

# KONFERENCJA - Nowoczesne nawierzchnie drogowe

Recykling w konstrukcjach nawierzchni drogowych

## CONFERENCE - Modern Road Pavements

Recycling in road pavement structures



[mrp23.ibdim.edu.pl](http://mrp23.ibdim.edu.pl)

Warsaw, 18 October 2023

MRP'23

## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych

*Marcin Gajewski<sup>1</sup>, Renata Horodecka<sup>1</sup>, Wojciech Bańkowski<sup>1</sup>,  
Aleksandra Grzegórska<sup>2</sup>, Maciej Kłopotociński<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> IBDiM, Warszawa

<sup>2</sup> Green Park VI Sp. z o.o., Aleksandrów Kujawski



Prace wykonano w ramach projektu pt. **„Opracowanie synergicznej technologii przetwarzania odpadów polimerowych na komponenty asfaltów”** realizowanego w latach 2018-2023 we współpracy z firmą **Green Park VI Sp. z o. o.** która, zajmuje się prowadzeniem **badania rozwojowych nad technologiami recyklingu i przetwarzania odpadów** i współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach I Osi priorytetowej: „Wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa” Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, 2014 – 2020. Głównym nurtem prac jest zagospodarowanie tworzyw sztucznych znajdujących się na składowiskach, dla których ze względu na wysoki poziom zabrudzeń, nie ma skutecznego sposobu przetwarzania. →(sesja posterowa)



## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



### Cele projektu:

➤ **zagospodarowanie** wysokokalorycznych **odpadów**

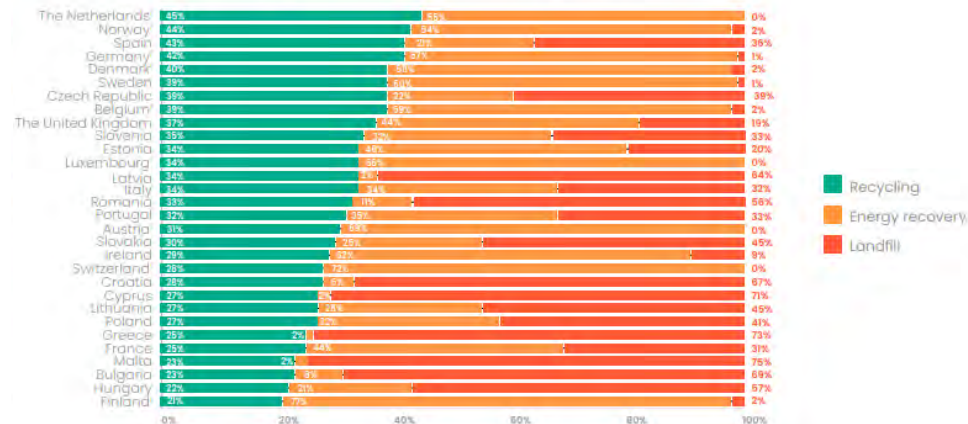
zalegających na **wysypiskach**, dla których nie ma skutecznego sposobu przetwarzania

➤ **wdrożenie technologii**, która przyczyni się do rozwiązania problemu utylizacji grupy odpadów zalegających na wysypiskach

➤ **zbudowanie zakładu** demonstracyjnego przy współudziale inwestora branżowego lub sprzedaż zaprojektowanej instalacji przemysłowej



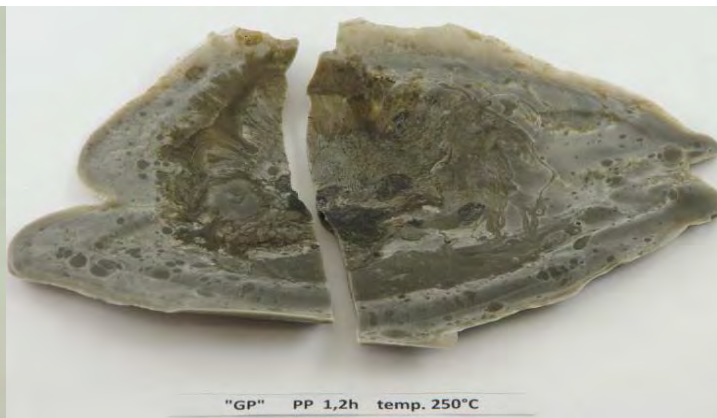
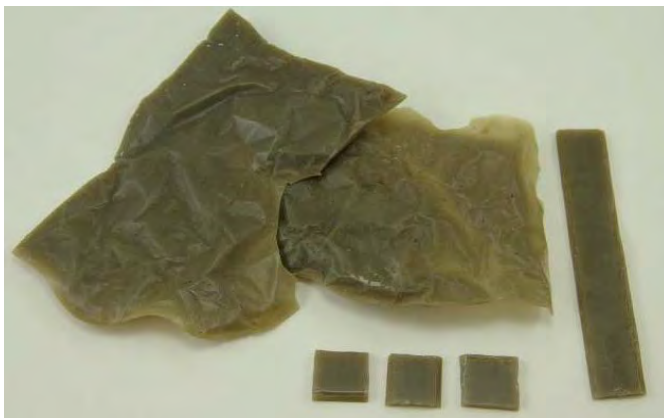
## Post-consumer plastics waste treatment per country in 2020



