



**budimex**



**Mieszanka SMA  
z  
Granulatem Asfaltowym  
-  
Odcinek testowy na DK 78**

Karol Gałązka

## Projekt badawczo - rozwojowy pt. „**Destrukt: Innowacyjna technologia mieszanek mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materiału z recyklingu nawierzchni asfaltowej**”

Realizacja w latach: 2015-2018

### Konsorcjum

- Instytut Badawczy Dróg i Mostów – **lider**
- Politechnika Warszawska – Wydział Inżynierii Lądowej
- BUDIMEX S.A.

Projekt współfinansowany ze środków NCBiR i realizowany w ramach III Konkursu Innotech



## Projekt realizowany w 17 zadaniach.

- ❑ 4 zadania realizuje IBDiM
- ❑ 5 zadań realizuje PW
- ❑ 8 zadań realizuje Budimex



## Najważniejsze zadania Budimex

- przystosowanie maszyny do dozowania destruktu metodą „na gorąco”.
- pozyskanie destruktu.
- przygotowanie granulatu.
- wykonanie zarobków próbnych.
- produkcja MMA z GRA.
- wykonanie odcinków testowych.

## Odcinki testowe.



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

- SMA 11 PMB 45/80-55 KR 3-7 – 30% GRA.
- AC 11 S PMB 45/80-55 KR 3-4 – 15% GRA.
- AC 16 W PMB 25/55-60 KR 3-4 – 50% GRA.
- AC WMS 16 PMB 25/55-60 KR 3-7 – 50% GRA.
- AC 22 P 35/50 KR 3-7 – 50% GRA.



## Odcinki testowe.



DK 78 – długość odcinka 1000 m, szerokość 2 x 3,5 m

- **SMA 11 PMB 45/80-55 KR 3-7 – 30% GRA.**
- **AC WMS 16 PMB 25/55-60 KR 3-7 – 50% GRA.**

# Przystosowanie WMB do dozowania GRA metodą „na gorąco”





# WMB z instalacją na gorąco – bęben równoległy

---

Proces podgrzewania i mieszania GRA w „czarnym bębnie”



# WMB z instalacją na gorąco – bęben równoległy

## Zmiana postaci granulatu podczas procesu podgrzewania

### Postać granulatu z dozatora

- wilgotność 💧% 3-4%
- wielkość kawałka  $U = 45mm$



### Postać granulatu z czarnego bębna

- wilgotność 💧%  $\approx 0\%$
- wielkość kawałka  $U = D$





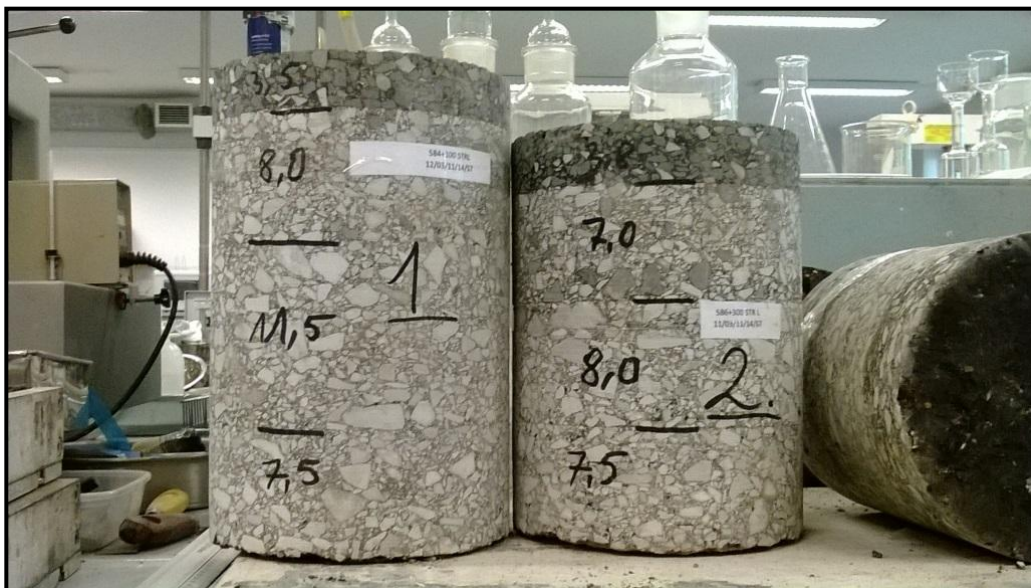
Destrukt pozyskano z istniejącej obwodnicy Jędrzejowa w ciągu drogi S7  
Budowa zakończona w 2005 r.



