



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

**Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Katedra Inżynierii Drogowej**

Ocena właściwości niskotemperaturowych betonów asfaltowych o wysokim module sztywności (AC WMS)

dr inż. Mariusz Jaczewski

Katedra Inżynierii Drogowej

Politechnika Gdańska

NAWIERZCHNIE DROGOWE 2016

Kraków, 24-25 listopada 2016 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

BETONY ASFALTOWE O WYSOKIM MODULE SZTYWNOŚCI

Powstały we Francji w latach 1980-tych.

Stosowane od 2000 r. w Polsce i na świecie.

Najwięcej wybudowanych odcinków
– 2010 – 2012 (głównie z asfaltem 20/30)

Asfalty:

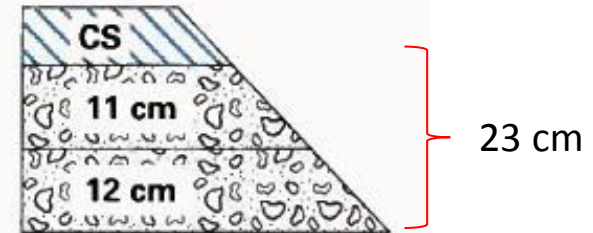
AC-WMS - 10/15, 15/25, **20/30**,

PmB 25/55-60

AC - 35/50, 50/70

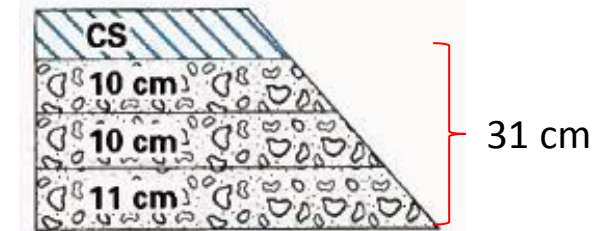
Kat. francuski

AC-WMS



$E = 14\ 000\ \text{MPa}$

AC



$E = 10\ 000\ \text{MPa}$

Redukcja do 25%

**„Badanie wpływu zastosowania warstw betonu
asfaltowego o wysokim module sztywności
(AC-WMS) w konstrukcjach nawierzchni
na spękania niskotemperaturowe i zmniejszenie
powstawania deformacji trwałych”**



realizacja w latach 2011 - 2014

Zespół:

prof. dr hab. inż. Józef Judycki

dr inż. Marek Pszczoła

dr inż. Mariusz Jaczewski

dr inż. Dawid Ryś

mgr inż. Łukasz Mejłun

mgr inż. Cezary Szydłowski



AC-WMS

- Asfalt drogowy 20/30
- Asfalt modyfikowany 25/55-60
- Asfalt wielorodzajowy 20/30

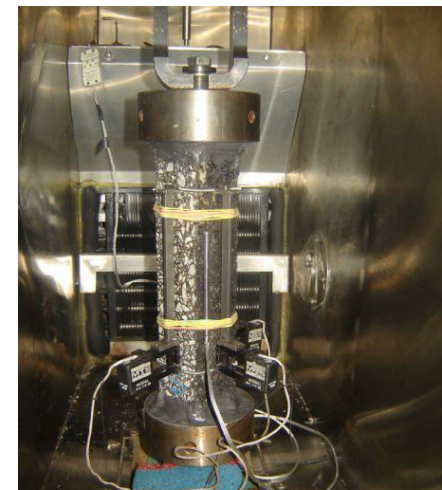
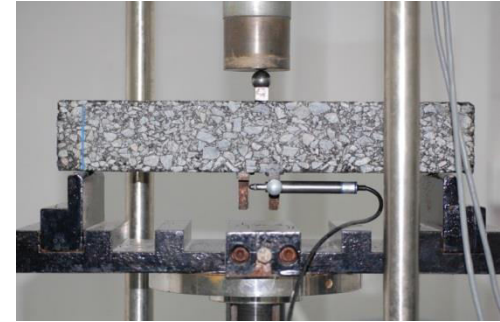


Konwencjonalny AC

- Asfalt drogowy 35/50
- Asfalt drogowy 50/70

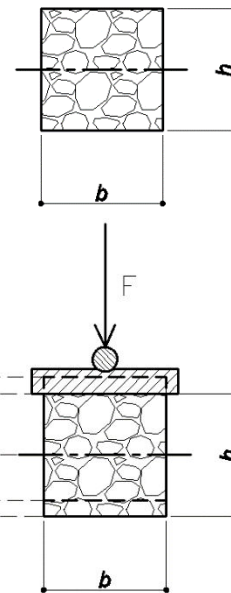
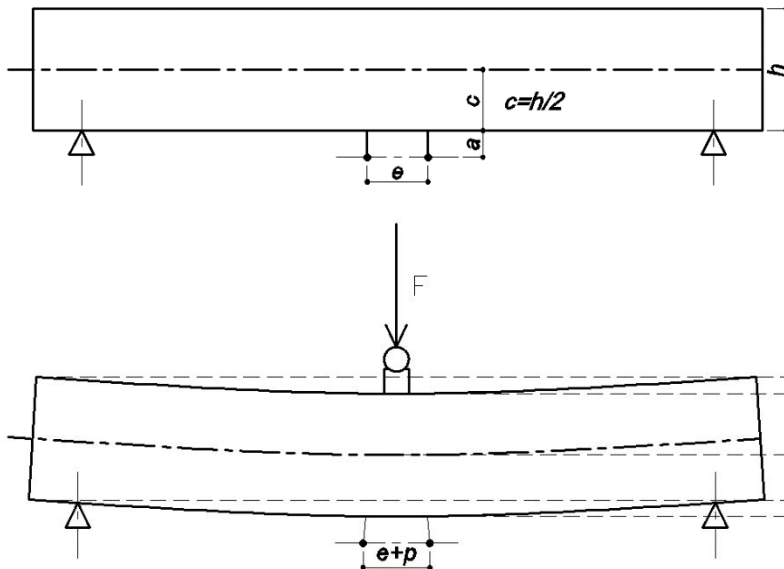
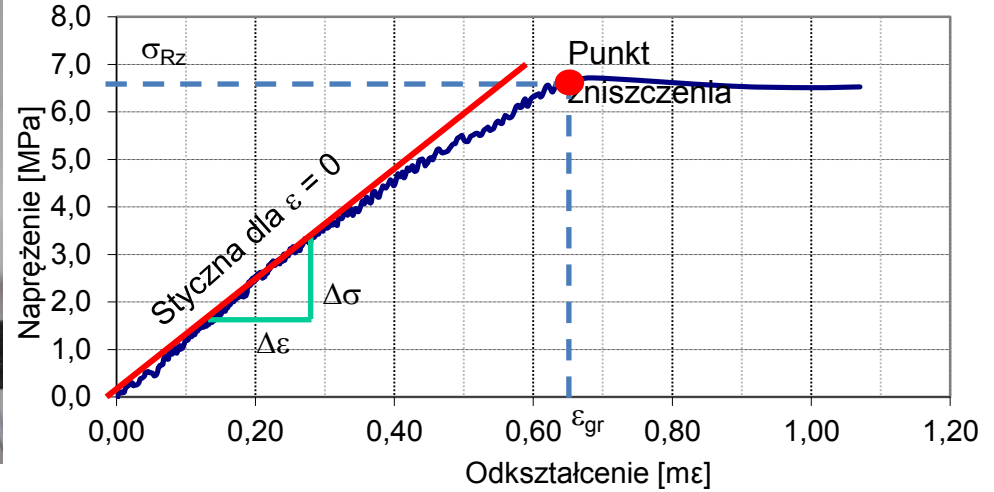
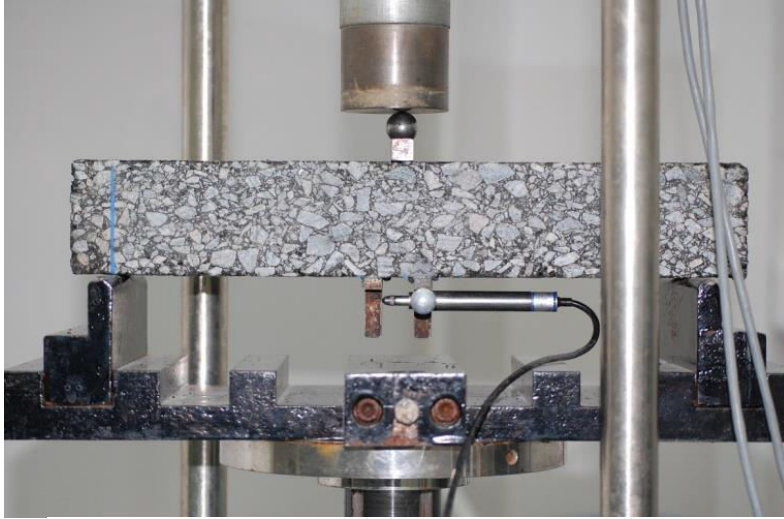
- Zginanie próbek belkowych wg metody prof. Judyckiego (PG) (2 schematy obciążenia)
- Simple Performance Tester (moduł sztywności $|E^*|$)
- Thermal Stress Restrained Specimen Test (TSRST) (temperatura pęknięcia, naprężenia termiczne)

