



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

Ocena potrzeby i możliwości poprawy właściwości polimeroasfaltów w granulatach SMA Projekt rSMA2

Marcin Gajewski / Renata Horodecka / Wojciech Bańkowski

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



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



Założenia

- Skupiamy się na asfaltach modyfikowanych (projekt dotyczy SMA);
- Świeże asfalty: **PMB 45/80-55 (PMB55)**, **PMB 45/80-65 (PMB65)**;
- 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)**;



Metody badawcze

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



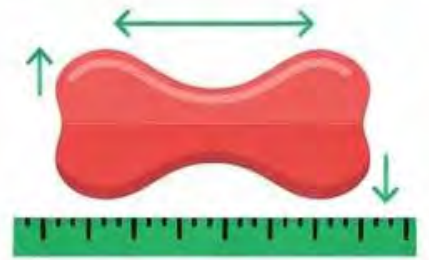
• penetracja



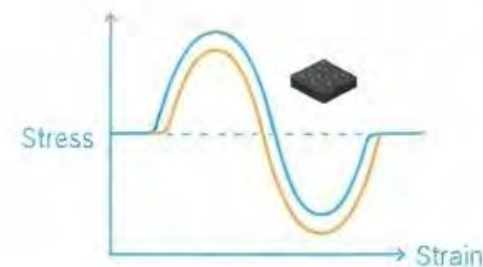
• temperatura mięknięcia



• łamliwość Fraassa



• nawrót sprężysty



• MSCR

BMS

OPS

OSD

SRS

ORS

+ RTFOT + PAV

asfalty
świeże

mieszanki

asfalty
odzyskane

asfalty
postarzone

+
dodatki
do
recyklingu

+
mieszanki
z asfaltami
odzyskanymi

+
dodatki
do
recyklingu

asfalty
świeże

+
asfalty
odzyskane

+
dodatki
do
recyklingu

mieszanki

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 dodatków
 - 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 „Dodatkami 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

Właściwości asfaltów świeżych

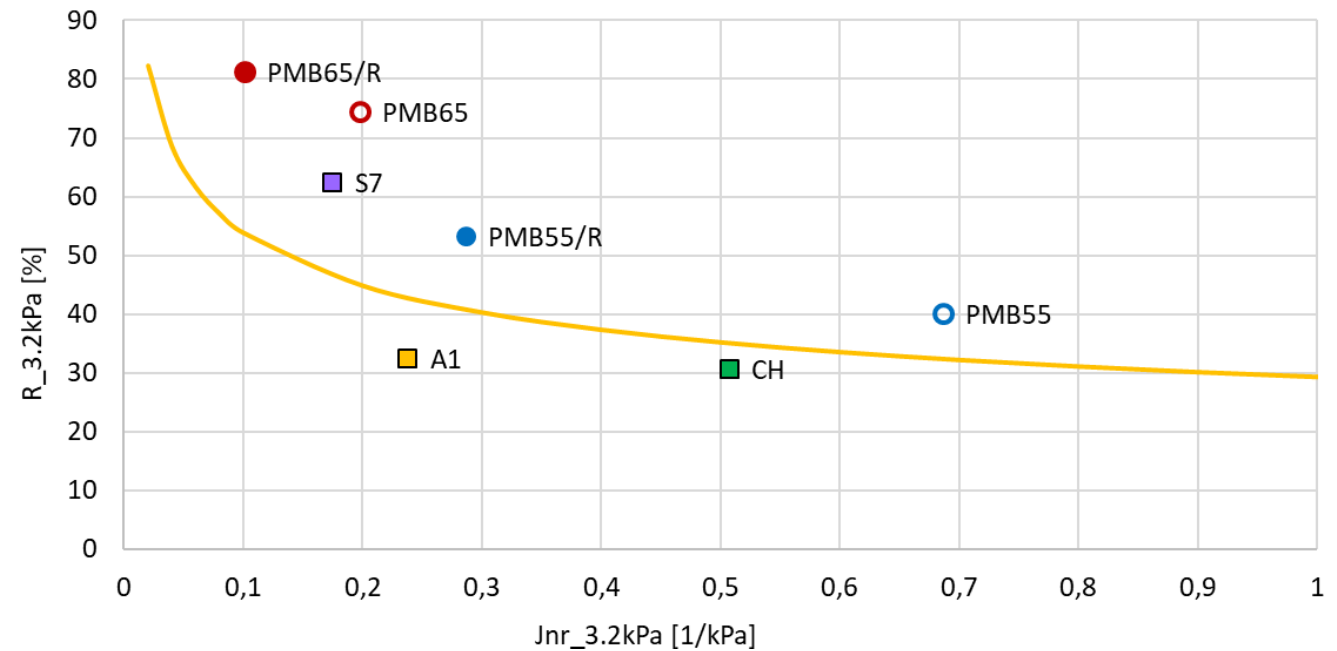
Właściwości asfaltów modyfikowanych polimerami: **PMB 45/80-55, PMB 45/80-65**

Właściwość	Asfalt modyfikowany		Wymagania wg PN-EN 14023	
	PMB 45/80-55	PMB 45/80-65	PMB 45/80-55	PMB 45/80-65
Penetracja w temperaturze 25°C, 0,1 mm	65	59	45-80	45-80
Temperatura mięknięcia PiK, °C	57,2	70,4	≥55	≥65
Temperatura łamliwości Fraassa, °C	-21	-21	≤-15	≤-15
Nawrót sprężysty w 25°C, %	85	89	≥70	≥80

- Badania asfaltów świeżych wykonano również po starzeniu RTFOT i PAV
- Wyniki spełniają wymagania wg PN-EN 14023
- Po starzeniu typowy → **wzrost TPIK i TFr oraz → obniżenie Pen25 i Nsp**

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

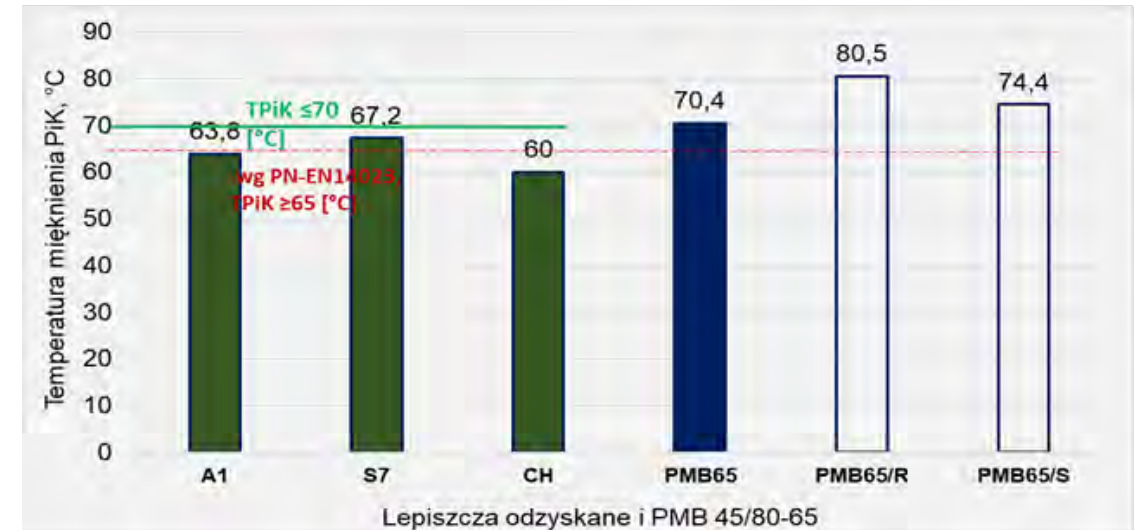
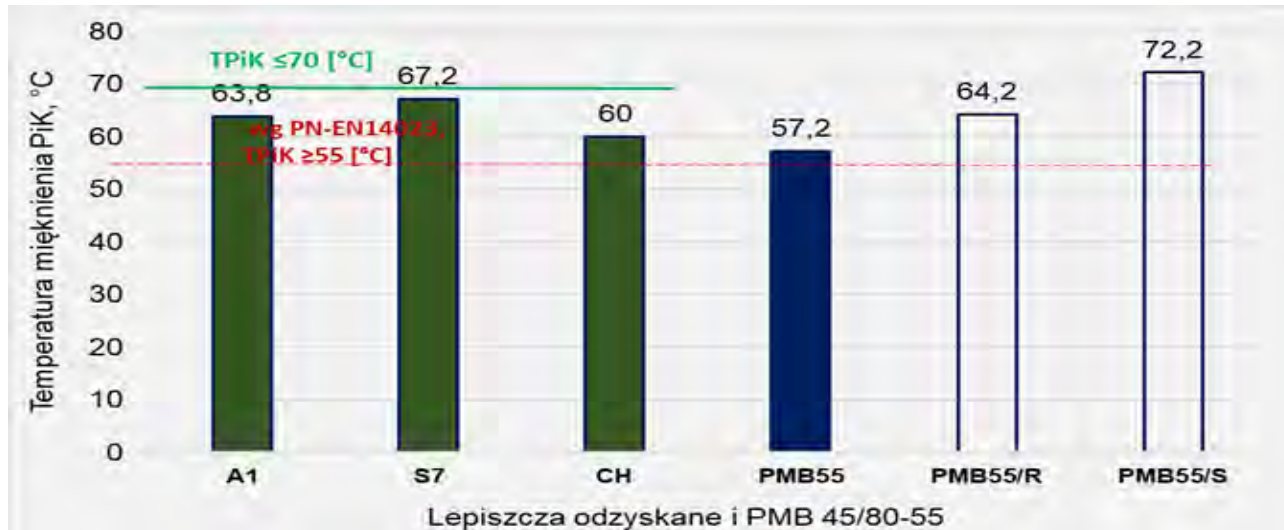
S₇₀, P₁₅ – spełnione warunki PN-EN 13108-8 (wg MSCR jedynie S7 wykazuje cechy asfaltu PMB)

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

Jak postawić kryteria? (poziom TPIK i charakterystyczne dla asfaltów PMB – Nsp i/lub MSCR)

Asfalty odzyskane z GRA

Temperatura mięknienia (vs. PMB 45/80-55 i -65)



WS1 - Temperatura mięknienia na poziomie zbliżonym do wyników asfaltu PMB 45/80-55 po RTFOT, niższe wartości niż PMB 45/80-65