(źródło – gogle)

## Rozpoznanie nawierzchni.

Pozyskane rdzenie wykorzystano do wstępnego określenia parametrów destruktu.



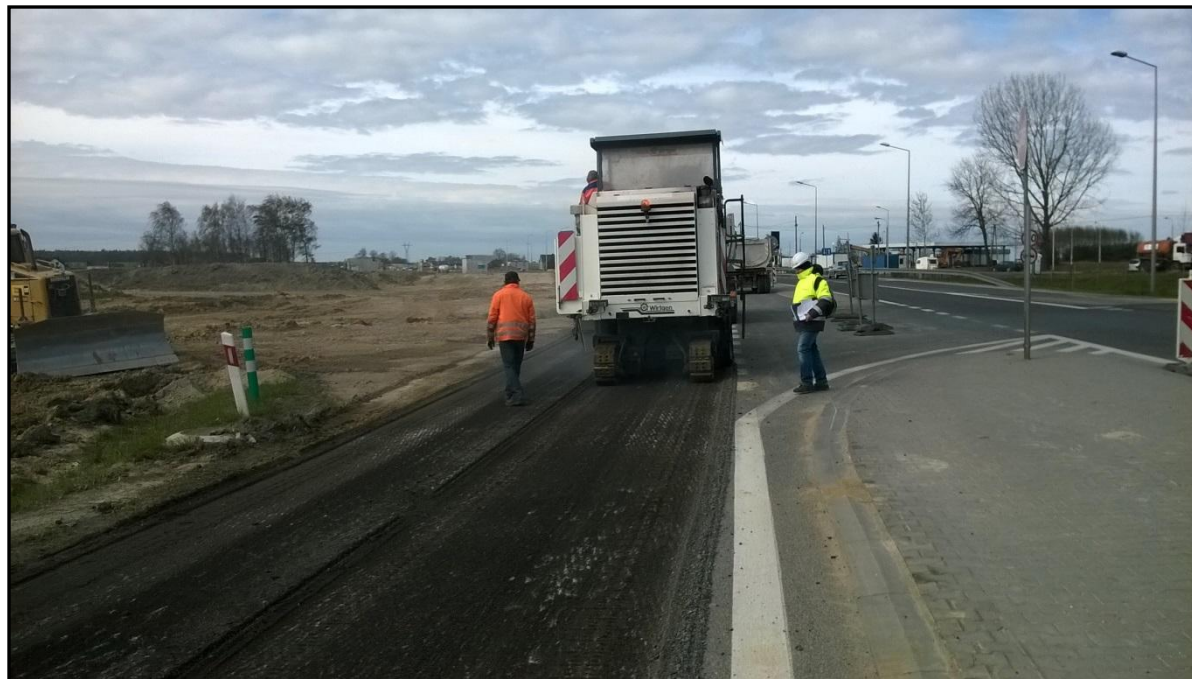


Nawierzchnia została sfrezowana warstwami.

