



INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

Opracowanie wytycznych powtórne- go wykorzystania destruktu asfaltowego z warstw SMA do nowych warstw ścieralnych układanych w tej samej technologii

Projekt rSMA²

Wojciech Bańkowski

17.09.2024

Projekt rSMA2



Konkurs RID II

Projekt realizowany w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RID,
finansowany ze środków
Narodowego Centrum Badań i Rozwoju
oraz
Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad

Skład konsorcjum naukowego

Instytut Badawczy Dróg i Mostów (lider)

Dr hab. inż. Wojciech Bańkowski, prof. IBDiM

Zadania 3-5-7

Politechnika Gdańska

Dr hab. inż. Piotr Jaskuła, prof. PG

Zadania 1-4

Politechnika Warszawska

Dr inż. Adam Liphardt

Zadania 2-6

„Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu” (RID I/6, 2016-2018)

Finansowanie w ramach programu Rozwój Innowacji Drogowych ze środków NCBiR oraz GDDKiA.

Konsorcjum naukowe:

1. Instytut Badawczy Dróg i Mostów – lider
2. Politechnika Gdańska
3. Politechnika Warszawska
4. Politechnika Wrocławska
5. Politechnika Świętokrzyska
6. Instytut Ochrony Środowiska
7. Instytut Nowych Syntezy Chemicznych
8. Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"



8+1+1 oddzielnych zadań badawczych

Projekt InnGA



„Destrukt: Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej”

→ Finansowanie ze środków NCBiR

→ Realizacja 2015-2018

→ Konsorcjum:

→ Instytut Badawczy Dróg i Mostów (lider)

→ Politechnika Warszawska, Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych

→ BUDIMEX S.A



DOTACJE NA INNOWACJE

Wdrożenie

Odcinki testowe



Wdrożenie

Odcinki testowe.



UL. Kielecka – długość odcinka 440 m, szerokość 7,0 m.

- AC 11 S PWB 45/80 SS KR 3-4 – 15% GRA.
- AC 16 W PWB 25/55-60 KR 3-4 – 50% GRA.
- AC 22 P 20/50 KR 3-7 – 50% GRA.

Wdrożenie

Odcinki testowe.



- DK 78 – długość odcinka 1000 m, szerokość 2 x 3,5 m
- SM 11 PWB 45/80 SS KR 3-7 – 50% GRA.
- AC 16E 16 PWB 25/55-60 KR 3-7 – 50% GRA.



Cel projektu:

Opracowanie wytycznych powtórnego wykorzystania destruktu asfaltowego z warstw SMA do nowych warstw ścieralnych układanych w tej samej technologii

Część 1 - studialna

- studia literatury krajowej i zagranicznej w zakresie rozpoznania, pozyskania, oceny przydatności i przetwarzania destruktu z warstwy SMA, a także projektowania i produkcji mieszanki SMA z granulatem asfaltowym oraz wykonania nowej warstwy ścieralnej, analiza potencjału mieszanek stosowanych na drogach GDDKiA jako źródła destruktu oraz przegląd praktyk w zakresie recyklingu warstw SMA w Polsce.
- Opracowanie konspektu wytycznych

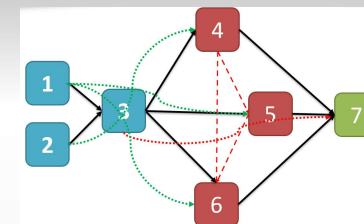
Część 2 - laboratoryjna

- określenia niezbędnych badań, jakim powinien być poddany destruktu asfaltowy SMA
- określenie sposobu jego przetworzenia,
- opracowania wytycznych projektowania mieszanek SMA z granulatem asfaltowym
- określenie technologii produkcji mieszanki i wykonania nowej warstwy ścieralnej.

Zakończenie

- opracowanie wytycznych

Harmonogram



Zadanie	Tytuł zadania	Wykonawca	2023					2024					2025											
			9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
1	Analiza istniejących wytycznych oraz literatury dotyczących postępowania z destruktem asfaltowym z warstw ścieralnych SMA oraz jego powtórnego użycia w wykonaniu warstw ścieralnych tego samego rodzaju	PG	█	█	█	█	█																	
2	Określenie technologii pozyskiwania destruktu asfaltowego oraz jego przetwarzania	PW	█	█	█	█	█																	
3	Opracowanie koncepcji wytycznych oraz określenie zakresu niezbędnych dalszych prac laboratoryjnych i analitycznych	IBDiM	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
4	Prace badawcze związane z określeniem procedur niezbędnych do oceny jakości i sposobu przetworzenia destruktu asfaltowego z warstwy ścieralnej SMA	PG				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
5	Prace badawcze dotyczące projektowania mieszank SMA z wykorzystaniem destruktu asfaltowego z frezowania warstwy SMA	IBDiM						█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
6	Prace badawcze związane z określeniem technologii produkcji mieszanki SMA z wykorzystaniem destruktu z warstwy SMA	PW							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
7	Opracowanie wytycznych technicznych projektowania i wykonywania warstwy ścieralnej SMA z zastosowaniem destruktu pochodzącego z warstwy SMA	IBDiM																			█	█	█	█