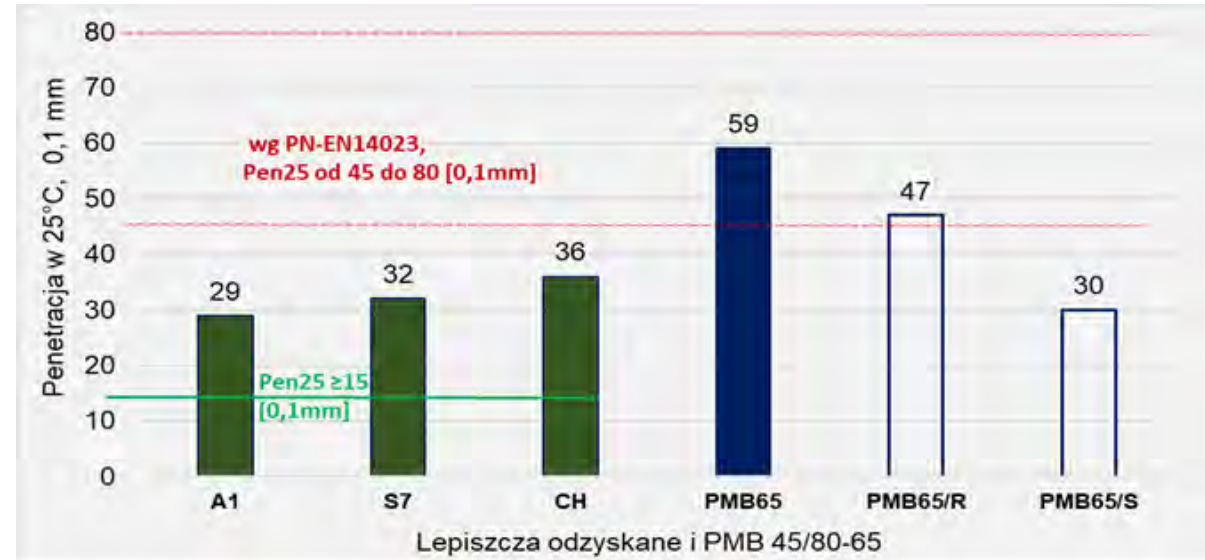
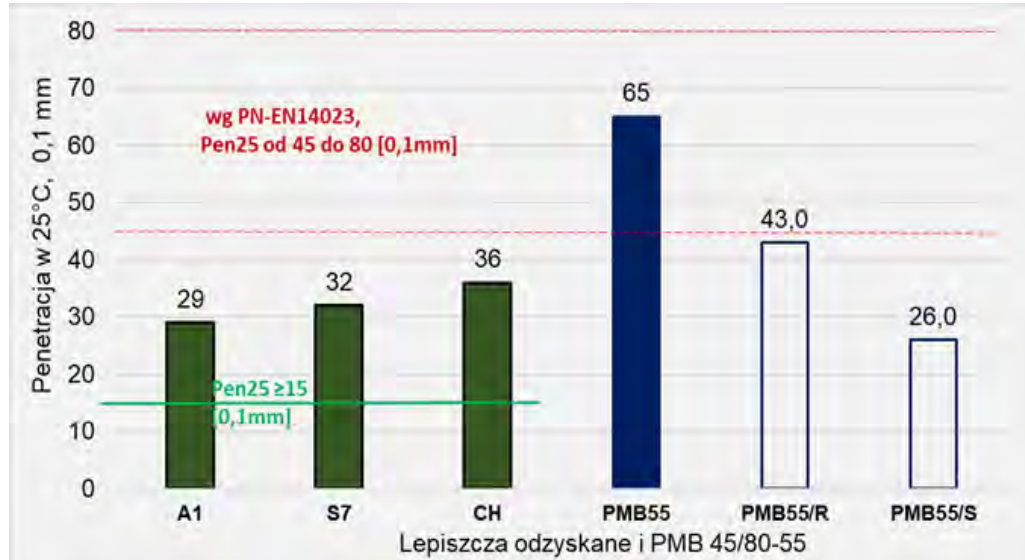
WS2 - Wniosek – potencjalnie słabsza odporność SMA8 i SMA11 PMB 45/80-65 na koleinowanie po dodaniu GRA_A1 i GRA_CH (brak potwierdzenia w badaniach koleinowania?)

WO1 – ryzyko wyeliminowania dobrego lepiszcza

WO2 - czy dla PMB nie postawić odwrotnego wymagania np. $TPIK \geq 60^{\circ}C$?

Asfalty odzyskane z GRA

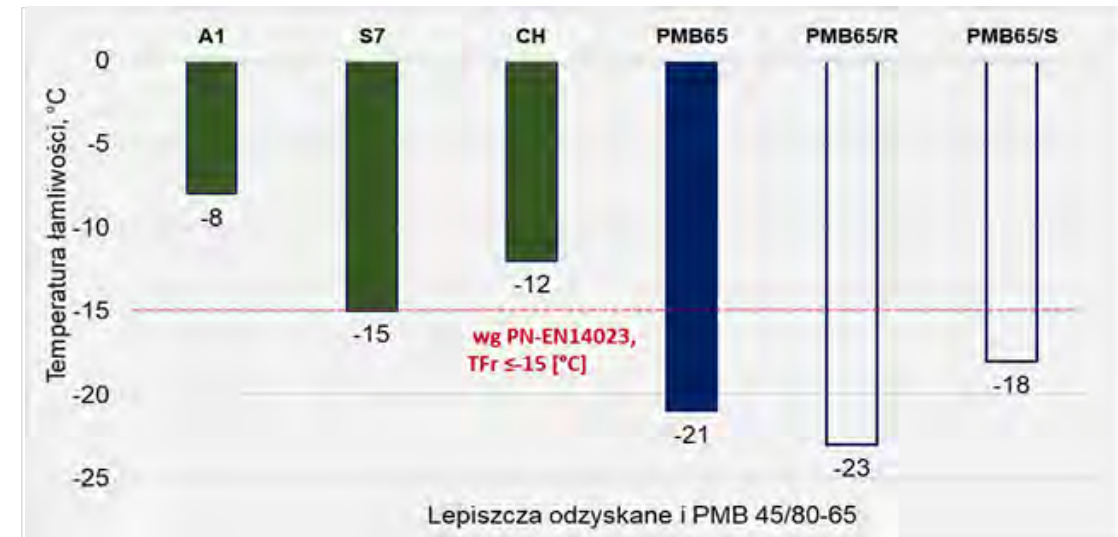
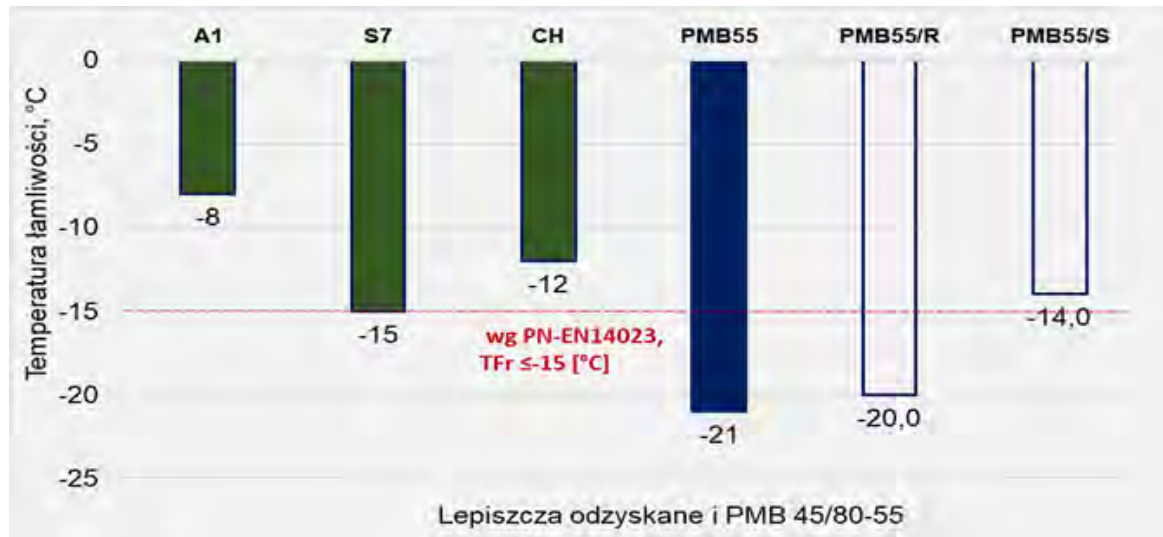
Penetracja (vs. PMB 45/80-55 i -65)



WS1 - Penetracja na poziomie zbliżonym do wyników asfaltów PMB po PAV

Asfalty odzyskane z GRA

Odporność niskotemperaturowa wg **temperatury łamliwości** (vs. PMB 45/80-55 i -65)

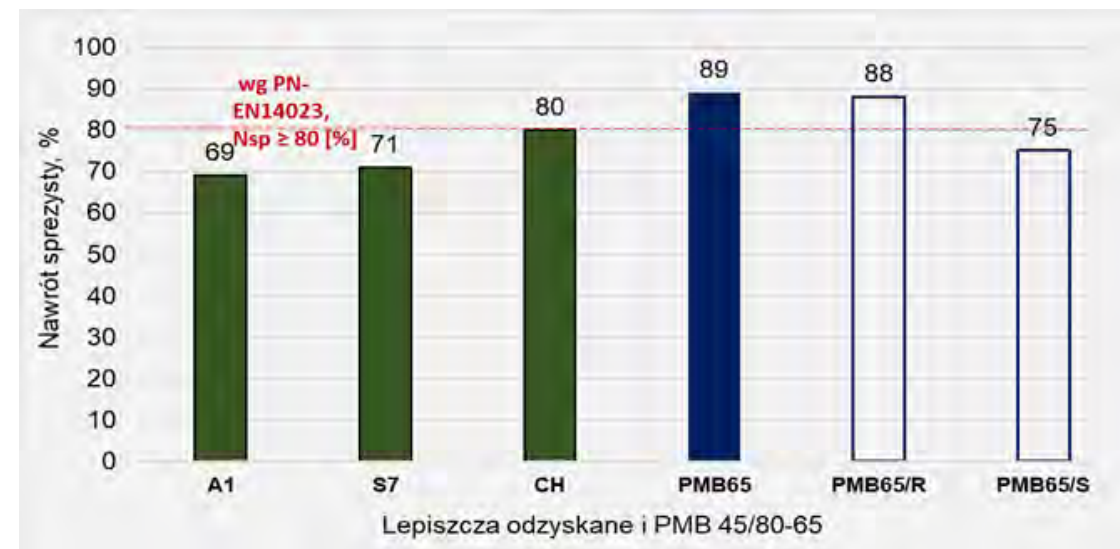
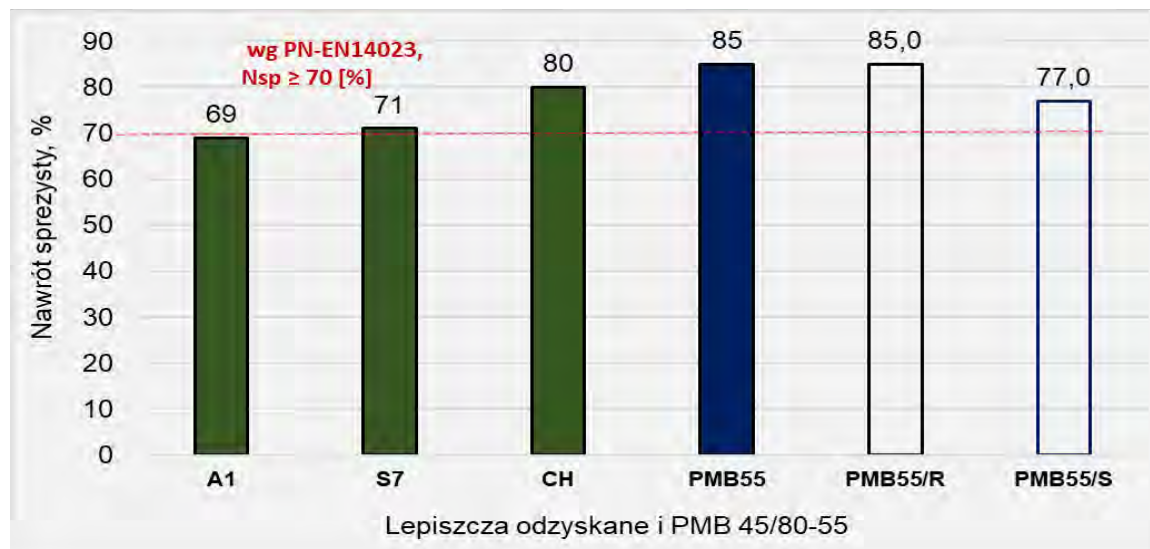


