



**POLITECHNIKA  
GDAŃSKA**

# **Laboratoryjne metody oceny odporności na spękania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych**

*Cezary Szydłowski*



**AUGUSTÓW, 21.02.2019**

## MCE – RECYKLING GŁĘBOKI NA ZIMNO



# MCE

## KRUSZYWO MINERALNE



**~90%**

## CEMENT



**1÷3 (4)%**

## EMULSIA



**2÷6%**

## MCE

### NA MIEJSCU

### W WYTWÓRNI



# Ocena spękań nawierzchni z podbudowami MCE Badania terenowe 2007 ÷ 2012 16 obserwowanych odcinków na 6 drogach krajowych



1- DK6, 2- DK55, 3- DK22, 4- DK7, 5- DK15, 6- DK58

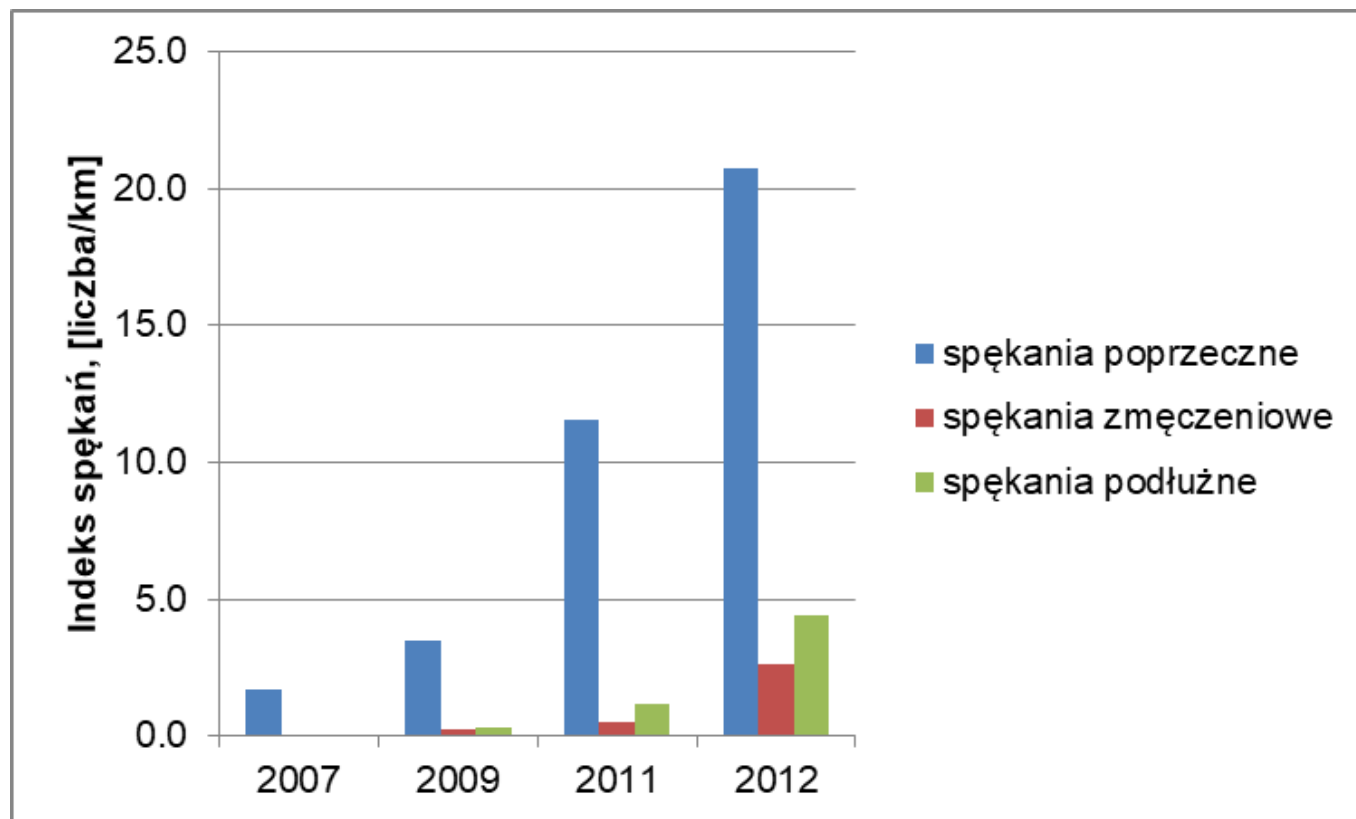
## Badania terenowe 2007 ÷ 2012

### Droga krajowa nr 7, km 26+500 ÷ 44+630

**Cement – 4%**

**Emulsja – 2,8%**

**E/C = 0,7**

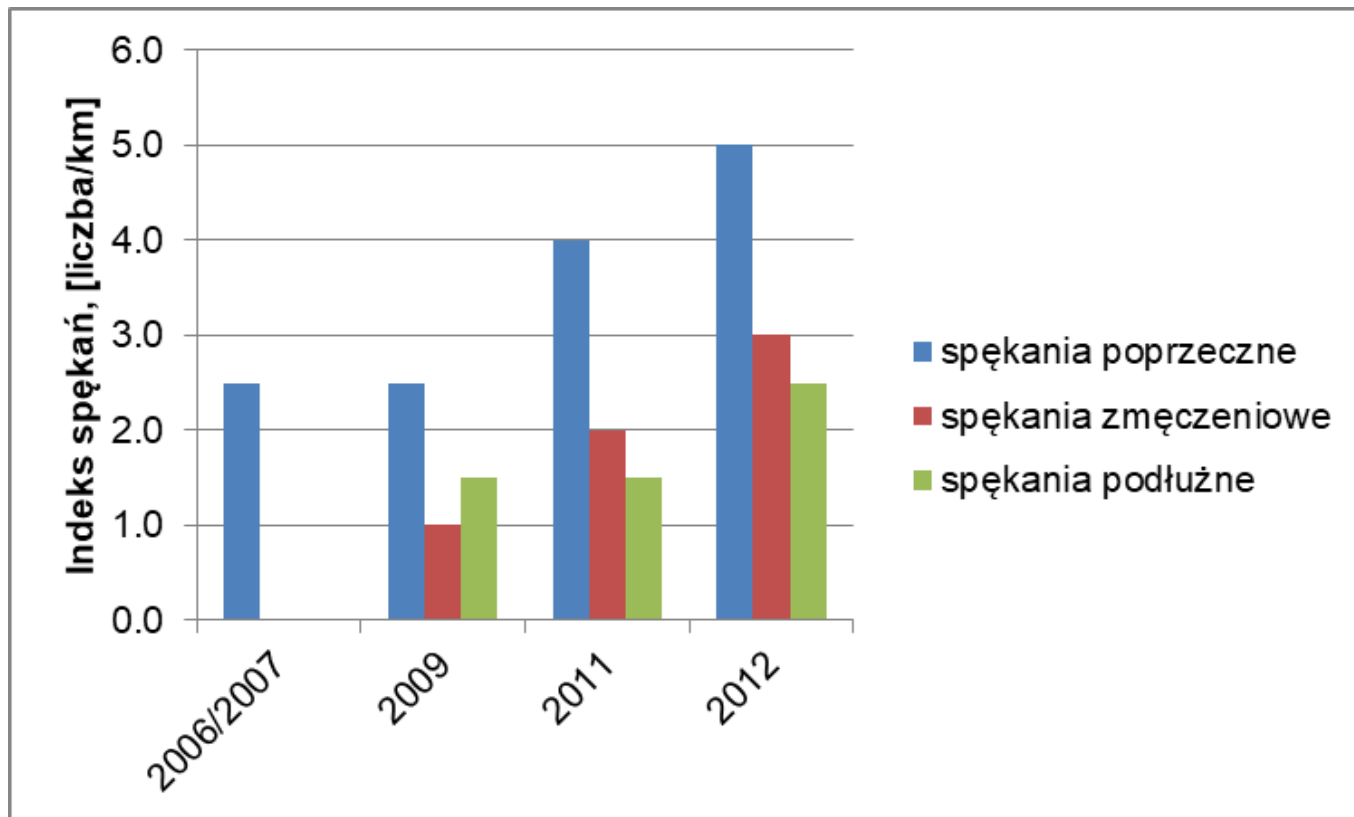


## Badania terenowe 2007 ÷ 2012

### Droga krajowa nr 15, km 306+000 ÷ 308+000

**Cement – 4%**  
**Emulsja – 3%**

**E/C = 0,8**



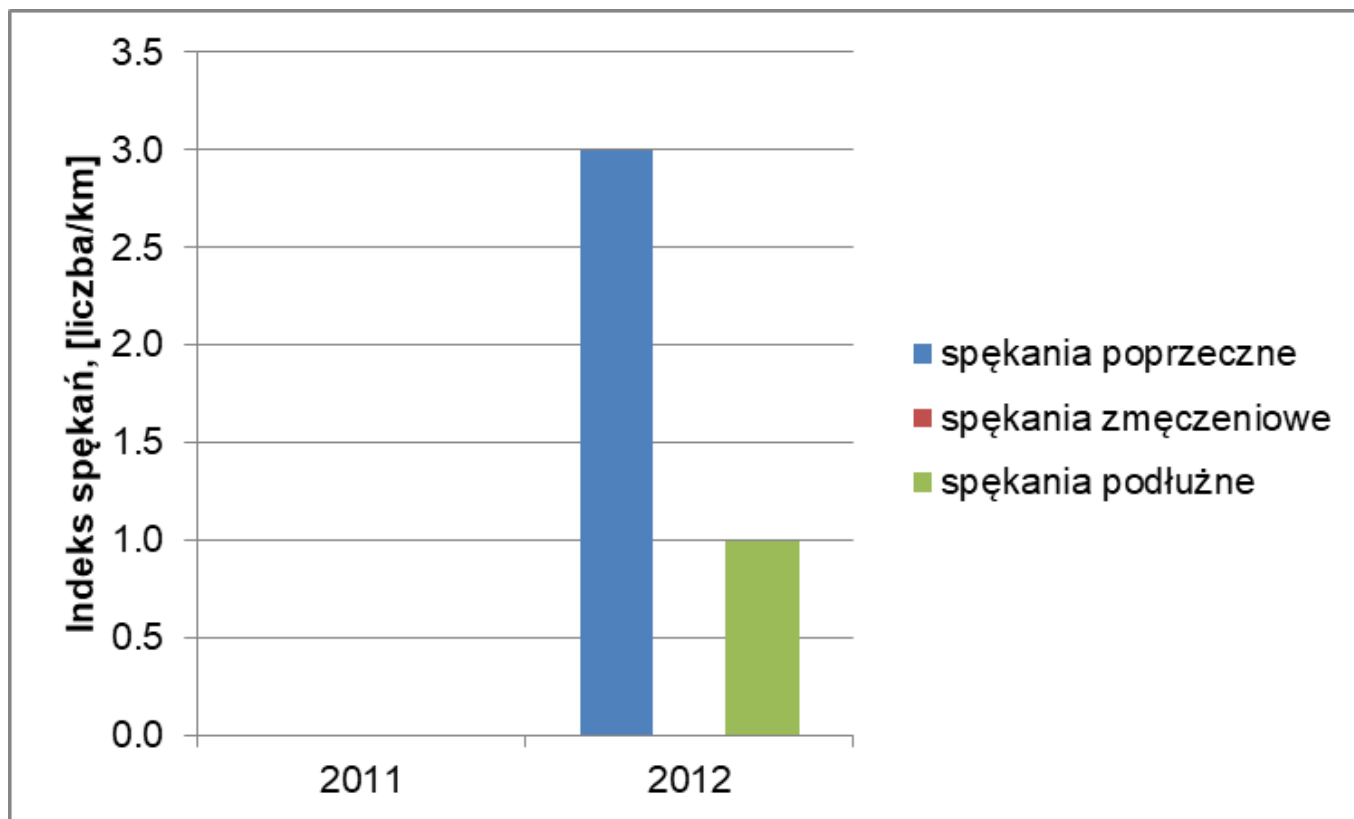