Zadanie 1

Analiza istniejących wytycznych oraz literatury dotyczących postępowania z destruktem asfaltowym z warstw ściernalnych SMA oraz jego powtórnego użycia w wykonaniu warstw ściernalnych tego samego rodzaju

Cel główny:

Przegląd stanu wiedzy zakresie recyklingu SMA (bez technologii pozyskania i przetwarzania – zad. 2)

Literatura

- **Zebrano ponad 300 pozycji (2003-2023) – artykuły, raporty badawcze, specyfikacje**
 - **Ostatecznie wykorzystano 150 pozycji z zebranych zasobów:**
 - Scopus, Web of Science, Science
 - Techniczne raporty z USA (DOT, FHWA uczelnie) i EU (projekty i uczelnie)
 - Materiały konferencyjne
 - Specyfikacje Techniczne

Wybrane wnioski

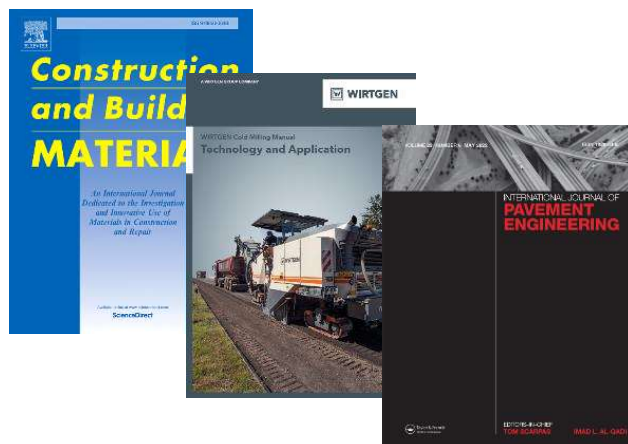
- Recykling warstw ściernalnych SMA nie jest powszechnie stosowany – ograniczenia i specyfika:
 - wymagania, starzenie, stosunkowo małe ilości, wysoka lepkość asfaltu, głównie PMB
 - Do SMA tylko granulaty SMA
- BR zależy od uziarnienia, typu i właściwości asfaltu, zdolności do wymieszania z nowym asfaltem
- Środki odmładzające przy zwiększonym BR wydają się niezbędne, ważna jest trwałość w czasie, korzystne stosowanie środków na bazie polimerów, dobór pod względem kompatybilności i ilości
- Konieczna kontrola właściwości niskotemperaturowych i odporności na koleinowanie, ew. zmęczenia
- Ważna jest technologia produkcji, recykling na miejscu jest zbyt ryzykowny
- Istnieje możliwość projektowania i wykonywania SMA z granulatem do 30%. Większe zawartości wymagają korzystnych właściwości granulatu, jego frakcjonowania oraz dostępności odpowiedniej technologii produkcji



➤ Studia literatury krajowej i zagranicznej

- Kwerenda baz publikacyjnych: Taylor&Francis, MDPI, Science Direct – artykuły naukowe
- Inne zasoby internetowe, w tym portale organizacji branżowych – raporty z badań, publikacje branżowe
- Przeanalizowano łącznie 46 źródeł w tym: 24 artykuły naukowe, 22 raporty i publikacje branżowe
- Analiza przeprowadzono z podziałem na 5 zagadnień:

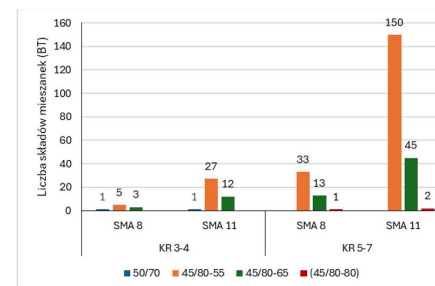
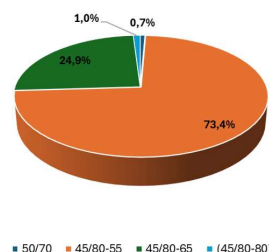
- rozpoznanie odcinków
- frezowanie
- przesiewanie
- granulacja
- przechowywanie



➤ Analiza doświadczeń GDDKiA i firm wykonawczych

- sformułowano 31 pytań w 5 grupach tematycznych:
- uzyskano kompletne odpowiedzi od 5 firm wykonawczych o ogólnokrajowym zasięgu działania
- ocena wytycznych opracowanych w ramach projektu RID-I-06
- analiza właściwości mieszanek SMA wbudowanych na sieci dróg krajowych
- wybór odcinków dróg do pozyskania destruktywów z warstw SMA

Rodzaje asfaltów zastosowanych w mieszankach SMA na sieci dróg GDDKiA:





**INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW**
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

Opracowanie koncepcji wytycznych oraz określenie zakresu niezbędnych dalszych prac laboratoryjnych i analitycznych