Większość badań wykonano w temperaturach od 0°C do -30°C



ZGINANIE PRÓBEK BELKOWYCH

(ze stałą prędkością deformacji w niskich temperaturach)



$$\varepsilon_{gran} = \frac{P_{max}}{e} \times \frac{c}{c+a}$$

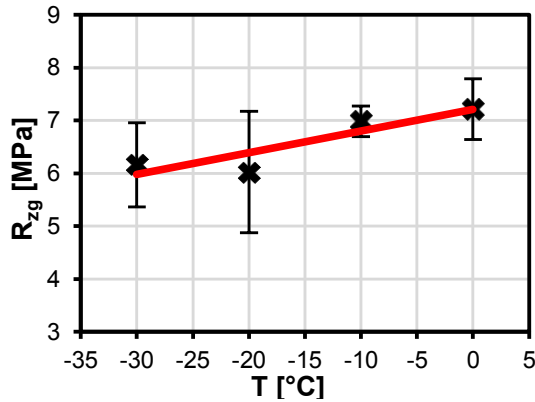
$$R_{rz} = \frac{3 \times F_{max} \times l}{2 \times b \times h^2}$$

$$S = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

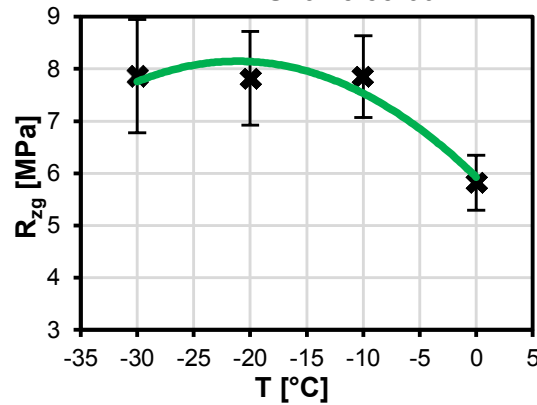
ZGINANIE PRÓBEK BELKOWYCH

(ze stałą prędkością deformacji w niskich temperaturach)

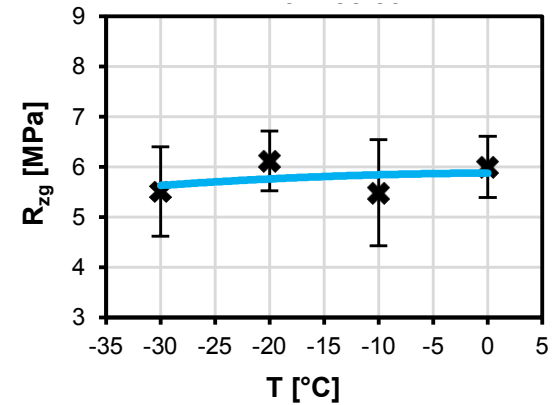
AC WMS
20/30



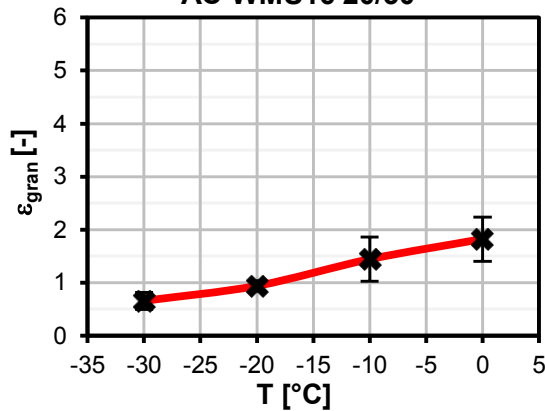
AC WMS
25/55-60



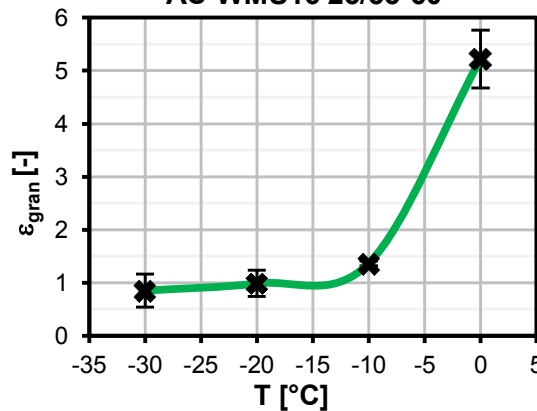
AC 16W
35/50



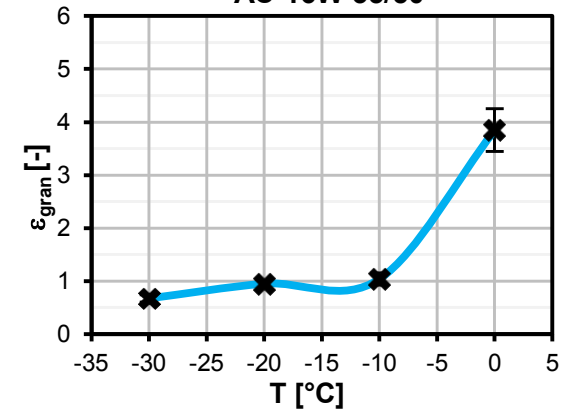
AC WMS16 20/30



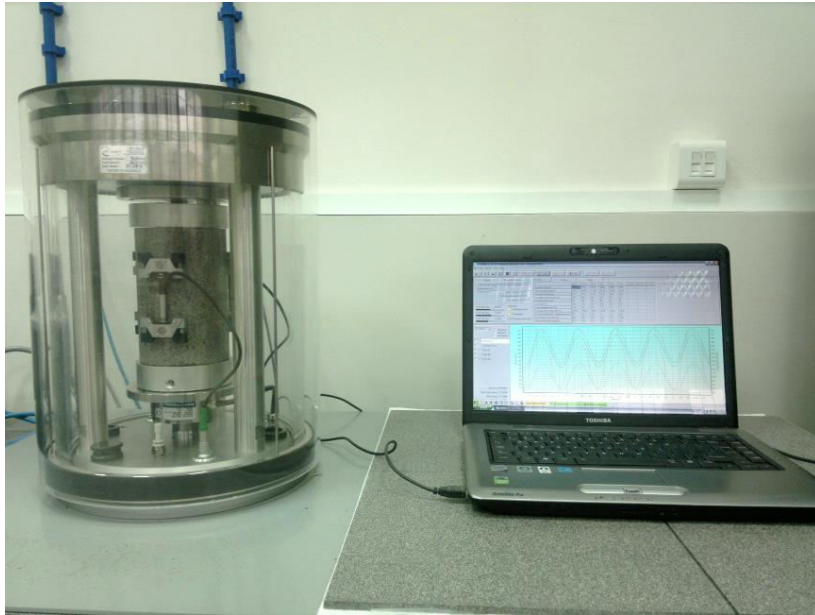
AC WMS16 25/55-60



AC 16W 35/50



SIMPLE PERFORMANCE TEST



WARUNKI BADANIA

Temperature:

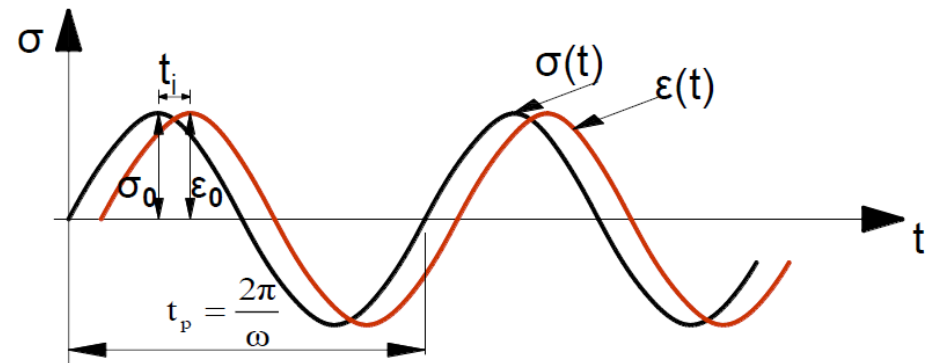
+4°C, +20°C oraz +40°C

Czas obciążenia:

