



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

MSCR jako narzędzie do oceny potrzeby
i możliwości poprawy właściwości
polimeroasfaltów
w granulatach SMA
Projekt rSMA²

Marcin Gajewski / Renata Horodecka / Wojciech Bańkowski

RIDII
ROZWÓJ INNOWACJI DROGOWYCH



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE



Opracowanie wytycznych powtórnego wykorzystania destruktu asfaltowego z warstw SMA do nowych warstw ściernalnych układanych w tej samej technologii akronim: rSMA2

Projekt w ramach wspólnego przedsięwzięcia NCBR – GDDKiA polegającego na wsparciu badań naukowych lub prac rozwojowych w obszarze drogownictwa pn. Rozwój Innowacji Drogowych – RID




Generalna Dyrekcja
Dróg Krajowych i Autostrad

NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz GDDKiA w ramach RIDII

Dodatki do recyklingu

regenerujące

zmiękczające (obniżające lepkość)

przywracające właściwości sprężyste

.....



~~„odświeżacze”~~



Założenia

- Skupiamy się na asfaltach modyfikowanych (projekt dotyczył SMA);
- Świeże asfalty PMB 45/80-55, PMB 45/80-65;
- Destrukty pobrane z 3 lokalizacji oznaczonych jako A1 (SMA11), S7 (SMA11), CH (SMA8 ul. Chodecka w Warszawie);
- Gdy zajdzie taka potrzeba stosujemy dodatki do recyklingu „odświeżacze” dostępne na rynku zgodnie z instrukcją producenta oznaczone jako (A), (E), (T5), (IG);



BMS

OPS

OSD

SRS

ORS

+ RTFOT + PAV

asfalty
świeże

mieszaminy

asfalty
odzyskane

asfalty
postarzone

+
dodatki
do
recyklingu

+
mieszaminy
z asfaltami
odzyskanymi

+
dodatki
do
recyklingu

asfalty
świeże

+
asfalty
odzyskane

+
dodatki
do
recyklingu

mieszaminy

asfalty
świeże

asfalty
odzyskane

dodatki
do
recyklingu

odrysek

lepiej
do
badań

BMS badania materiałów składowych

OPS ocena potrzeby stosowania odświezaczy

OSD ocena skuteczności działania odświezaczy

SRS symulacja realnej sytuacji

ORS ocena realnej sytuacji

Właściwości asfaltów (świeżych, odzyskanych i ich mieszanin)

1. **Badania materiałów składowych „BMS”**
2. **Ocena potrzeby stosowania „Dodatków do recyklingu” „OPS”**
 - Badania mieszanin asfaltu odzyskanego (GRA_11_A1) z asfaltami świeżymi (PMB55 i PMB65) przy BR=30 i 50%.
 - Badania mieszanin asfaltu odzyskanego (GRA_8_CH) z asfaltem (PMB55 i PMB65) przy BR=50%
 - Odniesienie wyników do wymagań postawianych w normie PN-EN 14023 oraz ocena MSCR
3. **Ocena skuteczności działania „Dodatków do recyklingu” „OSD”**
 - Dodanie do postarzonego asfaltu (PMB55 i PMB65 po RTFOT+PAV) 4 różnych odświeżaczy
 - Wykonanie badań – wybór dwóch „Dodatków do recyklingu” i badania mieszanin
4. **Symulacja realnej sytuacji „SRS”**
 - Wykonanie mieszanin asfaltów odzyskanych (GRA_11_A1 i GRA_11_CH) z asfaltami (PMB55 i PMB65) przy BR=50% w wariancie bez i z dodatkiem **Dodatków do recyklingu**
5. **Ocena realnej sytuacji „ORS”**

Badania asfaltów odzyskanych z SMA8 i SMA11 z GRA_11_A1 i GRA_8_CH (PMB55, BR=50%) w wariancie bez i z dodatkiem dwóch wybranych „**Dodatków do recyklingu**” (+1)

Zakres badań: penetracja, temperatura mięknięcia, łamliwość Fraassa, nawrót sprężysty, MSCR

Metody badawcze



- penetracja,
- temperatura mięknięcia,
- łamliwość Fraassa,
- nawrót sprężysty,
- **MSCR**



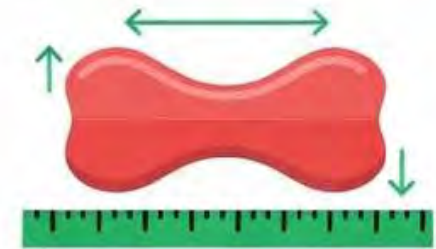
• penetracja



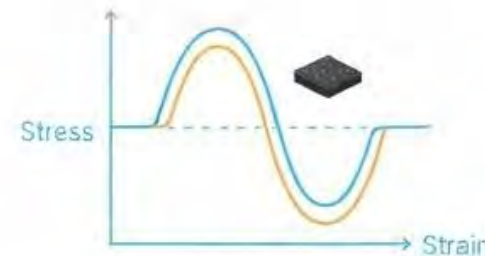
• temperatura mięknięcia



• łamliwość Fraassa



• nawrót sprężysty



• MSCR



MSCR – Multiple Stress Creep and Recovery test

NCHRP REPORT 508

NATIONAL
COOPERATIVE
HIGHWAY
RESEARCH
PROGRAM

Accelerated Laboratory Rutting Tests: Evaluation of the Asphalt Pavement Analyzer

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD
OF THE NATIONAL ACADEMIES

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

FINAL DRAFT
FprEN 16659

November 2025

ICS 75.140; 91.100.50

Will supersede EN 16659:2015

English Version

Bitumens and bituminous binders - Multiple Stress Creep and Recovery Test (MSCRT)

Bitumes et liants bitumineux - Essai de fluage-
recouvrance sous contraintes répétées (essai MSCRT)

Bitumen and bitumehaltige Bindemittel - MSCR-
Prüfung (Multiple Stress Creep and Recovery Test)

This draft European Standard is submitted to CEN members for formal vote. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 336.

If this draft becomes a European Standard, CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

This draft European Standard was established by CEN in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

Warning : This document is not a European Standard. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a European Standard.