Zadanie 3

IBDiM

Projekt (draft) wytycznych

Jeden dokument, projekt 38 stron

Aktualnie dokument jest po II turze uzgodnień z GDDKiA

Dokument będzie uzupełniany i korygowany po fazie badawczej

Podstawa:

1. Przegląd stanu wiedzy w zadaniu 1 i 2
2. Badania ankietowe w zakresie recyklingu
3. Uwagi do wytycznych RID I/6
4. Odpowiedzi z GDDKiA i od Wykonawców
5. Wytyczne 9.2.1-9.2.3 (RID I/6)

1.	PRZEDMIOT I ZAKRES STOSOWANIA	5
2.	SPECYFIKA RECYKLINGU MIESZANEK SMA	6
3.	PODSTAWOWE DEFINICJE	7
4.	FREZOWANIE, PRZYGOTOWANIE ORAZ SKŁADOWANIE DESTRUKTU	9
4.1.	FREZOWANIE SELEKTYWNE WARSTW SMA	9
4.2.	FRAKCJONOWANIE I PRZESIEWANIE	14
4.3.	GRANULOWANIE	15
4.4.	SKŁADOWANIE	18
5.	BADANIA I OCENA DESTRUKTU ASFALTOWEGO	20
5.1.	WPROWADZENIE	20
5.2.	LICZBA I SPOSÓB POBRANIA PRÓBEK DESTRUKTU ASFALTOWEGO	21
5.3.	METODY BADAŃ I WYMAGANIA	22
5.4.	DEKLARACJA WŁAŚCIWOŚCI GRANULATU ASFALTOWEGO	24
6.	PROJEKTOWANIE MIESZANEK SMA Z GRANULATEM ASFALTOWYM	26
6.1.	ZASADY OGÓLNE	26
6.2.	ZAKRES STOSOWANIA GRANULATU ASFALTOWEGO W MIESZANKACH SMA	26
6.3.	PROJEKTOWANIE SKŁADU MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH SMA Z GRANULATEM ASFALTOWYM	28
6.4.	OCENA WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH SMA Z GRANULATEM ASFALTOWYM	31
7.	TECHNOLOGIA PRODUKCJI I UKŁADANIA MIESZANEK SMA Z GRANULATEM ASFALTOWYM	33
7.1.	ZASADY OGÓLNE	33
7.2.	METODA DOZOWANIA GRANULATU NA ZIMNO	34
7.3.	METODA DOZOWANIA GRANULATU NA GORĄCO	35

Zadanie 4

Prace badawcze związane z określeniem procedur niezbędnych do oceny jakości i sposobu przetworzenia destruktu asfaltowego z warstwy ścieralnej SMA

- 1) **Wybór mieszanek SMA oraz destruktu SMA** powstałego w wyniku frezowania warstwy ścieralnej wykonanej z mieszanek typu SMA, do przeprowadzenia badań laboratoryjnych.
- 2) **Określenie składu i podstawowych właściwości** mieszanek SMA oraz destruktu po frezowaniu.
- 3) **Badania asfaltu** uzyskanego z ekstrakcji wybranych destruktu asfaltowych.
- 4) **Badanie kruszywa** uzyskanego w wyniku ekstrakcji destruktu asfaltowego oraz po ekstrakcji rdzeni pobranych z warstwy ścieralnej z SMA.
- 5) **Badania próbek zaprawy asfaltowej** wydzielonej z pobranych próbek destruktu asfaltowego oraz badania próbek mieszanin zaprawy wydzielonej z destruktu asfaltowego z nowymi składnikami (asfalt i drobne frakcje mineralne) dla dwóch ustalonych wartości wskaźnika zastąpienia lepiszcza BR.
- 6) **Analiza** uzyskanych wyników oraz określenie zależności pomiędzy wynikami poszczególnych badań.
- 7) **Wybór procedur badawczych** rekomendowanych do stosowania w wytycznych oraz procedur badawczych uzupełniających.



Prace badawcze dotyczące projektowania mieszanek SMA z wykorzystaniem destruktu asfaltowego z frezowania warstwy SMA



**INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW**
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

Zadanie 5

IBDiM

Cele zadania 5:

1. Prace badawcze dotyczące **projektowania mieszanek SMA** z wykorzystaniem granulatu asfaltowego z frezowania warstwy SMA
 - Badania w zakresie stosowania środków odświeżających, stabilizatora, środków adhezyjnych
 - Projektowanie składów mieszanek o różnej zawartości GRA
 - Badania rozszerzone MMA (TSRST, SCB, ITS, moduł zespolony, skurcz termiczny)
2. Zalecenia i wymagania w zakresie projektowania do wykorzystania w Wytycznych
3. Składy mieszanek do wykorzystania w zadaniu 6