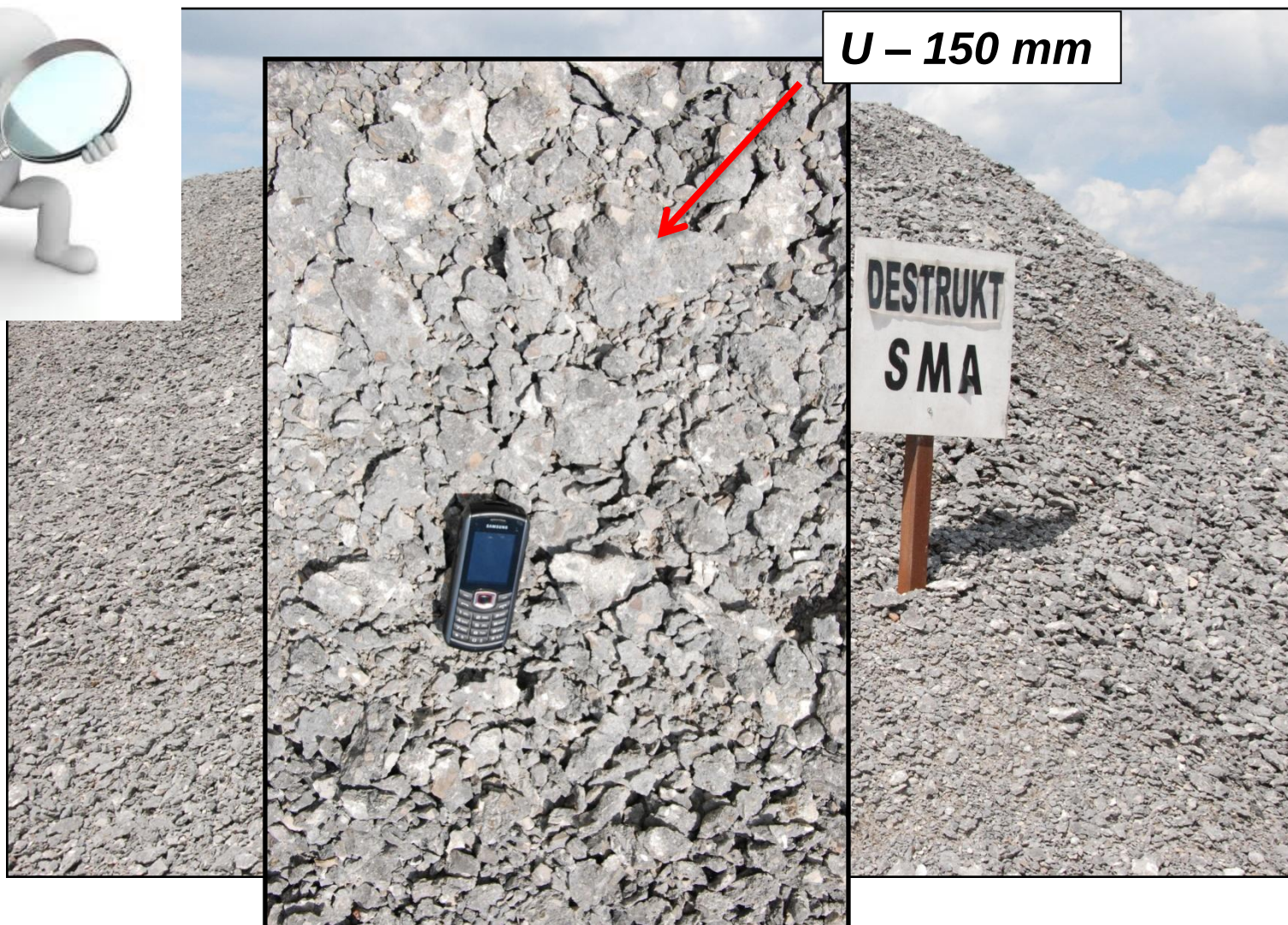
- warstwa ścieralna na głębokość 4,0 cm,
- warstwa wiążąca 4,0 – 6,0 cm.

W wyniku selektywnego frezowania pozyskano;

- Ok 2000 t destruktu z warstwy ścieralnej – SMA 0/12,8
- Ok 2500 t destruktu z warstwy wiążącej – AC (BA) W 0/20