## Badania terenowe 2007 ÷ 2012

### Droga krajowa nr 58, km 10+000 ÷ 12+000

**Cement – 5,8%**

**Emulsja – 4%**

**E/C = 0,7**





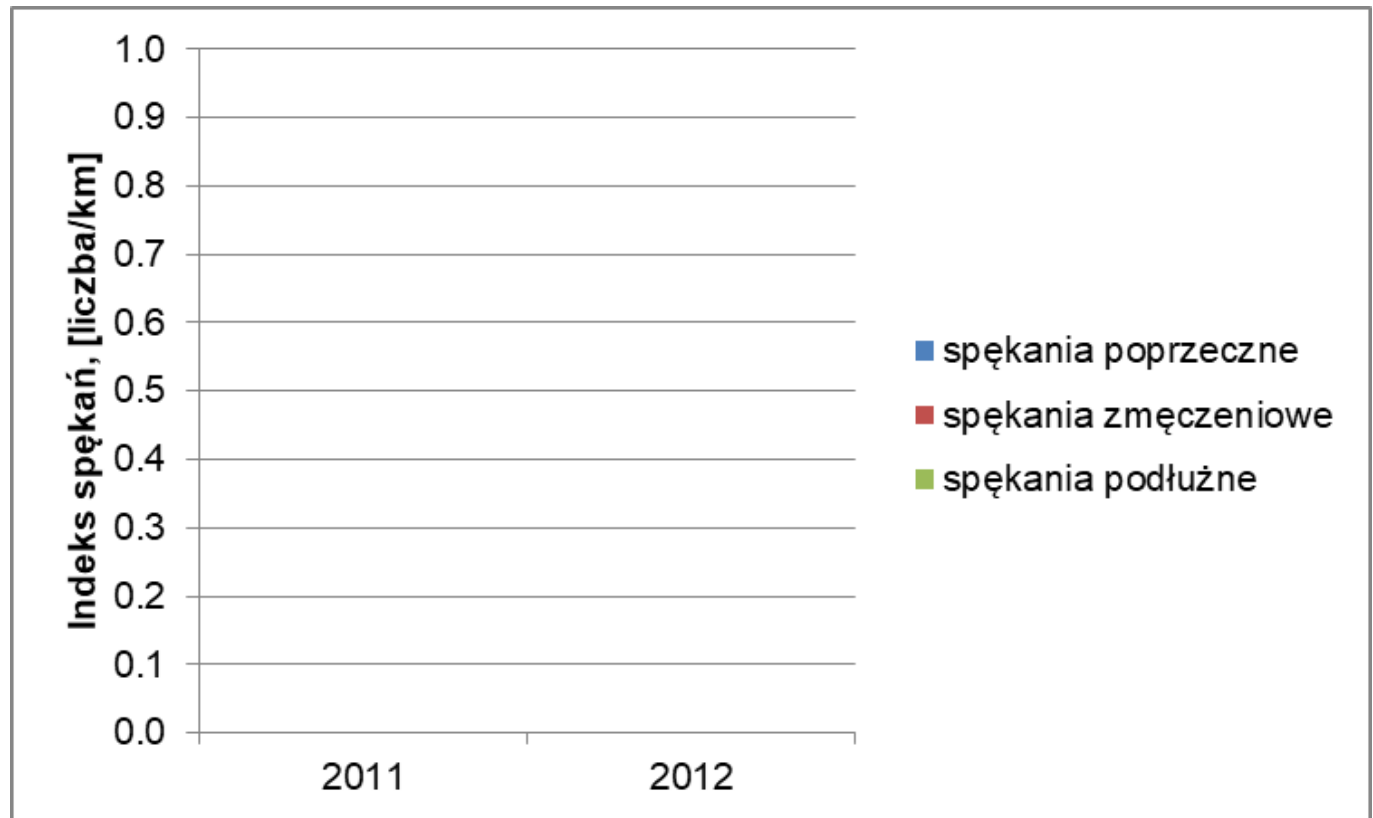
## Badania terenowe 2007 ÷ 2012

### Droga krajowa nr 58, km 19+000 ÷ 21+000

**Cement – 4%**

**Emulsja – 3,5%**

**E/C = 0,9**



## Badania terenowe 2007 ÷ 2012

### Droga krajowa nr 7, km 26+500 ÷ 44+630

**MCE**



**MCE**



Laboratoryjne metody oceny odporności na spękania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych

## Badania laboratoryjne

Generalna Dyrekcja  
Dróg Krajowych i Autostrad

POLITECHNIKA  
GDAŃSKA  
Katedra Inżynierii Drogowej

INSTRUKCJA PROJEKTOWANIA  
I WBUDOWYWANIA MIESZANEK  
MINERALNO-CEMENTOWO-EMULSYJNYCH  
(MCE)

Wersja z dnia 31.11.2013



Gdańsk, 2013

	Mieszanka mineralna	
	C2	C4
Cement, [%]	2	4
Kruszywo drobne 0/2, [%]	10	8
Kruszywo o ciągłym uziarnieniu 0/31,5, [%]	18	18
Destrukt asfaltowy, [%]	70	70

	Oznaczenie mieszanki					
	C2E2	C2E4	C2E6	C4E2	C4E4	C4E6
Zawartość cementu	2	2	2	4	4	4
Zawartość emulsji	2	4	6	2	4	6
E/C	1	2	3	0,5	1	1,5