Etapy realizacji zadania 5

- 5.1 Badania materiałów składowych (kruszywa i asfalty) do mieszanek SMA
- 5.2 Charakterystyka właściwości granulatów asfaltowych (skład, uziarnienie, zawartość lepiszcza, właściwości asfaltu odzyskanego)
- 5.3 Analiza właściwości mieszanin asfaltu świeżego i odzyskanego oraz ocena wpływu odświeżaczy na asfalty odzyskane
- 5.4 Zaprojektowanie składów mieszanek SMA w różnych wariantach składu i uziarnienia
- 5.5 Ocena potrzeby stosowania środków adhezyjnych i stabilizatora
- 5.6 Ocena funkcjonalna właściwości mieszanek SMA
- 5.7 Analiza wyników

REALIZACJA ETAP 5.2 - Charakterystyka właściwości granulatów asfaltowych (skład, uziarnienie, zawartość lepiszcza, właściwości asfaltu odzyskanego)

MATERIAŁY DO BADAŃ:

- (GRA_11_A1) Granulat asfaltowy – 22,4 GRA 0/11 pochodzący z frezowania SMA11, autostrada A1 (SKANSKA, 2007, Modbit 80B, Gabro, Braszowice)
- (GRA_11_S7) Granulat asfaltowy – 22,4 GRA 0/11 pochodzący z frezowania SMA11, droga S7
- (GRA_8_CH) Granulat asfaltowy – GRA 0/8 pochodzący z frezowania SMA8, ul. Chodecka W-wa (gabro/bazalt, PMB 45/80-55, rok 2010, Bilfinger)
- Asfalty odzyskane z granulatów asfaltowych GRA_11_A1, GRA_11_S7, GRA_8_CH

ZAKRES

- Wyznaczenie krzywej uziarnienia granulatów (tzw. czarna krzywa).
- Określenie składu granulatów (zawartość lepiszcza, uziarnienie kruszywa (tzw. biała krzywa)).
- Badania asfaltów odzyskanych z granulatów w zakresie: penetracji, temperatury mięknięcia, temperatury łamliwości Fraassa, nawrotu sprężystego oraz badaniom reologicznym MSCR.

