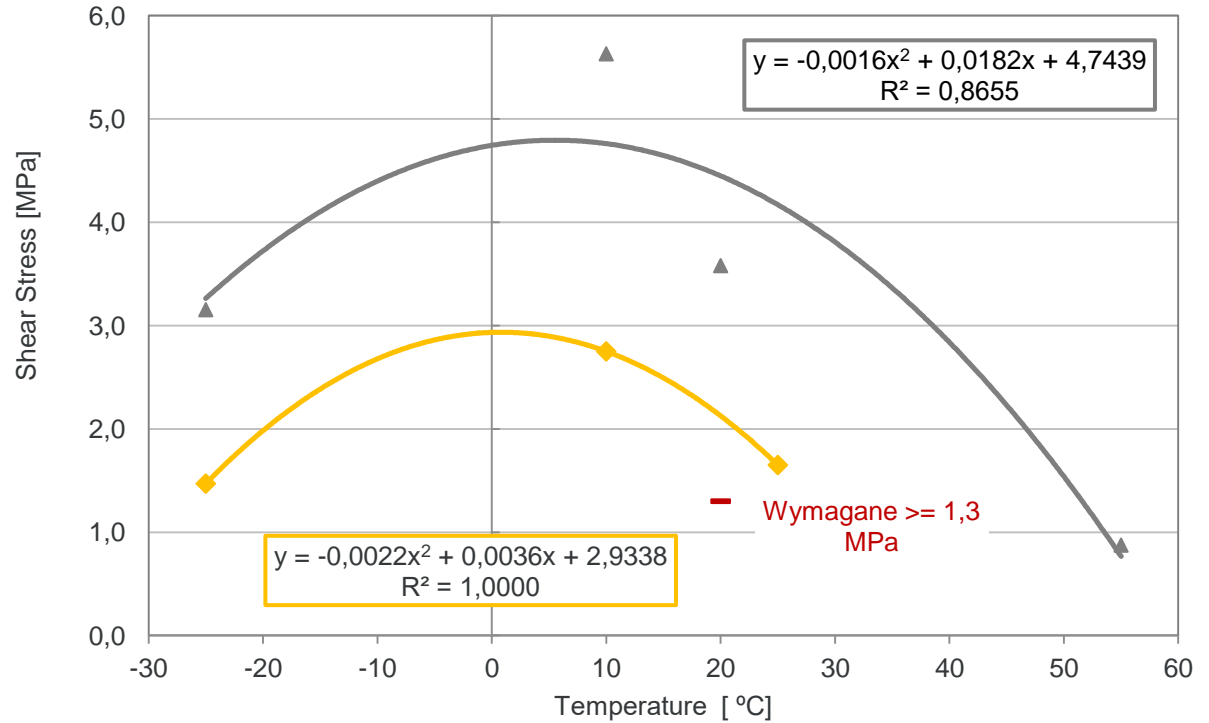
POŁĄCZENIE WARSTW MA I IZOLACJI

BADANIE PULL-OFF



Źródło: Wyniki opracowane przez IIL Politechniki Wrocławskiej

POŁĄCZENIE WARSTW MA I IZOLACJI „METODA LEUTNER”