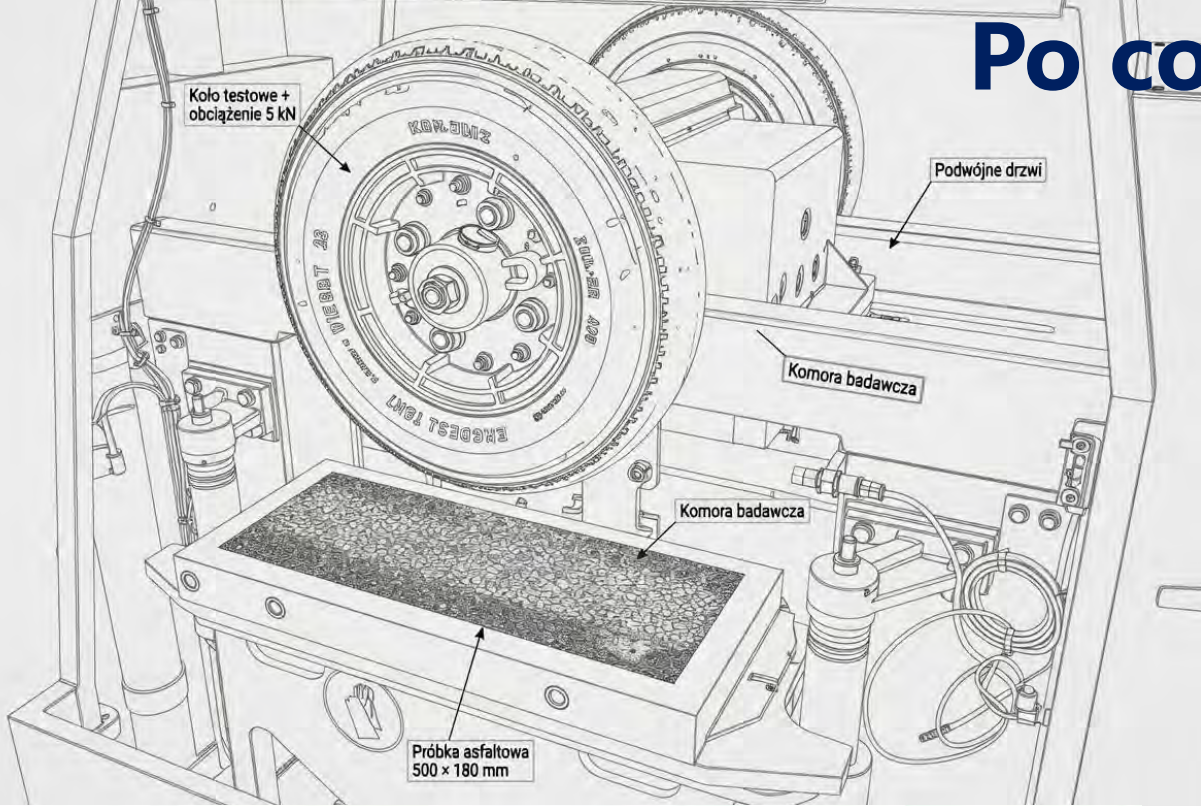
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

© 2025 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved
worldwide for CEN national Members.

Ref. No. FprEN 16659:2025 E

Duży koleinierz MLPC – rysunek jedną ciągłą kreską

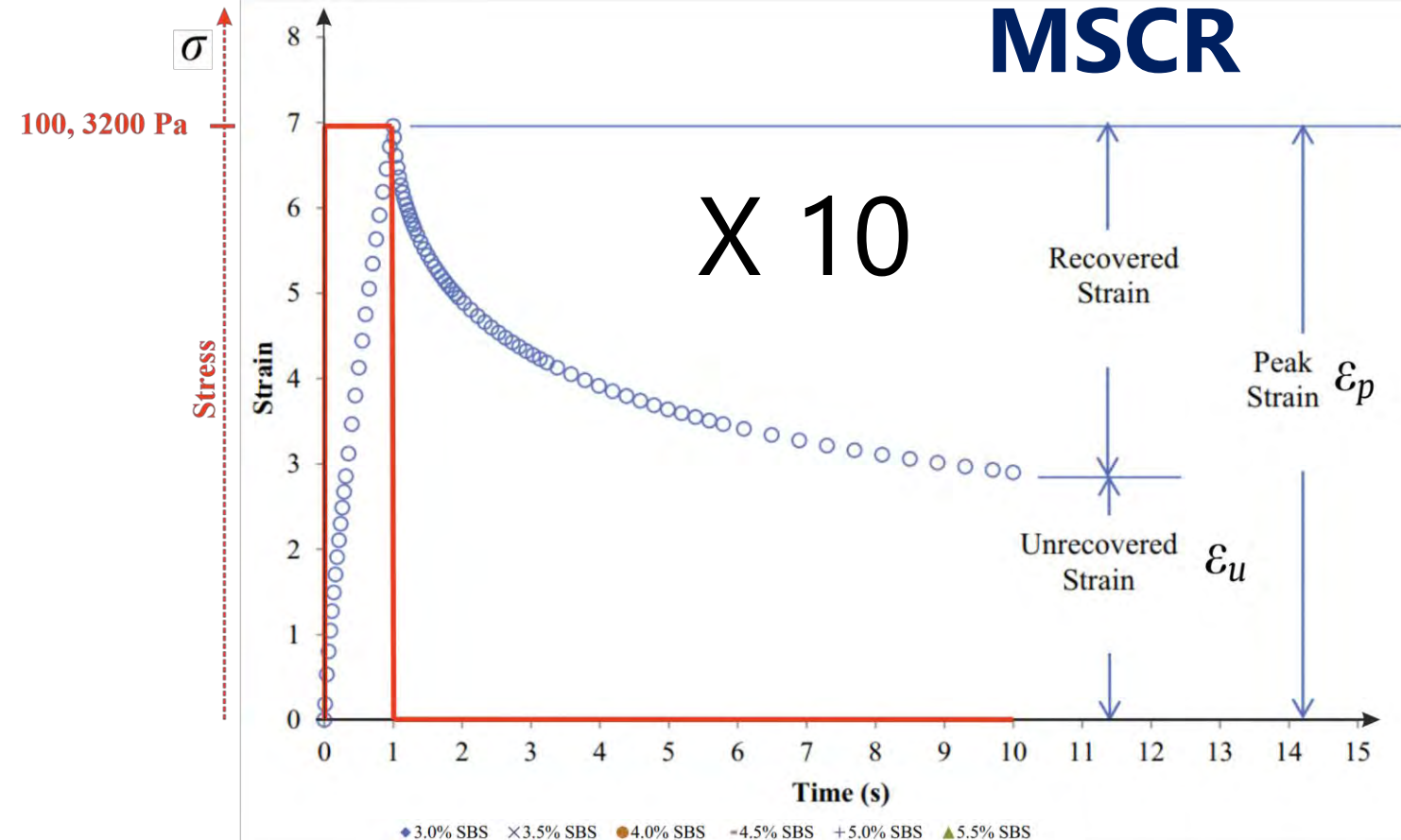


Po co MSCR ?