Cele prac badawczych prowadzonych w IBDiM:

- Kalibracja i weryfikacja procesu przetwarzania tworzyw sztucznych,
- Wybór dodatków o największym potencjale z punktu widzenia cech technicznych otrzymanych mieszanin,
- Weryfikacja możliwości wykonania mieszanek mineralno-asfaltowych na bazie wybranych dodatków,
- Badania mieszanek mineralno-asfaltowych,
- Projektowanie mieszanki mineralno-asfaltowej do wykonania odcinka doświadczalnego,
- Nadzór naukowy przy wykonaniu odcinka oraz monitorowanie jego stanu po wykonaniu.

## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



Przykładowe dodatki:  
przetworzone odpady

+

Asfalty drogowe  
50/70  
70/100

Technologia wytwarzania dodatku do zastosowania przy budowie nawierzchni dróg polega na **beztlenowym termicznym procesie pirolitycznym** (badamy wpływ temperatury i czasu trwania procesu). Materiał wsadowy stanowią odpady ze znacznym udziałem tworzyw sztucznych.



Patent



*Dodatek z przetworzonego odpadu w formie granulatu*

- Kalibracja i weryfikacja procesu przetwarzania tworzyw sztucznych
- Przygotowano 56 mieszanin dodatków z asfaltami drogowymi (50/70 i 70/100)
- Dodatki przygotowano na bazie:
  - Polipropylenu (PP)
  - Polistyrenu (PS)
  - Polietylenu wysokiej gęstości (HDPE)
  - Polietylenu niskiej gęstości (LDPE)
  - Mieszanin powyższych tworzyw sztucznych (GP\_MIX)
- Udział dodatku od 3-10% (m/m)

- Kalibracja i weryfikacja procesu przetwarzania tworzyw sztucznych
- **Opracowanie metody wprowadzania dodatków**







## ➤ Kalibracja i weryfikacja procesu przetwarzania tworzyw sztucznych

**Tab. 1. Kompozycje mieszanin poddanych badaniom**

Lp.	Nr dod.	Nr próbki	Dodatek	T, [°C]	t, [h]	Rodzaj lepiszcza wyjściowego	Zawartość dodatku w stosunku do asfaltu, [%]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1.1	HDPE	370	bp	50/70	5.0
2		1.2		370	bp	50/70	10.0
3	2	2.1		380	2.00	50/70	5.0
4	3	3.1		435	4.00	50/70	5.0
5		3.2		435	4.00	50/70	10.0
6	4	4.1		PP	250	1.20	50/70
7	5	5.1	300		2.00	50/70	5.0
8		5.2	300		2.00	50/70	3.0