0,01 – 25 Hz

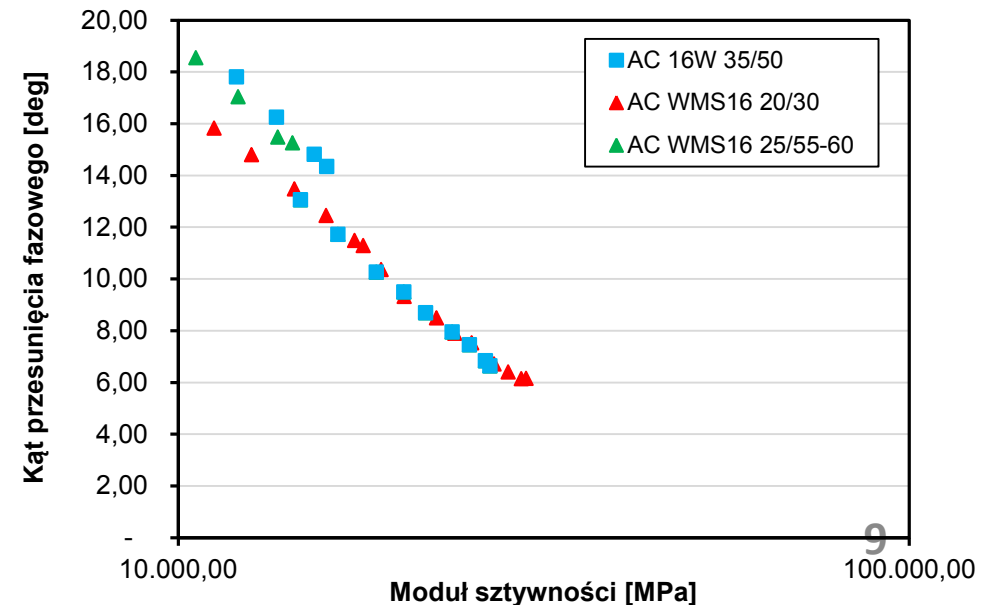
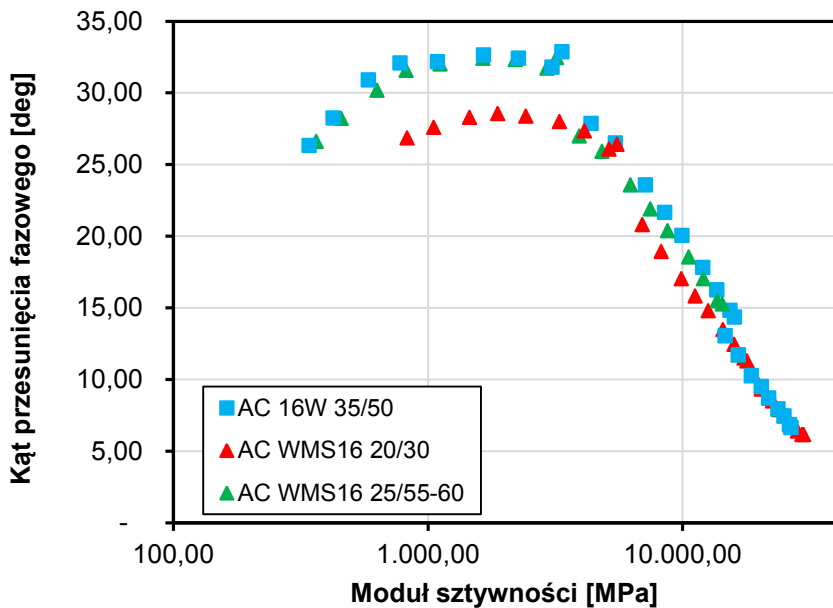
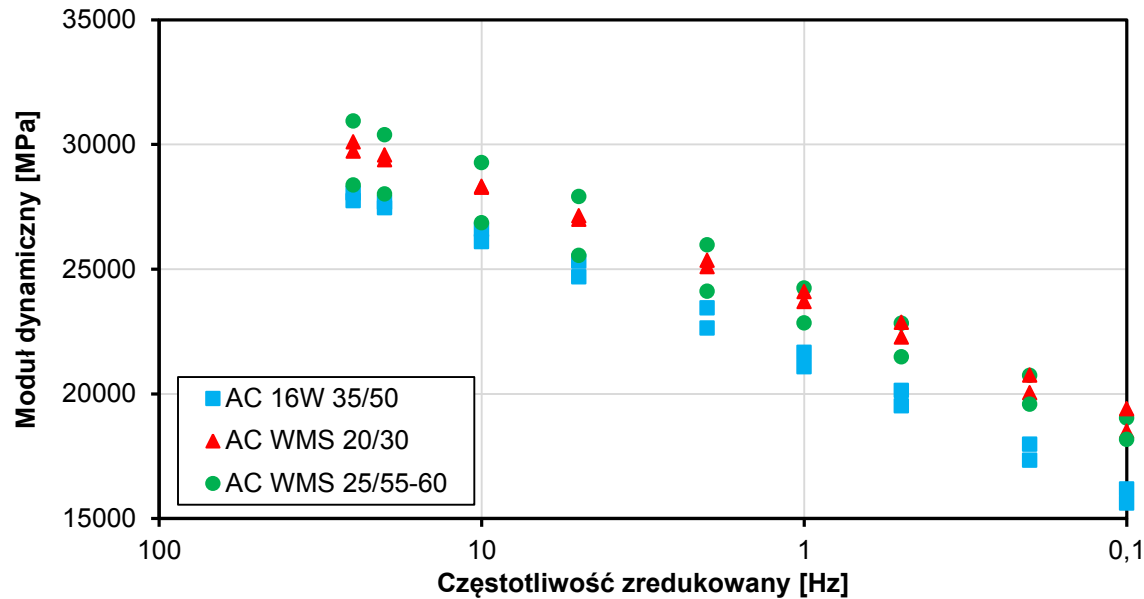
$$\sigma_1 = \sigma_0 \cdot \sin(\omega t)$$

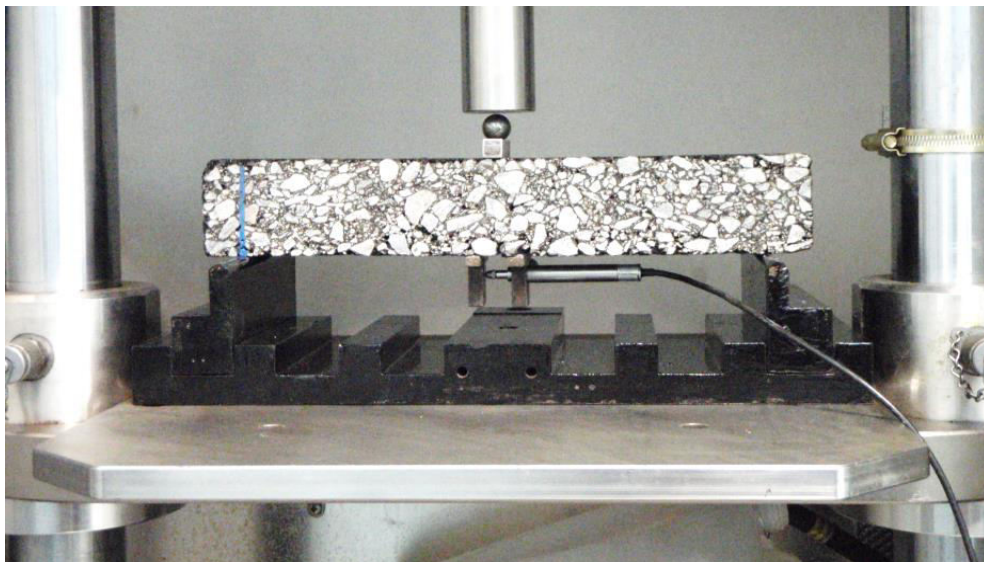
$$\varepsilon_1(t) = \varepsilon_0 \cdot \sin(\omega t - \varphi)$$



Simple Performance Test

$T = 4^{\circ}\text{C}$





WARUNKI BADANIA

Obciążenie:

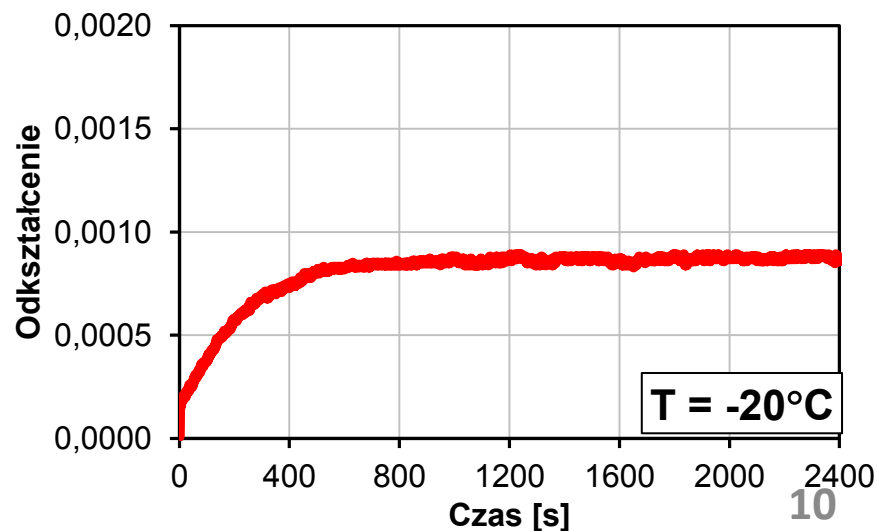
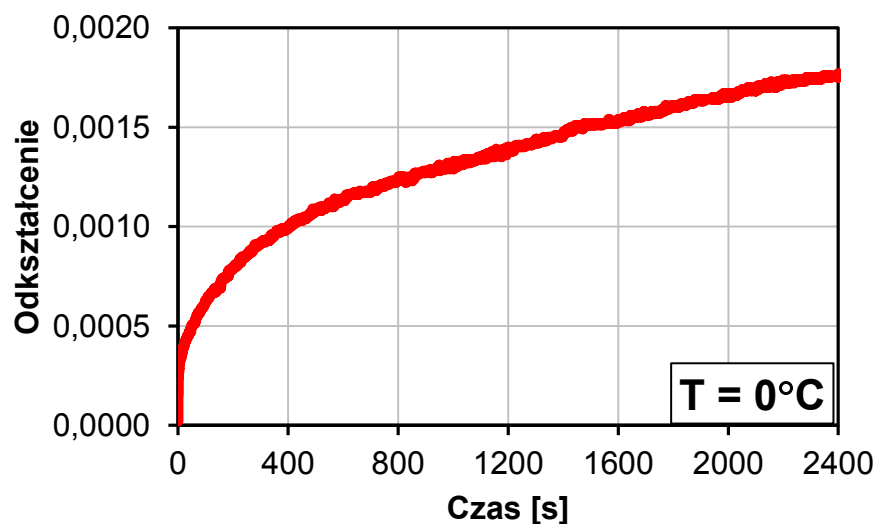
~30% wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu

Temperatury:

0°C, -10°C oraz -20°C

Czas obciążenia:

2400 sekund

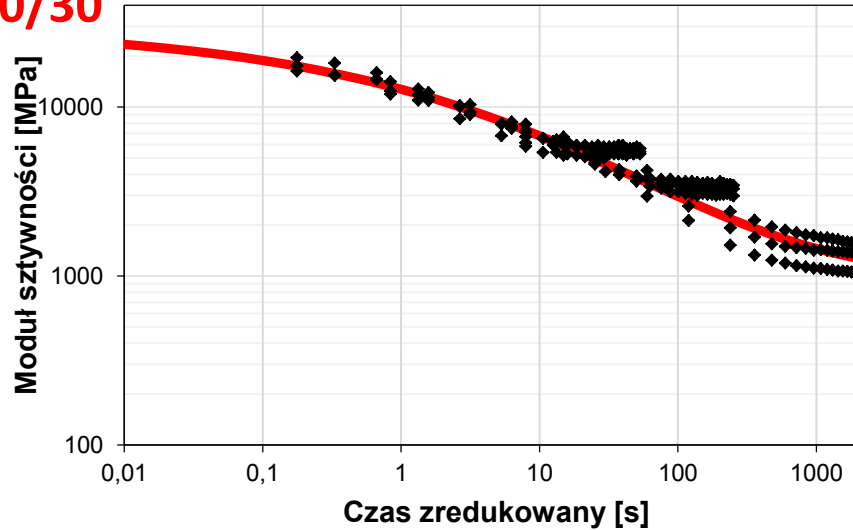


KRZYWE WIODĄCE (MASTER CURVES)