Koleinowanie

MSCR

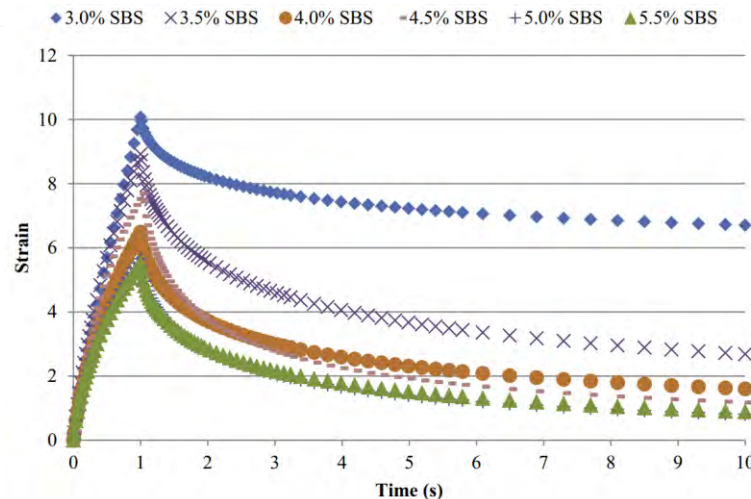


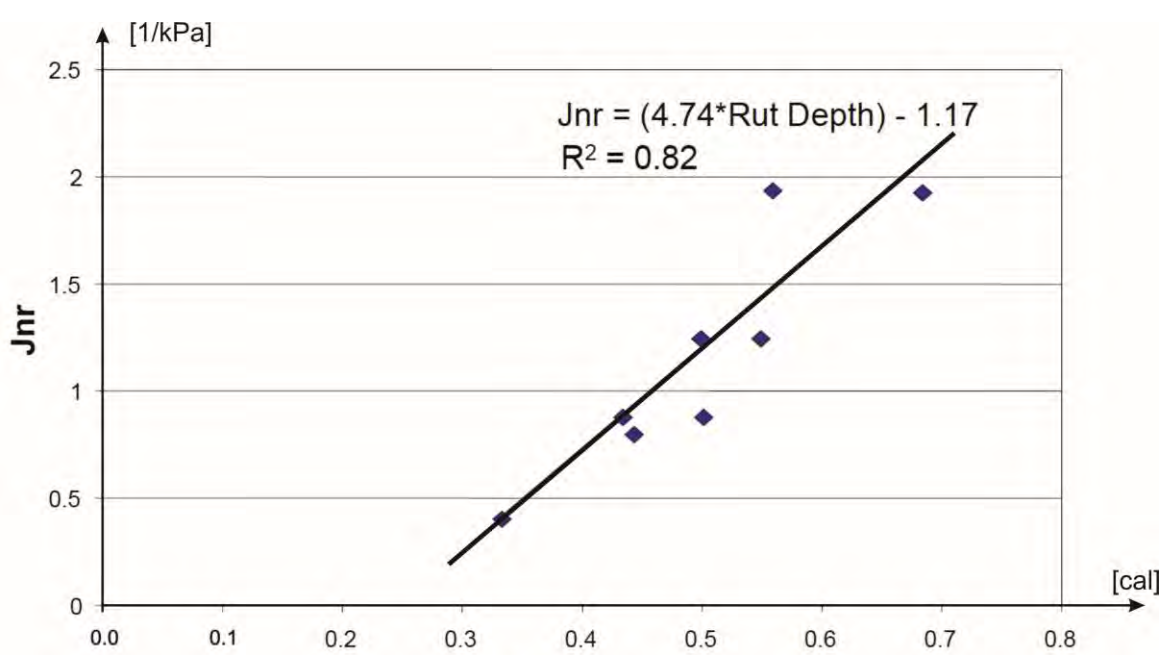
$$R = \frac{\epsilon_p - \epsilon_u}{\epsilon_p} \times 100\%$$

$$J_{nr} = \frac{\epsilon_u}{\sigma}$$

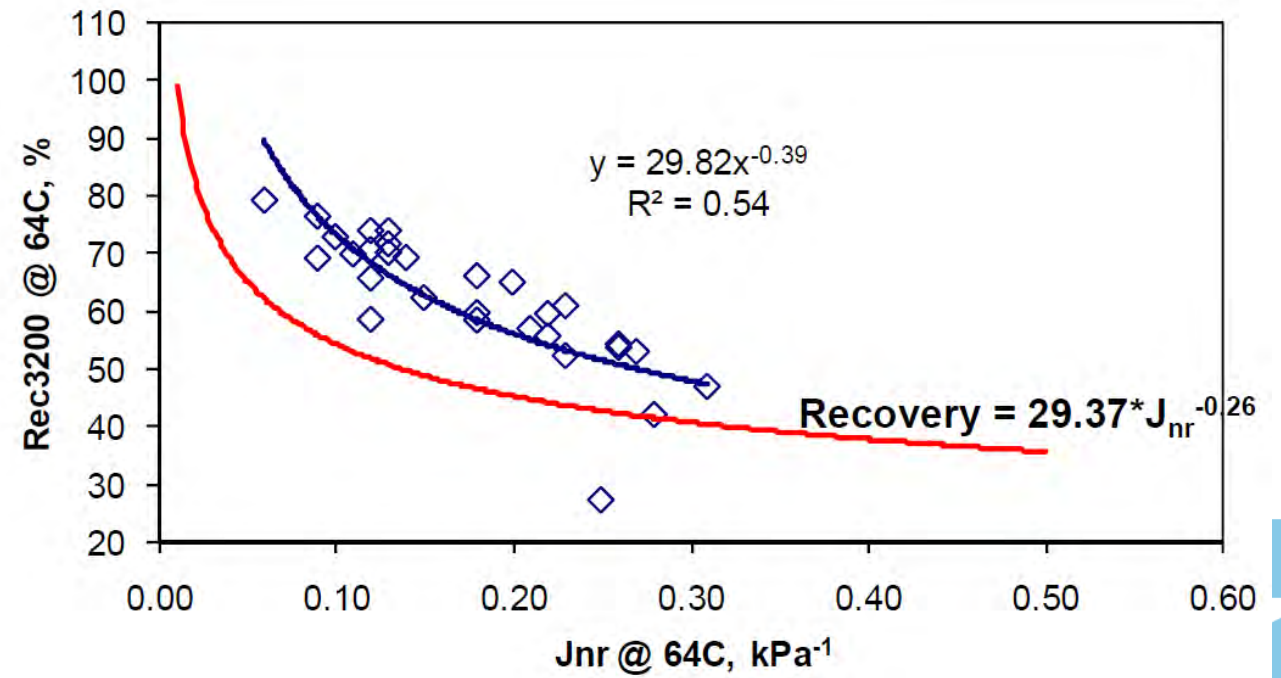
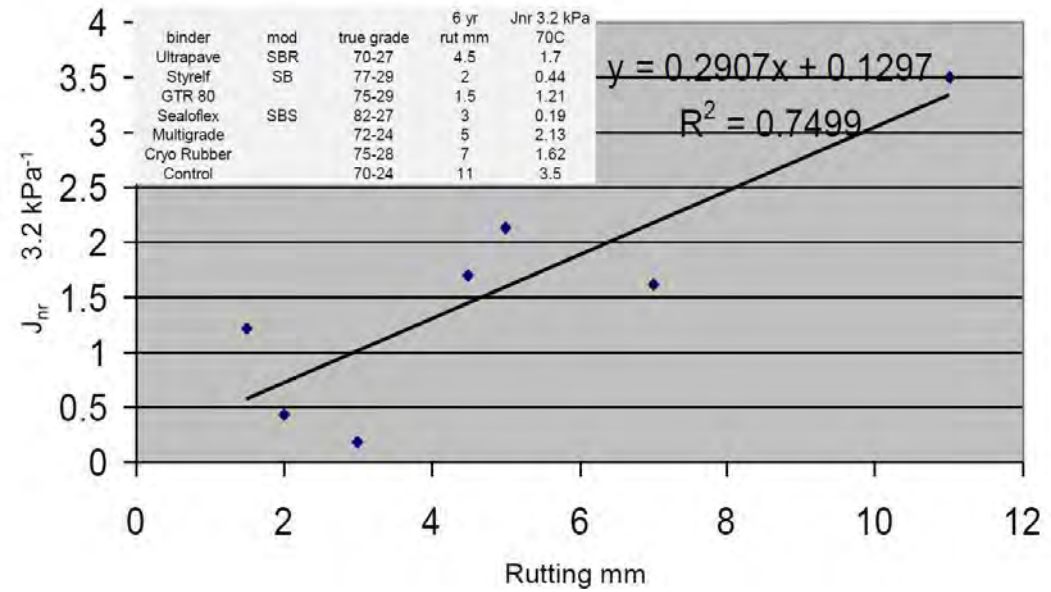
R100 i **R3200** (w %) – średnie odkształcenie nawrotu sprężystego przy wymuszeniu naprężeniowym 100 [Pa] i 3200[Pa],