56

## ➤ Kalibracja i weryfikacja procesu przetwarzania tworzyw sztucznych



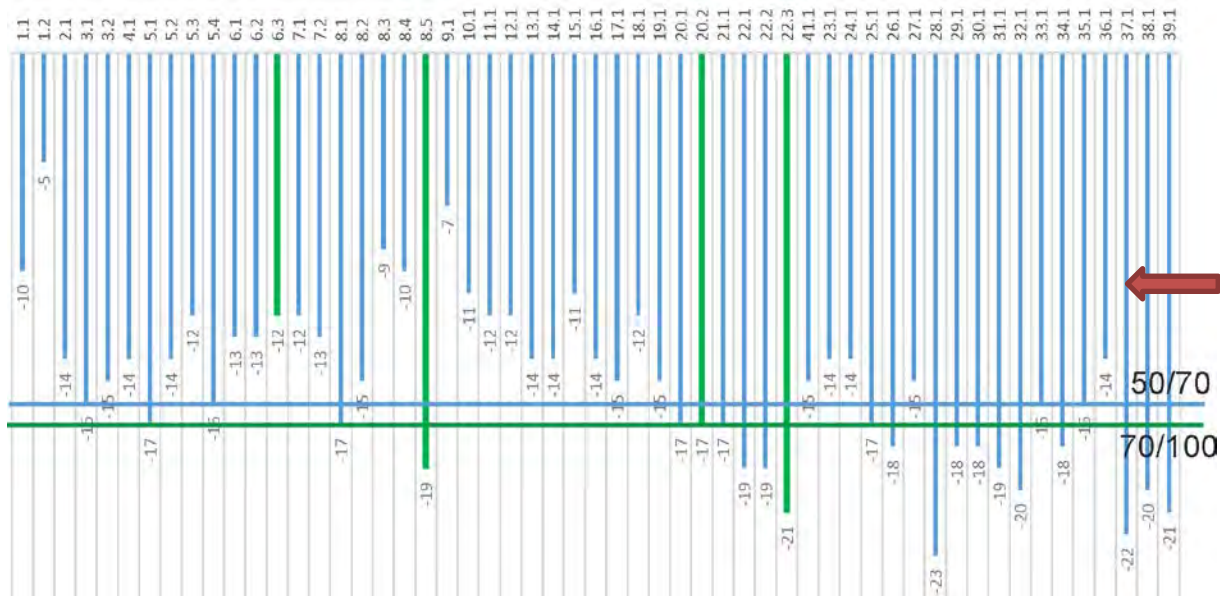
Wartości penetracji dla mieszanin jak w Tab.1 w odniesieniu do penetracji czystego asfaltu (linia niebieska 50/70 i zielona 70/100)

## ➤ Kalibracja i weryfikacja procesu przetwarzania tworzyw sztucznych



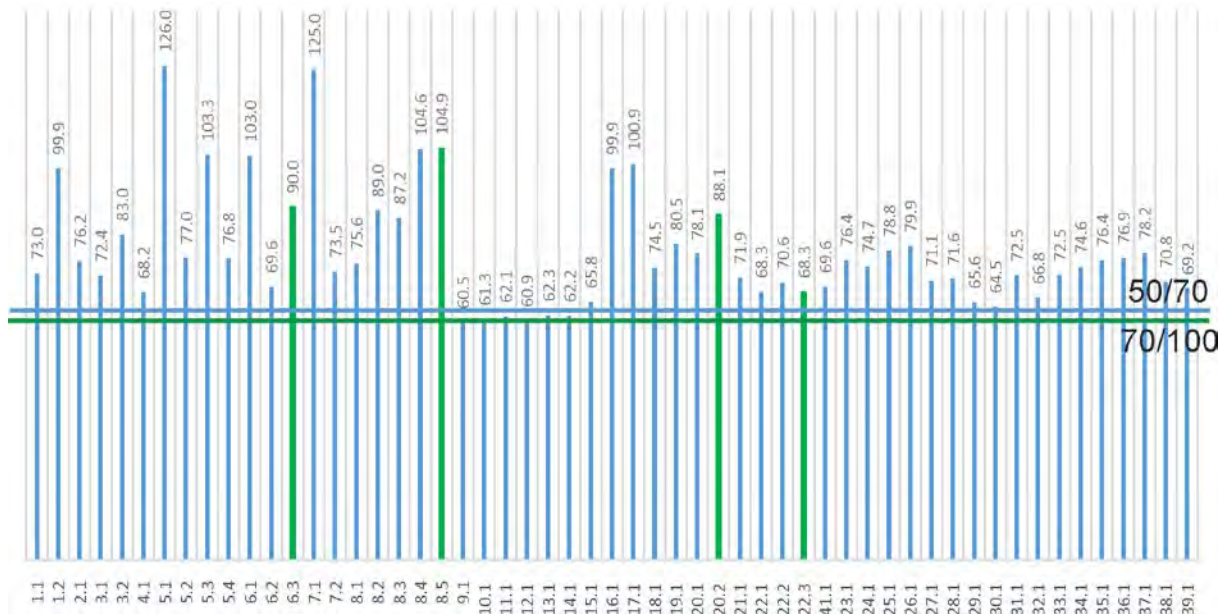
Wartości temperatury mięknienia dla mieszanin jak w Tab.1 w odniesieniu do penetracji czystego asfaltu (linia niebieska 50/70 i zielona 70/100)

