



POLITECHNIKA  
RZESZOWSKA  
im. JONACEGO ŁUKASIEWICZA

ZAKŁAD DRÓG I MOSTÓW  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA, INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ARCHITEKTURY



# Badania laboratoryjne mieszanek dla nawierzchni cienkowarstwowej typu PCC

mgr inż. Magdalena Słoboda  
Zakład Dróg i Mostów  
Politechnika Rzeszowska

Rzeszów 2016



# Zarys historyczny modyfikacji betonów polimerami

**PCC** - polimer-cement-concrete - beton polimerowo-cementowy

## Pierwsze modyfikacje betonów naturalnymi polimerami:

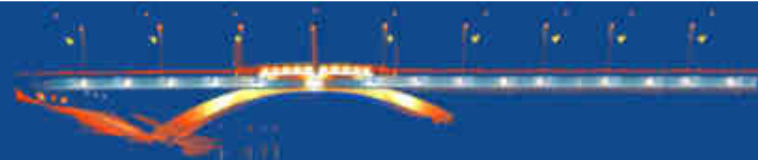
- Wielki Mur Chiński – polimery otrzymywane z gotowanych wiórów drzewa wiązowego
- Koloseum – polimery pozyskiwane z soków owocowych, byczej krwi, mleka, białek jaj, olei roślinnych



Fot. 1 Wielki Mur Chiński



Fot. 2 Koloseum w Rzymie



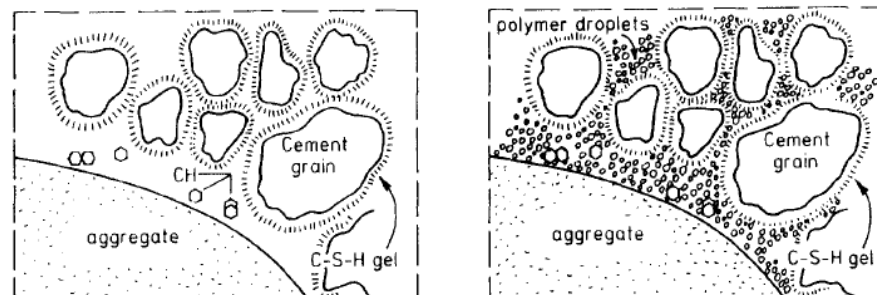
# Charakterystyka PCC

1923 – pierwszy patent dotyczący ulepszania materiałów nawierzchni drogowych dodatkami polimerów

1924 – koncepcja spoiwa polimerowo-cementowego

## Właściwości PCC

- ✓ poprawa urabialności mieszanki
- ✓ wysoka przyczepność do podłoża
- ✓ niski stosunek wodno-cementowy
- ✓ odporność na działanie niskich temperatur
- ✓ podwyższone zdolności mostkowania mikrorys
- ✓ mieszanki nie ulegają nadmiernemu wysychaniu podczas twardnienia
- ✓ ograniczenie migracji wody – zdolność samopielęgnacji



Rys.1 Strefa przejściowa zaczyn-kruszywo bez polimeru oraz z polimerem

[SU Z. : Microstructure of Polymer Cement Concrete. Shaanxi]



## Badania własne

### Dobór materiałów

	Mieszanka 1	Mieszanka 2
Baza	Cement, modyfikatory, selekcjonowane kruszywo	Cement, modyfikatory, selekcjonowane kruszywo
Uziarnienie	8 mm	3 mm
Zastosowanie wg producenta	Wyrównywanie powierzchni betonowych obciążonych dynamicznie, w tym ruchem kołowym	Naprawa ubytków w konstrukcjach obciążonych dynamicznie lub obciążonych bezpośrednio ruchem drogowym



Fot. 3 Mieszanki PCC wykorzystane do badań



## Parametry wytrzymałościowe

	Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 12390-3	Wytrzymałość na zginanie wg PN-EN 12390-5	Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu wg PN-EN 12390-6
Wymagania dla w-wy ścieralnej wg KTKNS	C30/37	4,5 MPa	3,0 MPa
Mieszanka 1	C25/30	5,8 MPa	4,85 MPa
Mieszanka 2	C35/45	8,3 MPa	5,85 MPa



## Parametry wytrzymałościowe c.d.

Mieszanka	Mieszanka 1				Mieszanka 2			
Moduł sztywności wg PN-EN 12697-26 [MPa]	Częstotliwość [Hz]				Częstotliwość [Hz]			
	1	2	5	10	1	2	5	10
	25313	25381	25612	26875	26270	26269	26544	26844
Trwałość zmęczeniowa przy amplitudzie odkształcenia 80 $\mu\text{m}/\text{m}$	Moduł sztywności [MPa]				Moduł sztywności [MPa]			
	początkowy		końcowy		początkowy		końcowy	
	26572		24733		26561		24631	
	Szkoda zmęczeniowa [%]				Szkoda zmęczeniowa [%]			
	7,1				7,3			
Trwałość zmęczeniowa przy amplitudzie odkształcenia 130 $\mu\text{m}/\text{m}$	Moduł sztywności [MPa]				Moduł sztywności [MPa]			
	początkowy		końcowy		początkowy		końcowy	
	<i>Zakres wyników: 18070 - 27829</i>		<i>Zakres wyników: 9025 - 17019</i>		23713		18622	
	Szkoda zmęczeniowa [%]				Szkoda zmęczeniowa [%]			
	<i>Zakres wyników od 32,6 do &gt;50</i>				21,3			