## Moduł sztywności IT-CY



	IT-CY, [MPa], +5°C
C2E2	5867
C2E4	4799
C2E6	5985
C4E2	8615
C4E4	6056
C4E6	6140

Tablica 5.2. Wymagania w odniesieniu do próbek z mieszanki MCE

Cecha:	Wymagane wartości:	
	Ruch KR1+KR2	Ruch KR3+KR4
Zawartość wolnych przestrzeni [%]	od 8 do 18 maksymalnie 14 <sup>1)</sup>	od 8 do 15 maksymalnie 12 <sup>1)</sup>
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie, T = + 5°C, po 7 dniach, [MPa]	od 0,40 do 0,80	od 0,50 do 1,00
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie, T = +5°C po 28 dniach, [MPa]	od 0,60 do 1,40	od 0,70 do 1,60
<b>Moduł sztywności IT-CY, T = +5°C po 28 dniach, [MPa]</b>	<b>od 1500 do 5000</b>	<b>od 2000 do 7000</b>
Odporność na działanie wody (pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie po przechowywaniu próbek w wodzie), T = +5°C po 28 dniach, [%]	nie mniej niż 70	nie mniej niż 80

<sup>1)</sup> - Materiały rozbiórkowe zawierające smołę.

## Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie

	ITS, [MPa], +5°C
C2E2	0,64
C2E4	0,74
C2E6	0,94
C4E2	1,18
C4E4	1,02
C4E6	1,08

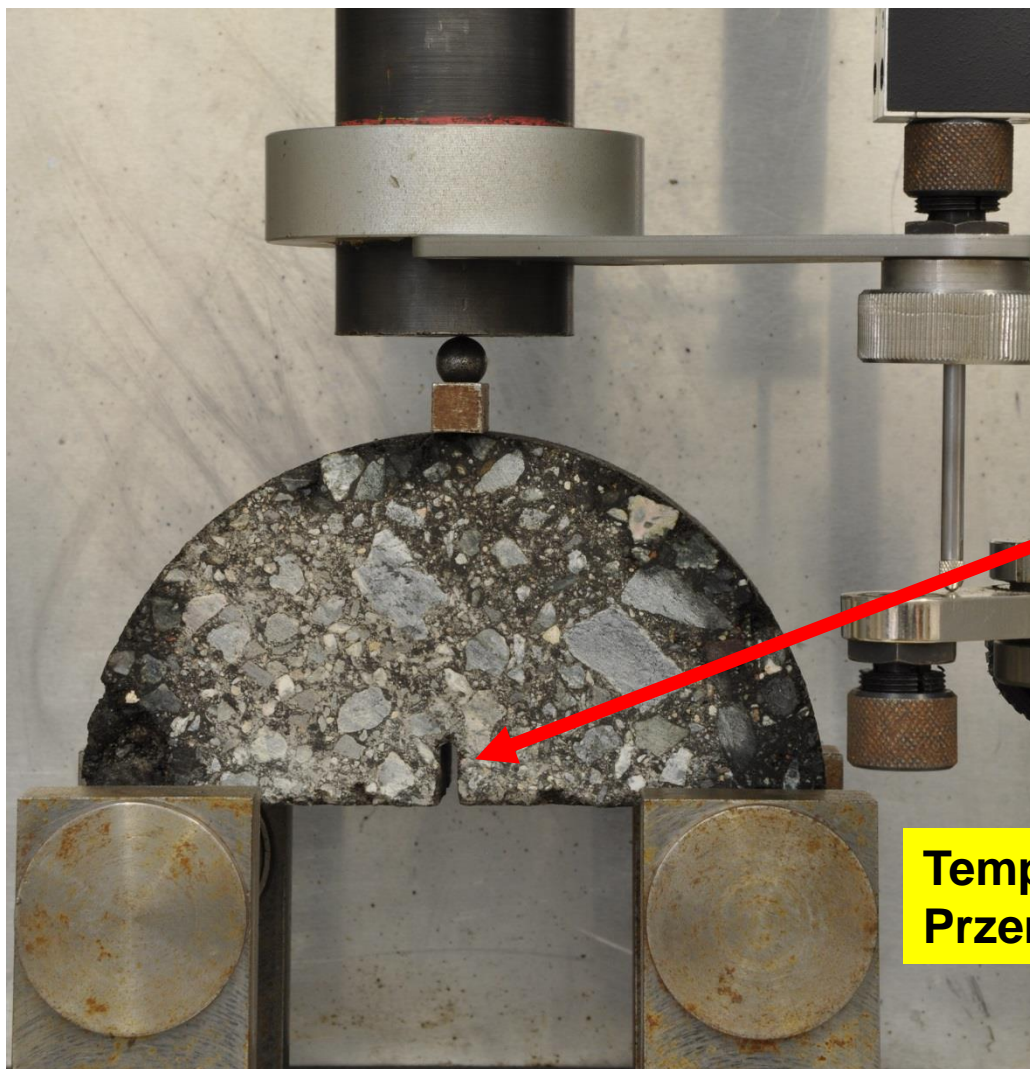
Tablica 5.2. Wymagania w odniesieniu do próbek z mieszanki MCE

