



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

II Ogólnopolskie Forum Specjalistyczne
„Asfalty w długowiecznych nawierzchniach drogowych”

ASFALTY 2018

Kraków, 7-8 marca 2018 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Analiza właściwości lepko-prężystych mieszanek mineralno-asfaltowych z różnymi asfaltami w wysokich temperaturach

dr inż. Łukasz Mejłun, dr inż. Bohdan Dołżycki, dr inż. Piotr Jaskuła

*Zespół Budowy Dróg, Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska*



POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Instytut
Badawczy
Dróg i Mostów



„Projekt realizowany w ramach wspólnego przedsięwzięcia RID, finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad: Asfalty drogowe i modyfikowane w polskich warunkach klimatycznych”

Kraków, 7 marca 2018



- 1) Cel badań**
- 2) Metodyka badania SPT**
- 3) Metodyka oceny lepkosprężystych właściwości mma**
- 4) Badane materiały**
- 5) Analiza właściwości lepkosprężystych mma**
- 6) Podsumowanie analiz**
- 7) Wnioski**

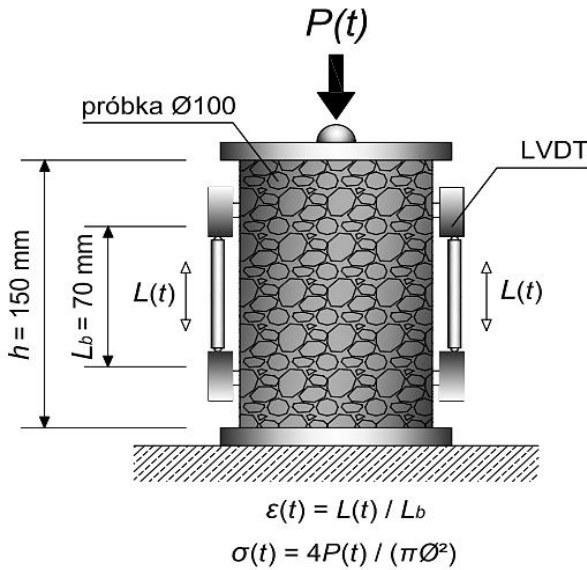


**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

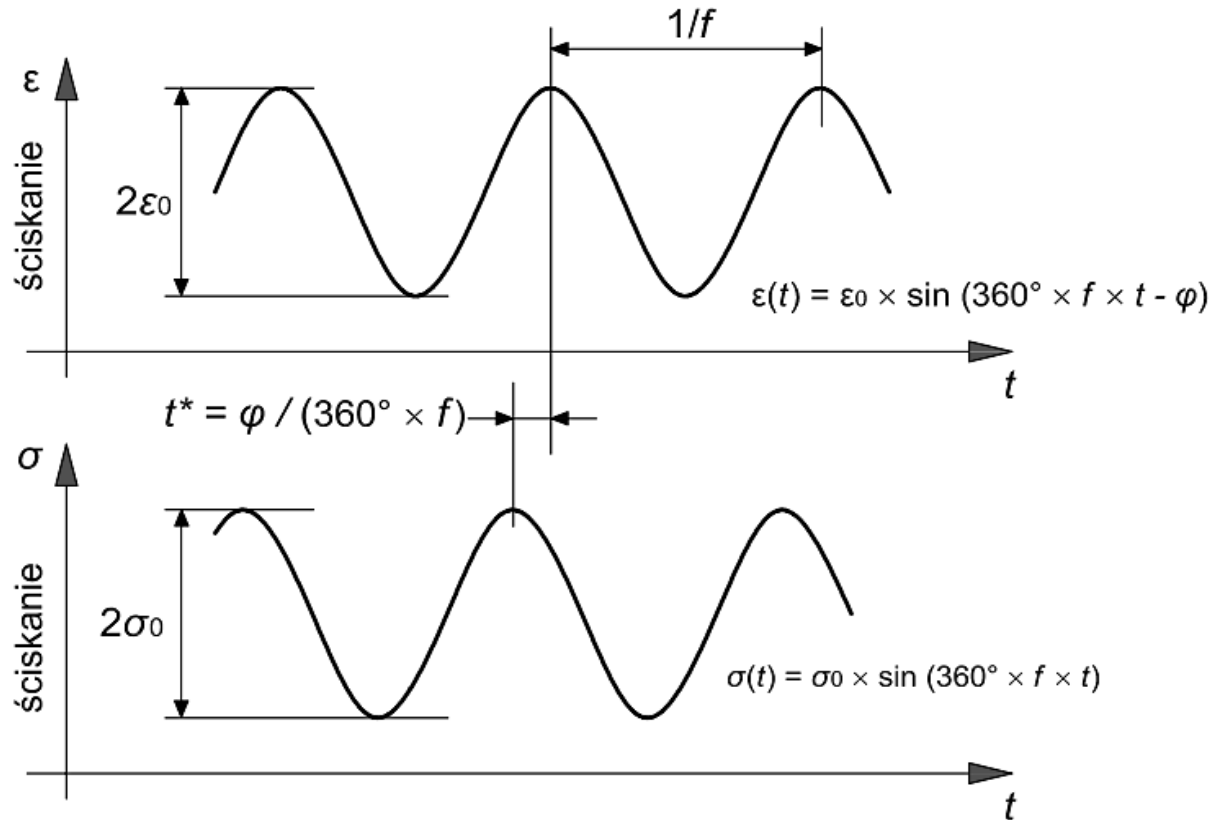
WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA

1) CEL BADAŃ

Ocena wpływu zastosowania różnych asfaltów w mieszankach mineralno-asfaltowych na ich lepkość i sprężystość zachowanie się pod obciążeniem powtarzalnym w wysokiej temperaturze



2) METODYKA BADANIA SPT



$$T = 4, 20, 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$f = 25 \div 0,01 \text{ Hz}$$

$$|E^*| = \sigma_0 / \varepsilon_0$$

$$\varphi = 360^\circ \times t^* \times f$$



3) METODYKA OCENY LEPKOSPĘŻYSTYCH WŁAŚCIWOŚCI MMA

- 1. Kryteria (parametry) oceny lepkospężystych właściwości mma na podstawie badania SPT**
 - moduły dynamiczne $|E^*|$
 - kąty przesunięcia fazowego φ
- 2. Brak wymagań dotyczących właściwości lepkospężystych mma na podstawie badania SPT**
- 3. Metody oceny właściwości lepkospężystych mma na podstawie badania SPT**
 - ocena statystyczna istotności różnic
 - ocena praktyczna inżynierska istotności różnic



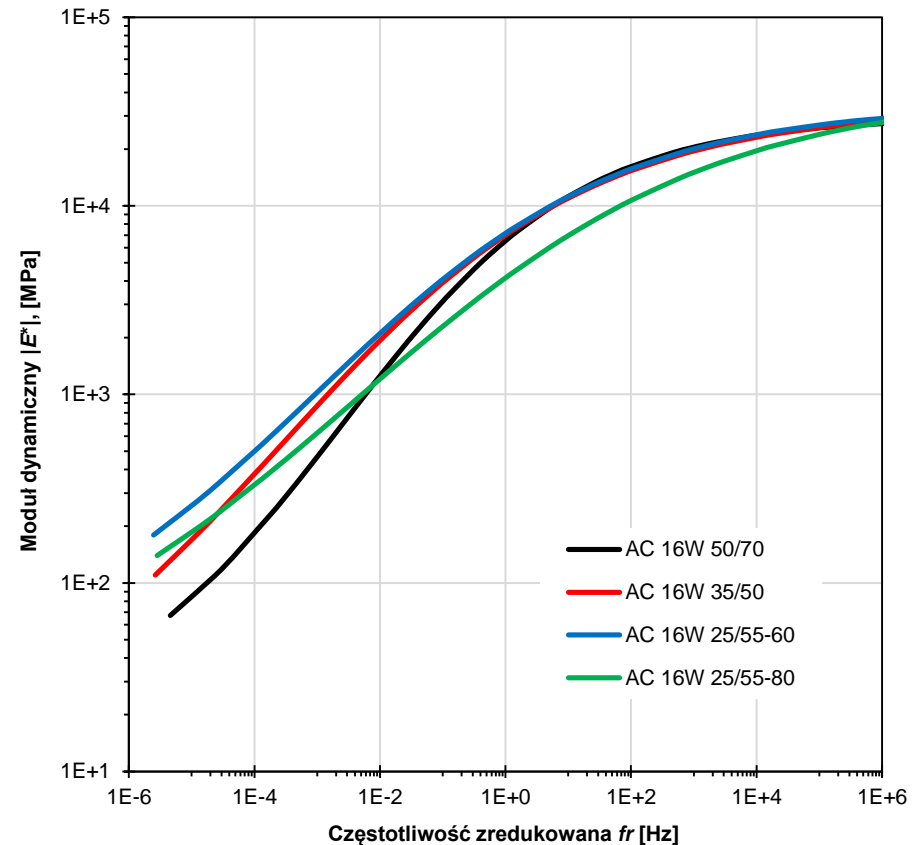
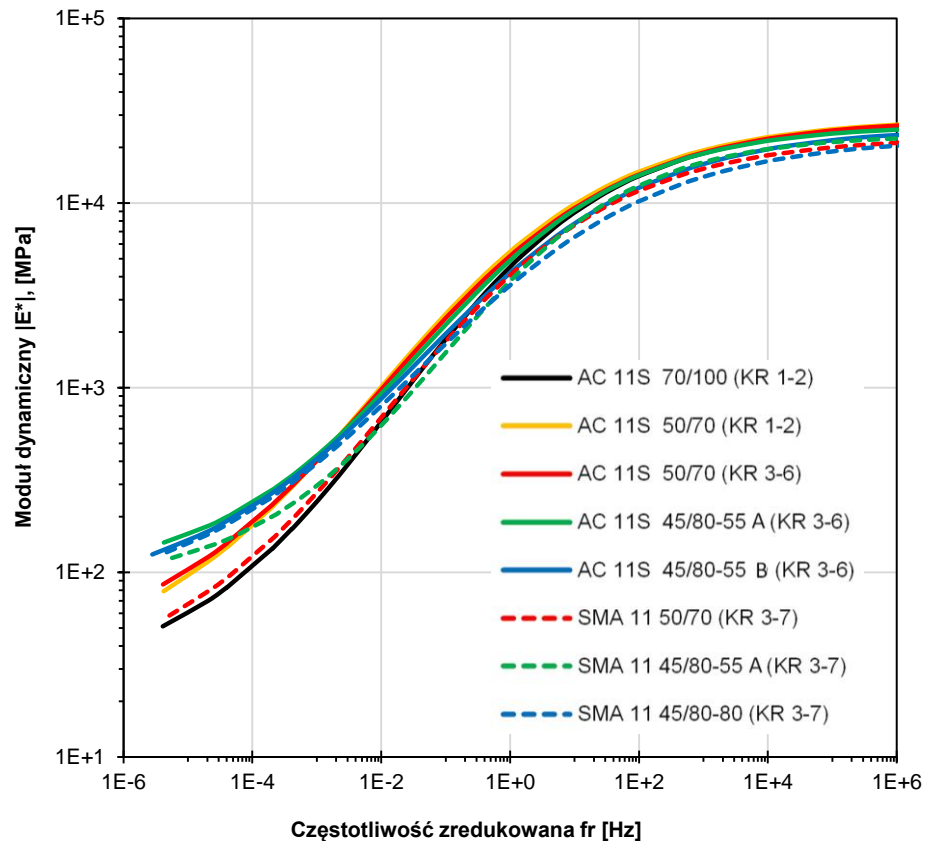


4) BADANE MATERIAŁY

Asfalty	Mieszanki mineralno-asfaltowe do warstwy			
	ścieralnej			wiążącej
	AC 11S (KR1-2)	AC 11S (KR3-6)	SMA 11 (KR3-7)	AC 16W (KR3-7)
70/100	X			
50/70	X	X	X	X
35/50				X
45/80-55 (1)		X	X	
45/80-55 (2)		X		
45/80-80			X	
25/55-60				X
25-55-80				X