Jnr100 i **Jnr3200** (w [1/Pa]) – średnia podatność określana dla niesprężystej części odkształcenia przy powtarzalnym pełzaniu przy wymuszeniu naprężeniowym 100 [Pa] i 3200 [Pa].





ALF Rutting, in



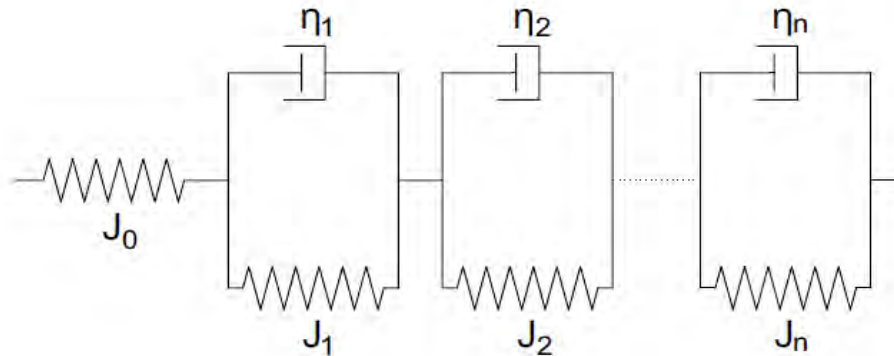
Uogólniony model Kelvina- Voigta

$$J(t) = J_0 + \sum_{i=1}^k J_i \left(1 - e^{-\frac{t}{\eta_i}}\right), \quad (3)$$

$$J_0 = 1/E_0$$

$$J_i = 1/E_i$$

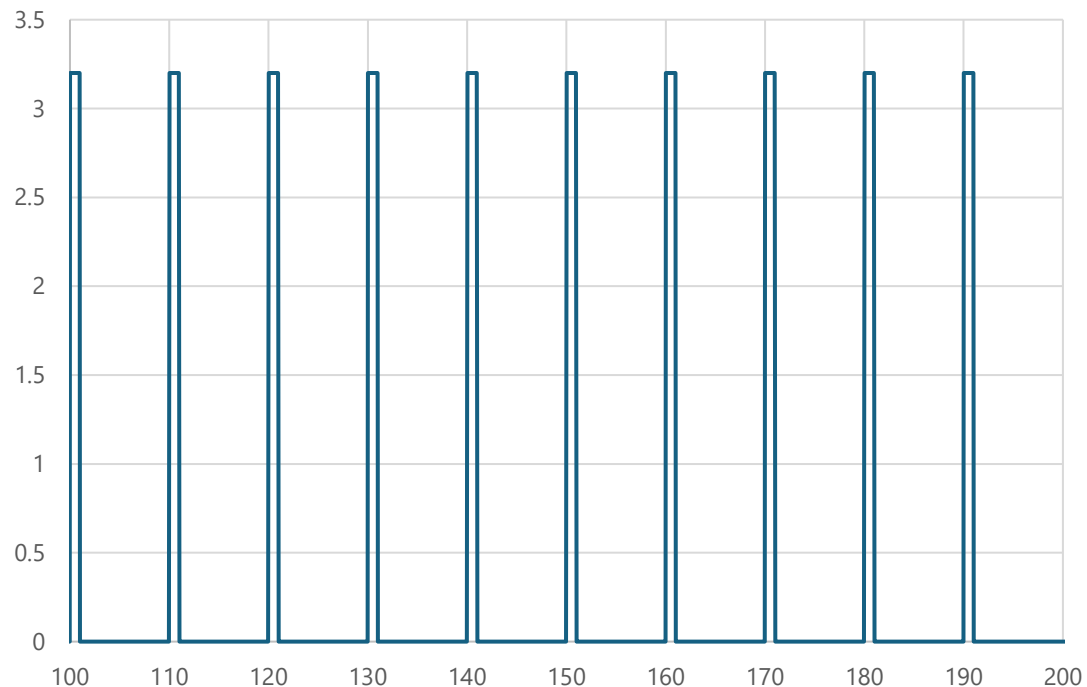
$$t_{ri} = \eta_i / E_i$$



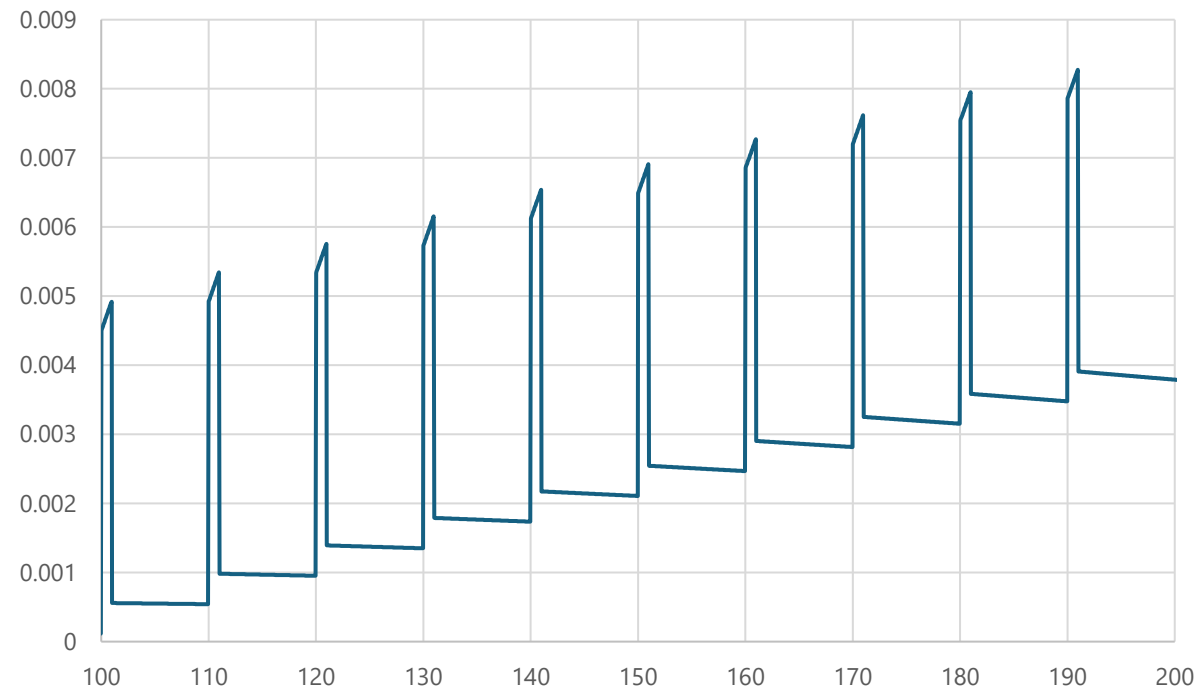
T=10stC	E0 [MPa]	E1 [MPa]	eta1 [MPa s]	E2 [MPa]	eta2 [MPa s]	e10 [-]	tau1 [s]	e20 [-]	tau2 [s]
50/70 opt	660.11	7.29	3131.27	125.39	1987.56	0.063	41.63	0.927	1.705
35/50 opt	835.395	14.77	6582.53	182.22	2923.42	0.0864	52.69	0.89759	2.175
PmB opt	731.173	24.71	7193.34	206.49	2848.34	0.11	48.92	0.86	2.385
35/50 -0.3%	917.259	18.18	6815.64	233.97	3509.041	0.093	45.17	0.89	2.256
35/50 +0.3%	667.928	9.63	4561.72	148.445	2395.74	0.084	47.66	0.9	2.118