◆ MA - insulation ▲ MA - MA

Źródło: Wyniki opracowane przez IIL Politechniki Wrocławskiej

WYKONANIE IZOLACJI NATRYSKOWEJ Z PMMA

PLYTA ORTOTROPOWA MOSTU GŁÓWNEGO



1. Warstwa

Grunt



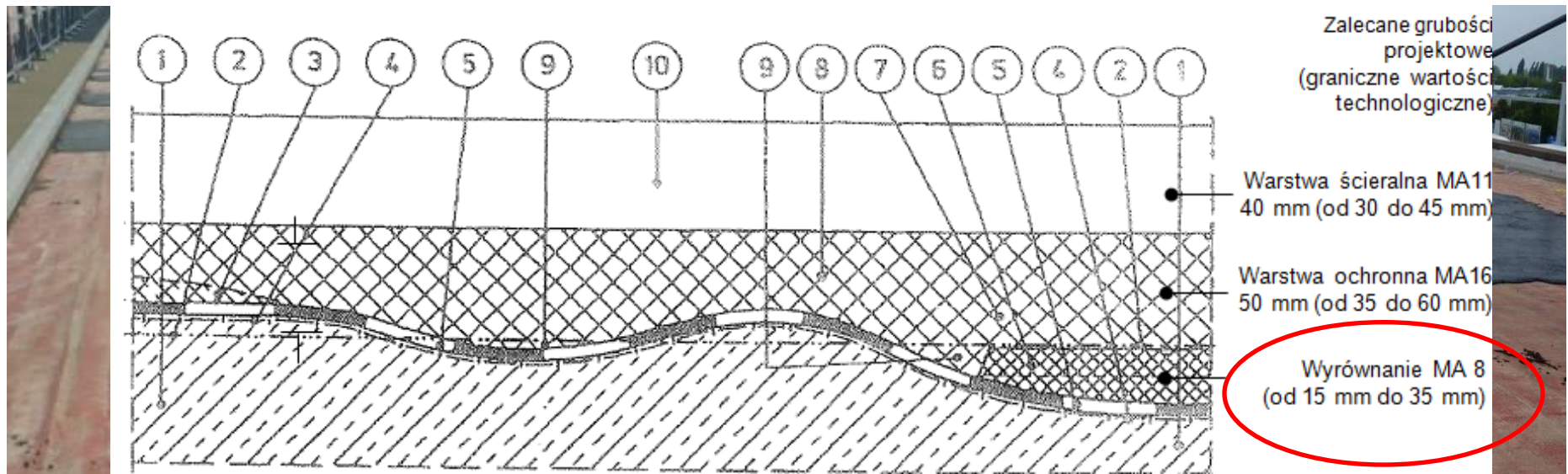
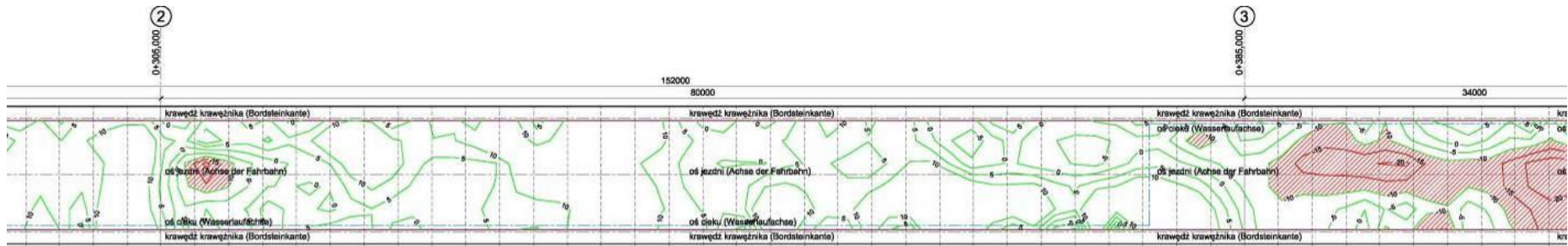
Pull-off ~ 5-6 MPa



Fot. TPA

NIERÓWNOŚCI PLYTY POMOSTOWEJ

PROFILOWANIE ASFATEM LANYM



- 1 – płyta betonowa – stan faktyczny - poziomy położenia płyty betonowej
- 2 – płyta betonowa – projektowany poziomy położenia płyty betonowej
- 3 – wyrównanie (usunięcie) betonu – jeśli grubość warstwy ochronnej jest mniejsza niż 35 mm dla MA 16
- 4 – zagruntowanie, utrwalenie wyrównującą powierzchnię, ew. szpachlowanie rys, pęknięć
- 5 – warstwa uszczelniająca (izolacja)

- 6 – warstwa wyrównująca z asfaltu lanego, dla MA 8 o grubości min 15mm i max. 35 mm
- 7 – warstwa ochronna z asfaltu lanego
- 8 – warstwa ochronna – minimalna grubość w obszarze nierówności nawierzchni betonowej: 35 mm dla MA 16
- 9 – warstwa ochronna – maksymalna grubość w obszarze nierówności nawierzchni betonowej: 60 mm dla MA 16
- 10 – warstwa ścieralna z asfaltu lanego