## Wymagania krajowe... ??



Przyjęto wymagania jak dla warstwy wiążącej

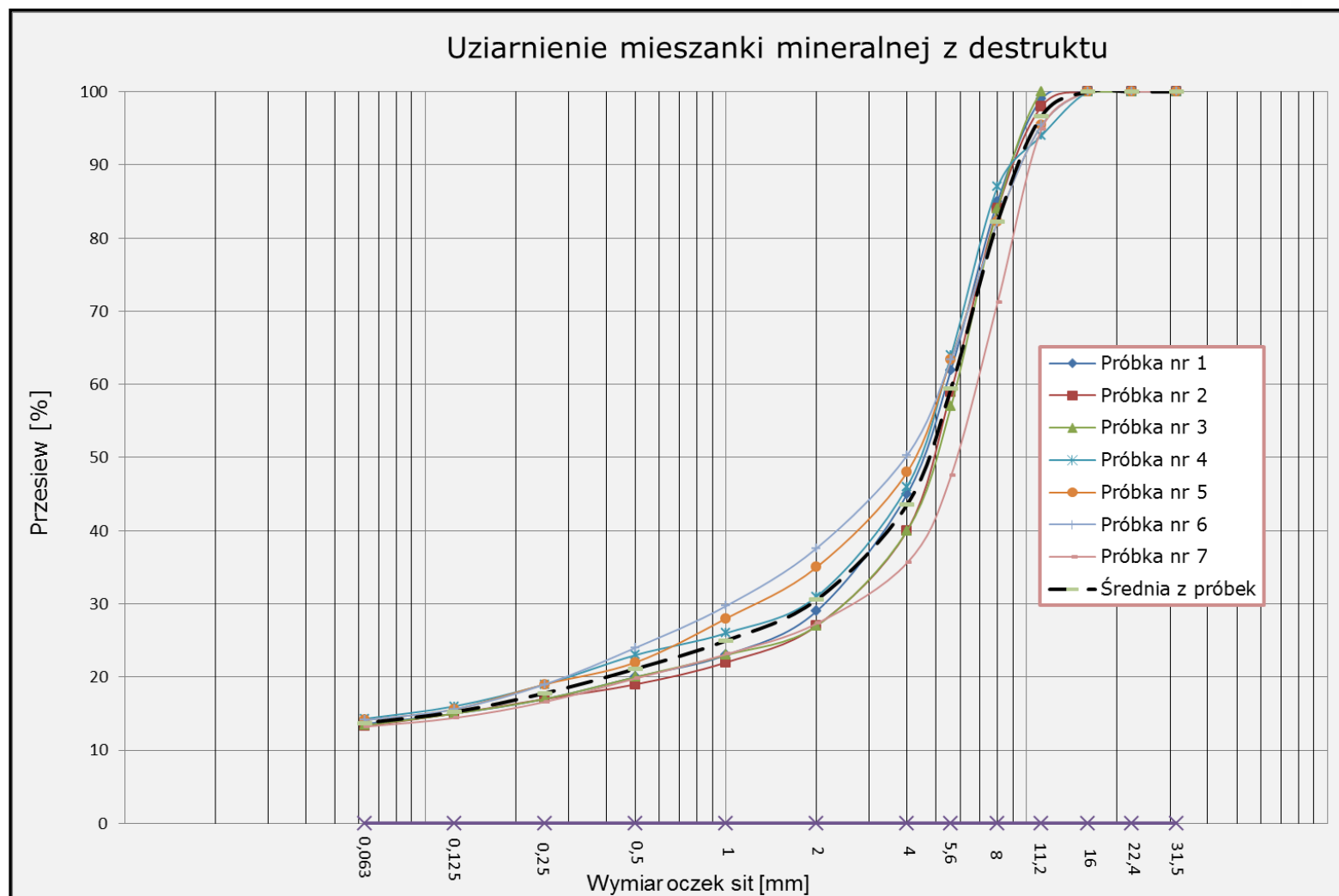
**Tabela 3. Wymagania dotyczące granulatu asfaltowego**