WS1 - Temperatura łamliwości na poziomie **zblizonym lub słabszym** niż temperatura łamliwości asfaltów **PMB po PAV, istotnie gorszym niż po RTFOT**

W01 – potencjalnie słabsza odporność SMA w niskiej temperaturze po dodaniu GRA

Asfalty odzyskane z GRA

Nawrót sprężysty (vs. PMB 45/80-55 i -65)



WS1 - Nawrót sprężysty na poziomie dobrym (prawie spełnia wymagania 14023) zbliżonym lub słabszym niż wyniki asfaltu PMB 45/80-55 i -65 po PAV

WO1 – widoczne starzenie asfaltów w GRA pod względem nawrotu sprężystego

WO2 – czy wymagania Nsp i jakie?

Kluczowe obserwacje:

- żaden z asfaltów odzyskanych nie spełnił pełnego zestawu wymagań dla polimeroasfaltów wg PN-EN 14023,
- najlepsze właściwości spośród asfaltów odzyskanych wykazał asfalt z destruktu S7,
- asfalt odzyskany z CH uzyskał dobry nawrót sprężysty,
- asfalt odzyskany z A1 wykazał najłabsze właściwości wśród materiałów wytypowanych do dalszych badań.

Wniosek praktyczny:

Do dalszych prac projektowych celowo wytypowano słabsze **GRA_A1 i GRA_CH**, mimo że destruktu S7 posiadał najlepsze właściwości.

Propozycja wymagań do wytycznych wobec PMB z destruktu

Właściwość	Wymaganie wg PN-EN 13108-8	Proponowane wymagania wobec PMB z destruktu
	AD	PMB
T_{PiK} [°C]	$\leq 70^{\circ}\text{C}$	$\geq 55^{\circ}\text{C}$
Pen25 [0,1 mm]	$\geq 15 \times 0,1 \text{ mm}$	$\geq 25 \times 0,1 \text{ mm}$
Nsp [%]	-	$\geq 45\%$

Wymagania dodatkowe:

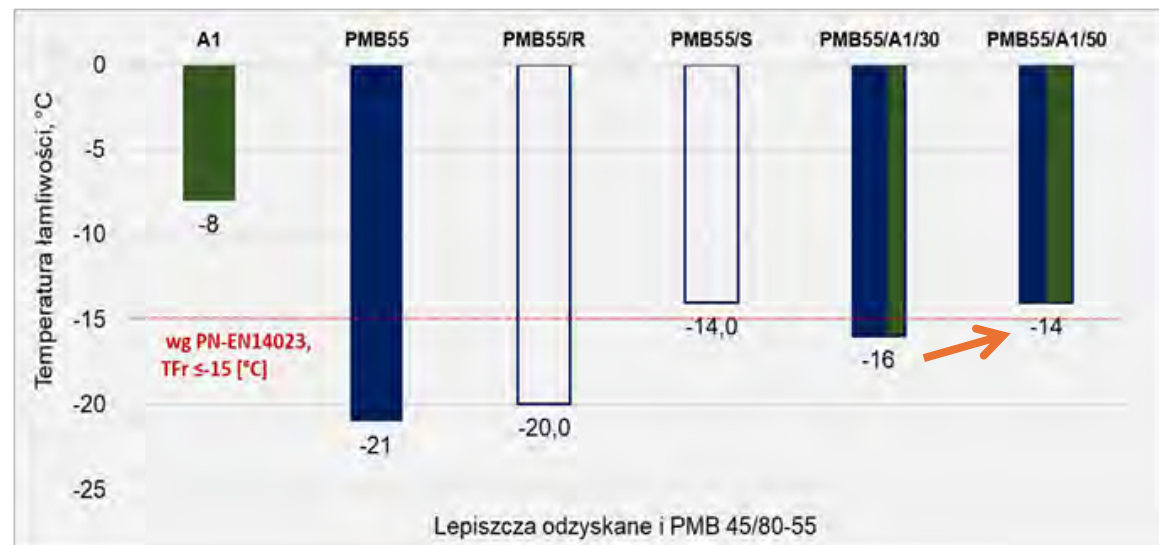
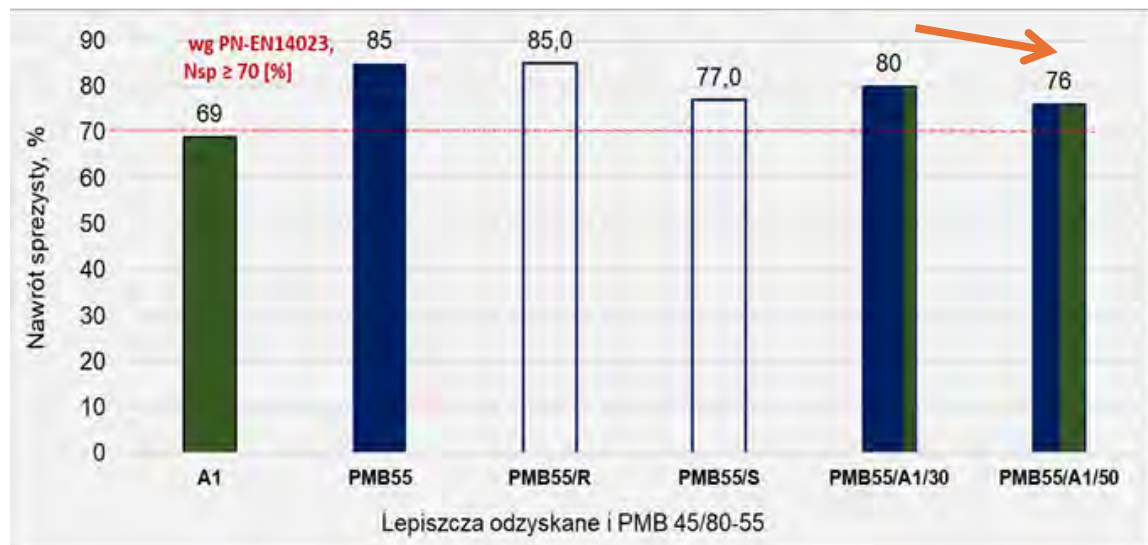
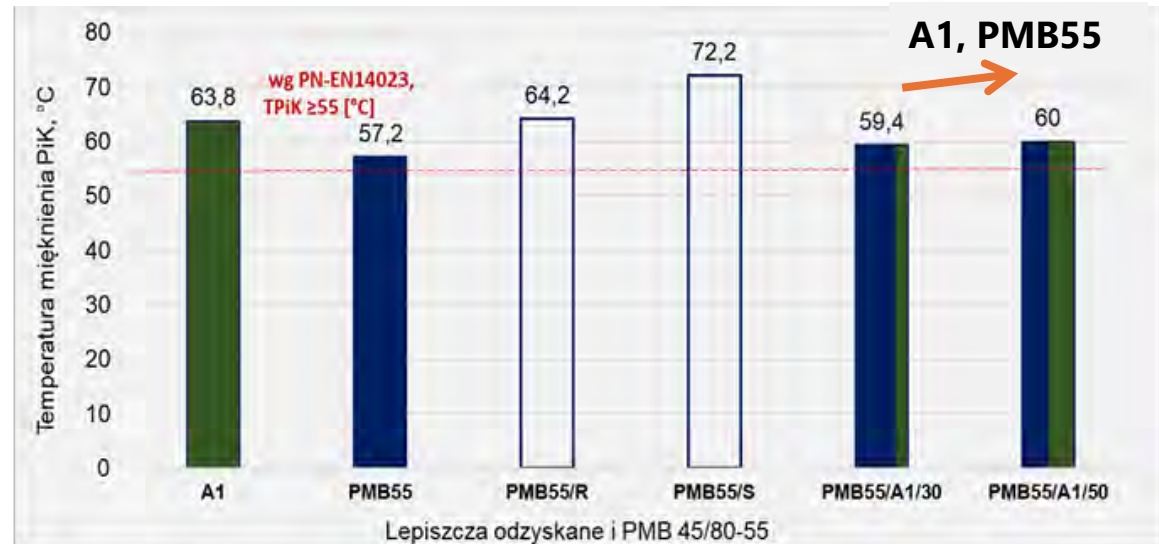
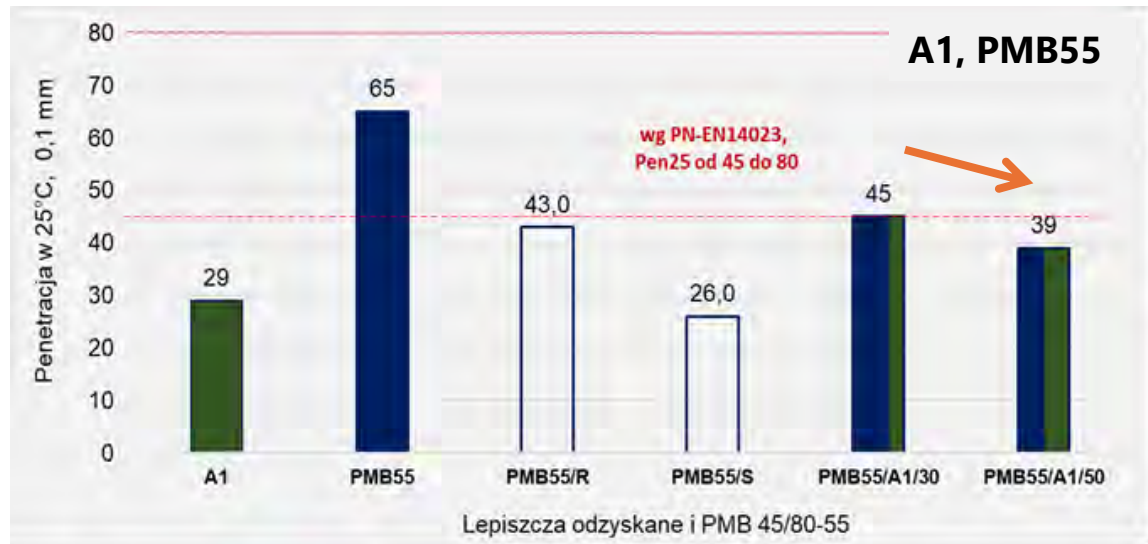
Badania reologiczne - test **MSCR** w temperaturze 60°C :