5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.1. Moduły dynamiczne $|E^*|$ - krzywe wiodące ($T_{ref} = 20^\circ\text{C}$)





5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.2. Moduły dynamiczne $|E^*|$ w wysokiej temperaturze

Mma do warstwy ścieralnej

Mieszanka mineralno-asfaltowa	T = 40 deg. C						Ranking ogólny $ E^* $
	f = 25 Hz			f = 0,1 Hz			
	$ E^* $, [MPa]	SD [MPa]	Ranking	$ E^* $, [MPa]	SD [MPa]	Ranking	
Mieszanki AC 11S dla KR1-2							
AC 11S 50/70	2 848	68	1	289	15	1	1
AC 11S 70/100	2 164	105	2	171	11	2	2
Mieszanki AC 11S dla KR3-6							
AC 11S 45/80-55 (1)	2 586	63	1	333	10	1	1
AC 11S 50/70	2 720	98		290	14	2	2
AC 11S 45/80-55 (2)	2 118	77	2	304	20		2
Mieszanki SMA dla KR3-7							
SMA 11 45/80-80	1 985	71	1	301	18	1	1
SMA 11 45/80-55 (1)	1 950	61		238	14	2	2
SMA 11 50/70	2 119	106		197	17	3	3



5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.3. Moduły dynamiczne $|E^*|$ w wysokiej temperaturze

Mma do warstwy wiążącej

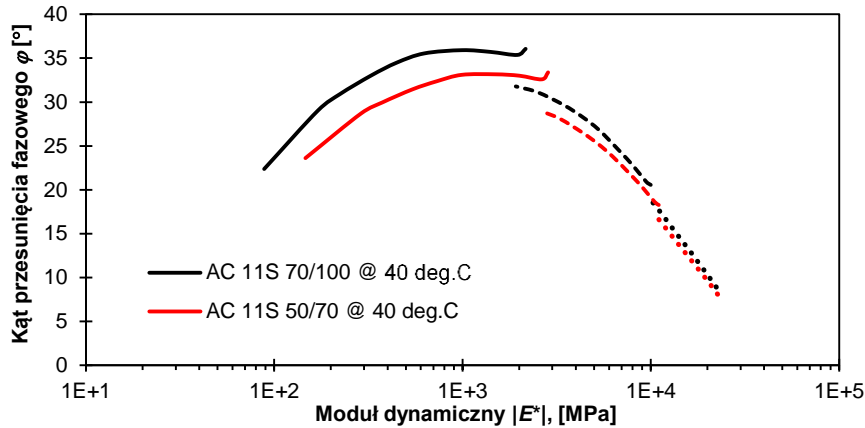
Mieszanka mineralno-asfaltowa	$T = 40 \text{ deg. C}$						Ranking ogólny
	$f = 25 \text{ Hz}$			$f = 0,1 \text{ Hz}$			
	$ E^* $ [MPa]	SD [MPa]	Ranking	$ E^* $ [MPa]	SD [MPa]	Ranking	
AC 16W 25/55-60	4 086	156	1	727	60	1	1
AC 16W 35/50	3 907	418	1	594	61	2	2
AC 16W 25/55-80	2 384	19	3	470	41	3	3
AC 16W 50/70	3 448	71	2	334	19	4	



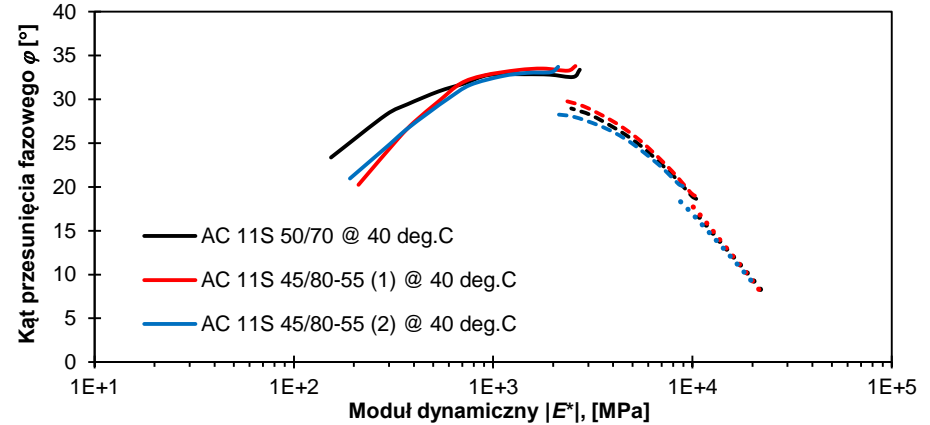
5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.4. Kąty przesunięcia fazowego φ