Analizyczna odpowiedź MSCR - uogólniony model K - V

Stress



Strain

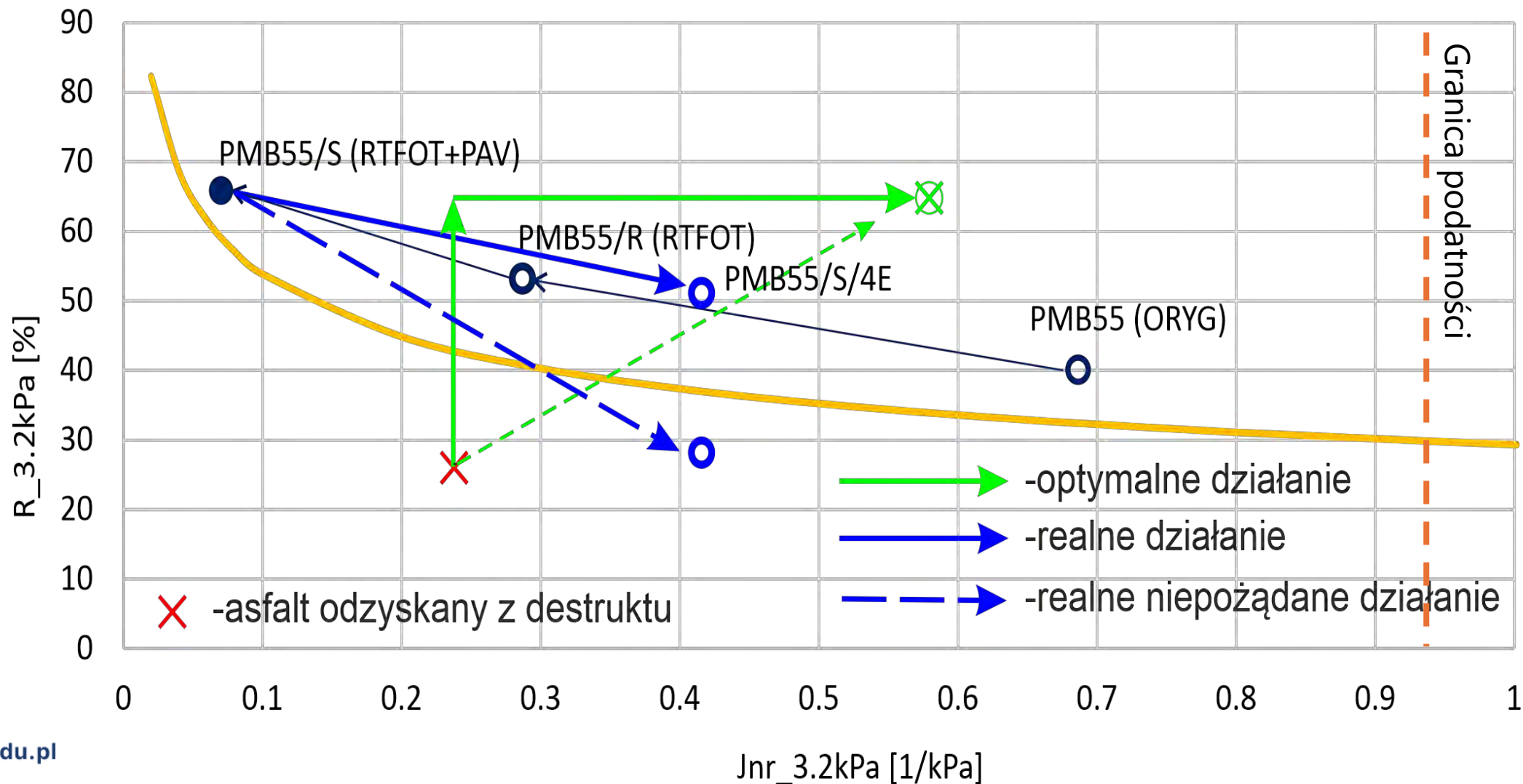


Mimo, że mamy dość długą historię testu MSCR, wprowadzoną normę....ciągle jest kilka spraw do wyjaśnienia...

- **Jaka temperatura?**
- **Czy wykonywać 10 cykli z niskim naprężeniem przed badaniem właściwym?**
- **Jakie ustawienia DSR w wybranych urządzeniach pomiarowych?**
- **Dlaczego takie arbitralne poziomy naprężenia?**
- **Jaki związek z testem nawrotu sprężystego?**
- **Dlaczego w Polsce mamy używać „krzywej” wyznaczonej w USA?**