- $R_{(3.2)}$ – nawrót sprężysty przy ścinaniu,
- $J_{nr_{(3.2)}}$ – podatność na deformacje trwałe.

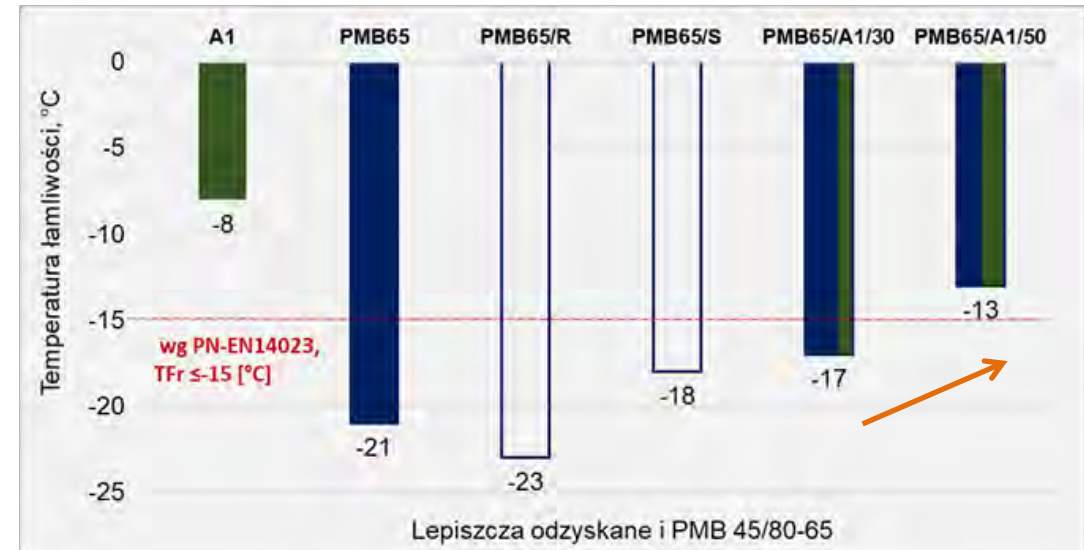
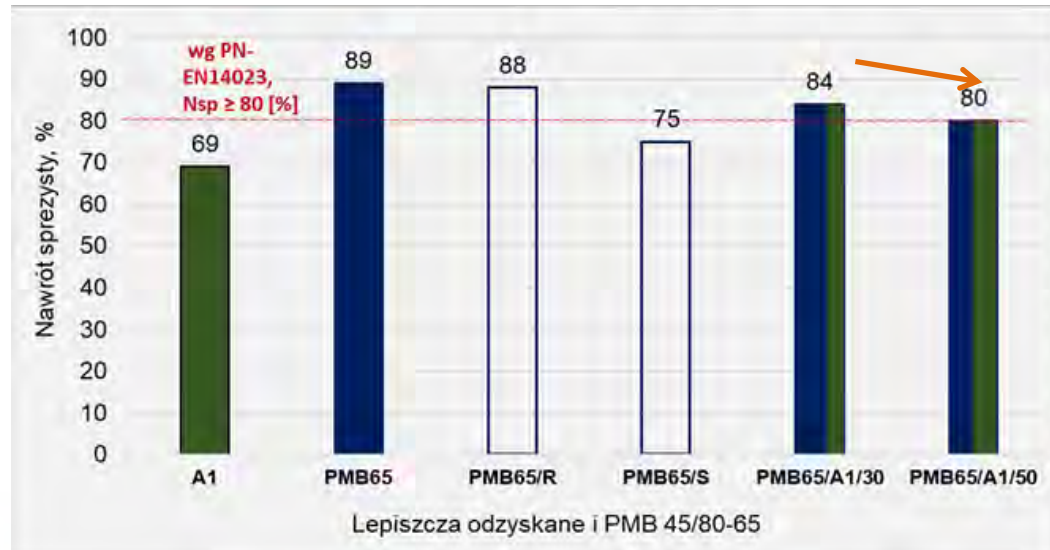
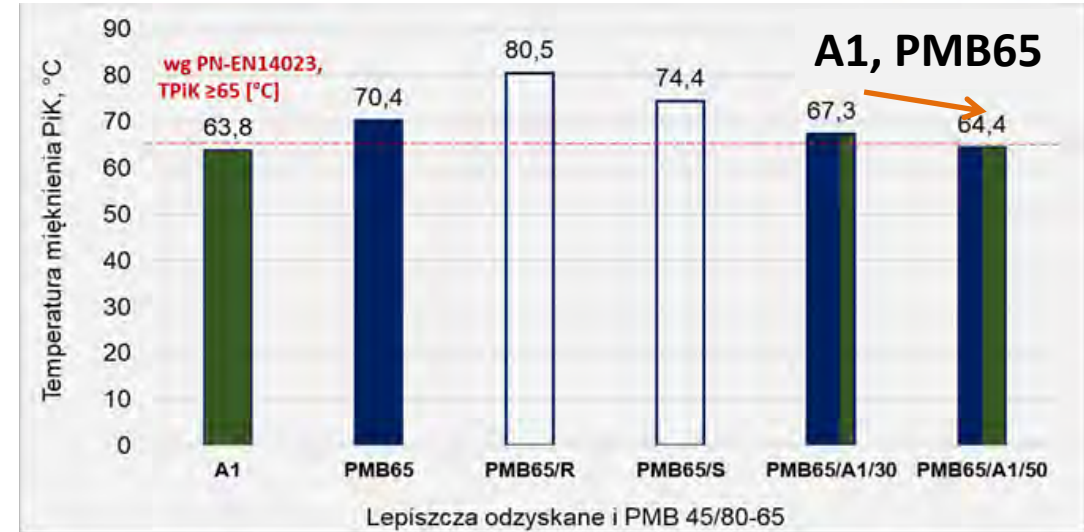
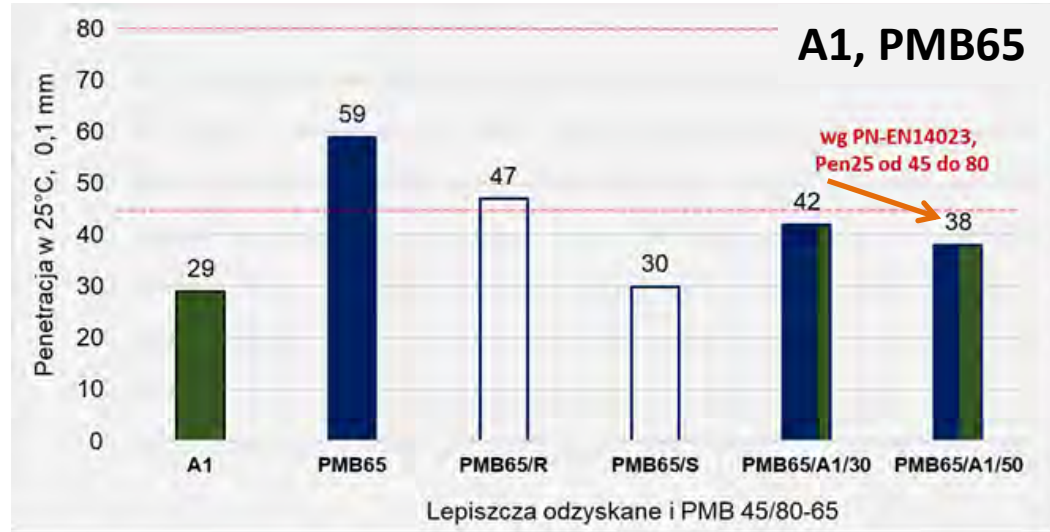
Ocena potrzeby stosowania „Dodatków do recyklingu”

- 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 asfaltami świeżymi (PMB55 i PMB65) przy BR=50%
- Odniesienie wyników do wymagań postawianych w normie PN-EN 14023 oraz ocena MSCR