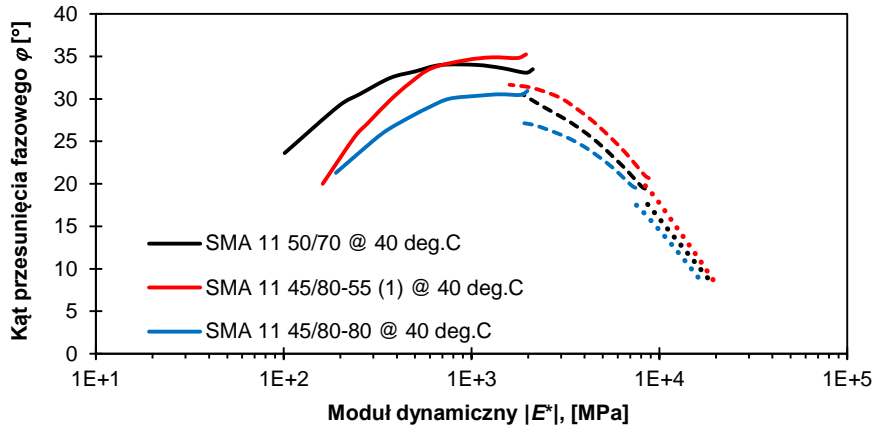
AC 11S KR1-2



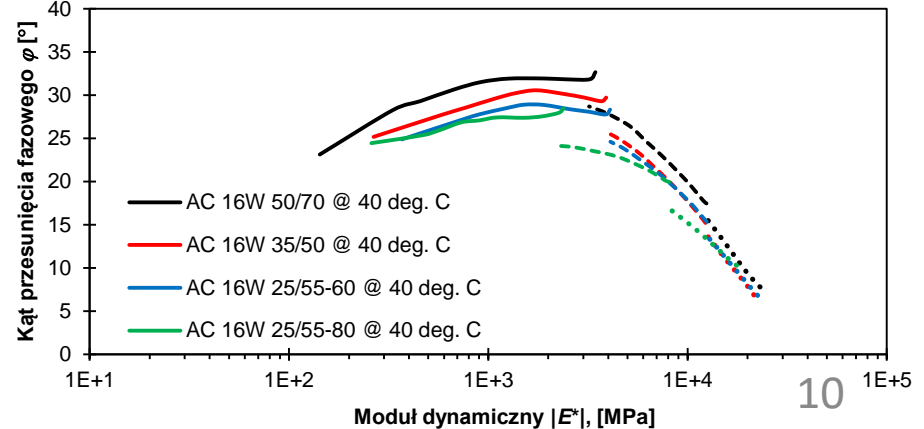
AC 11S KR3-6



AC 11S KR3-7



AC 16W



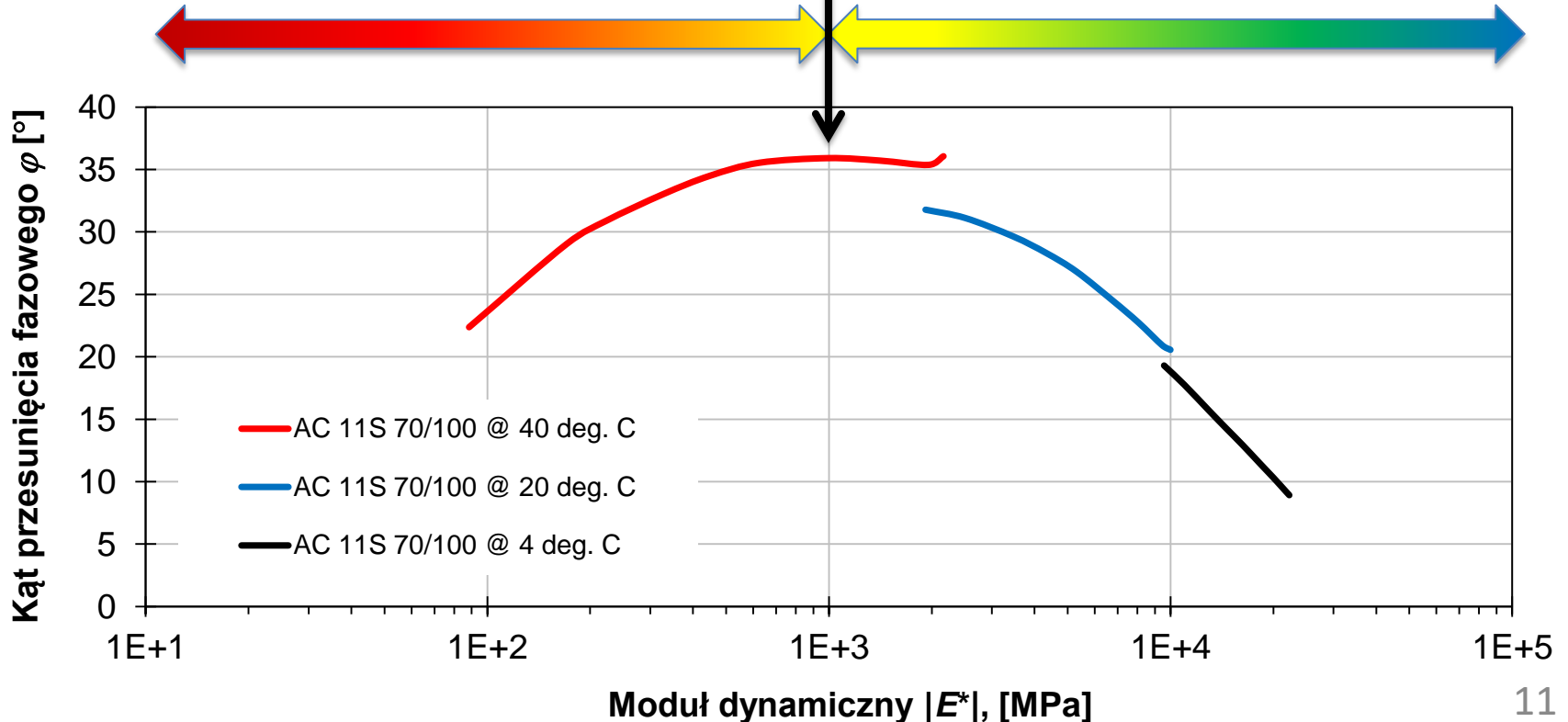
5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.5. Kąty przesunięcia fazowego φ

- mniej sprężyste zachowanie
- większa podatność na odkształcenia
- większe ryzyko deformacji trwałych

φ max

- bardziej sprężyste zachowanie
- mniejsza podatność na odkształcenia
- mniejsze ryzyko deformacji trwałych





5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.6. Kąty przesunięcia fazowego φ_{max} w wysokiej temperaturze

Mma do warstwy ścieralnej

Mieszanka mineralno-asfaltowa	φ_{max} [°]	SD [°]	Ranking
AC do warstwy ścieralnej dla KR1-2			
AC 11S 50/70	33,16	0,22	1
AC 11S 70/100	35,91	0,42	2
AC do warstwy ścieralnej dla KR3-6			
AC 11S 50/70	32,86	0,08	1
AC 11S 45/80-55 (2)	33,10	0,48	
AC 11S 45/80-55 (1)	33,51	0,32	
SMA dla KR3-7			
SMA 11 45/80-80	30,54	0,63	1
SMA 11 50/70	34,00	0,45	2
SMA 11 45/80-55 (1)	34,89	0,56	3



5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.7. Kąty przesunięcia fazowego φ_{max} w wysokiej temperaturze