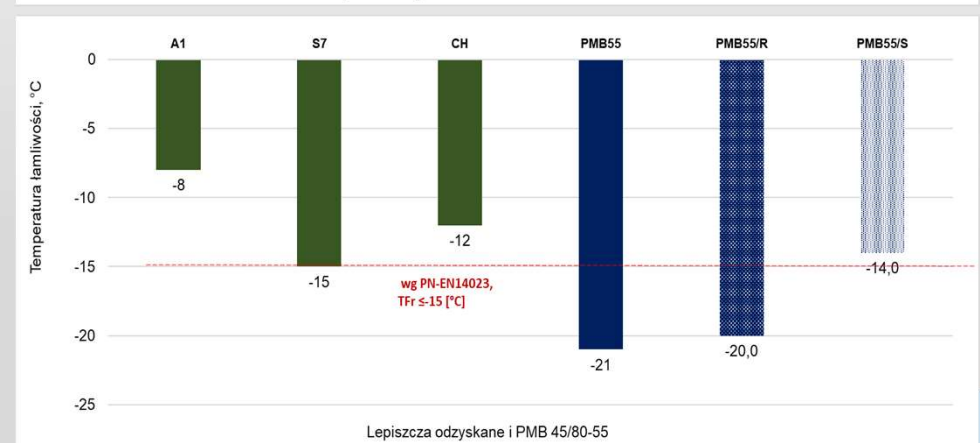
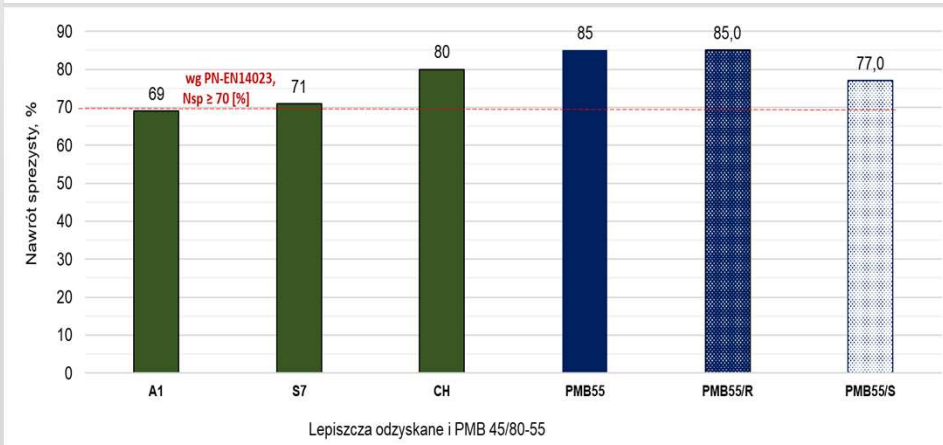
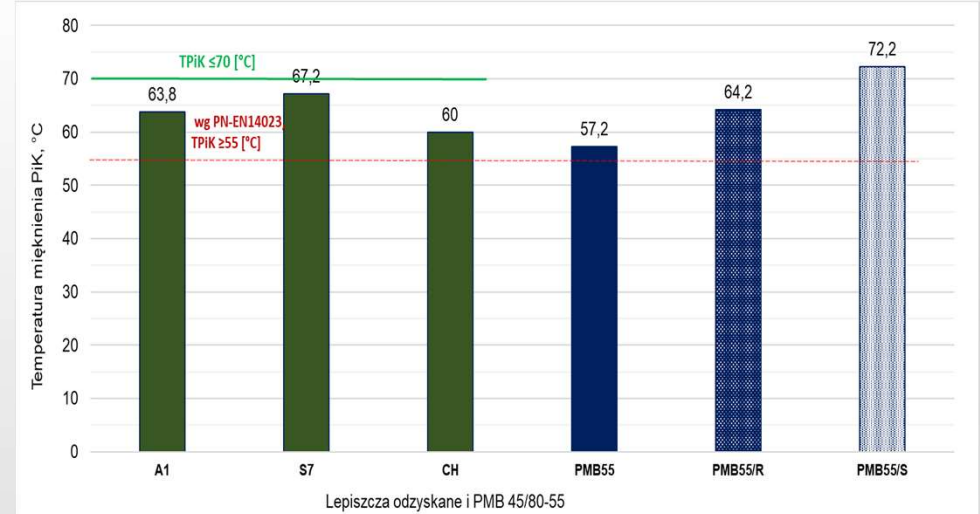
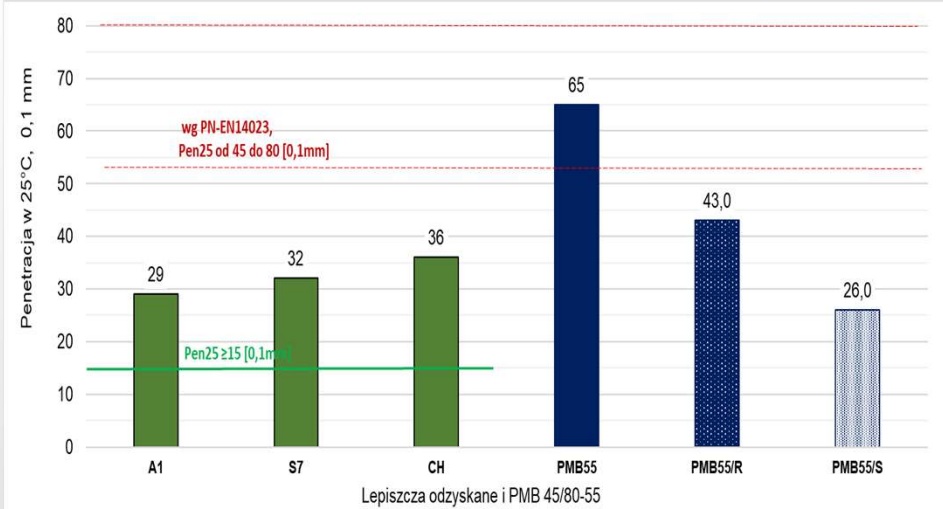
REALIZACJA ETAP 5.2 - Charakterystyka właściwości granulatów asfaltowych (skład, uziarnienie, zawartość lepiszcza, właściwości asfaltu odzyskanego)