## Parametry użytkowe - szorstkość

	Wartość PTV wg 13036-4	
sposób uszorstniania	tkanina jutowa	szczotka z tworzywa sztucznego
weber.rep 753	84	94
MEGAcrete KE	60	86

Wartość	ocena
PTV $>65$	dobra
$>55$	zadowalająca
$>45$	dostateczna
$\leq 45$	niedostateczna



Fot.4 Ustawienie sprzętu do badania

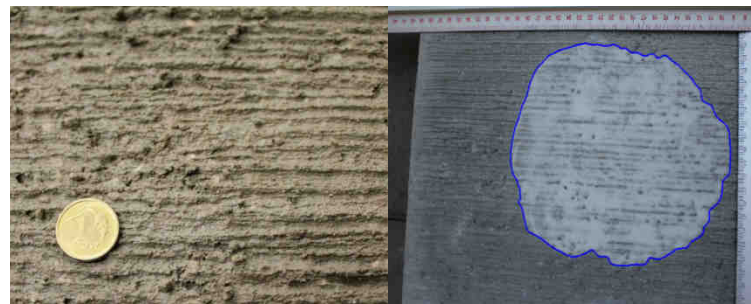


## Parametry użytkowe – głębokość makrotekstury

Głębokość makrotekstury MTD wg 13036-1 [mm]		
MTD wymagane	> 0,2	
Sposób uszorstniania	tkanina jutowa	szczotka z tworzywa sztucznego
Mieszanka 1	0,3	1,0
Mieszanka 2	0,4	1,4



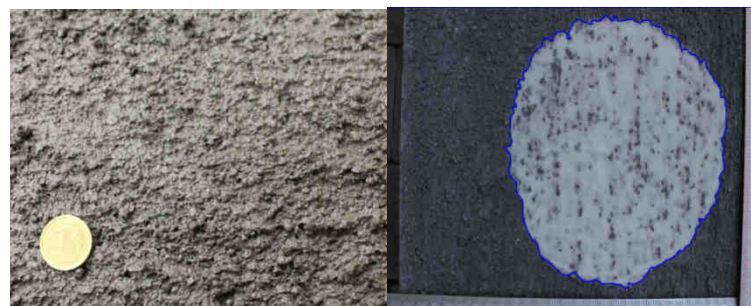
Fot.5 Mieszanka 1, teksturowanie tkaniną jutową



Fot.6 Mieszanka 1, teksturowanie szczotką



Fot.7 Mieszanka 2, teksturowanie tkaniną jutową



Fot.8 Mieszanka 2, teksturowanie szczotką





## Podsumowanie

- ✓ mieszanka 2 spełnia wymagania katalogowe dotyczące parametrów wytrzymałościowych
- ✓ mieszanki PCC po odpowiednim teksturowaniu charakteryzują się wysoką szorstkością oraz odpowiednią makroteksturą
- ✓ stosowanie mieszanek PCC umożliwia wykonywanie cienkich warstw ścieralnych nawierzchni, redukując koszty budowy
- ✓ wykonywanie nawierzchni z PCC obniża koszty eksploatacyjne w porównaniu z nawierzchniami z betonu cementowego
- ✓ wykonane badania stanowią podstawę do stosowania mieszanek ogólnodostępnych na rynku do bezpośredniego zastosowania w nawierzchniach cienkowarstwowych



POLITECHNIKA  
RZESZOWSKA  
im. JONACEGO ŁUKASIEWICZA

ZAKŁAD DRÓG I MOSTÓW  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA, INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ARCHITEKTURY