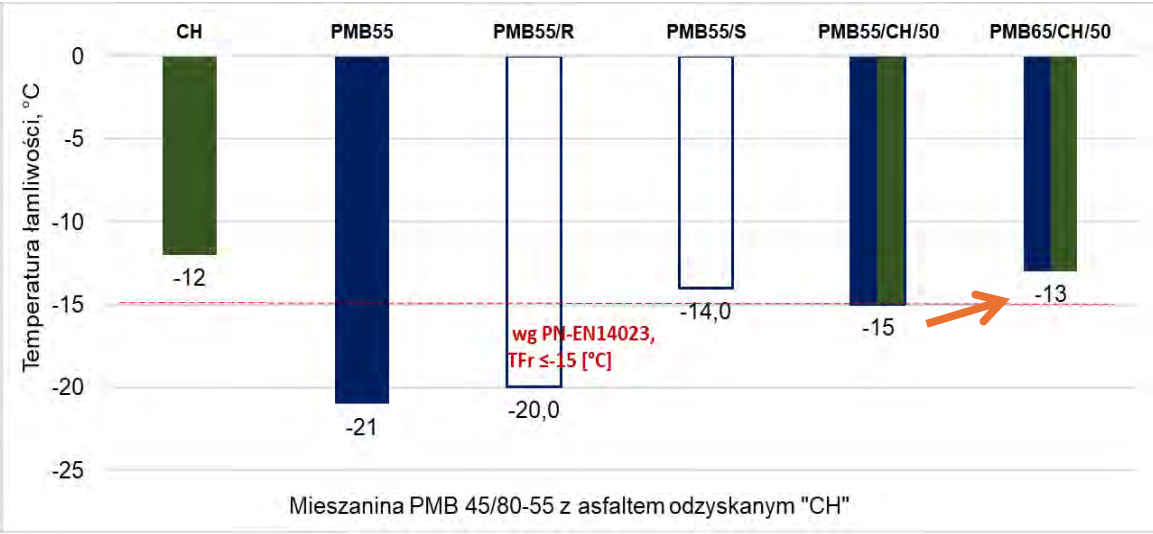
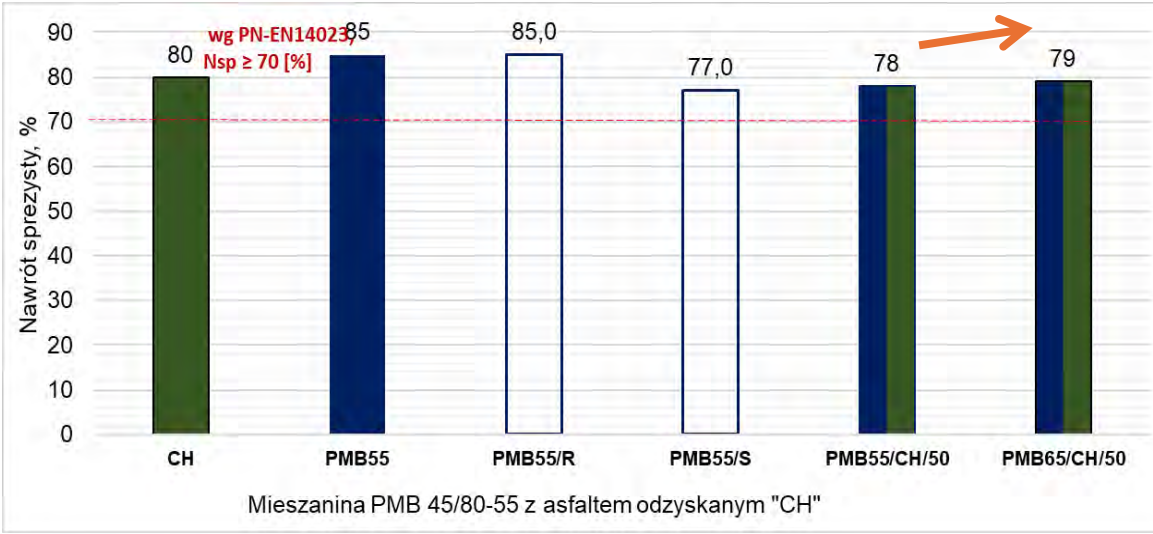
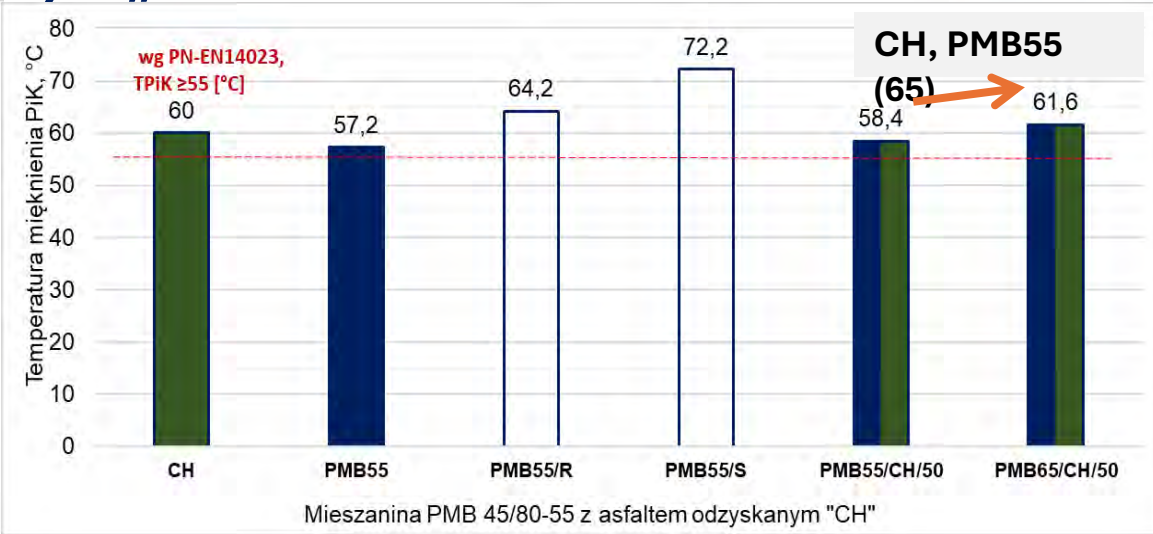
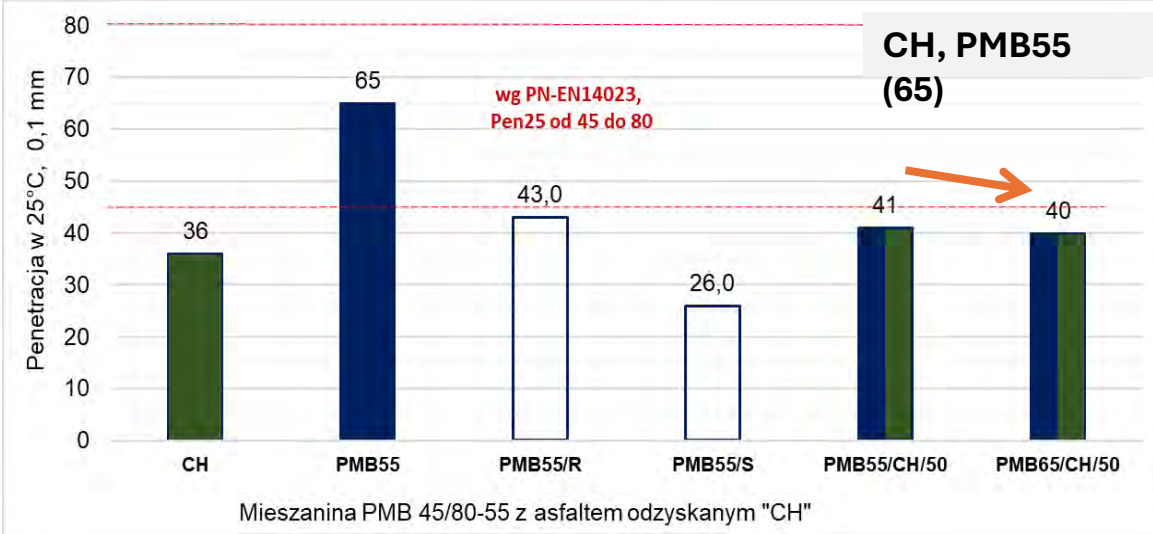
Ocena potrzeby stosowania „Dodatków do recyklingu” / (PMB 45/80-55) – „A1”



Ocena potrzeby stosowania „Dodatków do recyklingu” / (PMB 45/80-65) – „A1”



Ocena potrzeby stosowania „Dodatków do recyklingu” / (PMB 45/80-65) – „CH”



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

Najważniejsze wyniki:

- przy **BR30** część mieszanin spełniała wymagania funkcjonalne bez dodatków,
- przy **BR50** rosło ryzyko niespełnienia wymagań, szczególnie dla penetracji i temperatury łamliwości,
- w przypadku asfaltów z A1 potrzeba stosowania dodatków była wyraźniejsza niż dla CH.

Konieczność stosowania „Dodatków do recyklingu” zależy od:

- rodzaju granulatu,
- rodzaju świeżego polimeroasfaltu,
- poziomu zastąpienia BR.

Ocena skuteczności działania „Dodatków do recyklingu”

Ocena skuteczności działania „dodatków do recyklingu” „OSD”

- Dodanie do postarzonego asfaltu (PMB55 i PMB65 po RTFOT+PAV) 4 dodatków
- Wykonanie badań – wybór dwóch „ODŚWIEŻACZY” i badania mieszanin

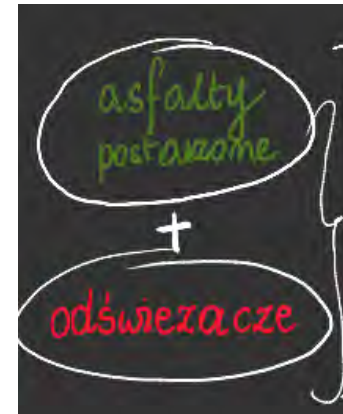
Sprawdzone dodatki do recyklingu:

(A), (E), (T5) i (IG) dozowano wg zaleceń producentów

Odświeżacze dodano od postarzonego asfaltu (**PMB55/S** i **PMB65/S** po RTFOT+PAV)