Właściwości asfaltów odzyskanych z granulatów asfaltowych A1, S7, CH

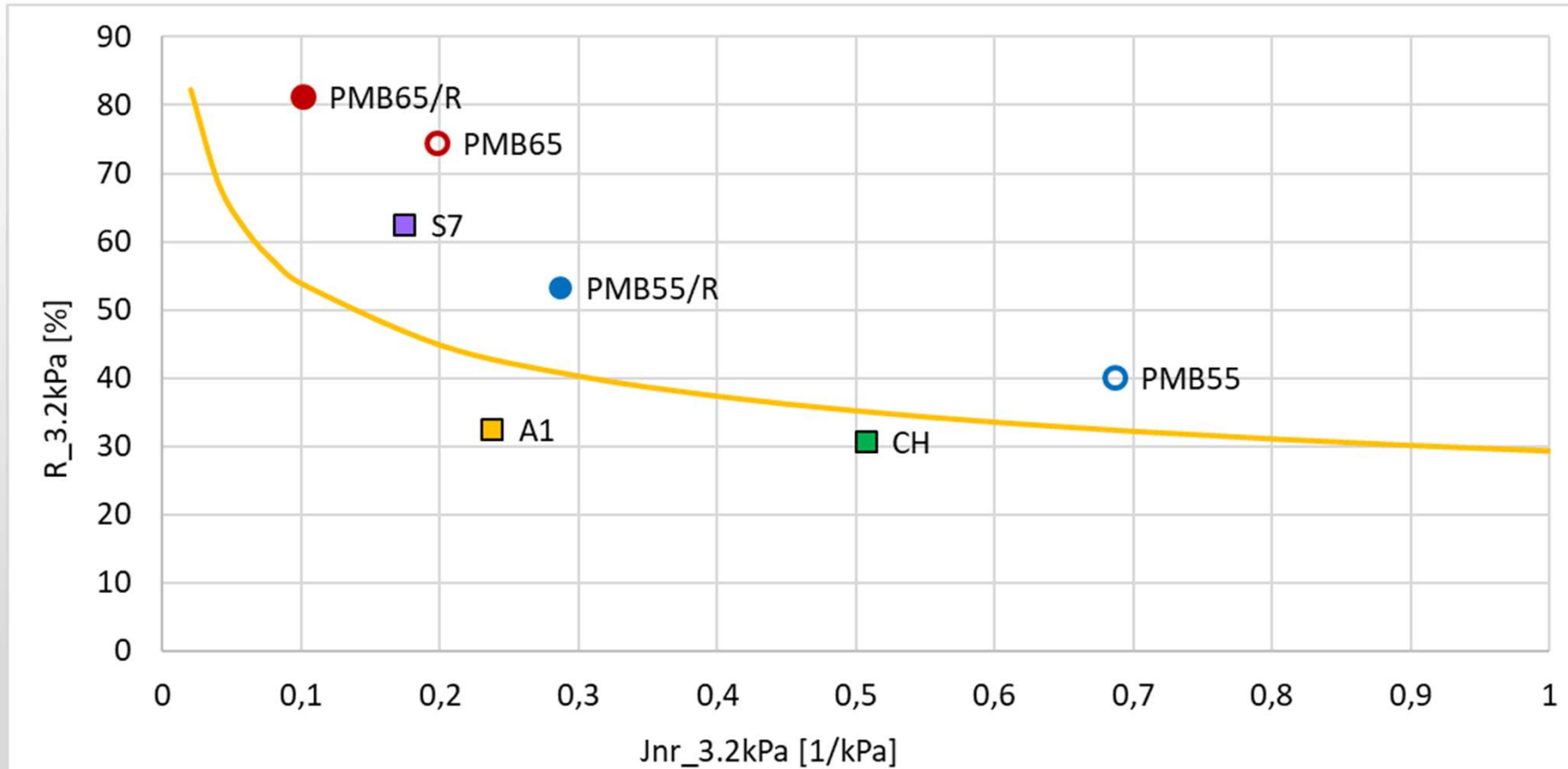
Właściwość	Asfalt odzyskany z granulatu asfaltowego			Wymagania wg PN-EN 14023 wobec	
	GRA_11_A1	GRA_11_S7	GRA_8_CH	PMB 45/80-55	PMB 45/80-65
	A1	S7	CH		
Penetracja w temperaturze 25°C, 0,1 mm	29	32	36	45-80	45-80
Temperatura mięknięcia PiK, °C	63,8	67,2	60	≥55	≥65
Temperatura łamliwości Fraassa, °C	-8	-15	-12	≤-15	≤-15
Nawrót sprężysty w 25°C, %	69	71	80	≥70	≥80