WYPROFILOWANE TOROWISKO

KIRCHNER GUSSASPHALT KIRCHNER

Posypka – $2 \div 3 \text{ kg/m}^2$

Warstwa ochronna 5 cm z MA 16 (pierwszy raz w Polsce) wg szwajcarskich przepisów
Układanie warstwy ochronnej na profilach stalowych na całej szerokości bezszwowo Fot. TPA

ROZKŁADARKA ZE ZINTEGROWANYM SYSTEMEM POSYPYWANIA KRUSZYWEM



Fot. TPA

ROZPROWADZANIE ASFALTU LANEGO



Fot. TPA

TRANSPORT I ROZŁADUNEK MIESZANKI PRZED ROZKŁADARKĄ



Temp. MA – 200 ÷ 230°C

Czas – 1 ÷ 6 (8)h



Fot. TPA

TECHNOLOGIA ROBÓT

WARSTWA ŚCIERALNA WRAZ Z PRZECIWSPADKIEM



Posypka – grys lakierowany ok. 12 kg/m²

Fot. TPA

TECHNOLOGIA ROBÓT

PRZECIWSPADEK 5%



Grys lakierowany 2/5

Piasek kwarcowy

Fot. TPA

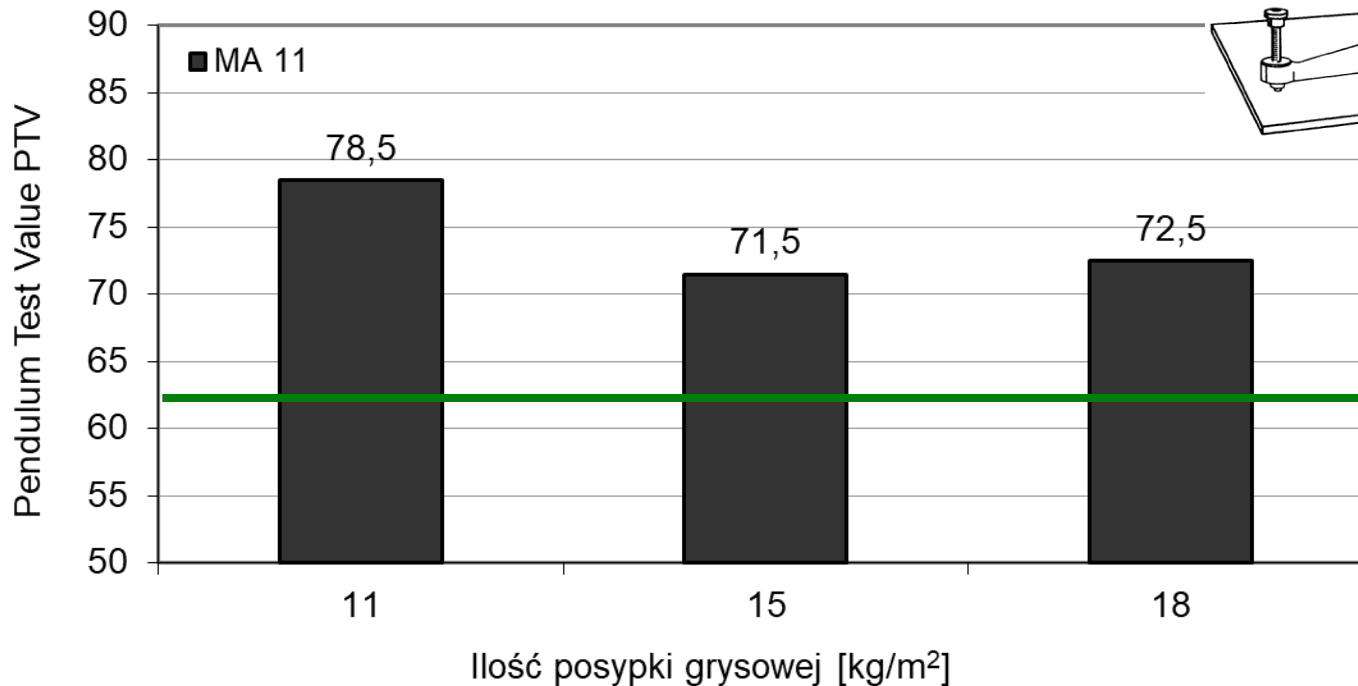
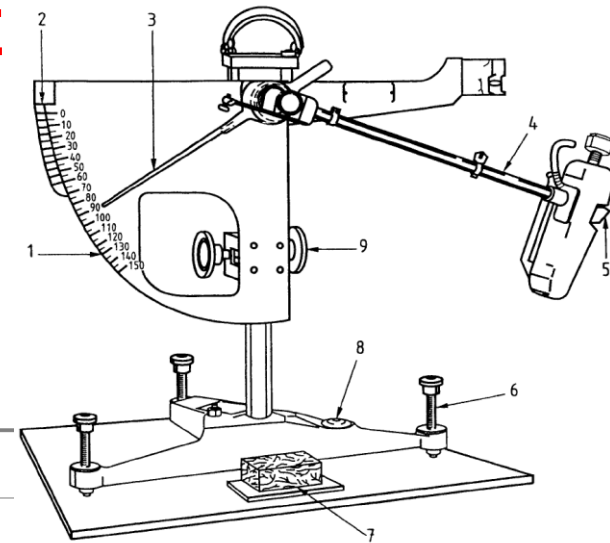
JASNA POSYPKA