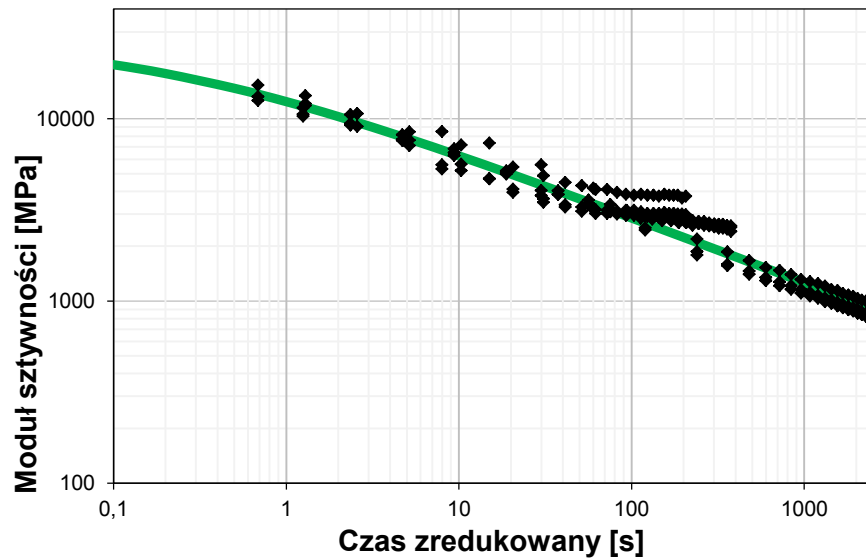
Badanie pełzania

$T_{\text{ref}} = 0^{\circ}\text{C}$

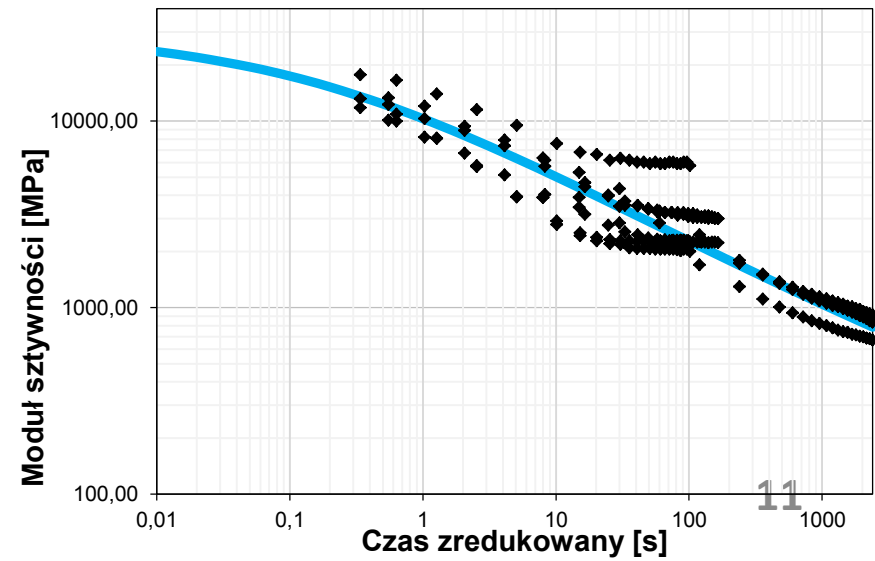
AC WMS 20/30



AC WMS 25/55-60

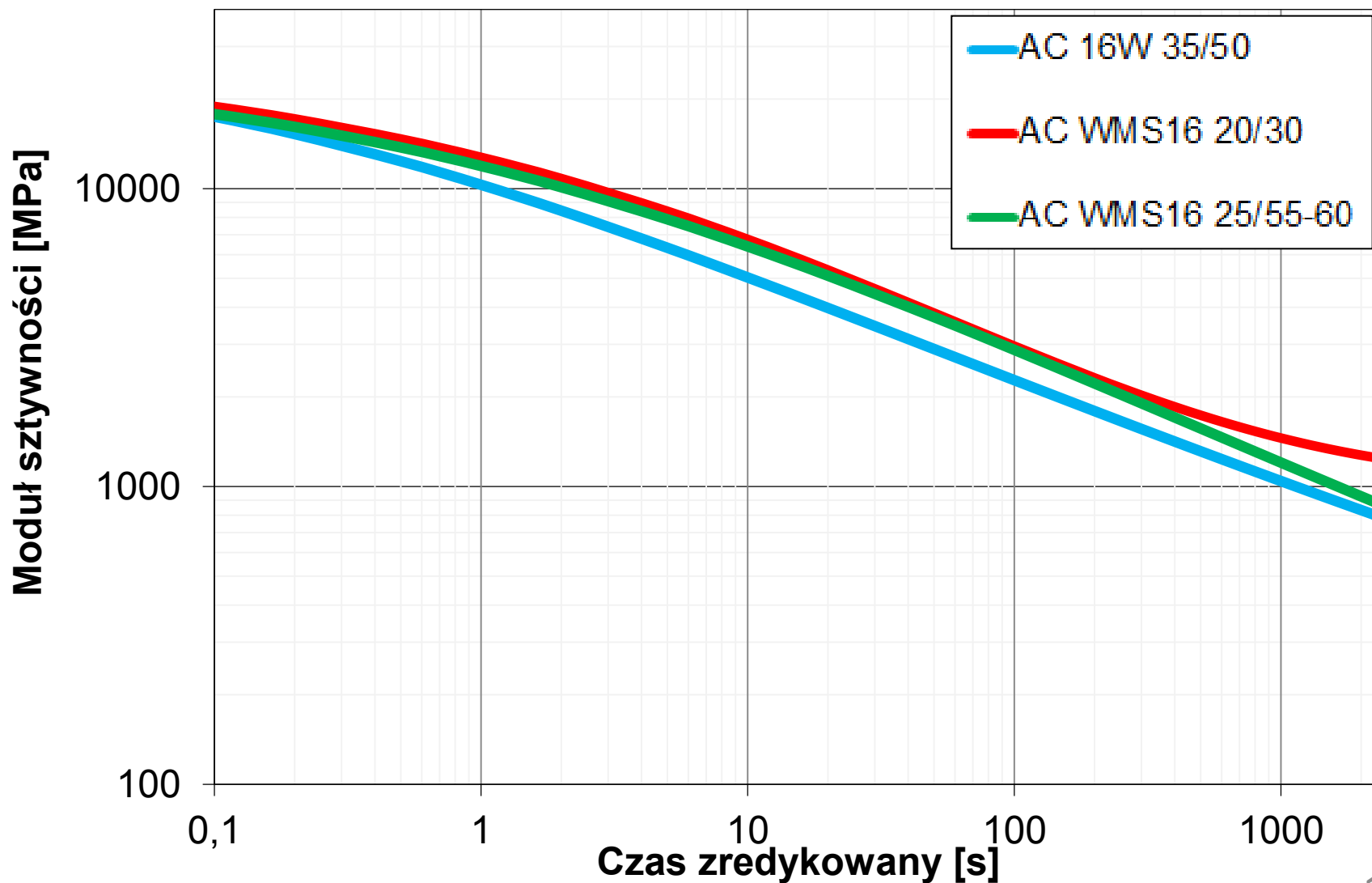


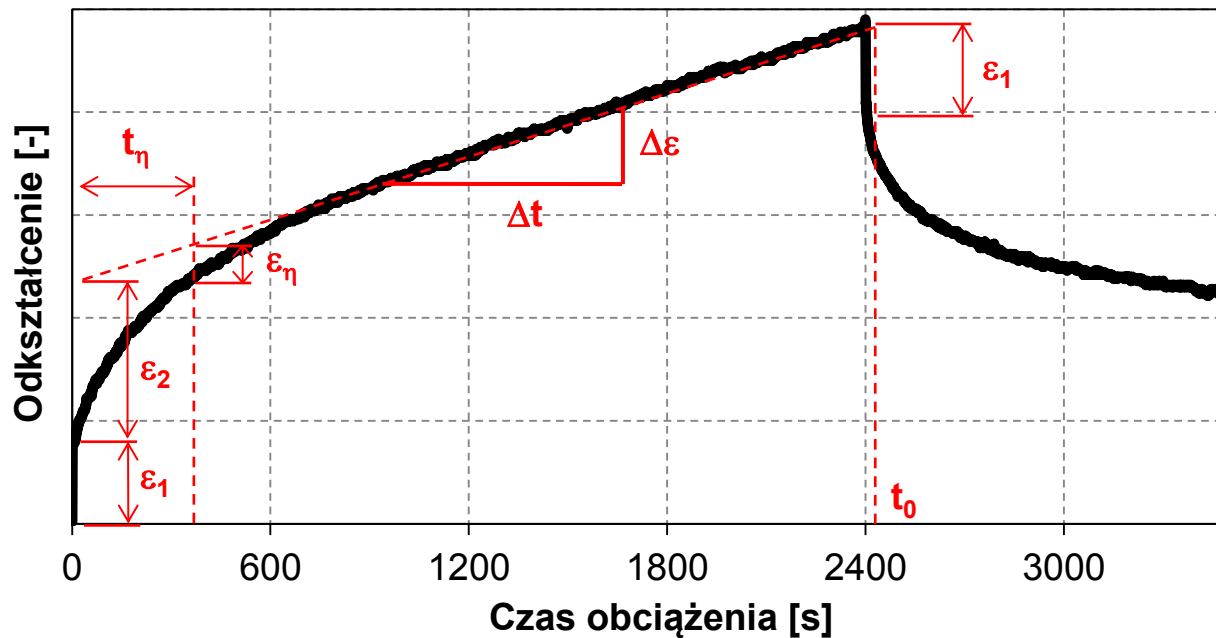
AC 16W 35/50



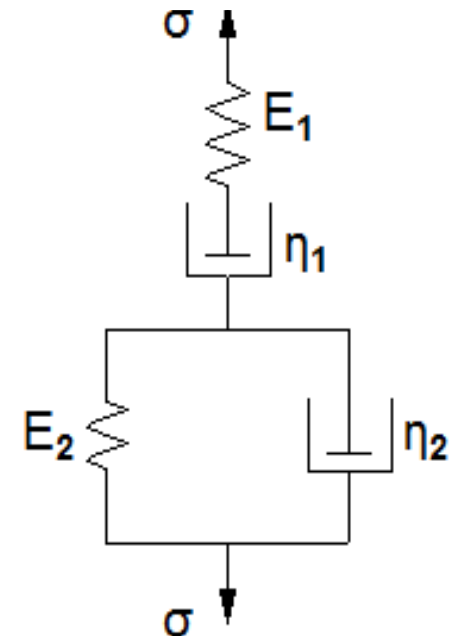
KRZYWE WIODĄCE (MASTER CURVES)

Badanie pełzania





Model Burgersa



$$\varepsilon(t) = \sigma_0 \left\{ \frac{1}{E_1} + \frac{t}{\eta_1} + \frac{1}{E_2} \left[1 - e^{-t/\lambda_2} \right] \right\}$$

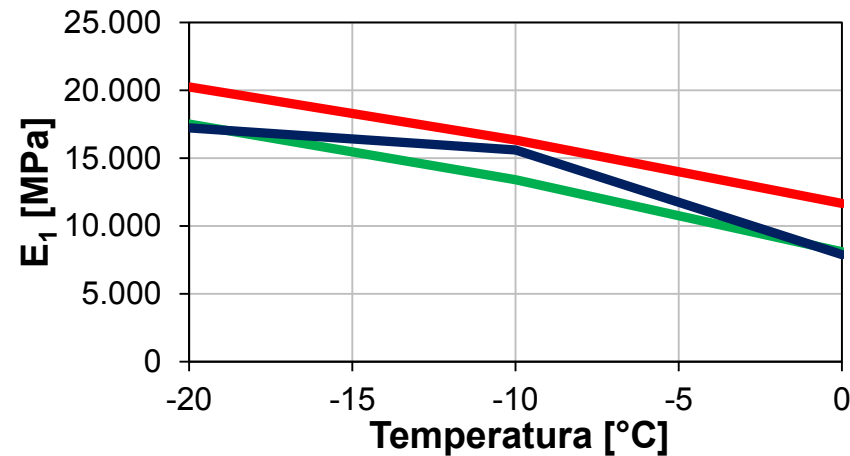
$$E_1 = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_1}$$

$$E_2 = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_2}$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_0 \cdot \Delta t}{\Delta \varepsilon}$$