# Badania asfaltu naturalnego TE

mgr inż. Krzysztof Kołodziej  
Zakład Dróg i Mostów  
Politechnika Rzeszowska

Rzeszów 2016

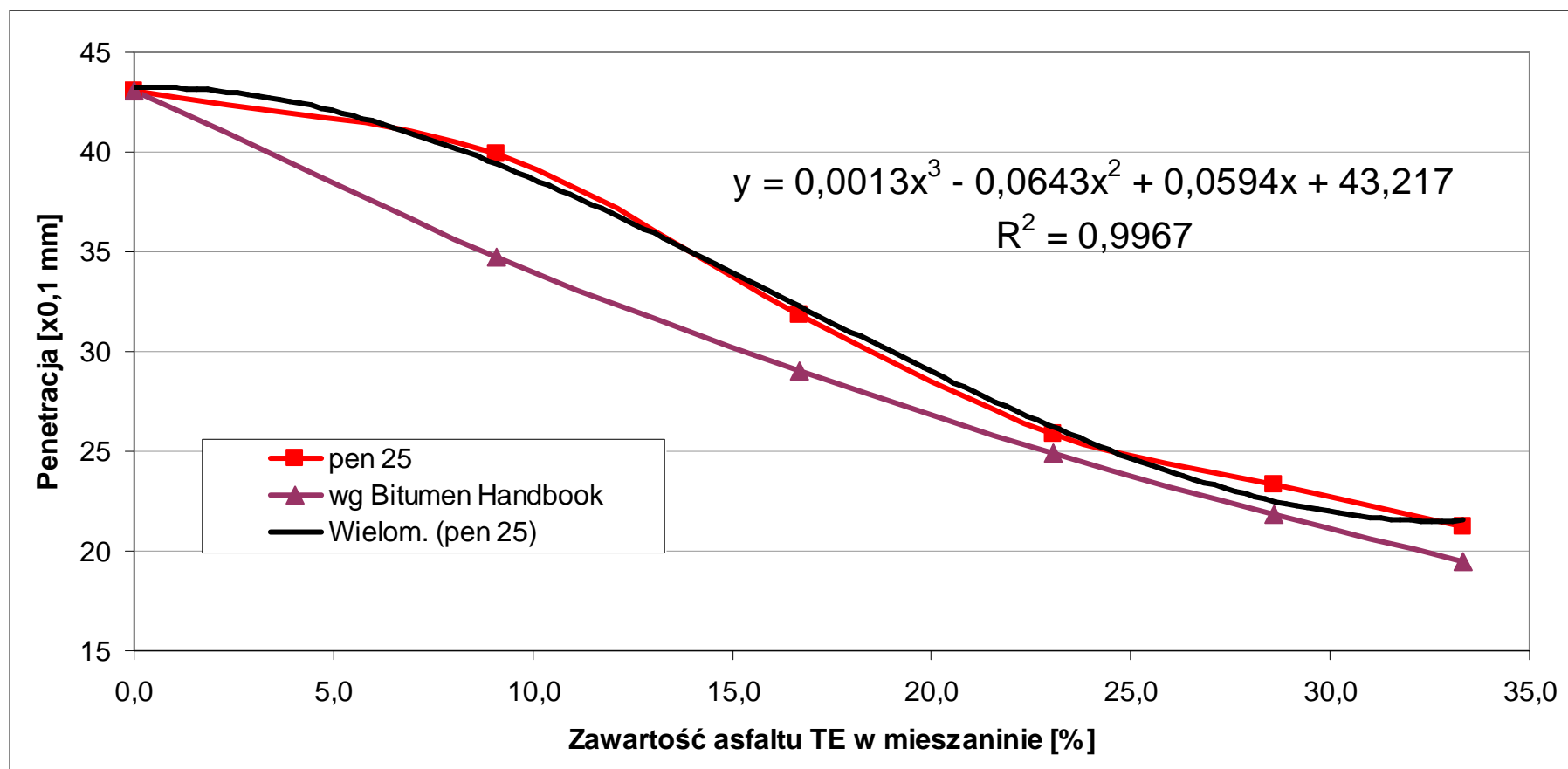


## Zalety stosowania asfaltu naturalnego

- ✓ poprawa urabialności i zagęszczenia MMA
- ✓ poprawa właściwości lepiszcza bazowego
- ✓ zwiększenie przyczepności lepiszcza do kruszywa