S_{70} , P_{15} – Warunki spełnione

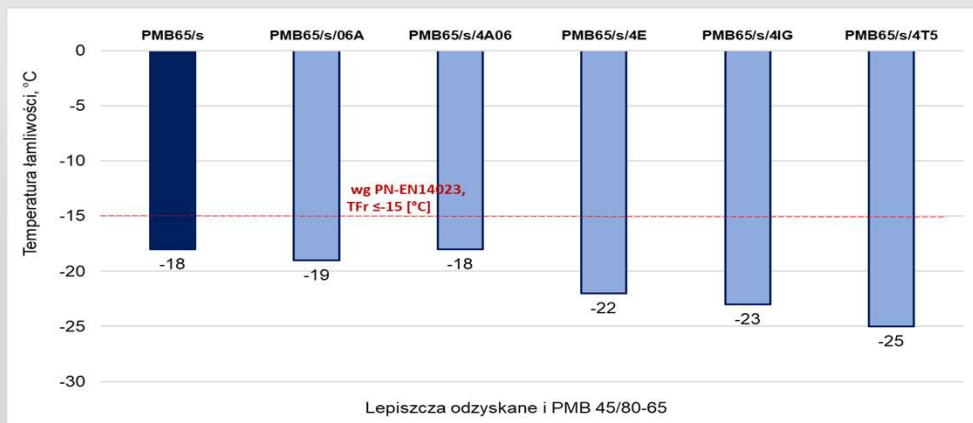
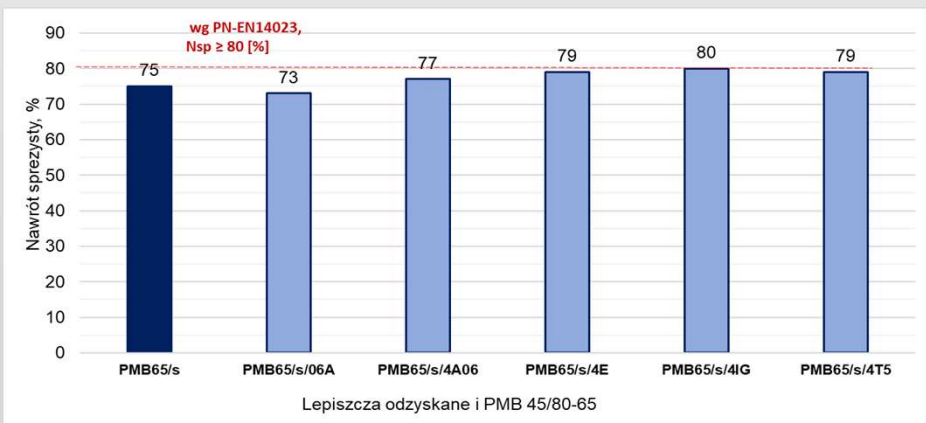
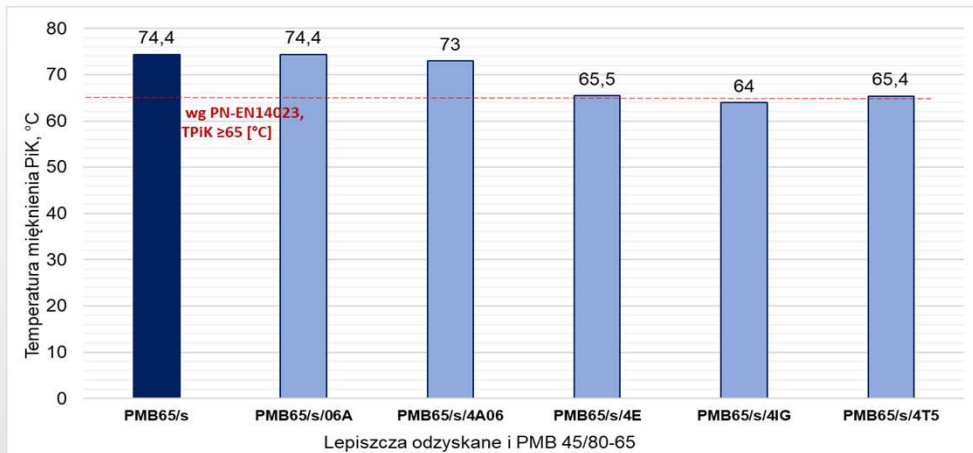
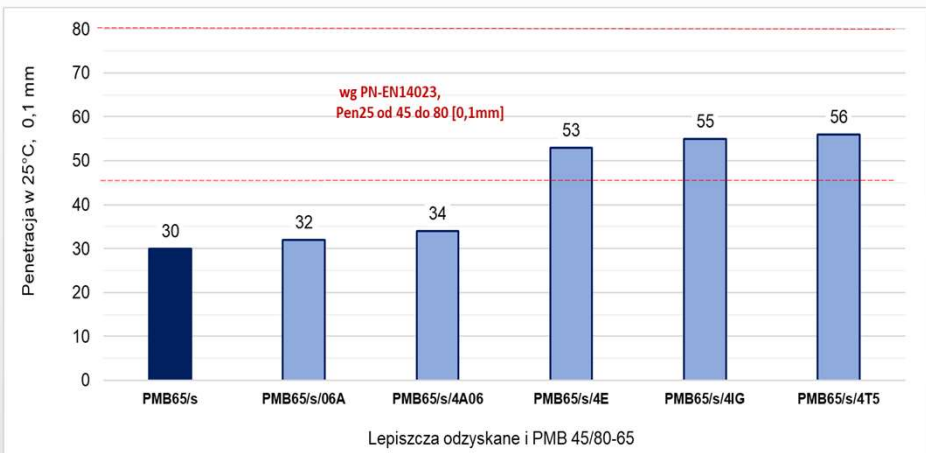
Porównanie właściwości asfaltów odzyskanych do PMB 45/80-55



5.2 MSCR



Ocena skuteczności działania "ODŚWIEŻACZY" (PMB 45/80-65)



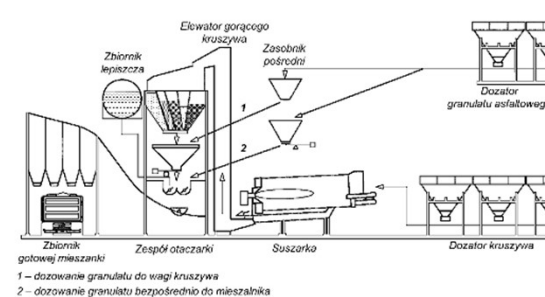
- Uzyskano pozytywne wyniki dla dwóch mieszanek SMA 8 i SMA 11, BR do 50% (zawartość GRA 57-60%)
- Parametrem krytycznym w projektowaniu była zawartość wolnych przestrzeni
- W dalszej kolejności:
 - Badania dodatkowe i funkcjonalne
 - TSRST, SCB, E, współczynnik rozszerzalności termicznej
 - Próba projektowania BR=60%
 - Dodatkowa recepta SMA 11 z PMB 45/80-65