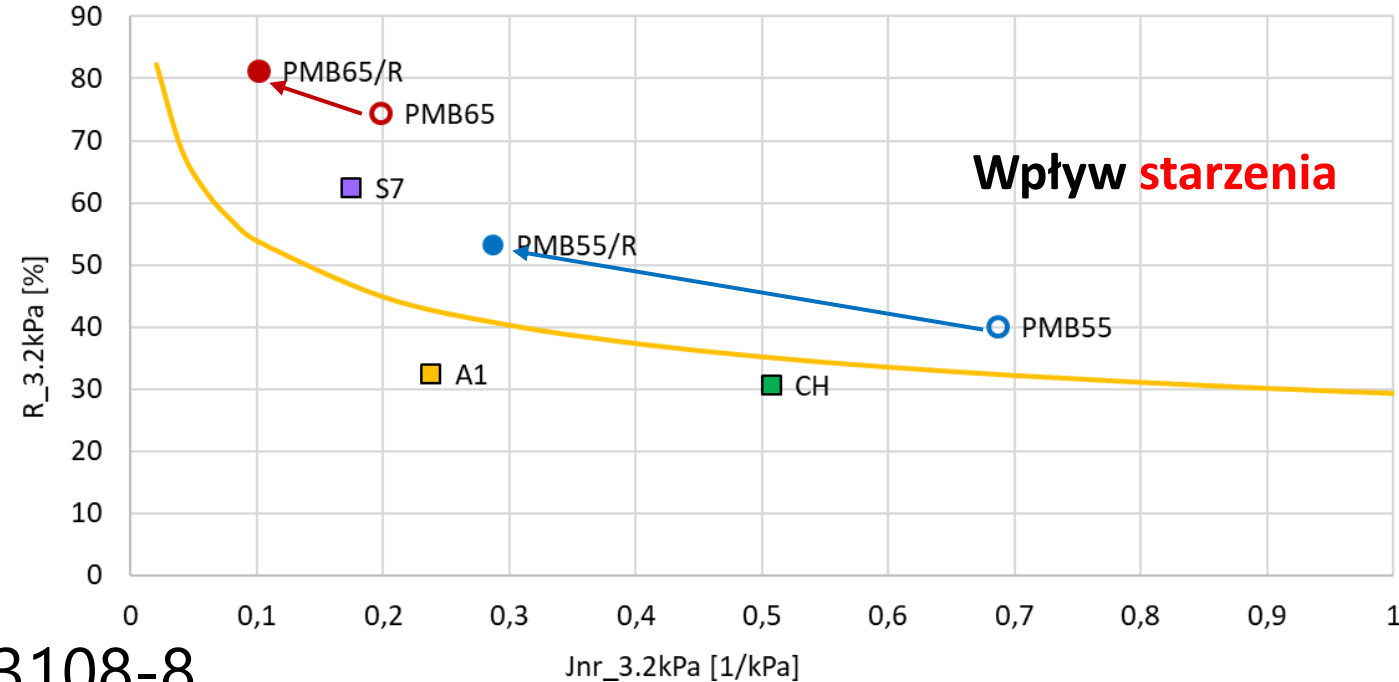
Itd..

MSCR - interpretacja



Właściwości asfaltów odzyskanych z granulatów asfaltowych A1, S7, CH

Właściwość	Asfalt odzyskany z granulatu asfaltowego		
	GRA_11_A1	GRA_11_S7	GRA_8_CH
	A1	S7	CH
Penetracja w temperaturze 25°C, 0.1 mm	29	32	36
Temperatura mięknięcia PiK, °C	63.8	67.2	60.0
Temperatura łamliwości Fraassa, °C	-8	-15	-12
Nawrót sprężysty w 25°C, %	69	71	80



Wnioski

S_{70} , P_{15} – spełnione warunki PN-EN 13108-8

Wg MSCR jedynie S7 wykazuje cechy asfaltu PMB

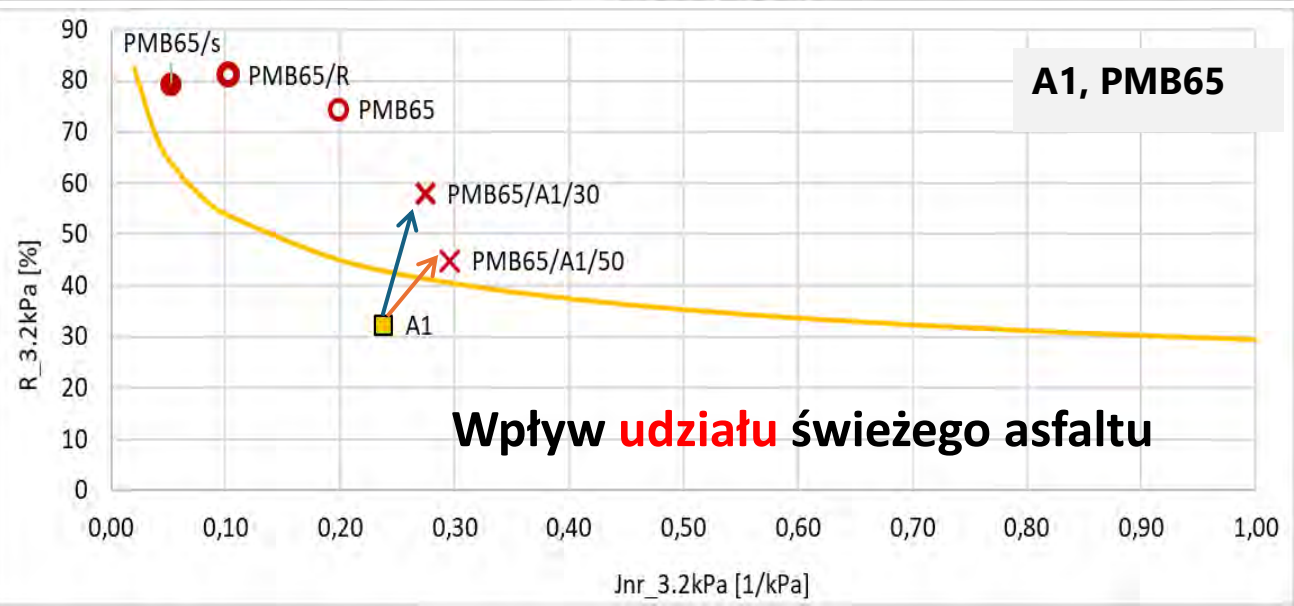
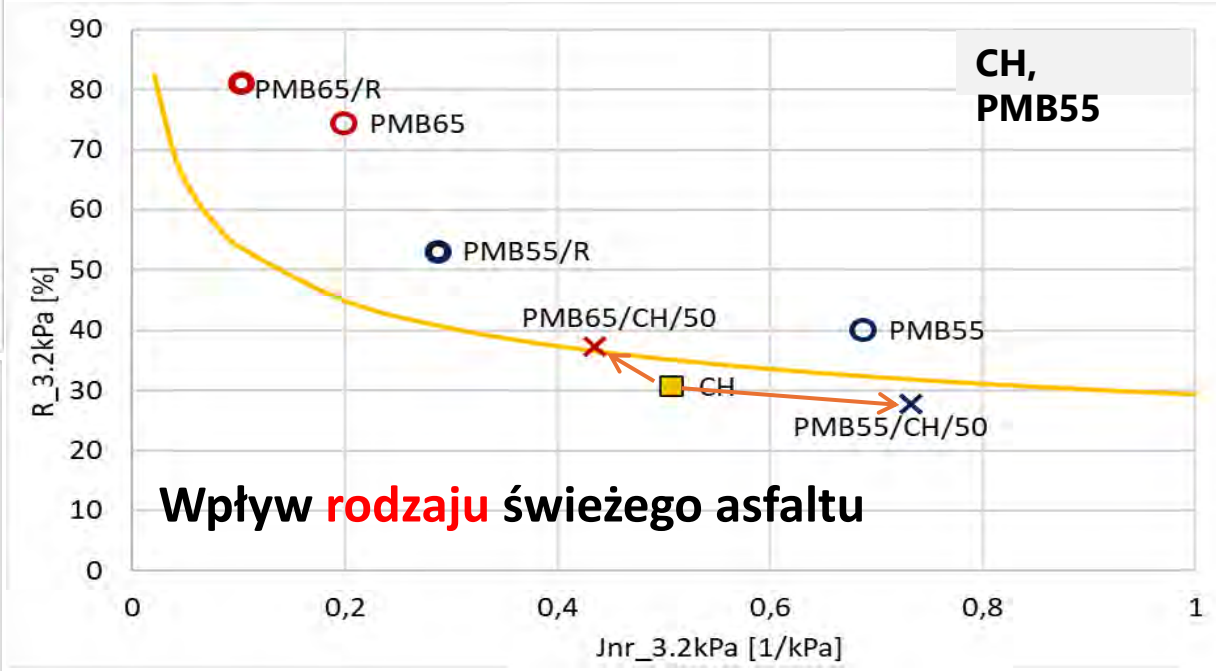
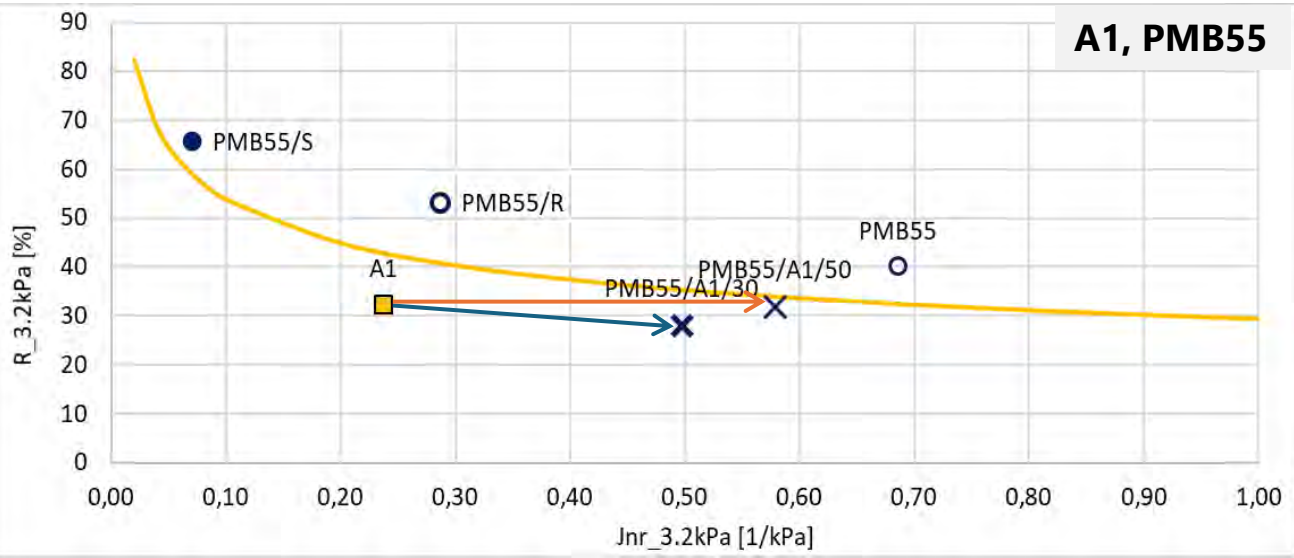
GRA A1 i GRA CH wybrane do recept SMA 11 i SMA 8