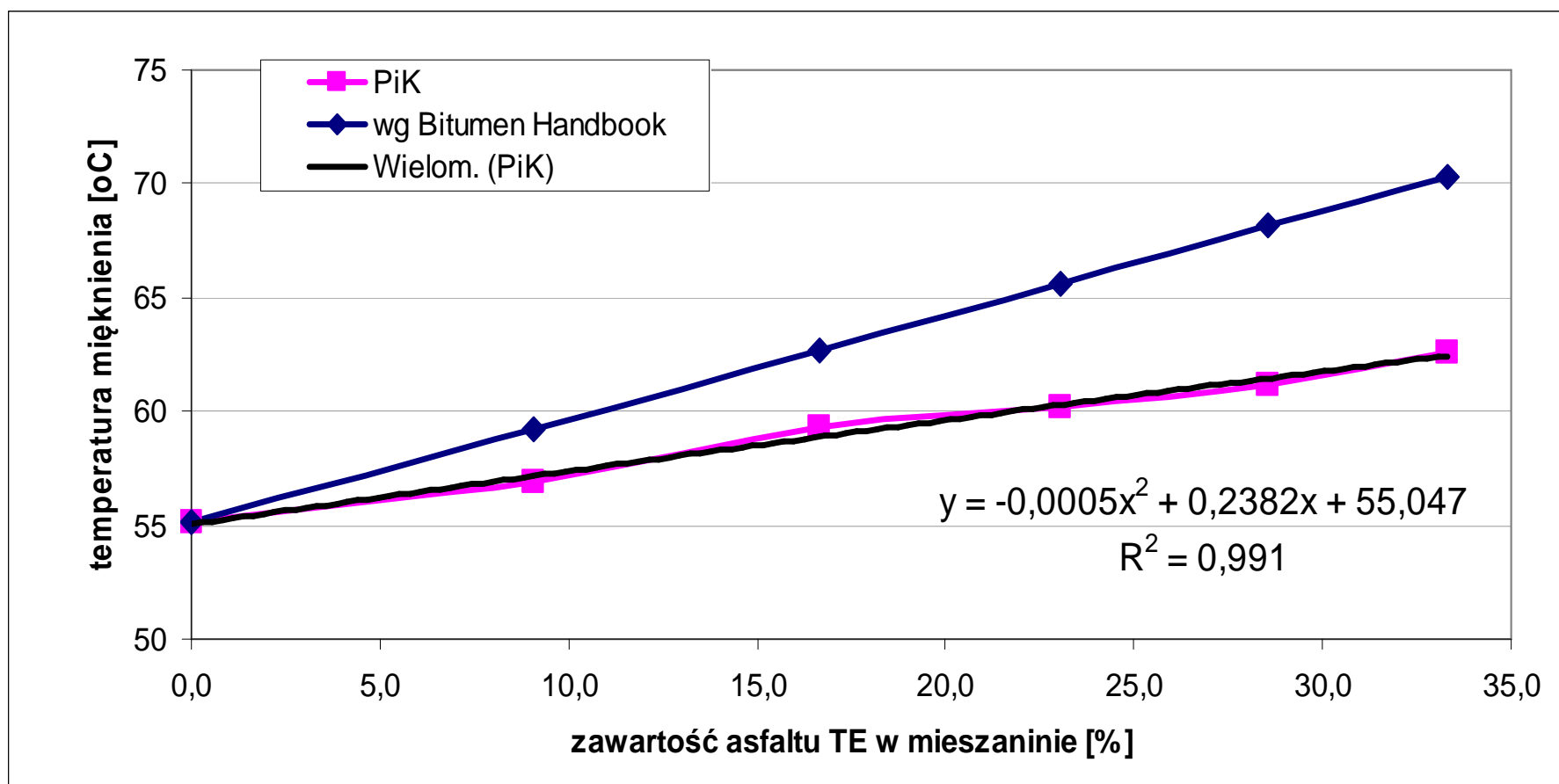


## Penetracja asfaltu wg PN-EN 1426



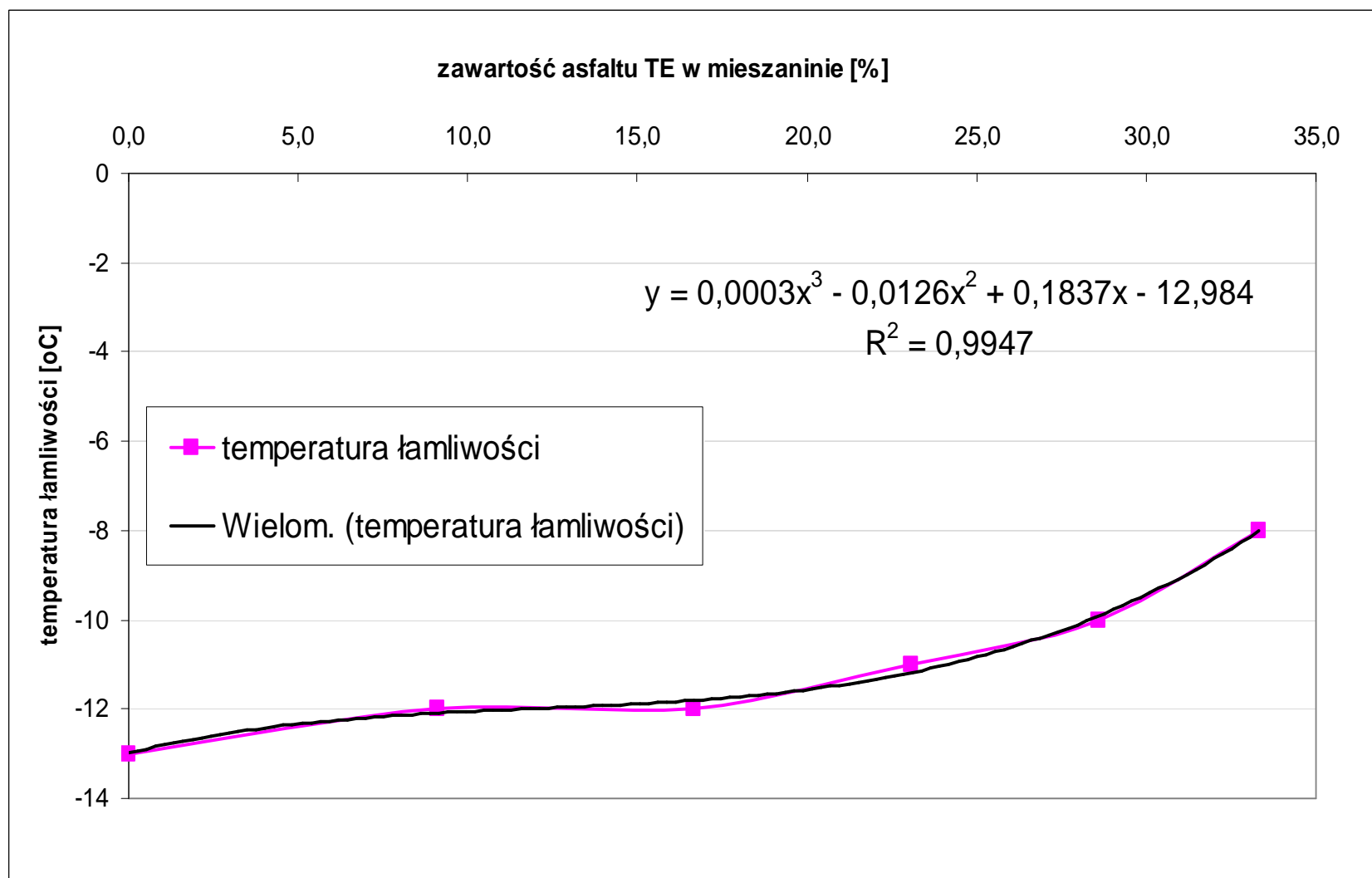


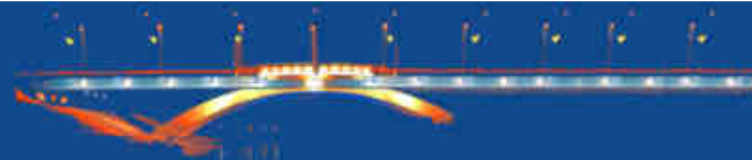
# Temperatura mięknięcia wg PN-EN 1427



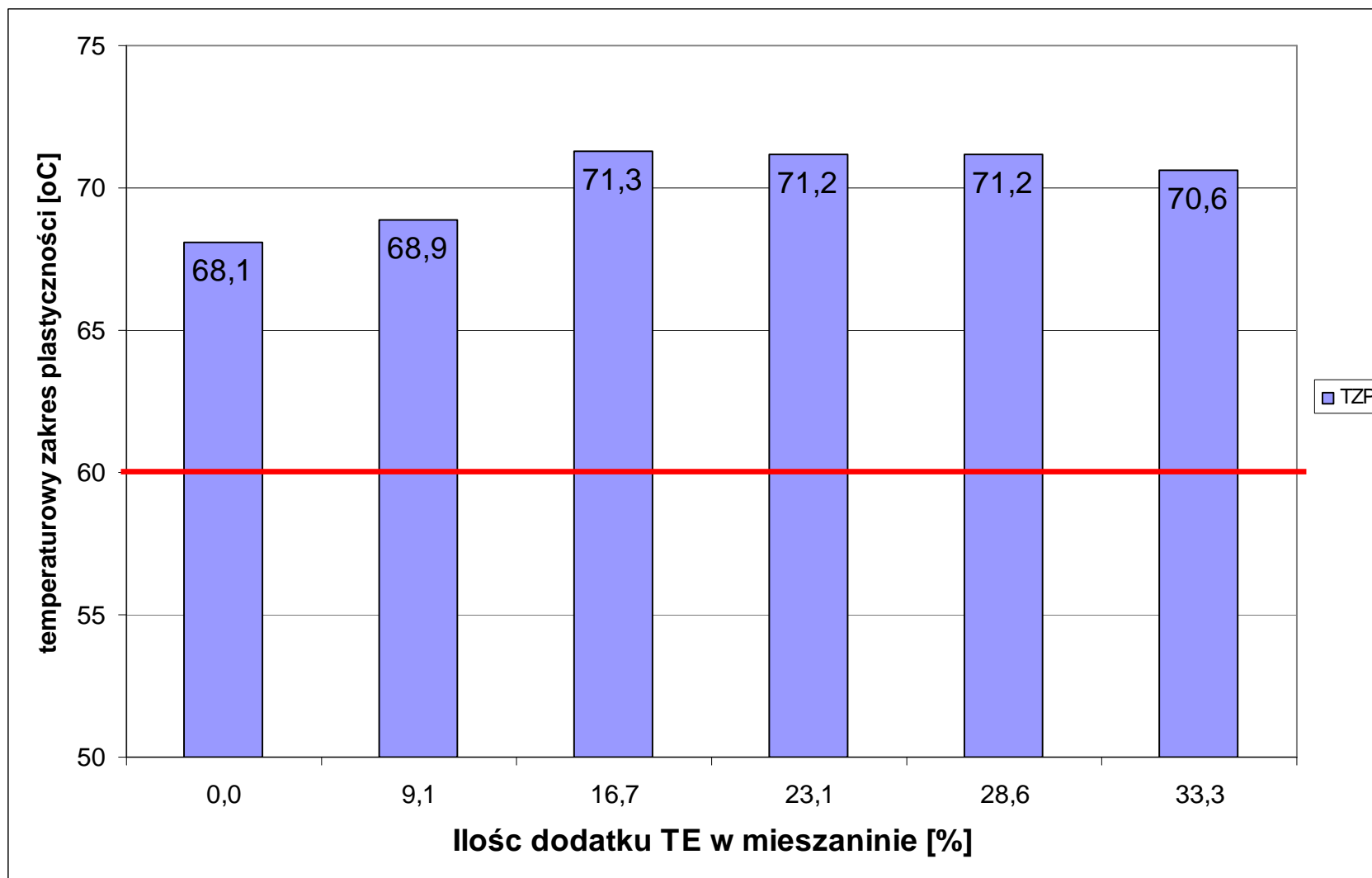


# Temperatura łamliwości wg PN-EN 12593



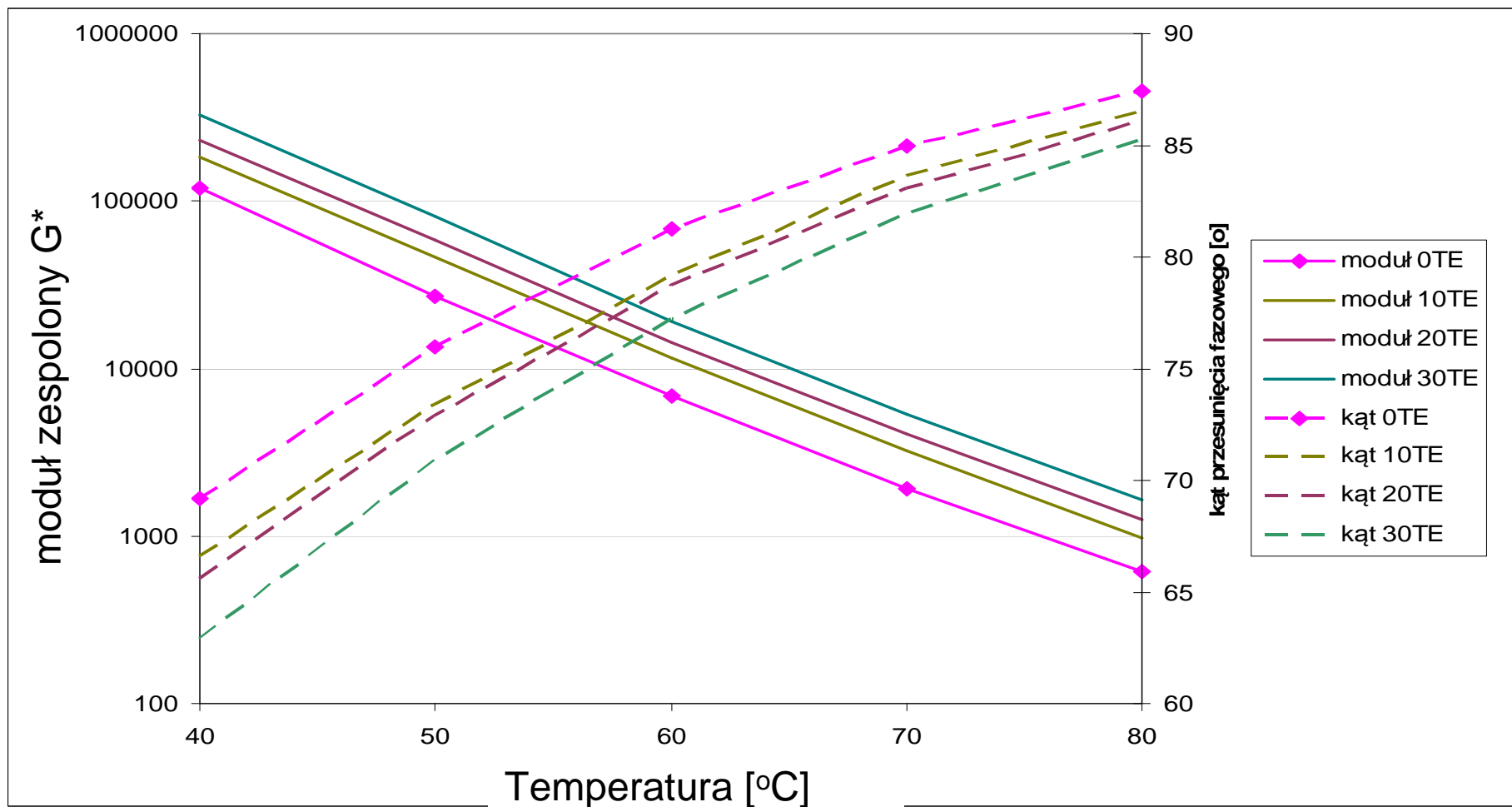


## Temperaturowy zakres plastyczności (TZP)

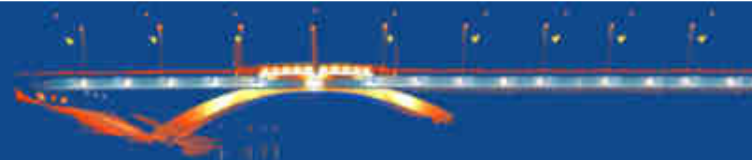