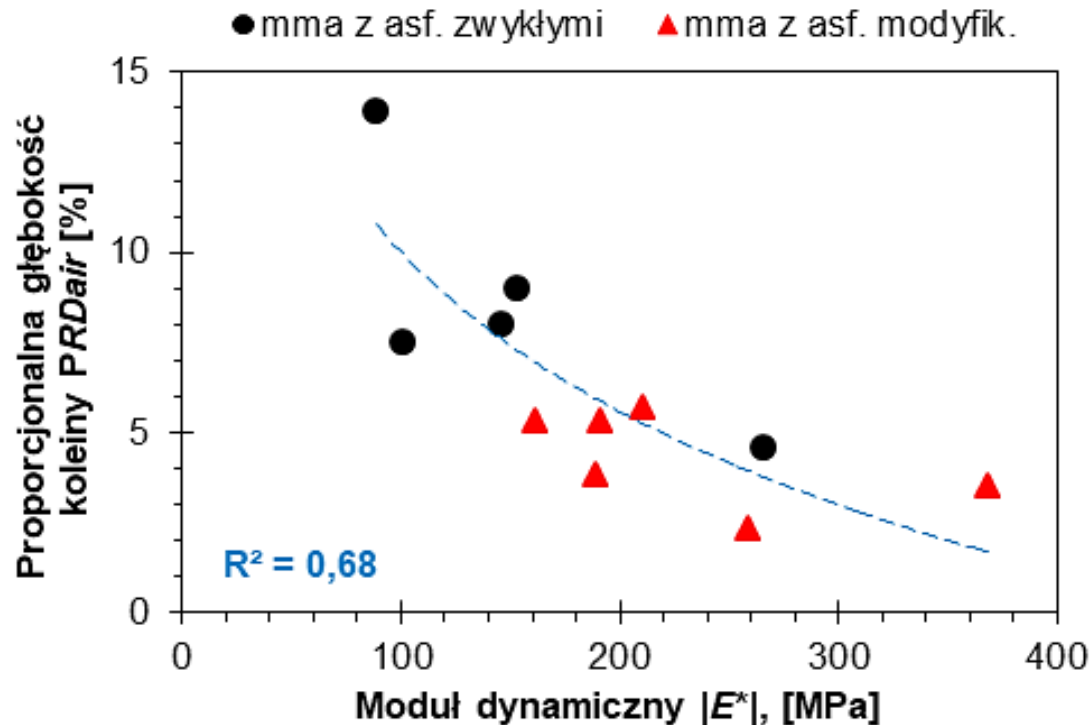
Mma do warstwy wiążącej

Mieszanka mineralno-asfaltowa	φ_{max} [°]	SD [°]	Ranking
AC 16W 25/55-80	27,96	0,77	1
AC 16W 25/55-60	28,89	0,50	
AC 16W 35/50	30,56	0,49	2
AC 16W 50/70	31,93	0,69	3

5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.8. Badanie SPT, a odporność mieszanek na deformacje trwałe