Fot. TPA

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWPÓŚLIZGOWE

WAHADŁO BRYTYJSKIE TYP TRL WG PN-EN 1341



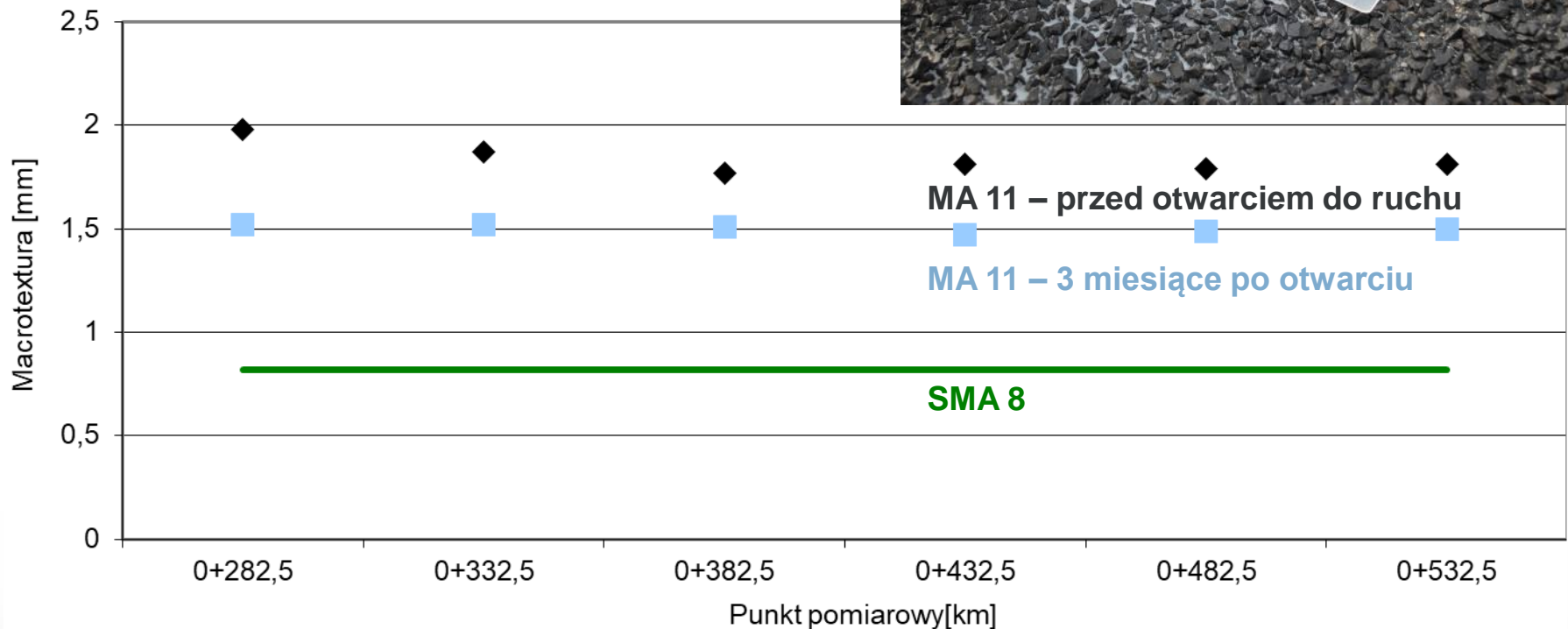
Źródło: PN-EN 1341: 2003

SMA 8
Ilość posypki – 1,5
kg/m²

Source: TPA case study

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWPÓŚLIZGOWE NAWIERZCHNI

MAKROTEKSTURA METODĄ „SAND PATCH”