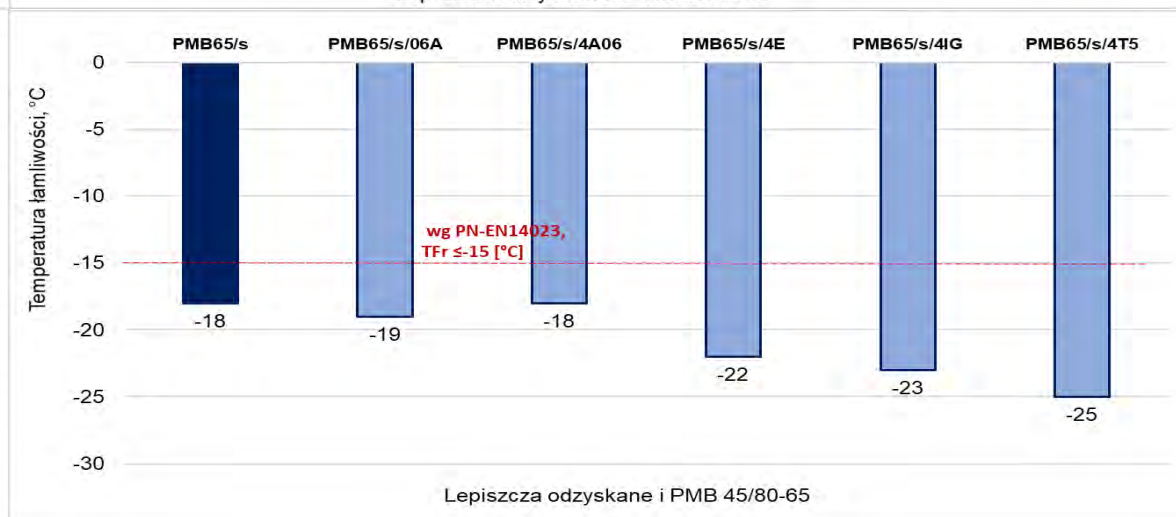
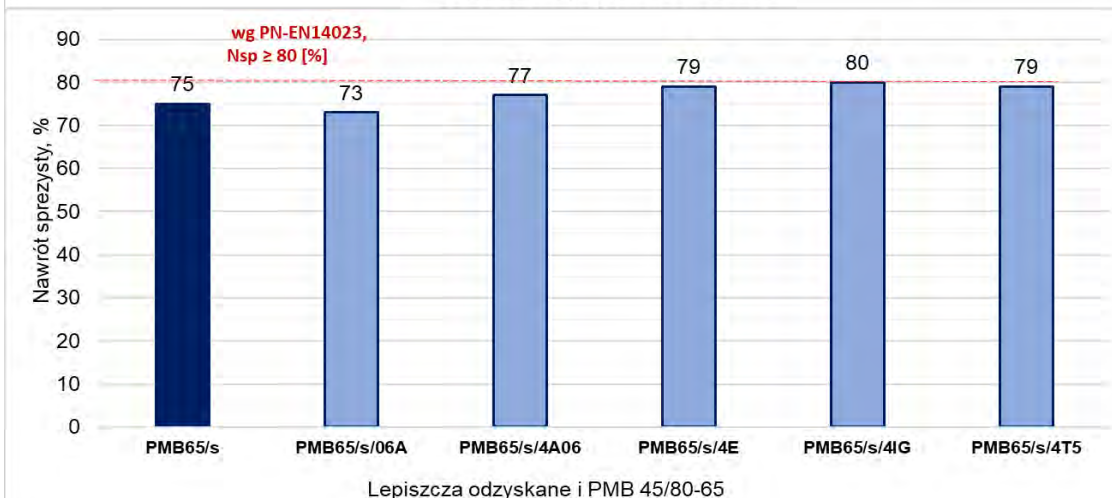
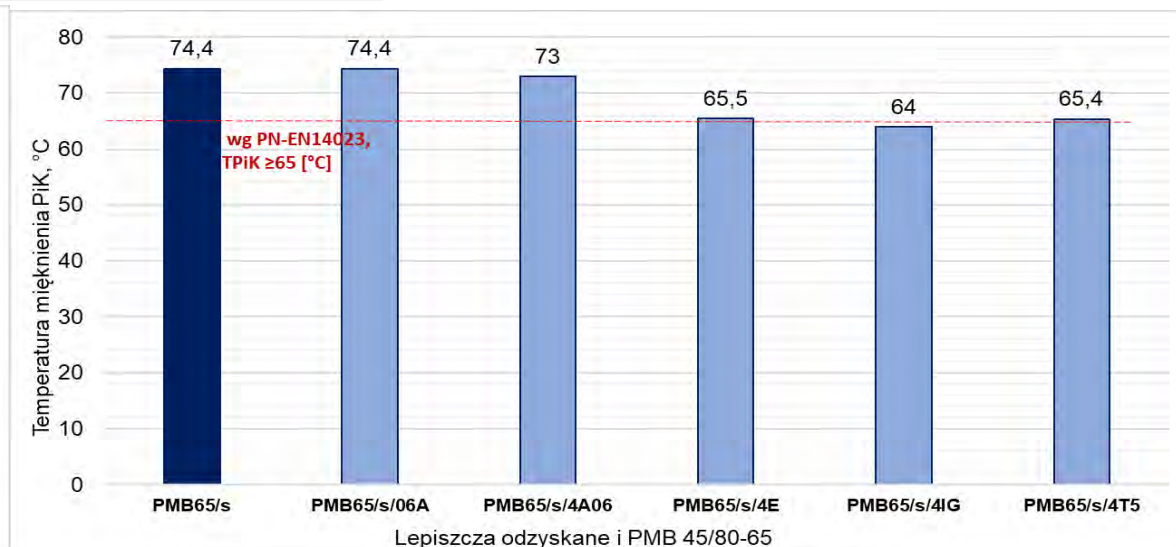
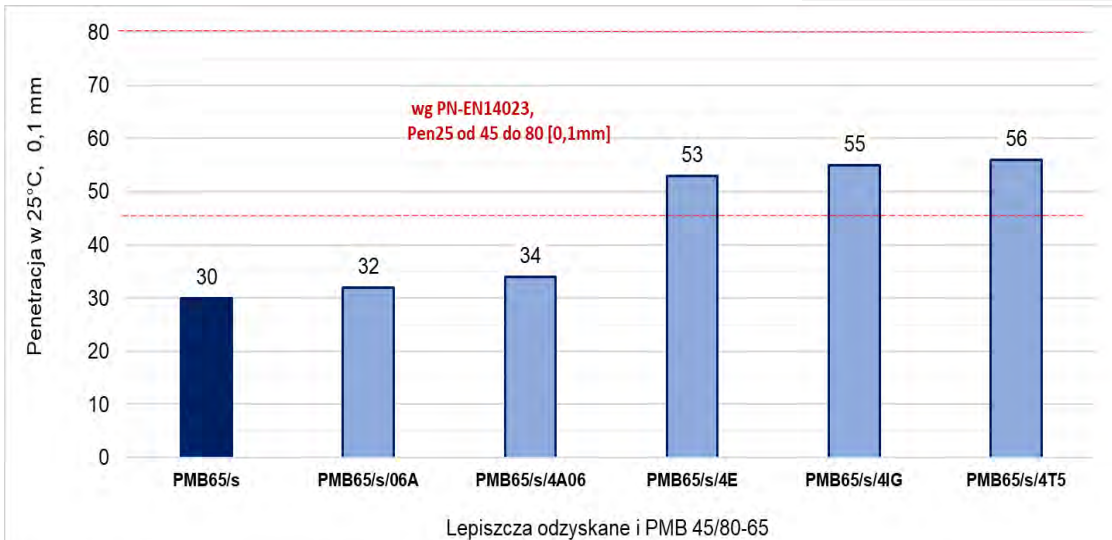
Odświeżacze (E), (T5), (IG) zastosowano w ilości 4% w stosunku do asfaltu.

Odświeżacz (A) zastosowano w ilości (06A) 0,6%, (3A) 3% w stosunku do asfaltu oraz (4A06) 4% zastosowano mieszaninę dodatku A (0,6%) z asfaltem 160/220 (3,4%)