| Wymagania                                                                                                                                                                                                                                                                           |      | Warstwa nawierzchni                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      | Podbudowa wiążąca                                                                                                                                                       |
| Zawartość materiałów obcych                                                                                                                                                                                                                                                         |      | Kategoria FM <sub>1/0,1</sub>                                                                                                                                           |
| Właściwości lepiszcza odzyskanego w granulacie asfaltowym <sup>a)</sup>                                                                                                                                                                                                             | PIK  | Kategoria S <sub>70</sub><br>Wartość średnia temperatury mięknięcia nie może być wyższa niż 70°C. Pojedyncze wartości temperatury mięknięcia nie mogą przekraczać 77°C. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Pen. | Kategoria P <sub>15</sub><br>Wartość średnia nie może być mniejsza niż 15x0,1mm. Pojedyncze wartości penetracji nie mogą być mniejsze niż 10x0,1mm.                     |
| Jednorodność                                                                                                                                                                                                                                                                        |      | wg tabeli 4                                                                                                                                                             |
| <sup>a)</sup> Do sklasyfikowania lepiszcza odzyskanego w granulacie asfaltowym wystarcza oznaczenie temperatury mięknięcia PiK. Tylko w szczególnych przypadkach należy wykonać oznaczenie penetracji. Oceny właściwości lepiszcza należy dokonać wg pkt 4.2.2 normy PN-EN 13108-8. |      |                                                                                                                                                                         |

**Tabela 4. Dopuszczalny rozstęp wyników badań właściwości**

| Właściwość                                         | Dopuszczalny rozstęp wyników badań ( $T_{roz}$ ) partii granulatu asfaltowego do zastosowania w mieszance mineralno-asfaltowej przeznaczonej do: |                   |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                                                    | warstwy wiążącej                                                                                                                                 | warstwy podbudowy |
| Temperatura mięknięcia lepiszcza odzyskanego, [°C] | 8,0                                                                                                                                              | 8,0               |
| Zawartość lepiszcza, [% (m/m)]                     | 1,0                                                                                                                                              | 1,2               |
| Kruszywo o uziarnieniu poniżej 0,063 mm, [% (m/m)] | 6,0                                                                                                                                              | 10,0              |
| Kruszywo o uziarnieniu od 0,063 do 2 mm, [% (m/m)] | 16,0                                                                                                                                             | 16,0              |
| Kruszywo o uziarnieniu powyżej 2 mm, [% (m/m)]     | 16,0                                                                                                                                             | 18,0              |





## Wynik badania jednorodności destruktu

Oznaczenie destruktu asfaltowego: **150 RA 0/11 mm**

Wielkość kawałka destruktu: **150 mm.** 

Zawartość materiałów obcych wg PN-EN 12697-42:

| Rodzaj materiału obcego  | Jednostka | Wynik | Kategoria          |
|--------------------------|-----------|-------|--------------------|
| Materiały obce z grupy 1 | [%]       | brak  | FM <sub>1/02</sub> |

**Ilość dodanego destruktu wynikająca z jednorodności Z<sub>RA</sub>**

| Parametr / warstwa                        | Z <sub>RA</sub> | AC S       |
|-------------------------------------------|-----------------|------------|
| Zawartość asfaltu [%]:                    | Z <sub>RA</sub> | 125%       |
| Temperatura mięknięcia lepiszcza [°C]:    | Z <sub>RA</sub> | <b>34%</b> |
| Kruszywo o uziarnieniu > 2,0 mm           | Z <sub>RA</sub> | 75%        |
| Kruszywo o uziarnieniu od 0,063 do 2,0 mm | Z <sub>RA</sub> | 81%        |
| Kruszywo o uziarnieniu < 0,063 mm         | Z <sub>RA</sub> | 273%       |

| Właściwość a <sub>i</sub>    | Jednostka            | Rozpiętość wyników z n próbek | Rozstęp wyniku a <sub>i</sub> |
|------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Gęstość destruktu :          | [kg/m <sup>3</sup> ] | 2473 - 2489                   | 16,0                          |
| Nawrót sprężysty asfaltu:    | [%]                  | 60 - 66                       | 6                             |
| Temp. łamliwości wg Fraassa: | [°C]                 |                               | -16,1                         |

Wymagania WT-2 2014

|                      |
|----------------------|
| Kategoria            |
| FM <sub>1/02</sub>   |
| Kategoria            |
| S <sub>70</sub>      |
| Inny rozstęp wyników |
| 8,0                  |
| 1,0                  |
| 6,0                  |
| 16,0                 |
| 16,0                 |
| Inny rozstęp wyników |
| -                    |
| -                    |