Cecha:	Wymagane wartości:	
	Ruch KR1+KR2	Ruch KR3+KR4
Zawartość wolnych przestrzeni [%]	od 8 do 18 maksymalnie 14 <sup>1)</sup>	od 8 do 15 maksymalnie 12 <sup>1)</sup>
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie, T = + 5°C. po 7 dniach, [MPa]	od 0,40 do 0,80	od 0,50 do 1,00
Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie, T = +5°C po 28 dniach, [MPa]	od 0,60 do 1,40	od 0,70 do 1,60
Moduł sztywności IT-CY, T = +5°C po 28 dniach, [MPa]	od 1500 do 5000	od 2000 do 7000
Odporność na działanie wody (pozostała wytrzymałość na pośrednie rozciąganie po przechowywaniu próbek w wodzie), T = +5°C po 28 dniach, [%]	nie mniej niż 70	nie mniej niż 80

<sup>1)</sup> - Materiały rozbiórkowe zawierające smołę.

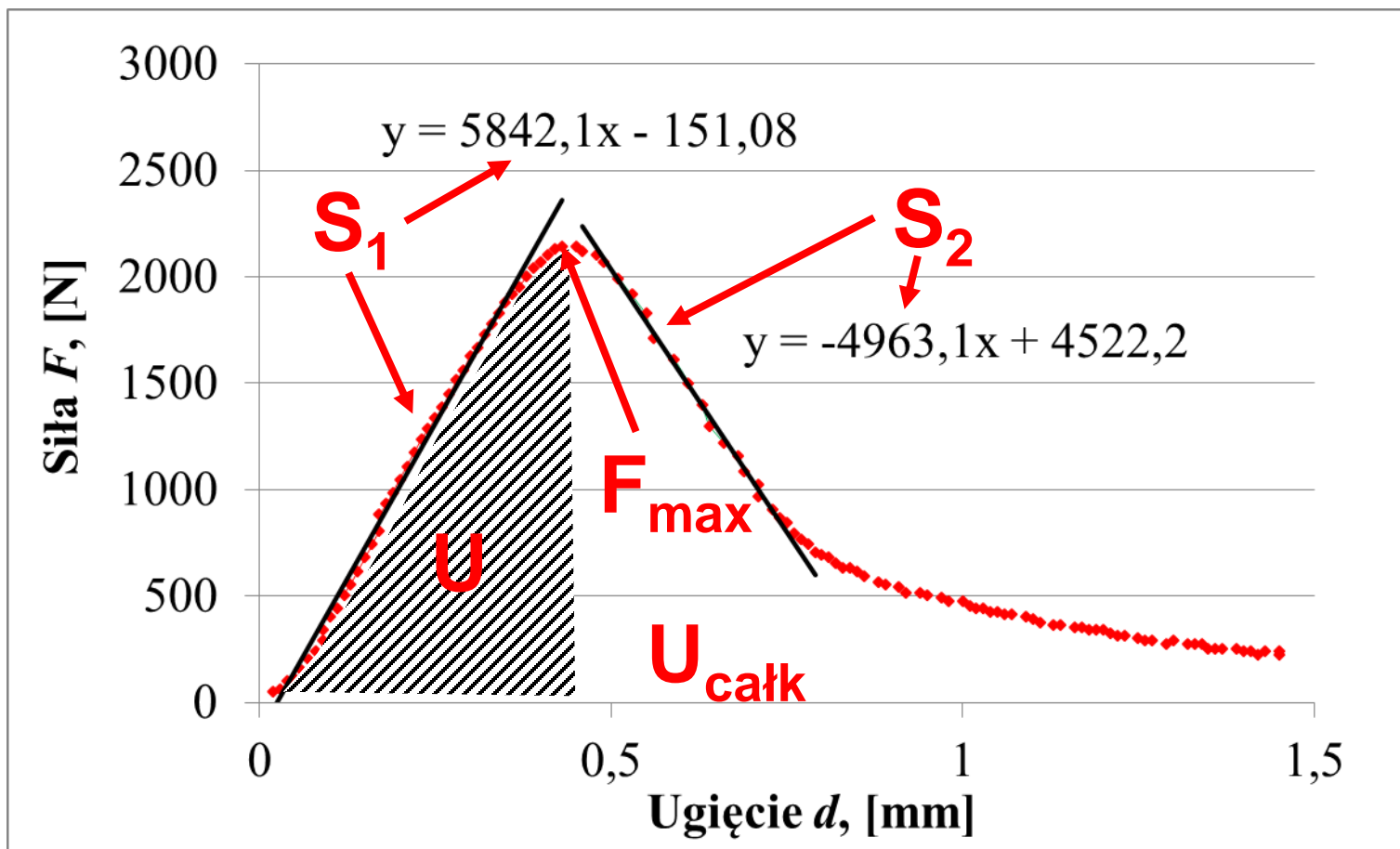


## Badanie odporności na pękanie na próbkach półwalcowych



**Temperatura: +10C**  
**Przemieszczenie pionowe: 1mm/min**

# Badanie odporności na pękanie na próbkach półwałcowych



## Badanie odporności na pękanie na próbkach półwałcowych

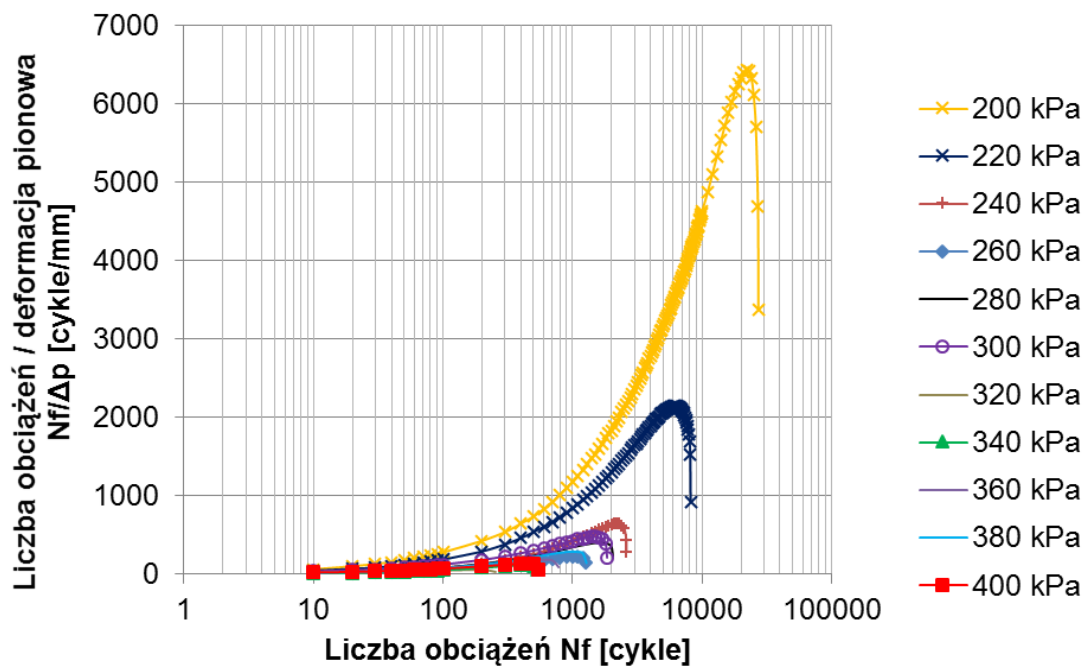
	F [N]	d [mm]	K	U	U <sub>całk</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>
C2E2	1239	0,34	4,5	207	519	4787	-4796
C2E4	1358	0,41	5,0	298	762	4108	-3039
C2E6	1318	0,54	4,8	376	1285	3351	-1555
C4E2	1883	0,41	6,9	429	917	5571	-7636
C4E4	2267	0,42	8,3	504	1085	6597	-9295
C4E6	2270	0,47	8,3	544	1194	6462	-7749