Moduł dynamiczny $|E^*|$
vs. proporcjonalna głębokość koleiny PRD_{AIR}



BADANIE
KOLEINOWANIA



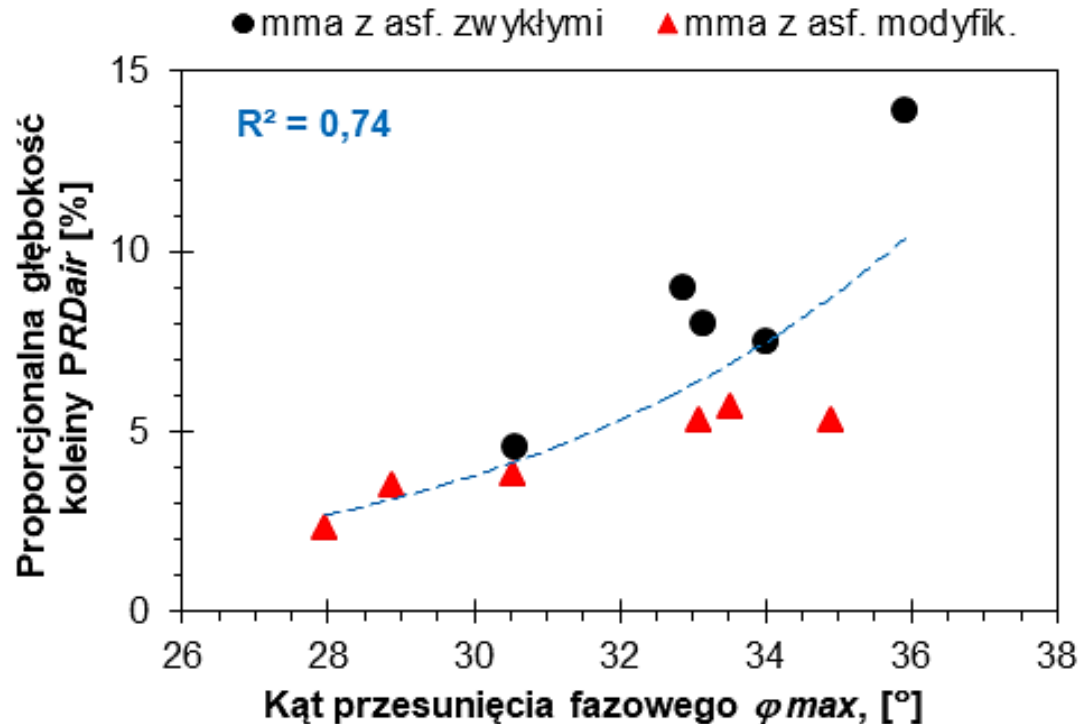
BADANIE SPT



5) WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPĘŻYSTE MMA

5.9. Badanie SPT, a odporność mieszanek na deformacje trwałe

Maksymalny kąt przesunięcia fazowego φ_{max}
vs. proporcjonalna głębokość koleiny PRD_{AIR}



BADANIE
KOLEINOWANIA



BADANIE SPT





6) PODSUMOWANIE ANALIZ

6.1. Mma do warstwy ścieralnej

Mieszanka mineralno-asfaltowa	Rankingi cząstkowe dla:			Ranking końcowy	
	modułów dynam. $ E^* $ w $T = 40^\circ\text{C}$ dla $f =$		kątów przes. faz. φ_{max}	z podziałem na rodz. mm-a	wszystkie mm-a łącznie
	25 Hz	0,1 Hz			
AC do warstwy ścieralnej dla KR1-2					
AC 11S 50/70	1	1	1	1	2
AC 11S 70/100	2	2	2	2	6
AC do warstwy ścieralnej dla KR3-6					
AC 11S 45/80-55 (1)	2	1	1	1	1
AC 11S 50/70	1	3	1	2	2
AC 11S 45/80-55 (2)	3	2	1	3	3
SMA dla KR3-7					
SMA 11 45/80-80	1	1	1	1	2
SMA 11 45/80-55 (1)	1	2	2	2	4
SMA 11 50/70	1	3	3	3	5



6) PODSUMOWANIE ANALIZ

6.2. Mma do warstwy wiążącej

Mieszanka mineralno-asfaltowa	Rankingi cząstkowe dla:			Ranking końcowy
	modułów dynam. $ E^* $ w $T = 40^\circ\text{C}$ dla $f =$		kątów przes. faz. φ_{max}	
	25 Hz	0,1 Hz		
AC 16W 25/55-60	1	1	1	1
AC 16W 35/50		2	2	2
AC 16W 25/55-80	3	3	1	3
AC 16W 50/70	2	4	3	4



7) WNIOSKI

- 1) Bardziej twarde asfalty drogowe = lepsze właściwości lepkosprężyste w wysokiej temperaturze.**
- 2) Wpływ zastosowania w mm-a asfaltów modyfikowanych – trudny do jednoznacznej oceny na podstawie $|E^*|$ i φ z badania SPT.**
- 3) Zaobserwowano zauważalnie różne zachowanie się mma z tym samym rodzajem asfaltu, ale pochodzącym od 2 różnych producentów.**
- 4) Badanie SPT – nie jest dedykowane ocenie odporności na deformacje trwałe (przybliżona ocena).**



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA

Dziękuję za uwagę...



Laboratorium Badań Drogowych, PG