Jak postawić kryteria? (poziom TPIK i charakterystyczne dla asfaltów PMB – N_{sp} i/lub MSCR)

2. Ocena potrzeby stosowania „dodatków do recyklingu” „OPS”

- Badania mieszanin asfaltu odzyskanego (GRA_11_A1) z asfaltami świeżymi (PMB55 i PMB65) przy BR=30 i 50%
- Badania mieszanin asfaltu odzyskanego (GRA_8_CH) z asfaltem (PMB55 i PMB65) przy BR=50%
- Odniesienie wyników do wymagań postawianych w normie PN-EN 14023 oraz ocena **MSCR**

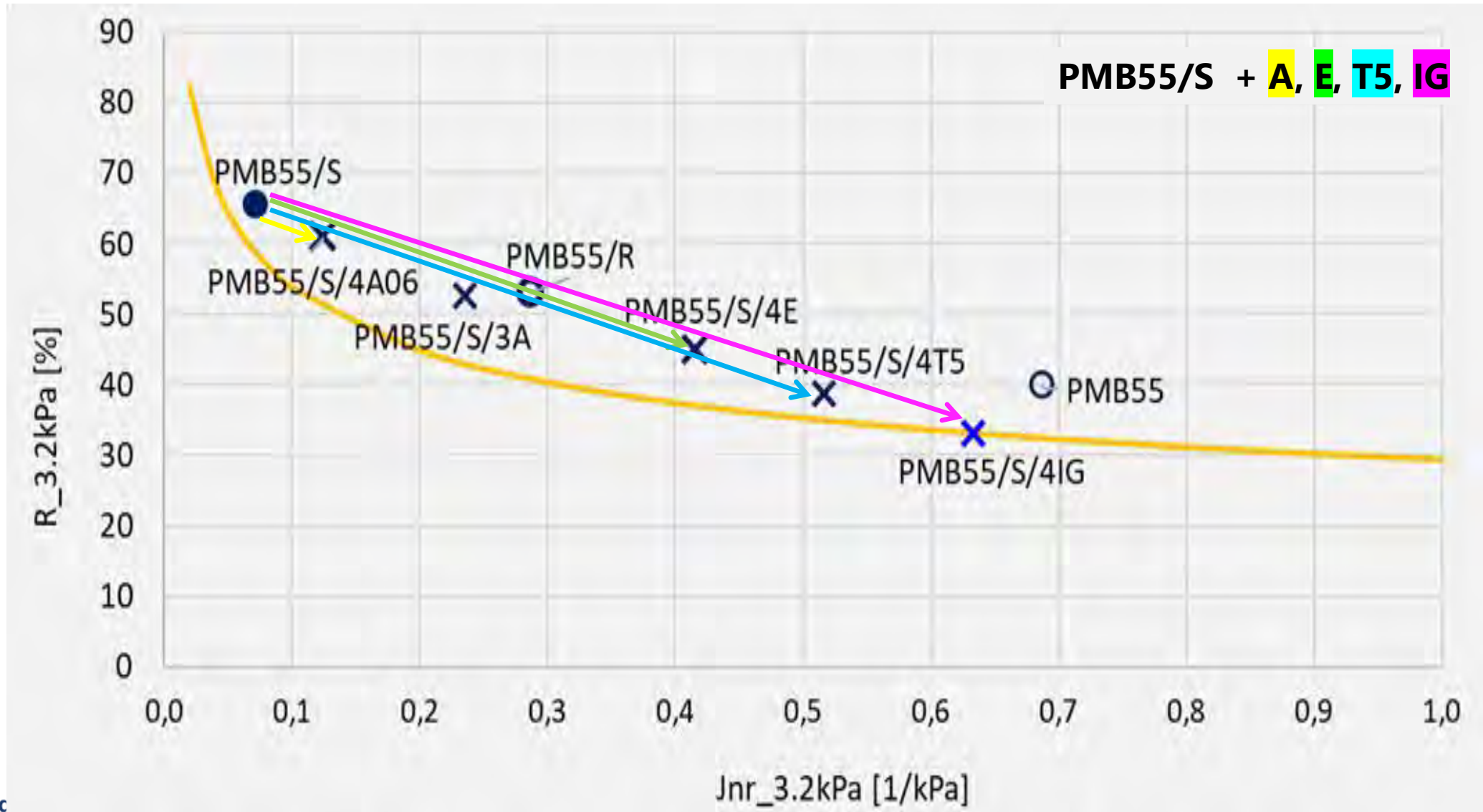
Ocena potrzeby stosowania „dodatków do recyklingu” (MSCR)