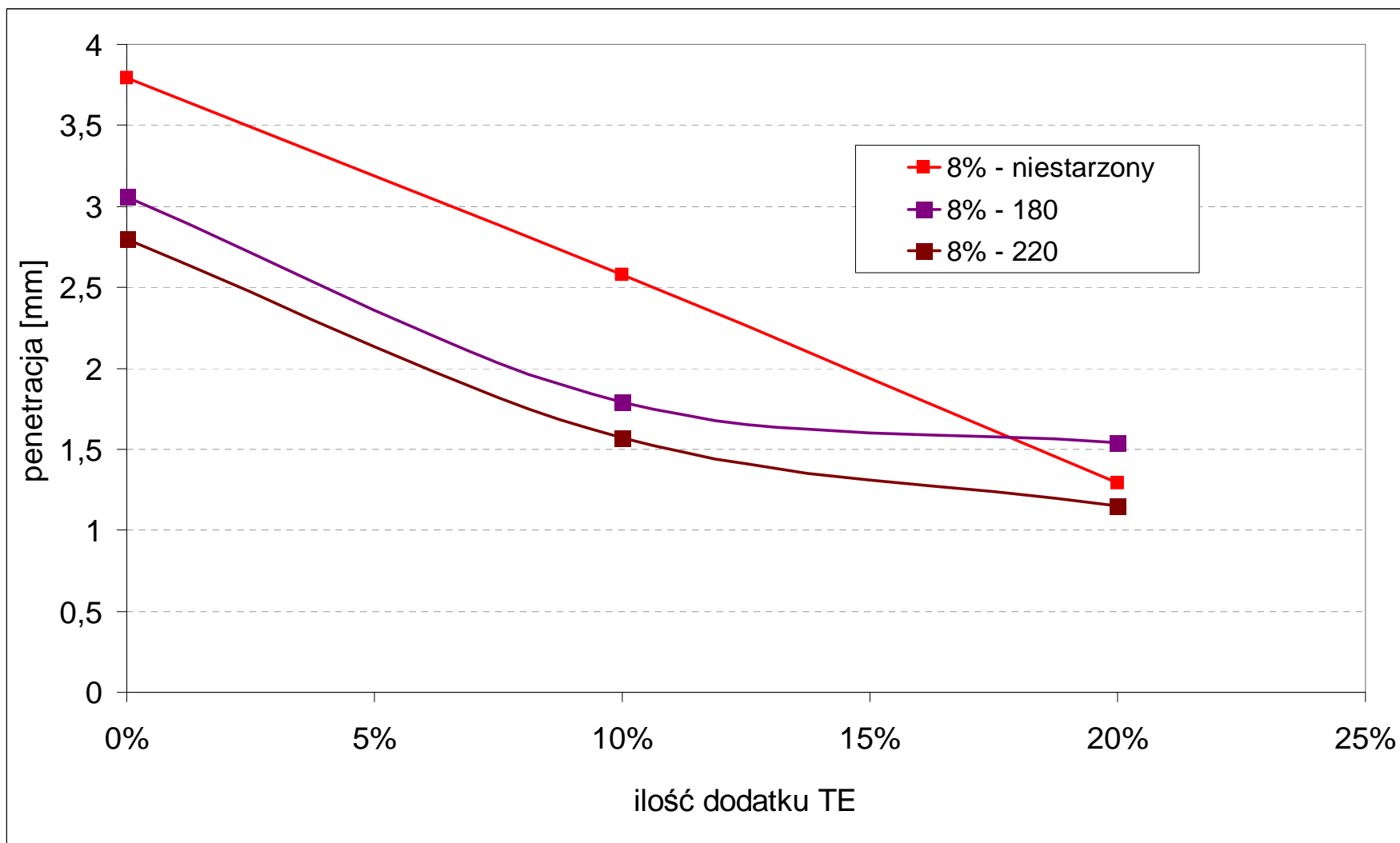
# Badanie cech reologicznych asfaltów





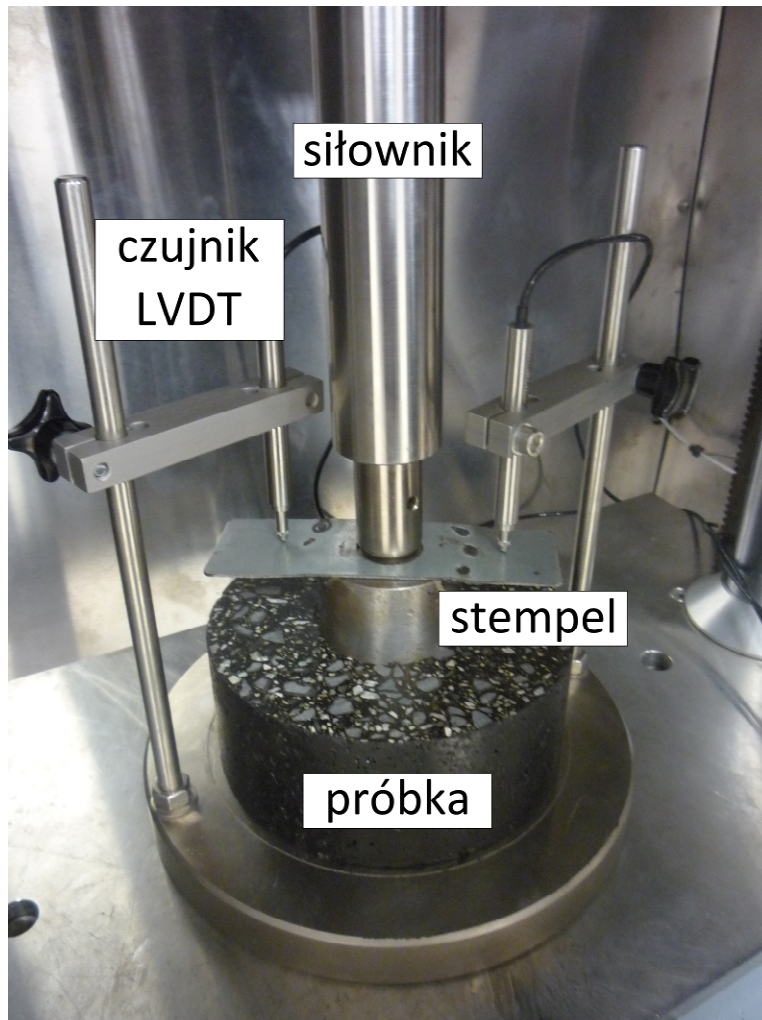


## Wpływ starzenia na właściwości asfaltu lanego





# Stempel dynamiczny – nowa metoda badania asfaltu lanego



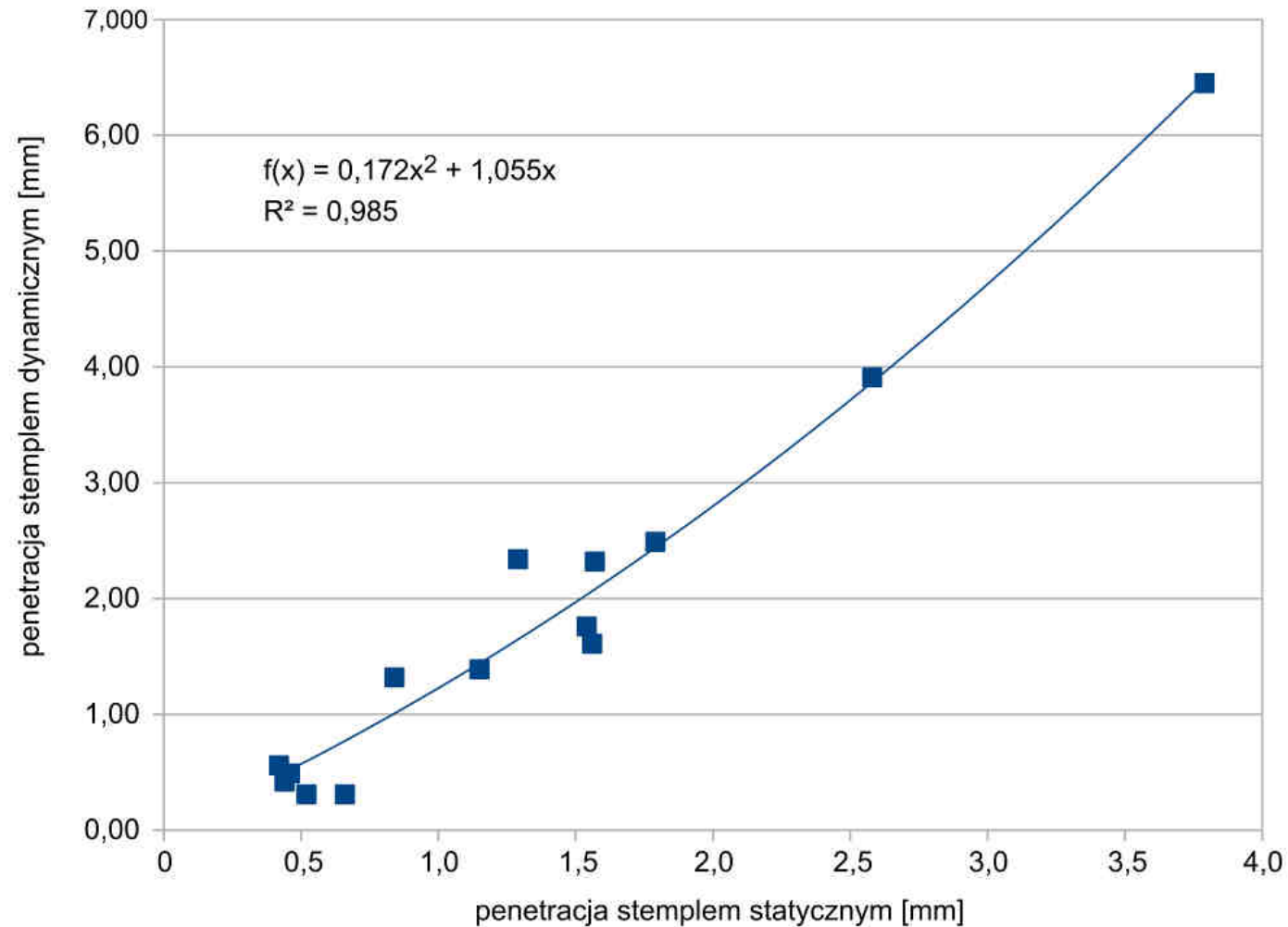


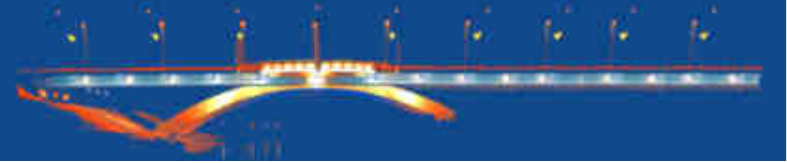
## Stempel dynamiczny – stempel statyczny: porównanie metodyki badawczej

	Stempel statyczny	Stempel dynamiczny