## ➤ Kalibracja i weryfikacja procesu przetwarzania tworzyw sztucznych



Wartości temperatury łamliwości Fraassa dla mieszanin jak w Tab.1 w odniesieniu do penetracji czystego asfaltu (linia niebieska 50/70 i zielona 70/100)

## ➤ Kalibracja i weryfikacja procesu przetwarzania tworzyw sztucznych



Wartości przedziału plastyczności dla mieszanin jak w Tab.1 w odniesieniu do penetracji czystego asfaltu (linia niebieska 50/70 i zielona 70/100)

- Wyboru najlepszych dodatków dla lepizczy „miękkich” i „twardych” dokonano wprowadzając funkcję celu w postaci:

$$F(Pen25, T_{PIK}, T_{FRAASS}) = \frac{1}{3} \left( w_1 f_1(Pen25) + w_2 f_2(T_{PIK}) + w_3 f_3(T_{FRAASS}) \right) \cdot 100$$

- gdzie:

$$f_1(Pen25) = \text{Max} \left[ 0; 1 - 0.04 \cdot |Pen25 - Pen25opt| \right]$$

$$f_2(T_{PIK}) = \frac{T_{PIK}}{T_{PIKab}}$$

$$f_3(T_{FRAASS}) = \frac{T_{FRAASS}}{T_{FRAASSab}}$$

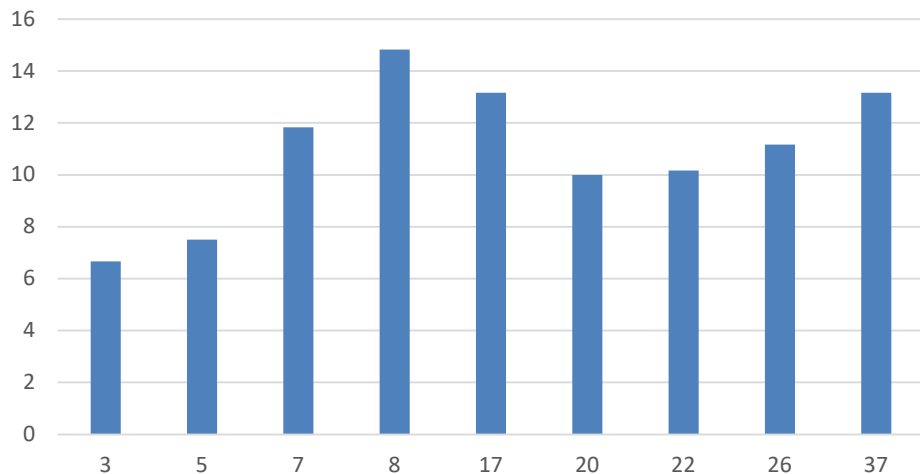
## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych

### Najlepsze wybrane mieszanki asfaltu „miękkiego” i „twardego”

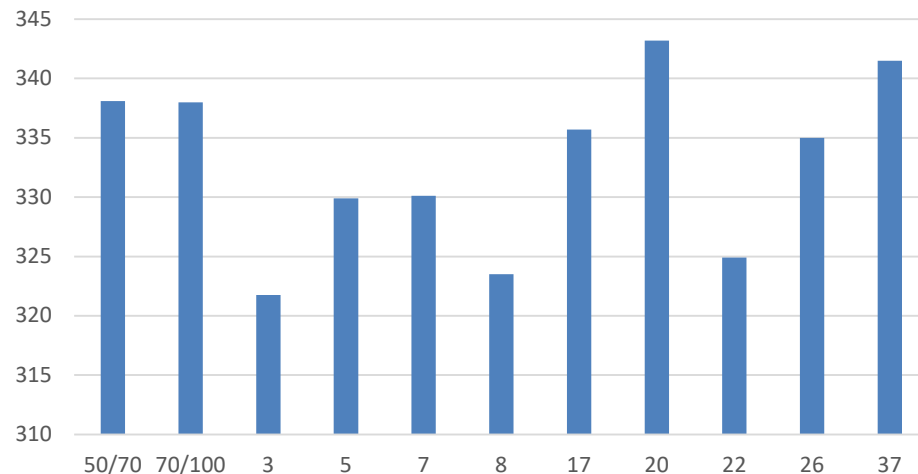
Lp.	Nr dodatku	Oznakowanie mieszanki	Opis dodatku	Rodzaj lepiszcza wyjściowego	Zawartość dodatku w stosunku do asfaltu (%)	Wartość funkcji celu
1	2	3	4	5	6	7
<b>Lepiszczce „miękkie”</b>						
1	8	8.5	PP-320°C-4.25h	70/100	10	85
2	20	20.2	LDPE 5-427°C-3.5h	70/100	10	84
3	37	37.1	GP-MIX_1-430°C-4.07h	50/70	5	84
4	22	22.2	LDPE 7-320°C-5.0h	50/70	10	83
<b>Lepiszczce „twarde”</b>						
1	5	5.1	PP-300°C-2h	50/70	5	100
2	7	7.1	PP-350°C-3.37h	50/70	5	96
3	26	26.1	GP-MIX_1-400°C-4.25h	50/70	5	87
4	17	17.1	LDPE 3-350°C-3.2h	50/70	5	91
5	3	3.2	HDPE-4h	50/70	10	83

## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych

Nawrót sprężysty [%]



Temperatura zapłonu, [°C]

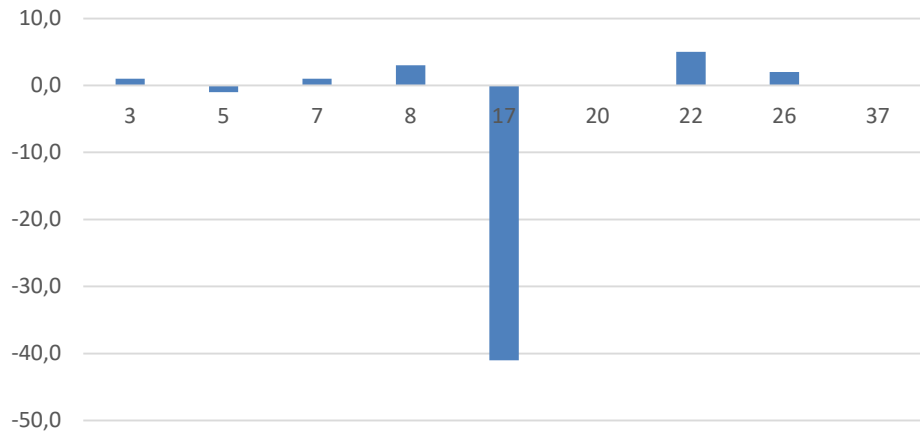




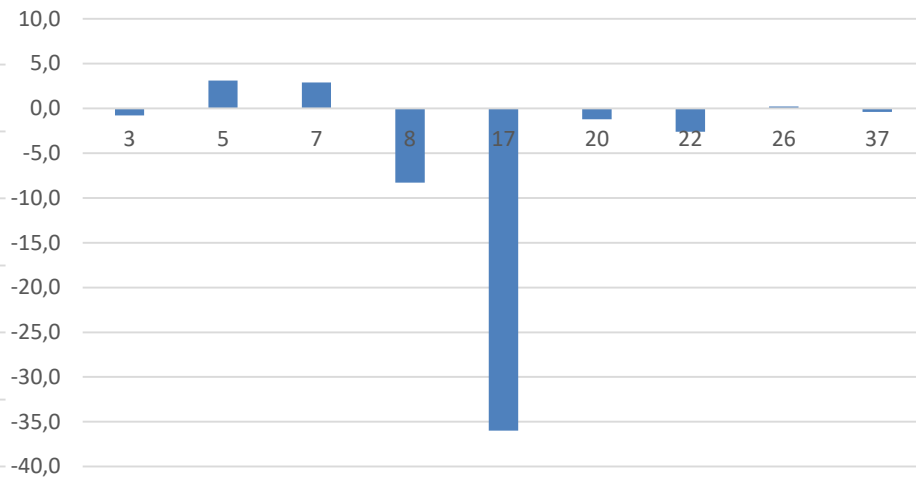
## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



Stabilność PEN (różnica w stopniach penetracji 0.1mm)