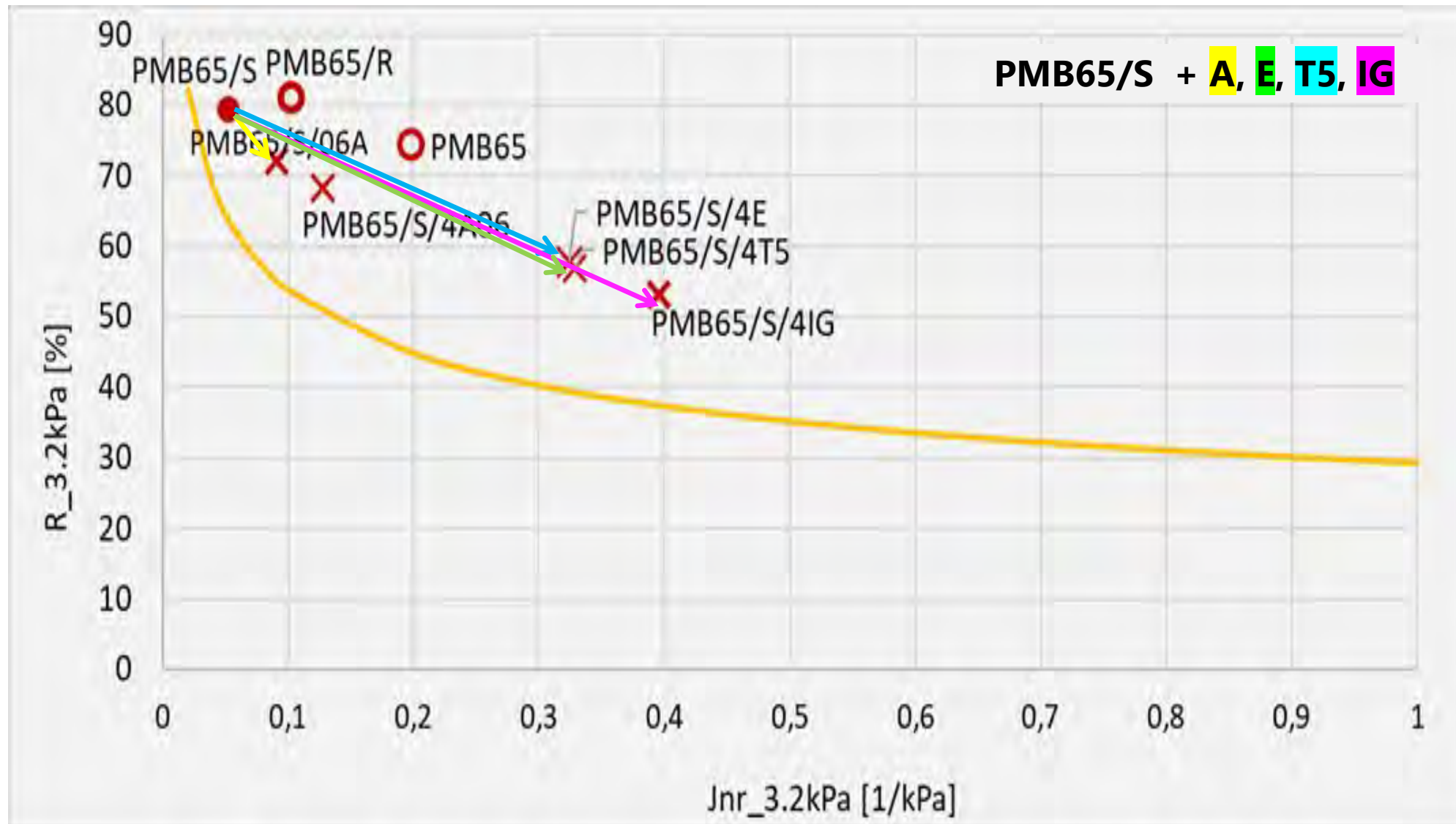
Wnioski szczegółowe – potrzeba stosowania

- **WS1** – z oceny właściwości podstawowych wynika, że przy BR30 z asfaltem:
 - **PMB55 brak potrzeby** stosowania odświeżaczy,
 - **PMB65 istnieje potrzeba** stosowania odświeżaczy z uwagi na Pen 25.
 - Przy **BR50** z zarówno z asfaltem **PMB65** i **PMB55** z uwagi na Pen25 i TFr **istnieje potrzeba** stosowania odświeżaczy.
- **WS2** – z oceny MSCR wynika, że przy zastosowaniu asfaltu **PMB65** (**BR30 i 50**) **brak potrzeby** stosowania odświeżacza, natomiast z asfaltem **PMB55 istnieje taka** potrzeba.
- **WS3** – istnieje ryzyko wykluczenia stosowania do **GRA** asfaltu **PMB65** tylko z uwagi na poziom Pen25

Ocena skuteczności działania „dodatków do recyklingu” (MSCR) - PMB55



Ocena skuteczności działania „dodatków do recyklingu” (MSCR) – PMB65



Wnioski szczegółowe – skuteczność stosowania

- **WS1** - zastosowanie dodatków odświeżających z reguły powoduje:
Wzrost Pen25, Nsp, obniżenie T_{pik} oraz T_{Fr} (na mieszaninach obniżenie również Nsp)
- **WS2** – wg MSCR występuje **obniżenie cech sprężystych** i **wzrost podatności**,
z PMB65 wszystkie warianty na dobrym poziomie,
z PMB55 tylko z odświeżaczem „IG” poza obszarem PMB, na mieszaninach wyniki
poza obszarem PMB, odświezacze pogarszają MSCR
- **WS3** - dodatek „A” stosowany w ilości sugerowanej przez producenta choć
wyraźnie poprawiał MSCR, nie wpływa na konsystencję postarzonego asfaltu. Przy
zastosowanie 3% zawartości uzyskano zmianę właściwości asfaltu w oczekiwanym
kierunku (konsystencja asfaltu)

- Widać duży potencjał badania MSCR w ocenie wpływu dodatków do recyklingu w przypadku PMB;
- Nie ma „dobrych” i „złych” dodatków do recyklingu – każdy wpływa w nieco inny sposób i nie zawsze taki jakbyśmy sobie tego życzyli;
- Warto pomyśleć o wprowadzeniu na rynek „dodatków do recyklingu” dedykowanych dla destruktywów z polimeroasfaltami;
- Ocena konieczności stosowania „dodatków do recyklingu” tylko na bazie badań asfaltów może nie być całkowicie uprawnione. Badania te powinny być traktowane pomocniczo (jakie rozwiązanie tego problemu **badania na zaprawach, badania na mieszankach**)



**INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW**

**ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE**

Marcin Gajewski

marcin.gajewski@ibdim.edu.pl



ibdim.edu.pl