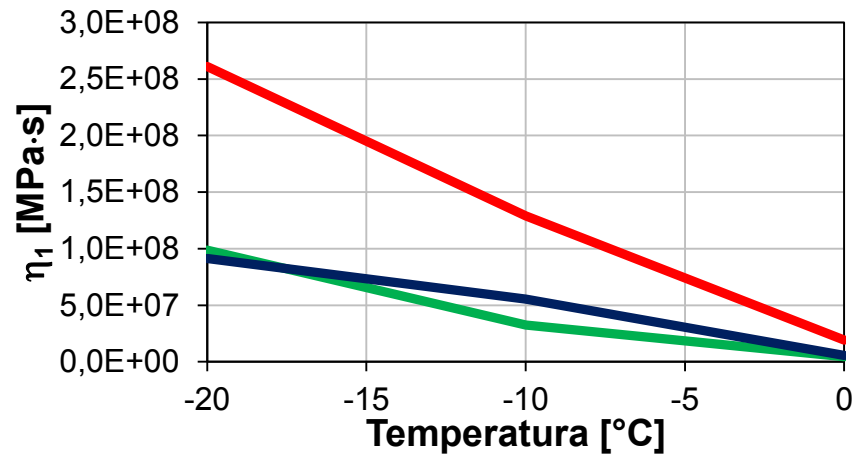
$$\eta_2 = -E_2 \frac{t_\eta}{\ln \frac{\Delta \varepsilon_\eta}{\varepsilon_2}}$$

PEŁZANIE POD STAŁYM OBCIĄŻENIEM



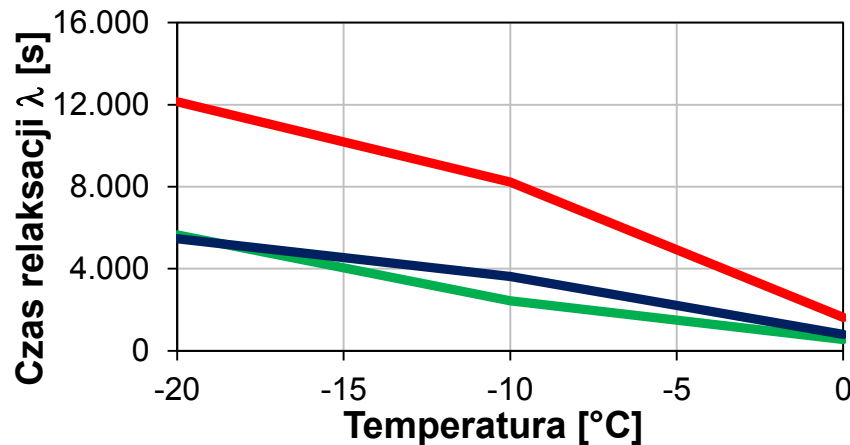
AC WMS 20/30
AC 16W 35/50

AC WMS 25/55-60



AC WMS 20/30
AC 16W 35/50

AC WMS 25/55-60

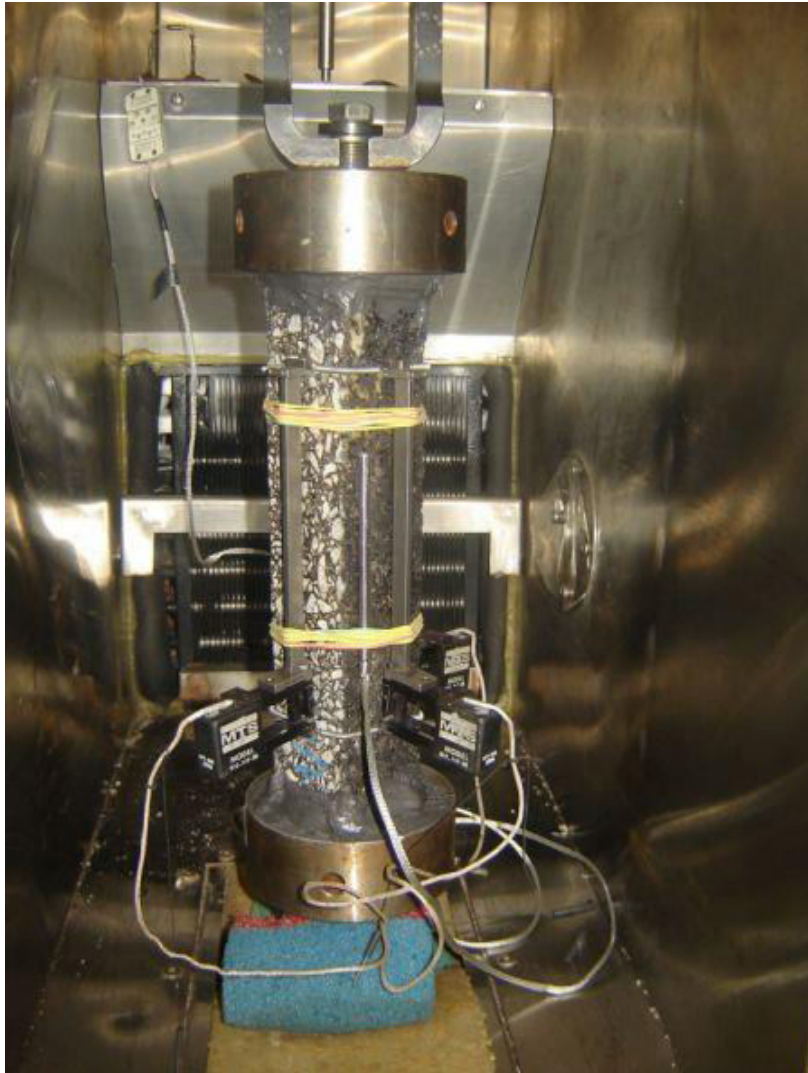


AC WMS 20/30

AC 16W 35/50

AC WMS 25/55-60

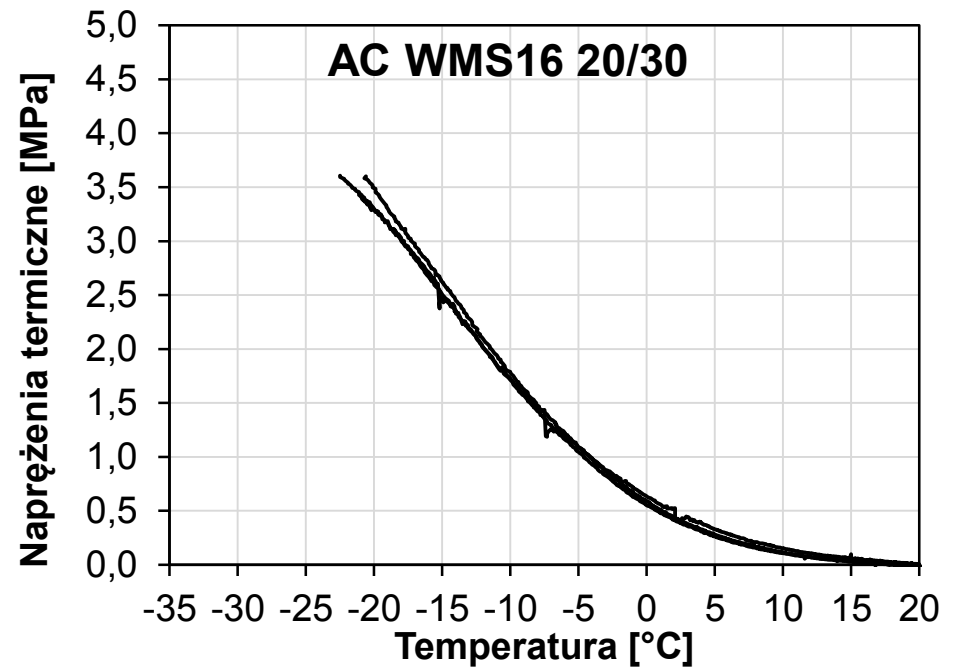
BADANIE TSRST



Thermal Stress Restrained Specimen Test

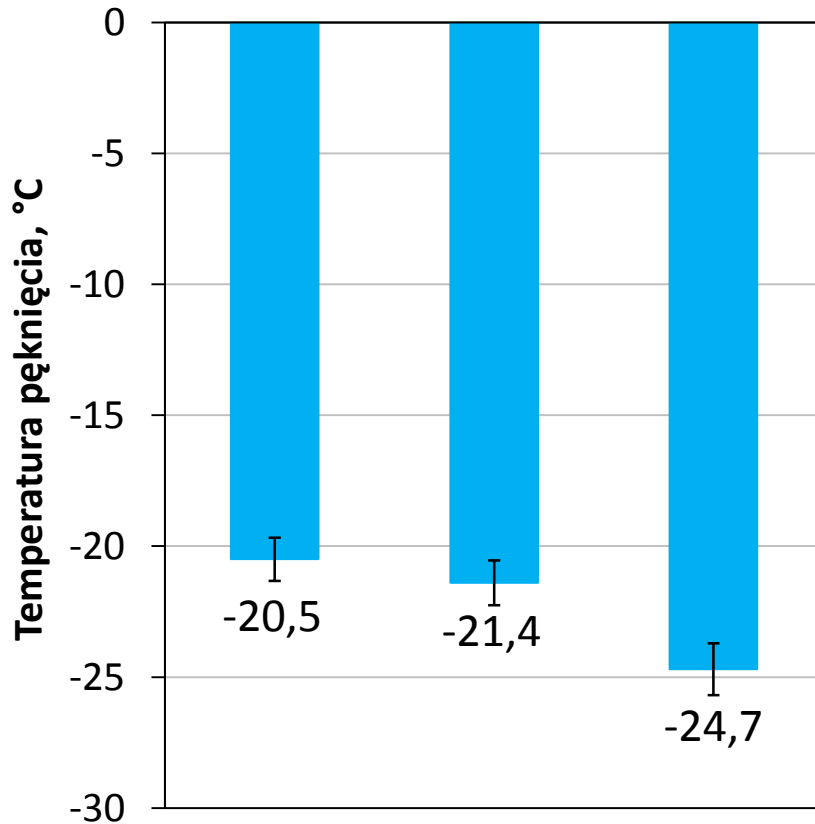
$$T_{\text{pocz}} = +20^{\circ}\text{C}$$