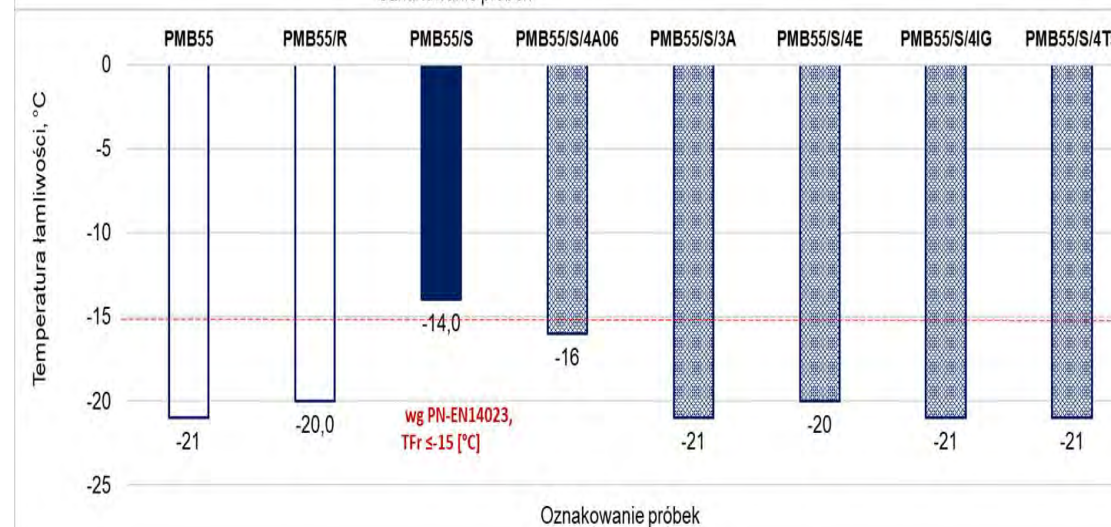
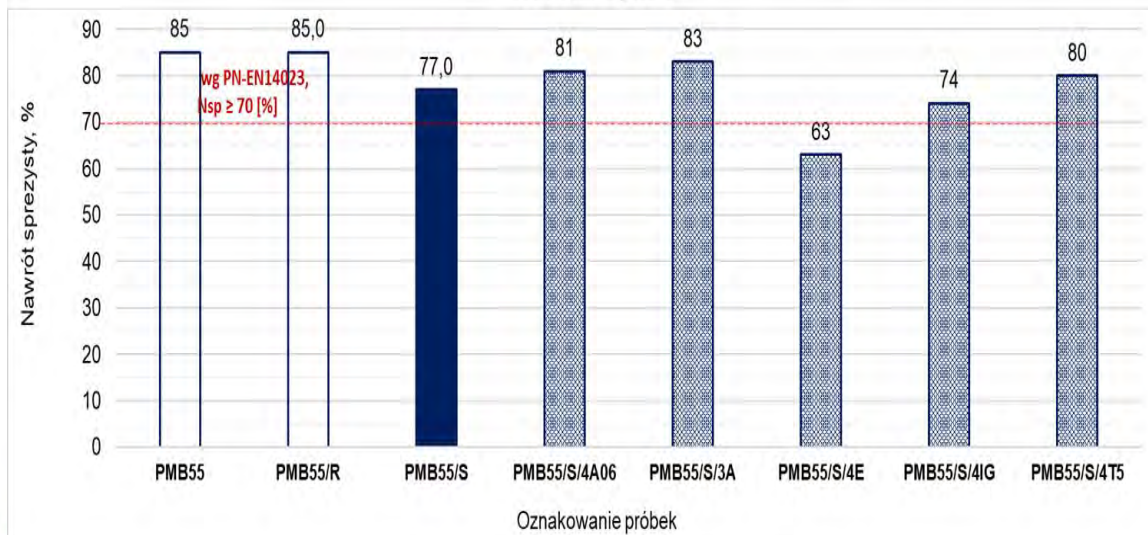
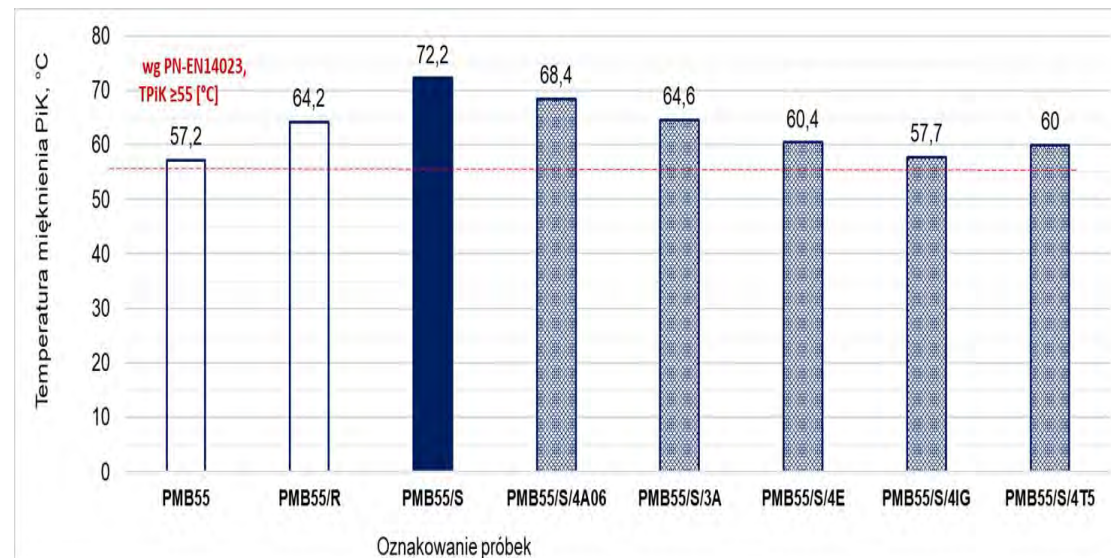
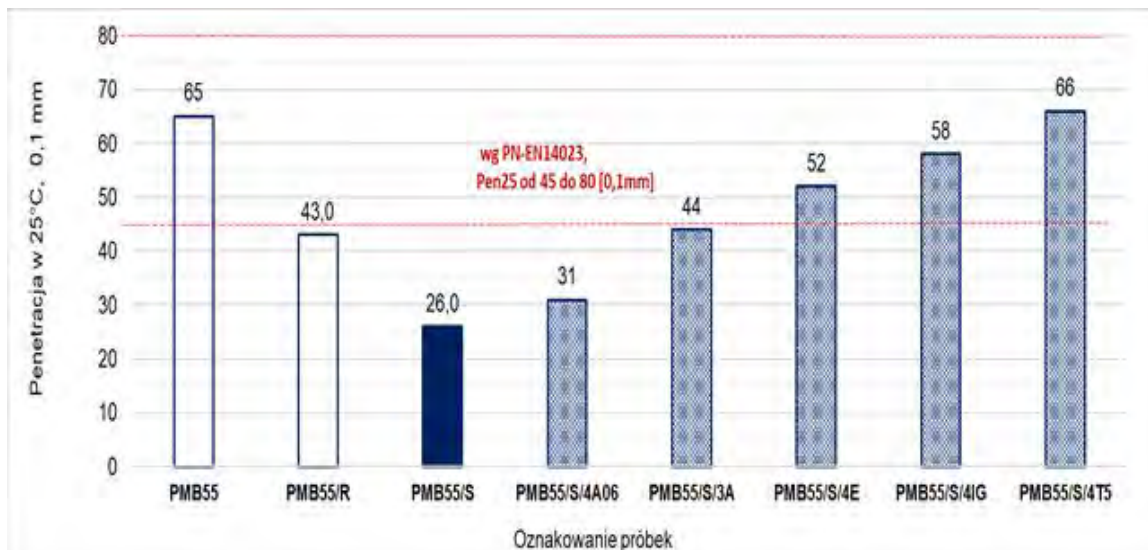
Ocena skuteczności działania „Dodatków do recyklingu” / (PMB 45/80-65)

PMB65/S + A, E, T5, IG



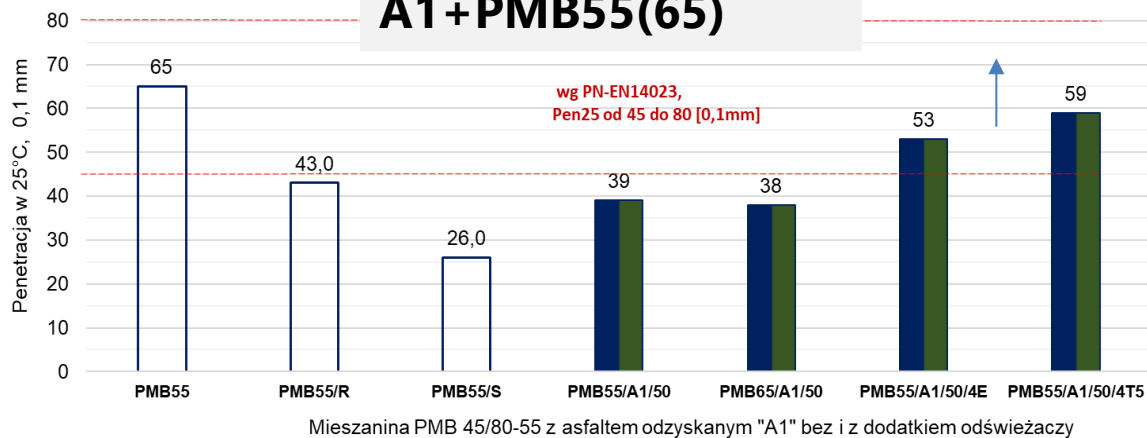
Ocena skuteczności działania „Dodatków do recyklingu” / (PMB 45/80-55)

PMB55/S + A, E, T5, IG

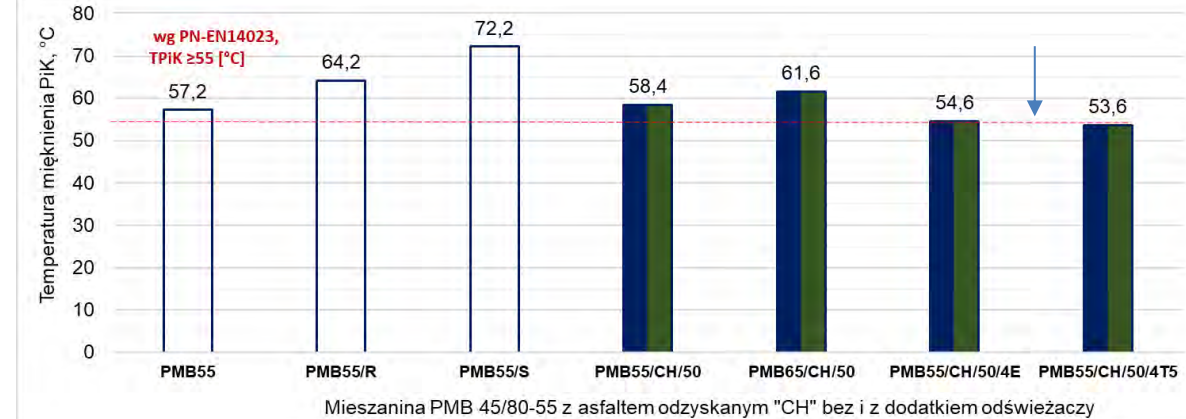
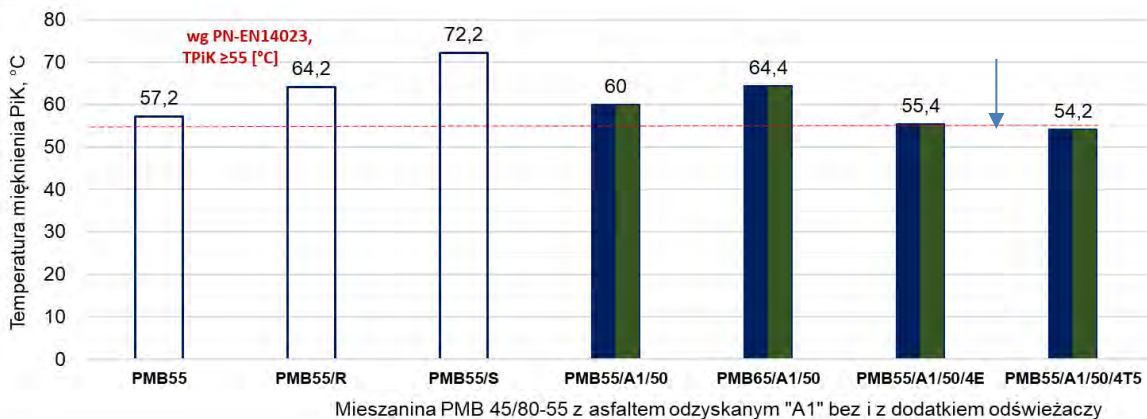
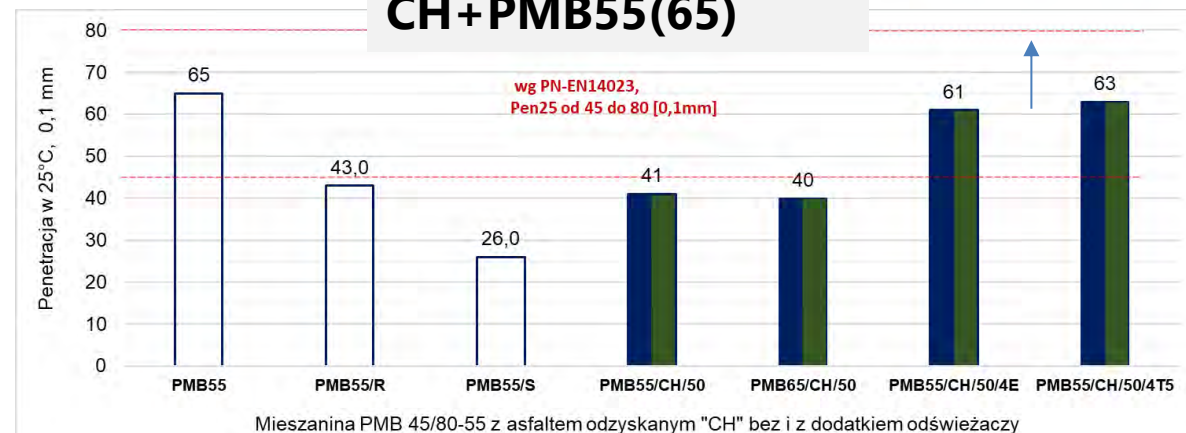