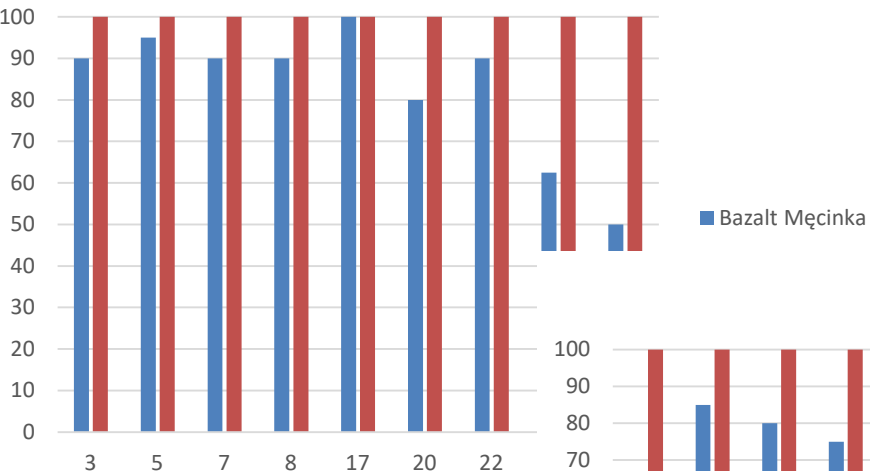
Stabilność PiK (różnica w °C)



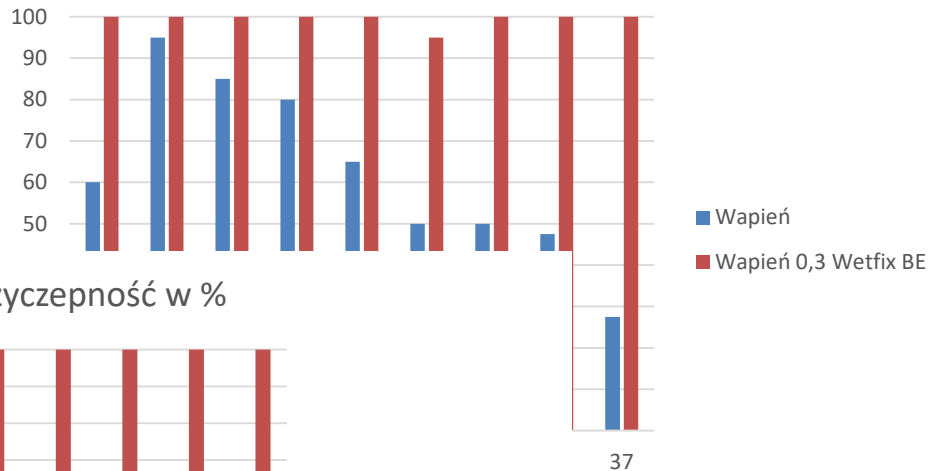
# Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



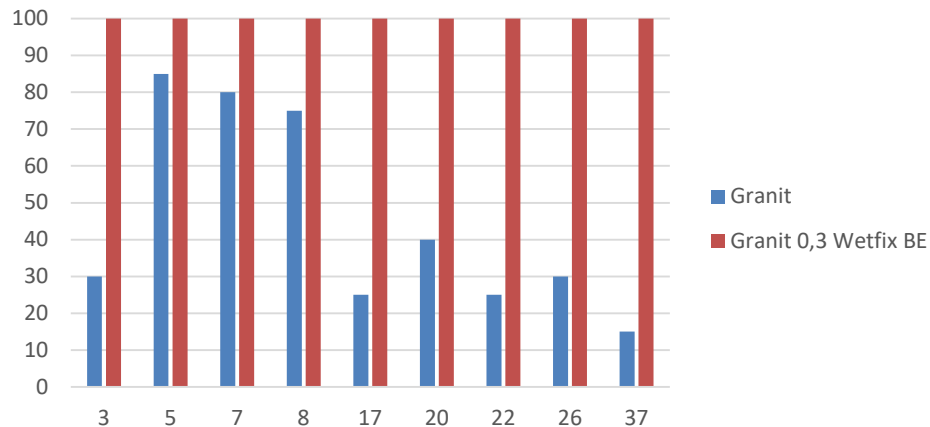
Przyczepność w %



Przyczepność w %



Przyczepność w %



Na podstawie wyników badań podstawowych przeprowadzonych na **56 mieszaninach** można sformułować następujące ogólne wnioski:

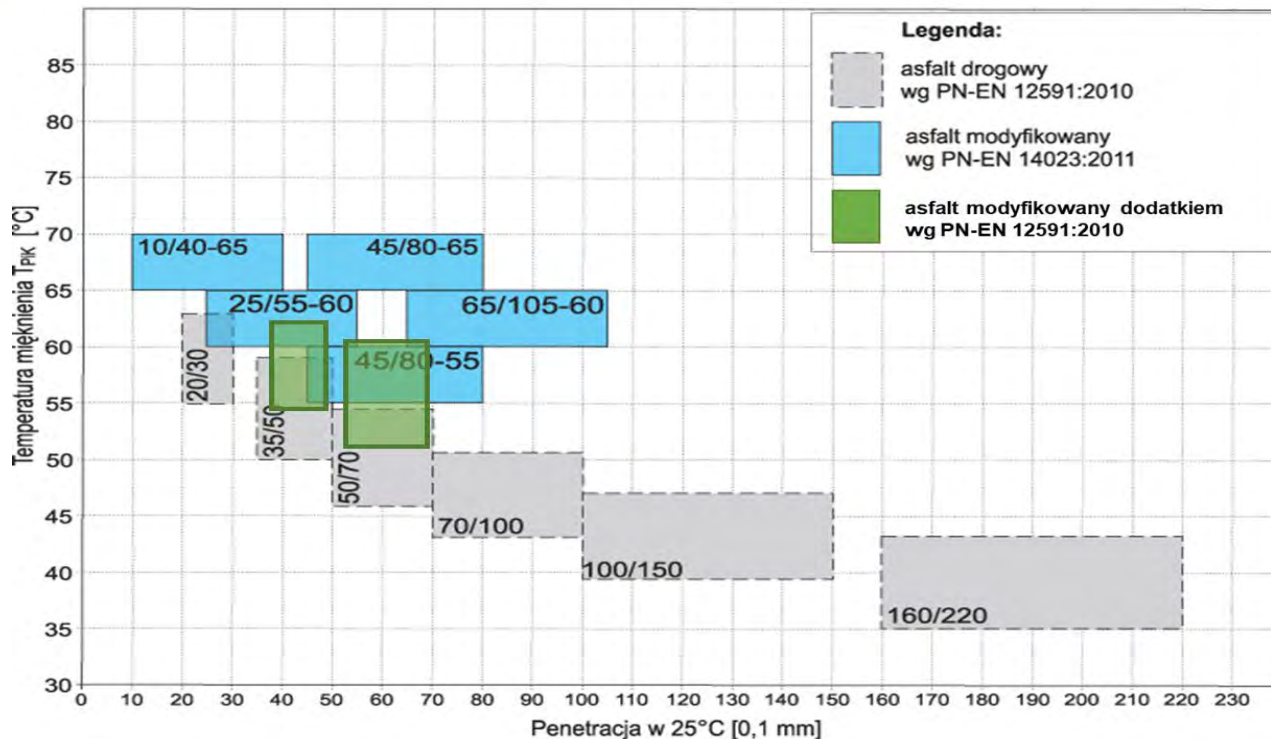
- **Parametry pirolitycznego procesu** przetwarzania tworzyw sztucznych mają **istotny** wpływ na właściwości podstawowe mieszanin utworzonych na ich podstawie;
- W każdym przypadku **istnieje optymalna zawartość dodatku do asfaltu**, co wykazano na przykładzie PP.
- Spośród analizowanych dodatków do lepiszczy **najbardziej pożądane są te będące mieszaninami tworzyw sztucznych** (oznaczonych jako GP\_MIX), gdyż z punktu widzenia przyszłych zastosowań, szczegółowa segregacja tworzyw sztucznych jest kłopotliwa;
- Niestety spośród 9 najlepszych wariantów mieszanin wybranych zgodnie z ideą przedstawioną wcześniej **tylko 2 z nich** to dodatki oznaczone jako GP\_MIX;

## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



- Wśród wybranych dodatków nie znalazł się żaden dodatek utworzony na bazie PS, ale znalazły się trzy dodatki utworzone na bazie PP, trzy na bazie LDPE i jeden na bazie HDPE;
  - **Analizując korelacje** między wynikami **badń podstawowych** a **parametrami procesu** wytwarzania dodatków (temperatura procesowania i czas procesowania) **stwierdzono silny związek między czasem a temperaturą procesowania,**
  - Dla wybranych typów tworzyw sztucznych (np. PS i LDPE) istnieją dość silne korelacje między temperaturą procesowania a temperaturą łamliwości Fraassa (**im wyższa temperatura procesowania tym niższa temperatura łamliwości Fraassa, a więc poprawa właściwości niskotemperaturowych**);
  - W przypadku innych tworzyw, czy innych parametrów podstawowych, korelacje te są bardzo słabe albo niewidoczne.
- Do dalszych badań (w tym na mieszankach) przyjęto dodatek 37

## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



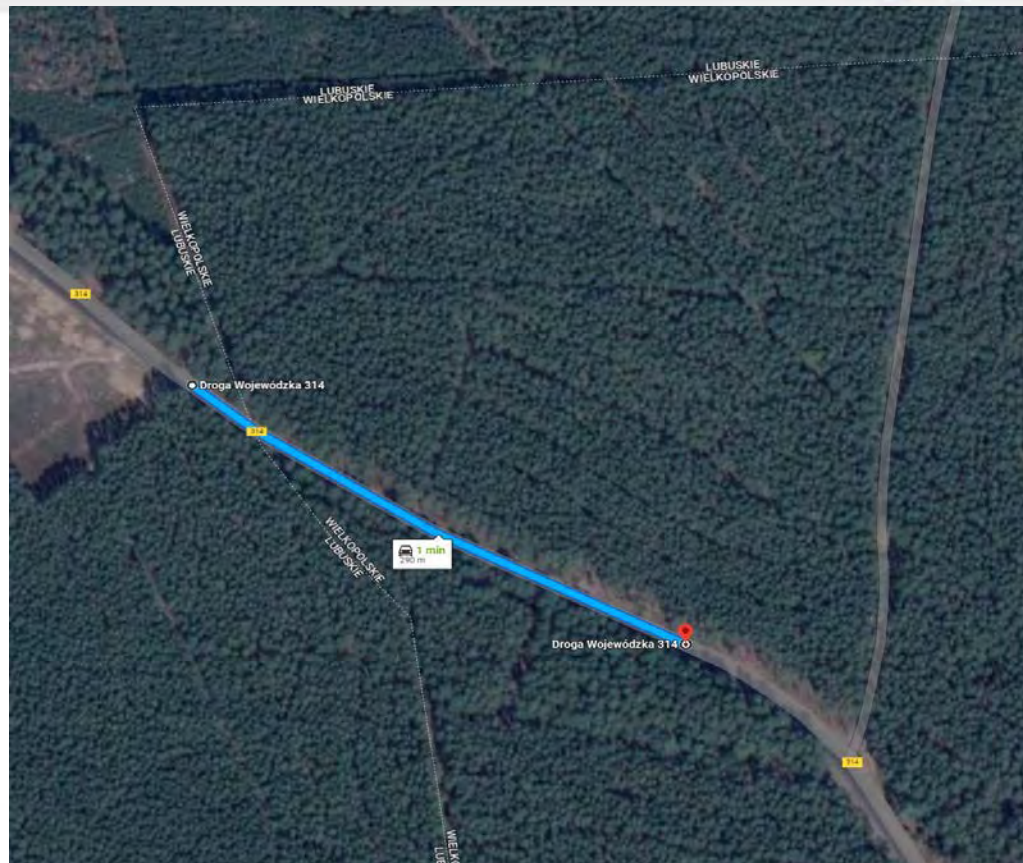
Graficzna klasyfikacja asfaltów drogowych i modyfikowanych w zakresie parametrów tj. penetracja w 25 °C i temperatura mięknienia na podstawie grafiki ORLEN Asphalt sp. z o.o.

# Odcinek doświadczalny

Odcinek testowy znajduje się w ciągu drogi **DW314** obok miejscowości Wilcze (na granicy województwa Wielkopolskiego (Powiat Wolsztyński, Gmina Wolsztyn) Początek odcinka na granicy powiatu Zielonogórskiego - Gmina Kargowa). Widok satelitarny przedstawiono na rys.1.

Dwa pasy ruchu:

- jezdnia prawa (P) w kierunku miejscowości Wilcze (Gmina Wolsztyn),,
- jezdnia lewa (L) w kierunku Gminy Kargowa.



## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



**ODCINEK TESTOWY O DŁUGOŚCI 0,3 KM NA DRODZE WOJEWÓDZKIEJ NR 314 OD KM 8 + 845 DO KM 9+ 145**

**Projekt dofinansowany z Funduszy Europejskich „Opracowanie synergicznej technologii przetwarzania odpadów polimerowych na komponenty asfaltów”**

w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, Wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa, współfinansowany z środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

**Cel projektu:** opracowanie zespołu urzędów do synergicznego przetwarzania odpadów polimerowych na komponenty asfaltów.

**Beneficjent:** Green Park VI Sp. z o. o.

[www.mapadotacji.gov.pl](http://www.mapadotacji.gov.pl)



## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych





## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



## Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych





# Ocena wpływu dodatków z przetworzonych tworzyw sztucznych na właściwości asfaltów drogowych



Warsaw, 18 October 2023

## MRP'23

Dziękujemy za uwagę