Temperatura badania	40 °C	50 °C
Sposób przyłożenia siły	Stacyjny Powierzchnia trzpienia: 500 mm <sup>2</sup>	Dynamiczny Powierzchnia trzpienia: 2500 mm <sup>2</sup>
Warunki obciążenia próbki	Stała wartość: 525N Nacisk jednostkowy: 1,05N/mm <sup>2</sup>	Wartość maksymalna: 875N Nacisk jednostkowy: 0,35N/mm <sup>2</sup> Wartość spoczynkowa: 875N Nacisk jednostkowy: 0,35N/mm <sup>2</sup>
Czas badania	1 godzina (wartość penetracji odczytywana po 30 i 60 minutach)	ok. 2h 40 min (5000 cykli, każdy po 1,9sek)
Wynik badania	Wartość penetracji po 30 oraz 60 minutach	Wartość penetracji po 2500 oraz 5000 cykli



## Stempel dynamiczny – stempel statyczny: porównanie wyników





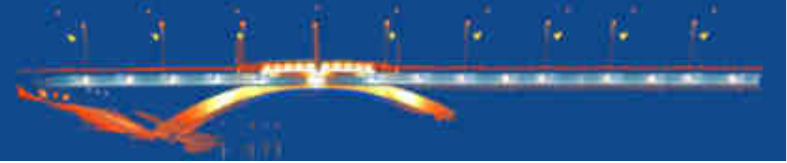
## Wnioski

- Asfalt naturalny TE poprawia właściwości asfaltu
- Badanie właściwości reologicznych asfaltów pozwala na określenie optymalnej ilości dodatku oraz ocenić jego zachowanie w zależności od temperatury
- Nowe metody badań - penetracja stemplem dynamicznym – pozwalają lepiej ocenić mieszanki nowoczesnych twardych asfaltów lanych



POLITECHNIKA  
RZESZOWSKA  
im. JONACEGO ŁUKASIEWICZA

ZAKŁAD DRÓG I MOSTÓW  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA, INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ARCHITEKTURY



Dziękuję za uwagę