Ocena skuteczności działania „Dodatków do recyklingu” / mieszaniny

A1 + PMB55(65)



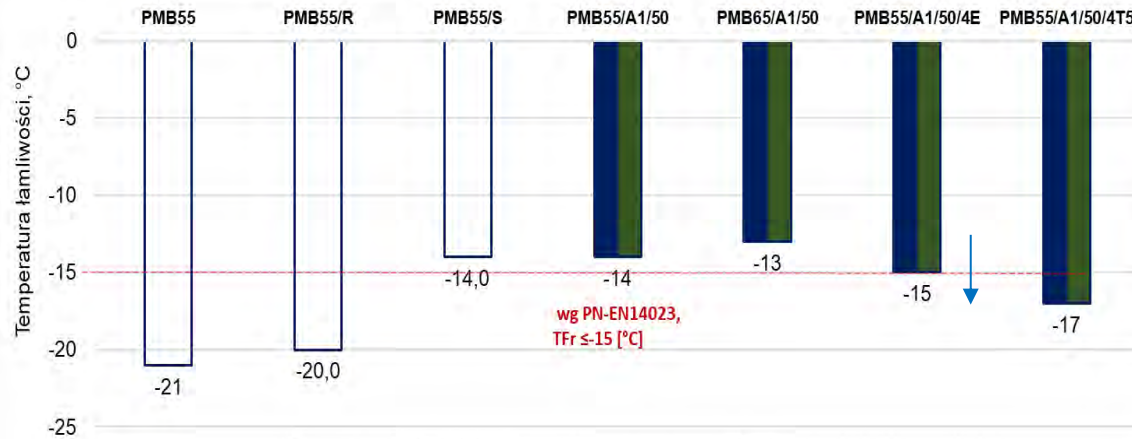
CH + PMB55(65)



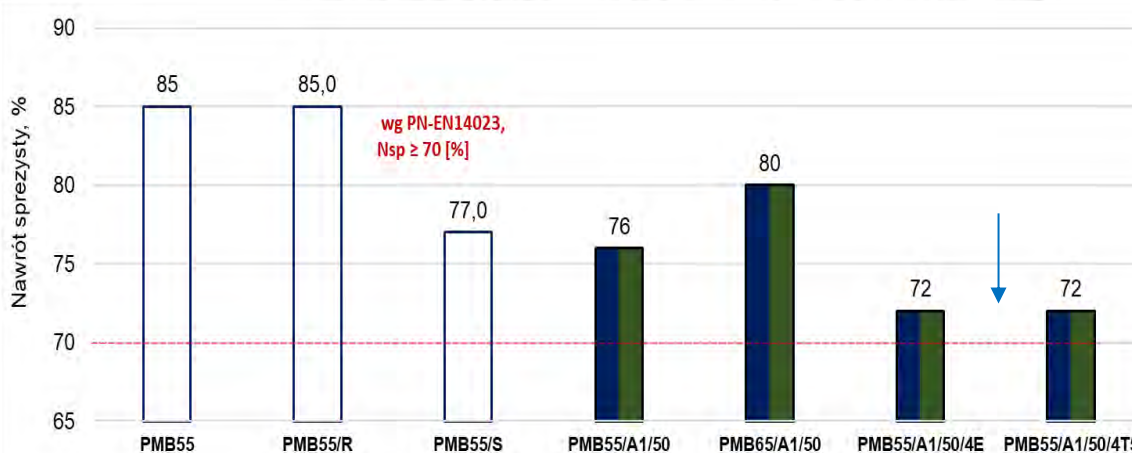
mieszaniny z asfaltami odzyskanymi + odświezacze

Ocena skuteczności działania „Dodatków do recyklingu” / mieszaniny

A1 + PMB55(65)

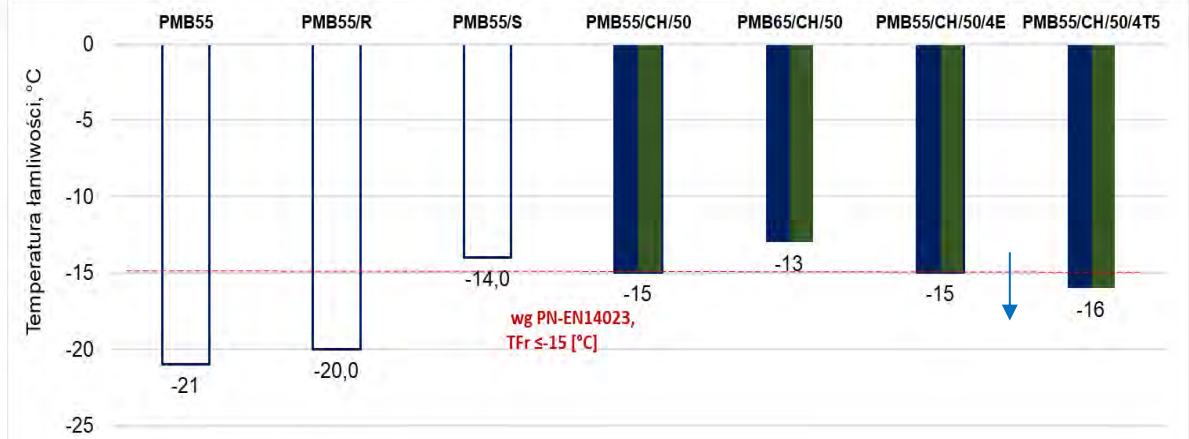


Mieszanina PMB 45/80-55 z asfaltem odzyskanym "A1" bez i z dodatkiem odświeżaczy

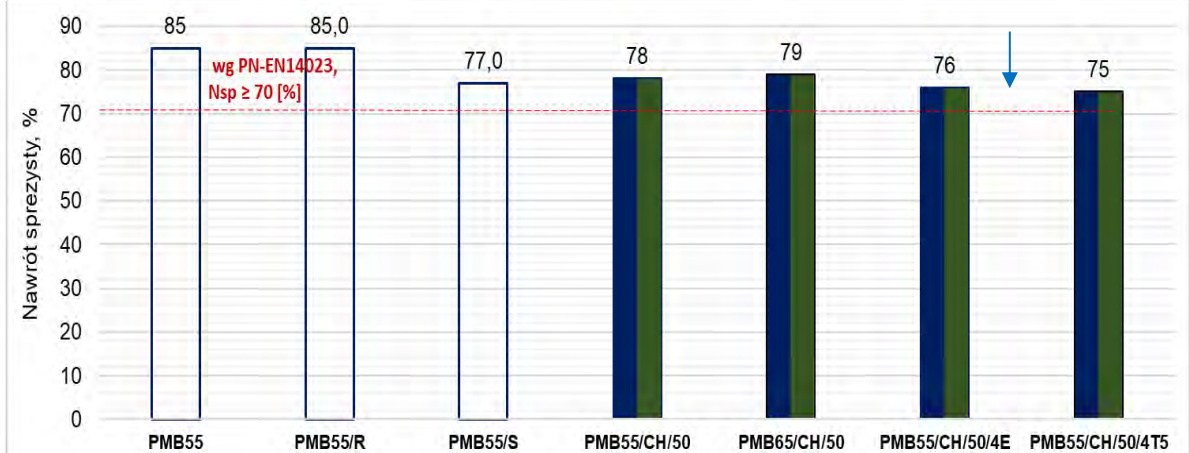


Mieszanina PMB 45/80-55 z asfaltem odzyskanym "A1" bez i z dodatkiem odświeżaczy

CH + PMB55(65)



Mieszanina PMB 45/80-55 z asfaltem odzyskanym "CH" bez i z dodatkiem odświeżaczy



Mieszanina PMB 45/80-55 z asfaltem odzyskanym "CH" bez i z dodatkiem odświeżaczy

WS1 – w mieszaninach zastosowanie dodatków powoduje wzrost Pen25 i obniżenie TpiK, Nsp, TFr

Wnioski – ocena skuteczności działania „Dodatków do recyklingu”

- **WS1** - zastosowanie dodatków do recyklingu z reguły powoduje:
Wzrost Pen25, Nsp, obniżenie T_{pik} oraz T_{Fr} (na mieszaninach obniżenie również Nsp)
- **WS2** - 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)

Najważniejsze obserwacje:

- mieszaniny z **PMB65** miały wyraźnie lepsze właściwości reologiczne niż mieszaniny z **PMB55**,
- zastosowanie dodatków często poprawiało konsystencję, ale nie zawsze odbudowywało cechy sprężyste układu polimerowego,
- część dodatków pogarszała parametry MSCR, mimo poprawy wyników funkcjonalnych.

Wniosek:

Ocena potrzeby stosowania „Dodatków do recyklingu” nie powinna opierać się wyłącznie na badaniach podstawowych — konieczna jest także analiza MSCR.

Porównanie metod badania – mieszanki laboratoryjne vs asfalt odzyskany z mm-a

Porównano dwa podejścia:

SRS – symulacja realnej sytuacji (mieszanki laboratoryjne asfaltów),

ORS – ocena realnej sytuacji (asfalt odzyskany z gotowej mieszanki mineralno-asfaltowej).

Najważniejsze obserwacje:

- asfalt odzyskany z gotowej mieszanki wykazywał często **lepsze wyniki MSCR** niż mieszanki laboratoryjne,
- metodyka przygotowania próbek ma istotny wpływ na ocenę właściwości,
- ocena tylko na podstawie mieszanin laboratoryjnych może prowadzić do zbyt ostrej kwalifikacji materiału.

Wniosek:

Wymagania projektowe powinny być weryfikowane także na asfaltach odzyskanych z rzeczywistych mieszanek mineralno-asfaltowych.

Wnioski ogólne

- Możliwe jest wykorzystanie destruktu SMA w nowych warstwach ściernalnych, ale wymaga to starannej kwalifikacji materiału,
- Rodzaj granulatu i rodzaj świeżego lepiszcza silnie wpływają na wynik końcowy,
- **PMB65** daje korzystniejsze efekty niż **PMB55** przy wyższych poziomach zastąpienia,
- Przy **BR50** często pojawia się potrzeba stosowania dodatków,
- Skuteczność dodatków należy oceniać zarówno funkcjonalnie, jak i reologicznie,
- Badanie **MSCR** jest niezbędne do prawidłowej interpretacji właściwości lepiszczy z udziałem GRA,
- Warto pomyśleć o wprowadzeniu na rynek „Dodatków do recyklingu” dedykowanych dla destruktu z polimeroasfaltami.



Renata Horodecka
renata.horodecka@ibdim.edu.pl