Zadanie realizowane przez Politechnikę Warszawską:

Zadanie 6: Prace badawcze związane z określeniem technologii produkcji mieszanki SMA z wykorzystaniem destruktu z warstwy SMA

Dozowanie gorąco/ciepo/zimno, dodatki WMA, kolejność dozowania, aktywacja lepiszcza, max. BR ze względu na technologię dozowania





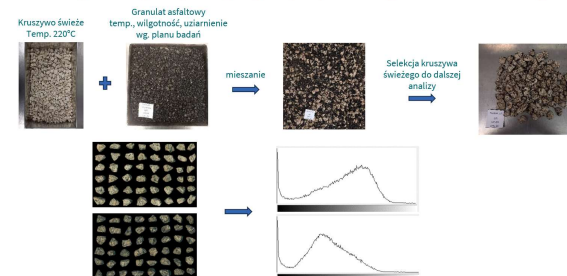
- Cel – ocena w jakim stopniu lepiszcze z granulatu asfaltowego bierze udział w procesie mieszania w zależności od przyjętych warunków technologicznych
- Zmienne niezależne:
 - 3 granulaty asfaltowe (SMA 11 – A1, S7; SMA 8 – ul. Chodecka)
 - uziarnienie granulatu - dwie frakcje (0/8, 8/22)
 - 3 temperatury dozowania granulatu (25 °C, 80 °C, 135 °C)
 - 3 poziomy wilgotności (0 %, 2 %, 4 %)
- Pozostałe parametry badania:
 - jedno kruszywo świeże dozowane w stałej temperaturze
 - jeden czas mieszania (40s)
 - proporcje mieszanki (50% kruszywo świeże/50% granulaty asfaltowe)

łącznie
56
układów



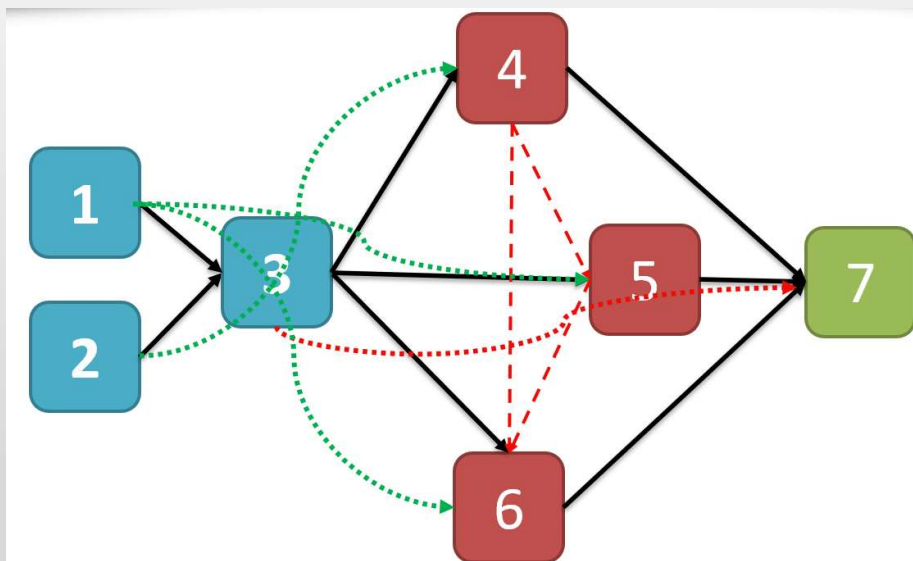
Wynik:
stopień pokrycia kruszywa
świeżego lepiszczem z destruktu
↓
stopień aktywacji lepiszcza

➤ Ocena stopnia aktywacji i redystrybucji lepiszcza z granulatu asfaltowego



Zadanie 7:

Opracowanie wytycznych technicznych projektowania i wykonywania warstwy ścieralnej SMA z zastosowaniem destruktu pochodzącego z warstwy SMA



RID ROZWOJ INNOWACJI BUDOWYCH	Konkurs RID II
Projekt realizowany w ramach Wspólnego Przedsięwzięcia RID, finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad	
Przedmiot umowy pt: Wytyczne techniczne projektowania i wykonywania warstwy ścieralnej SMA z zastosowaniem destruktu pochodzącego z warstwy SMA Tytuł przedmiotu umowy: Opracowanie wytycznych powierzchni wykorzystania destruktu asfaltowego z warstw SMA do nowych warstw ścieralnych układanych w tej samej technologii	
Akronim Projektu: Numer umowy: Lider i Współwykonawcy:	rSMA2 RID2/0009/2022 Instytut Badawczy Dróg i Mostów (Lider) Politechnika Gdańska Politechnika Warszawska
Kierownik Projektu: Data rozpoczęcia: Data zakończenia:	dr hab. inż. Wojciech Bańkowski 15.08.2023 15.03.2026
GDDKiA	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Dziękuję za uwagę



**INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW**
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

Wojciech Bańkowski
wbankowski@ibdim.edu.pl