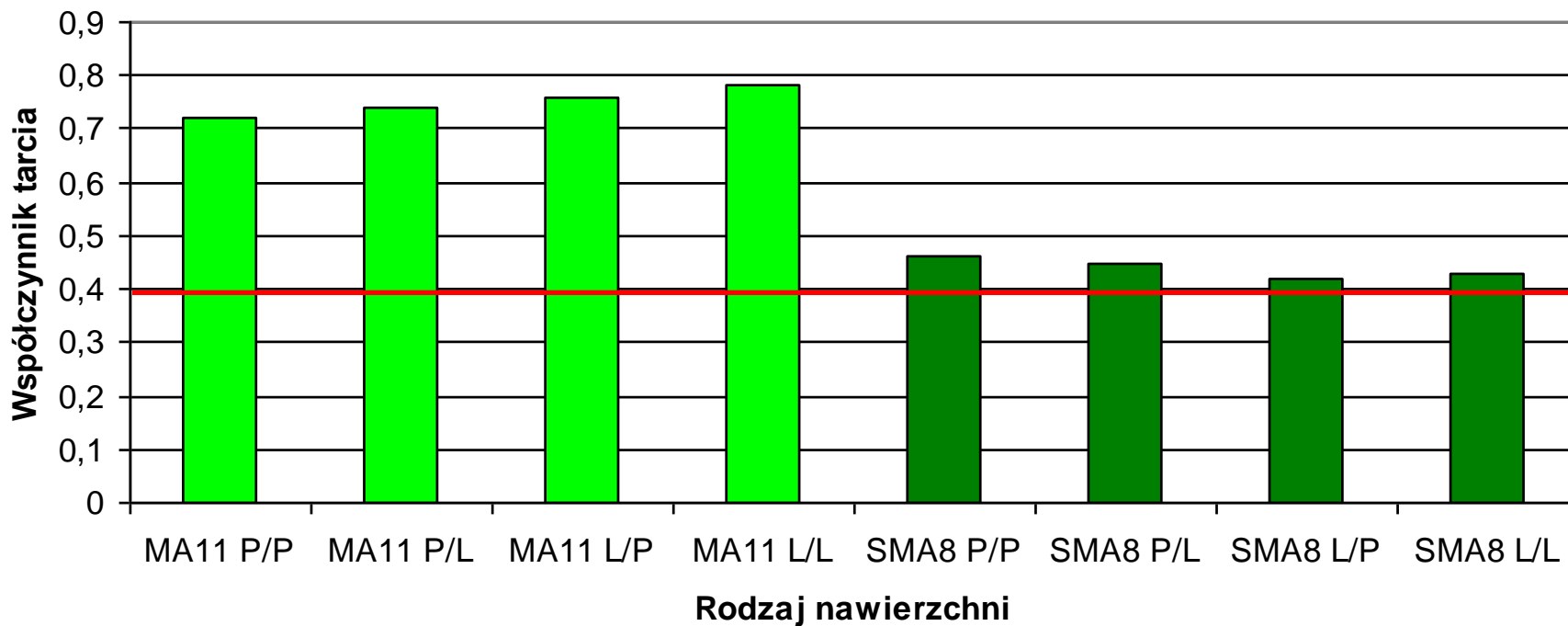


Source: TPA case study

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWPÓŚLIZGOWE NAWIERZCHNI

BADANIA WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA

Właściwości przeciwpoślizgowe

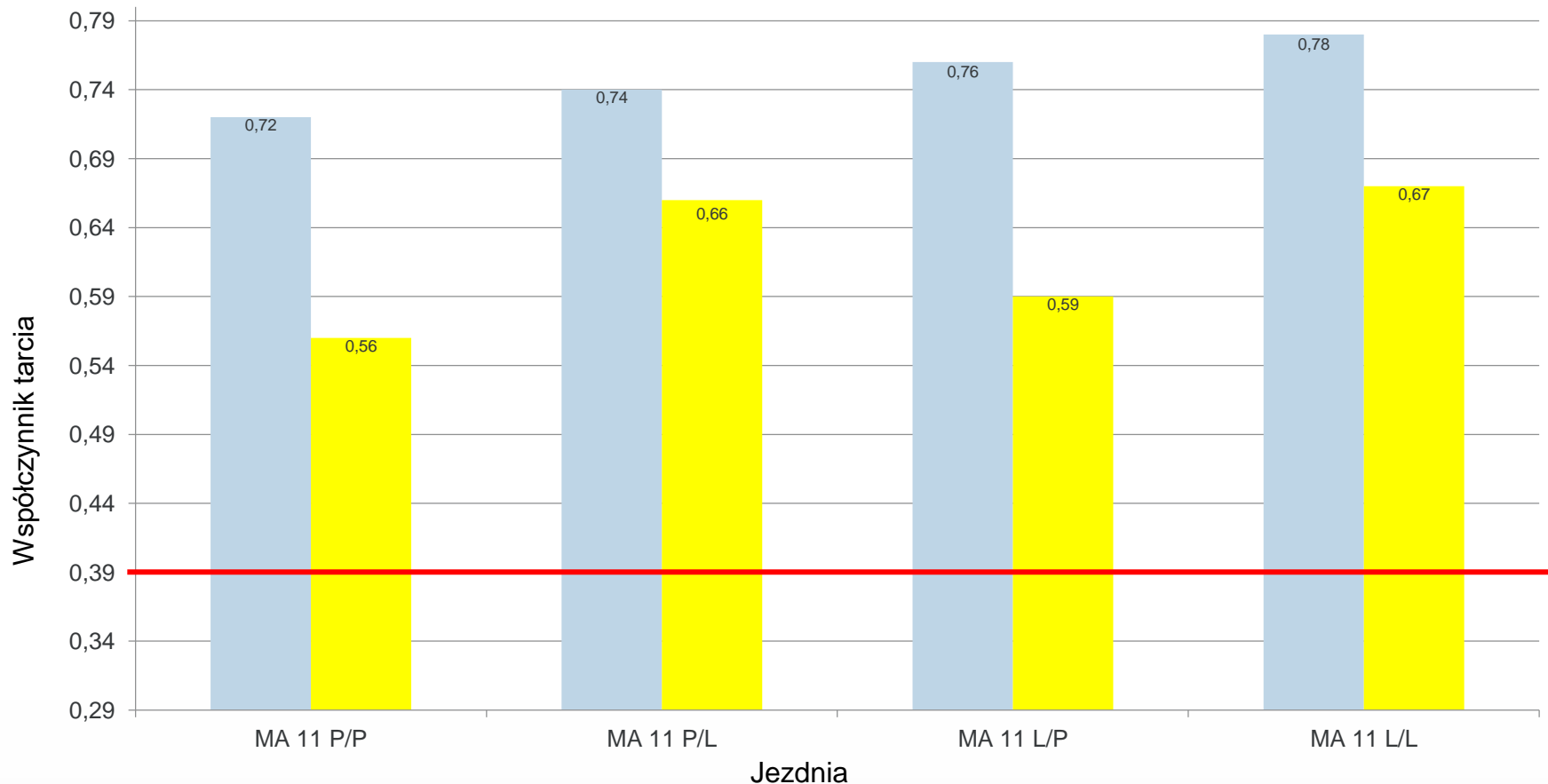


Źródło: opracowanie własne TPA

WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWPÓŚLIZGOWE NAWIERZCHNI

BADANIA WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA

Właściwości przeciwpślizgowe



■ opona barum bravuris 185/70 R14 ,badanie 13.11.2013

■ opona piarc ribbet tyre 165 R15 przelicznik na barum bravuris 185/65 R14 - przelicznik 1,027, badanie 09.11.2016

Źródło: opracowanie własne TPA

TECHNOLOGIA ROBÓT

RÓWNOŚĆ I TEKSTURA NAWIERZCHNI

Wszystkie obiekty:

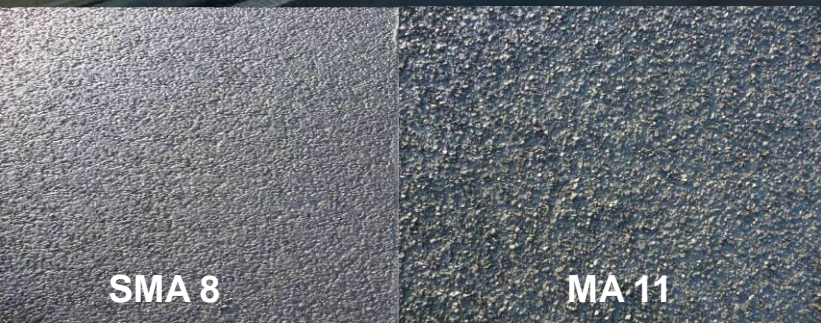
~100% < 5mm

- 90% < 4mm

Most główny:

- 100% < 4mm

- 95% < 3mm



SMA 8

MA 11

Fot. TPA

ESTAKADA E1



Fot. TPA

ESTAKADA E2



Fot. TPA

MOST GŁÓWNY



Fot. TPA

ESTAKADA E3



Fot. TPA

AFALT LANY W PL

PODSUMOWANIE

WT-2 2010

Tablica 30. Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza do asfaltu lanego do warstwy ścieralnej lub wiążącej

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]					
	MA 5 KR1÷6		MA 8 KR1÷6		MA 11 KR1÷6	
Wymiar sита #, [mm]	od	do	od	do	od	do
16	-	-	-	-	100	-
11,2	-	-	100	-	90	100
8	100	-	90	100	70	85
5,6	90	100	70	90	-	-
2	55	65	50	60	45	55
0,125	27	42	25	40	22	35
0,063	24,0	32,0	22,0	30,0	20,0	28,0
Zawartość lepiszcza, wzór (2)	$B_{\min 6,8}$		$B_{\min 6,8}$		$B_{\min 6,5}$	

WT-2 2014

Tabela 31. Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza do asfaltu lanego do warstwy ścieralnej lub wiążącej

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]							
	MA 5 KR1÷7		MA 8 KR1÷7		MA 11 KR1÷7		MA 16 KR1÷7	
Wymiar sита #, [mm]	od	do	od	do	od	do	od	do
22,4							100	100
16					100	100	90	100
11,2			100	100	90	100		
8			90	100	70	85	63	78
5,6	100	100	77	92	-	-		
4,0	90	100	67	81	-	-	46	61
2	65	80	52	67	45	55	35	50
0,125	32	47	26	41	22	35	20	31
0,063	28	40	24	36	20	28	20	28
Zawartość lepiszcza	$B_{\min 7,0}$		$B_{\min 7,0}$		$B_{\min 6,8}$		$B_{\min 6,5}$	

AFALT LANY W PL

PODSUMOWANIE

WT-2 2010

Tablica 31. Wymagane właściwości asfaltu lanego do warstw ścieralnej i wiążącej nawierzchni mostowych, KR1÷6

Właściwość	Metoda badania	Wymaganie w zależności od kategorii ruchu	
		KR1÷2	KR3÷6
Odporność na deformacje trwałe	PN-EN 13108-20 (D.5.1)	$I_{\min} 1,0$ $I_{\max} 4,0$ $I_{nc} 0,6$	$I_{\min} 1,0$ $I_{\max} 3,0$ $I_{nc0,4}$ $I_{nc} 0,6$ ^{a)}

^{a)} dotyczy asfaltu lanego z lepiszczem elastomerowym

WT-2 2014

Tabela 32. Wymagane właściwości asfaltu lanego do warstw ścieralnej i wiążącej (ochronnej) nawierzchni mostowych, KR1÷7

LP	Właściwość	Wymagania	Metoda badania
1.	Odporność na deformacje trwałe, penetracja statyczna <ul style="list-style-type: none">Maksymalne zagłębienie trzpienia po 30 min, [mm]Przyrost penetracji 30/60 min, [mm]	$I_{\min} 1,0$ $I_{\max} 3,0$ $I_{nc0,60}$	PN-EN 12697-20



marcin.hering@tpaqi.com

STRABAG

Fot. TPA

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!

TPA STRABAG
TEAMS WORK.