Prędkość ochładzania $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$

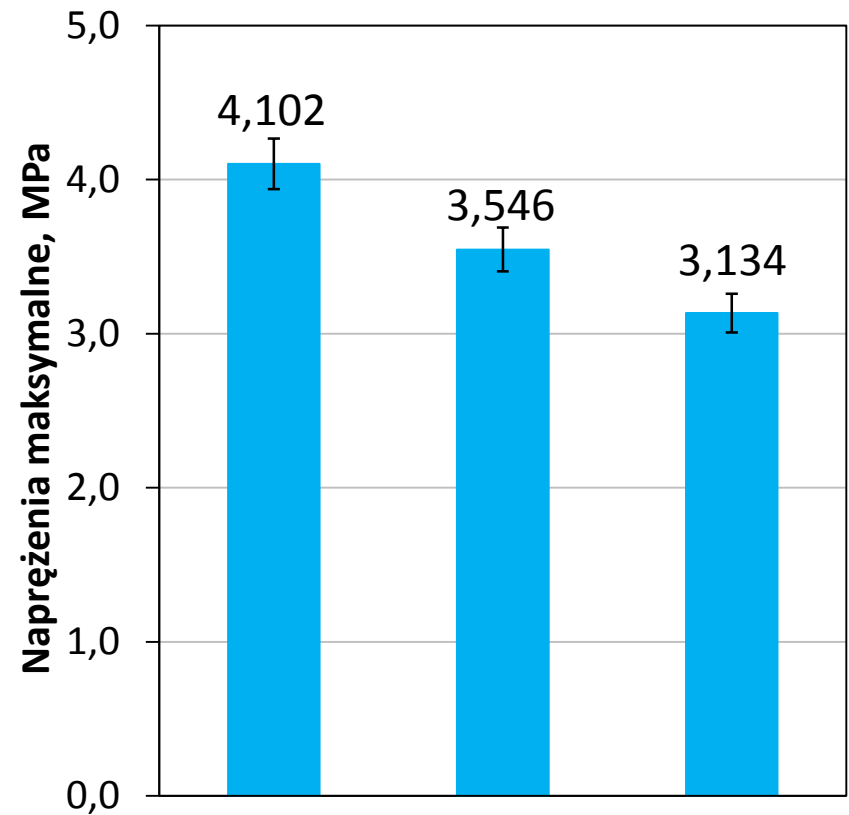


TEMPERATURA PĘKNIĘCIA W TSRST

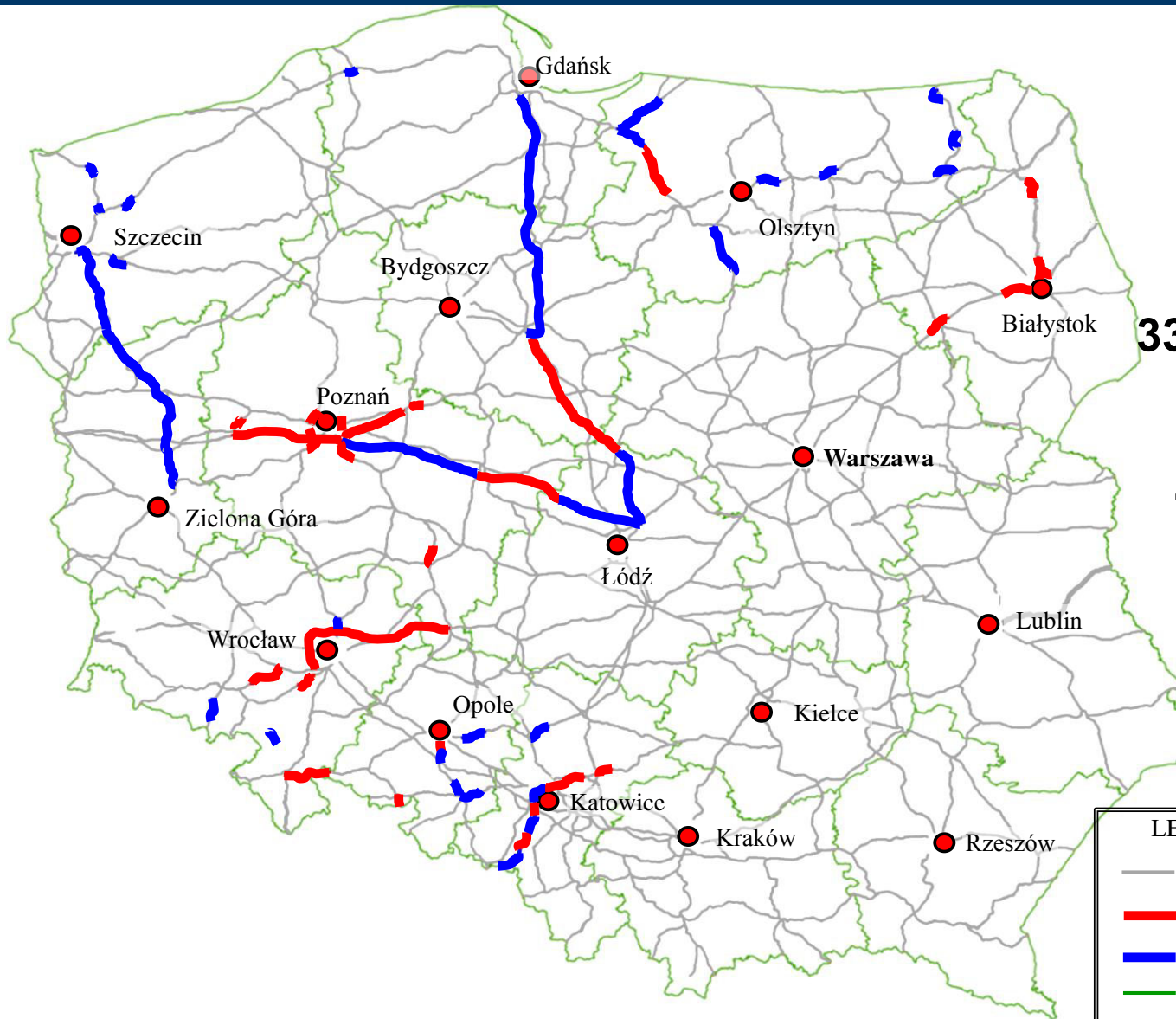
AC16W 35/50 ACWMS16 20/30 ACWMS16 25/55-60



ACWMS16 25/55-60 ACWMS16 20/30 AC16W 35/50



ODCINKI OCENIANE W RAMACH OCENY TERENOWEJ W LATACH 2012-2014



33 odcinki z AC-WMS
20/30, 25/55-60, inne

47 odcinków z AC
(35/50)