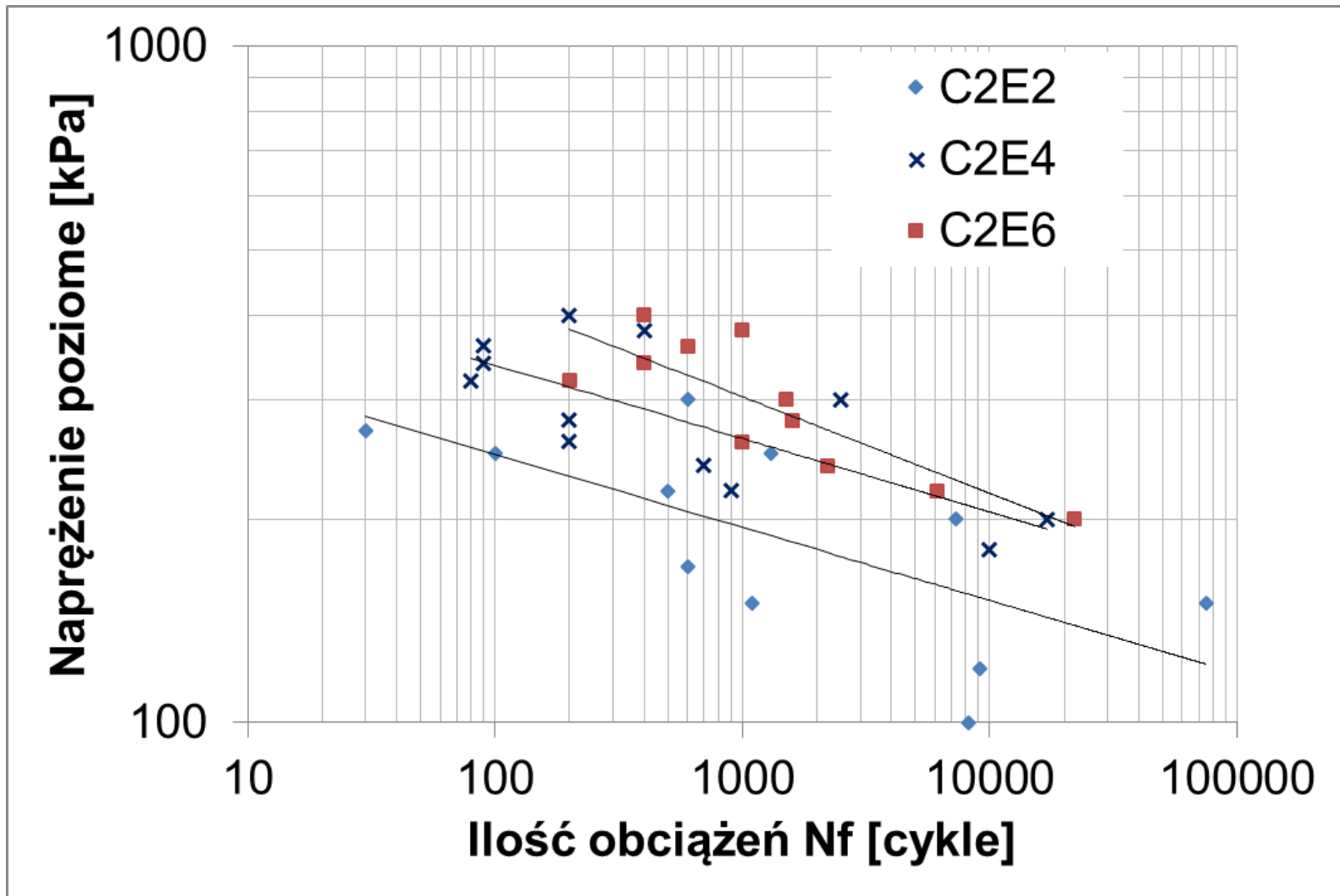
## Zmęczenie IT-FT

**Temperatura: +20C**

**Naprężenie poziome: 100 ÷ 500 kPa**



## Zmęczenie IT-FT



## **Wnioski:**

- Moduł sztywności IT-CY: badanie szybkie, ogranicza stosowanie zbyt dużej ilości cementu
- Wytrzymałość na pośrednie rozciąganie: badanie szybkie, jest kryterium w Instrukcji
- Badanie odporności na pękanie na próbkach półwałcowych: badanie bardziej pracochłonne, daje więcej informacji o materiale, ale brak kryterium
- Odporność na zmęczenie: badanie długotrwałe, dobrze różnicuje materiały, ale brak kryterium

## Wnioski:

- Projektując konstrukcję nawierzchni należy wziąć pod uwagę możliwość powstania spękań odbitych na warstwach asfaltowych. Przy odpowiednim utrzymaniu spękań, ich uszczelnieniu masą zalewową nie wpływają one negatywnie na trwałość nawierzchni.



**Spękanie niezabezpieczone**



**Spękanie niezabezpieczone  
masą zalewową**