Wiek odcinków:
0 do 15 lat

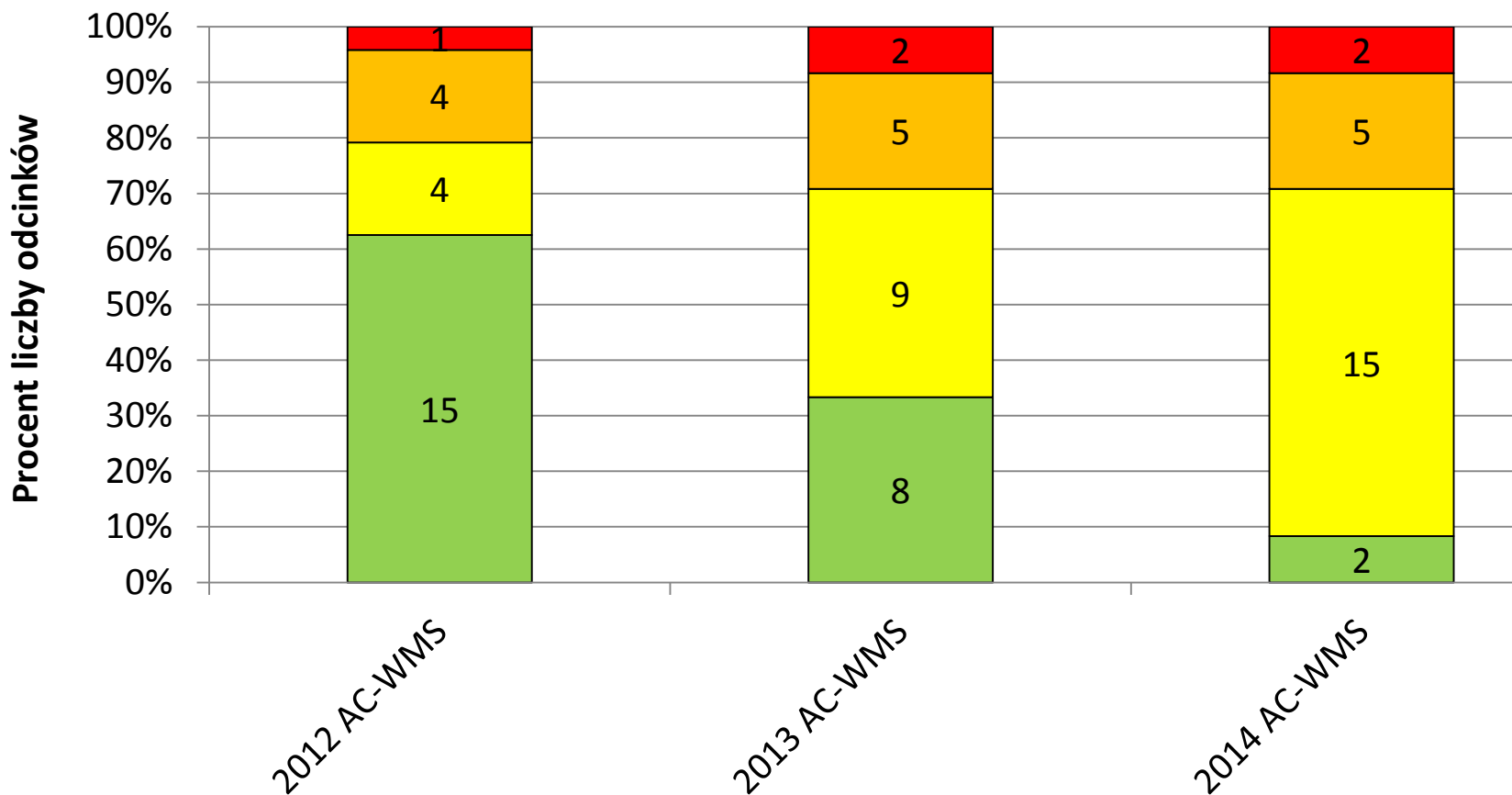
LEGENDA

- - drogi krajowe i autostrady
- - odcinki z AC WMS
- - odcinki z AC
- - granice województw
- - miasta wojewódzkie

ODCINKI OCENIANE W RAMACH OCENY TERENOWEJ W LATACH 2012-2014



ODCINKI OCENIANE W RAMACH OCENY TERENOWEJ W LATACH 2012-2014



- Odcinki bardzo spękanne
- Odcinki średniospękanne
- Odcinki małospękanne
- Odcinki niespękanne

$10 < IS$
 $2 < IS < 10$
 $0 < IS < 2$
 $IS = 0$

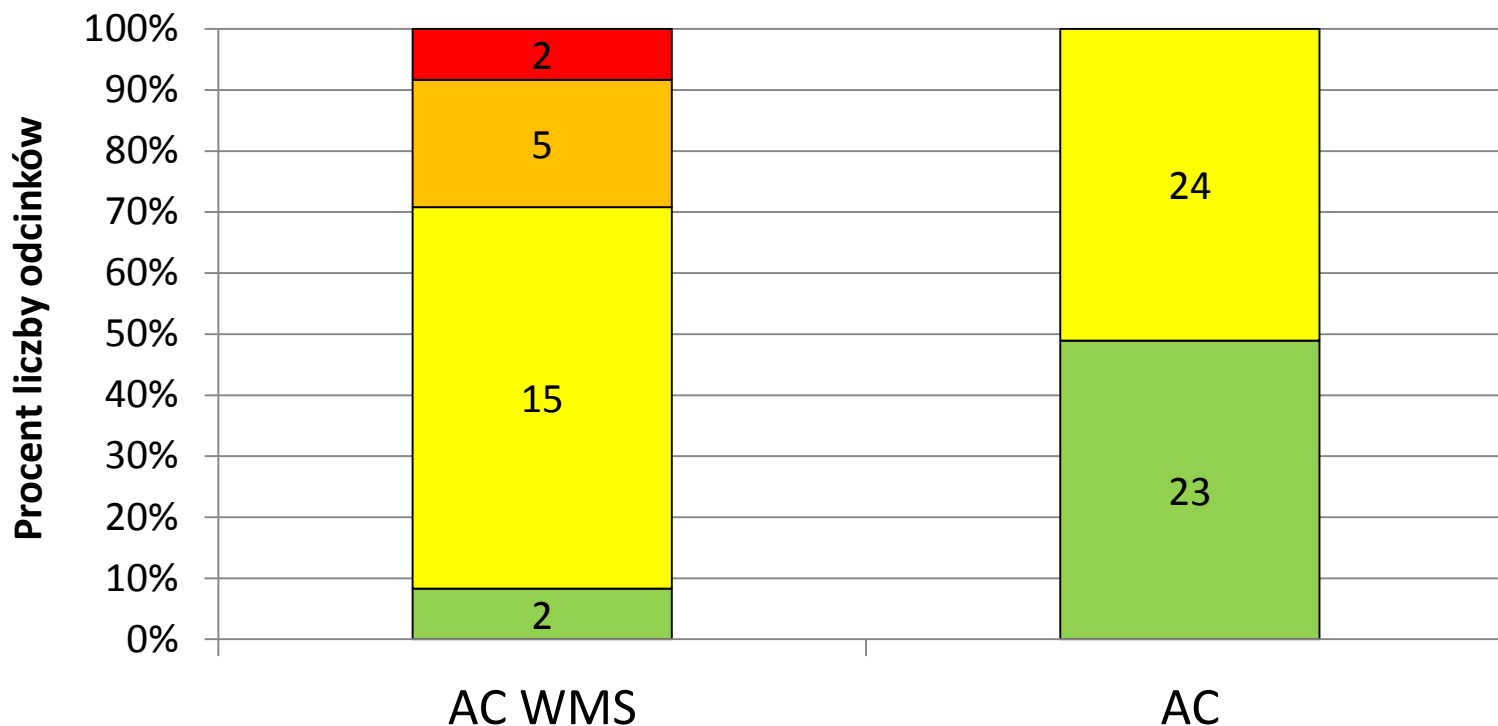
20/30

średni IS $\cong 3,5$ sp./km
max $\cong 15$ sp./km

25/55-60

średni IS $\cong 1,5$ sp./km
max $\cong 7$ sp./km

ODCINKI OCENIANE W RAMACH OCENY TERENOWEJ W ROKU 2014



- Odcinki mocno spękałe $10 < IS$
- Odcinki średnio spękałe $2 < IS < 10$
- Odcinki mało spękałe $0 < IS < 2$
- Odcinki nie spękałe $IS = 0$

AC WMS średni IS $\cong 3,0$ sp./km
 max $\cong 15$ sp./km

AC średni IS $\cong 1,0$ sp./km
 max $\cong 8$ sp./km

Model logitowy do oceny wpływu rodzaju mieszanki mineralno-asfaltowej na powstawanie spękań niskotemperaturowych:

$$\text{logit}(p(Y \leq g)) = \ln \frac{p(Y \leq g)}{p(Y > g)} = \beta_{0g} - (\beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)$$

Y – stan spękań (niespękane, mało spękane,....)

X_1 – rodzaj warstwy podbudowy (AC, AC-WMS)

X_2, X_3 – strefa klimatyczna (strefy przemarzania >1,2 m; 1,0 m; 0,8m)

X_4, X_5 – wiek nawierzchni (<3 lat, 3 – 10 lat, > 10 lat)

- 2,5-krotnie wyższa szansa znalezienia się wśród odcinków spękanych odcinków wybudowanych z mieszanek AC-WMS
- W chłodniejszych regionach szansa powstania spękań niskotemperaturowych jest większe.
- Wraz z wiekiem nawierzchni rośnie szansa powstania spękań niskotemperaturowych.

sp. termiczne



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