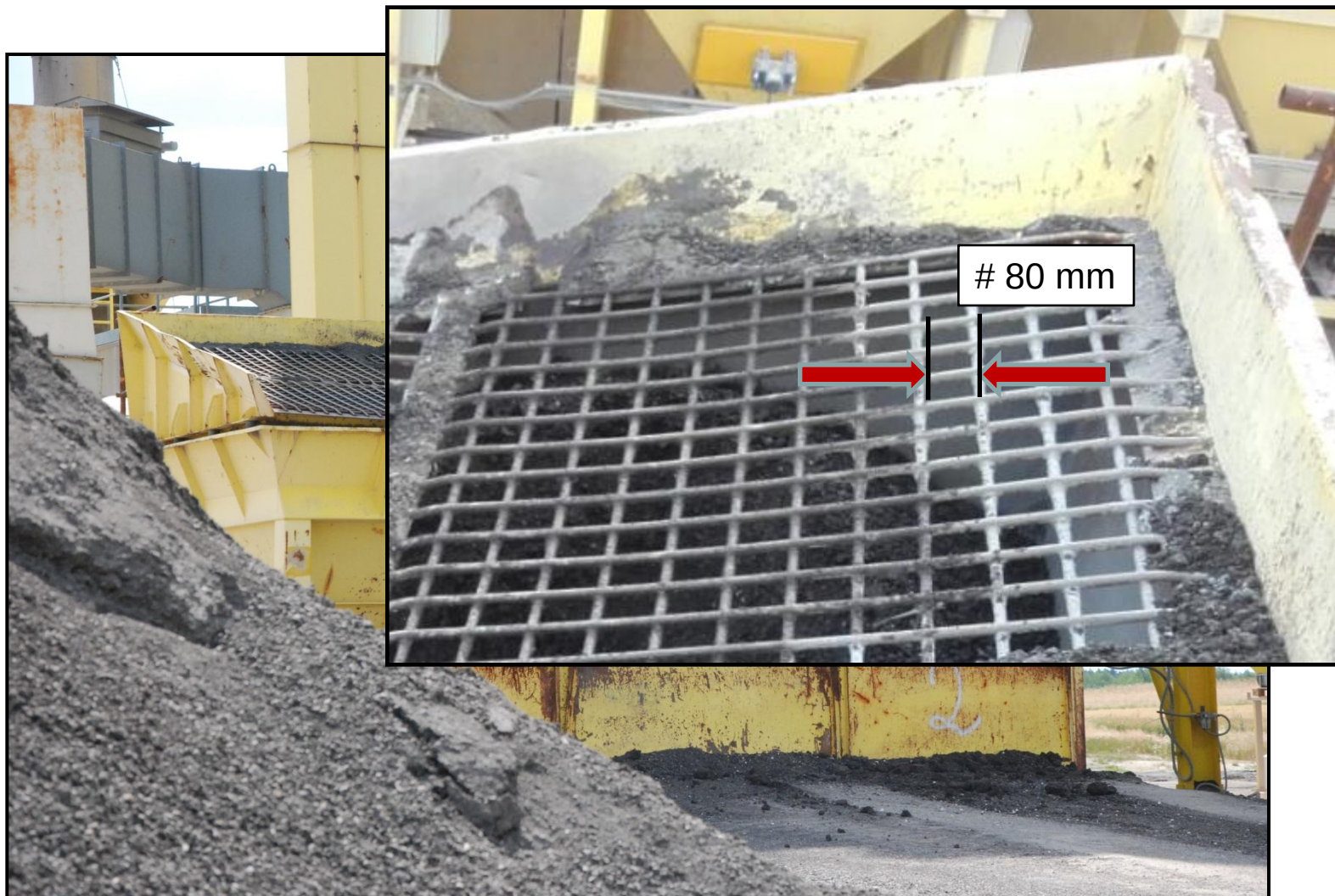
postać granulat w dozatorze



postać granulat po czarnym bębnie



## Dozatory granulatu asfaltowego

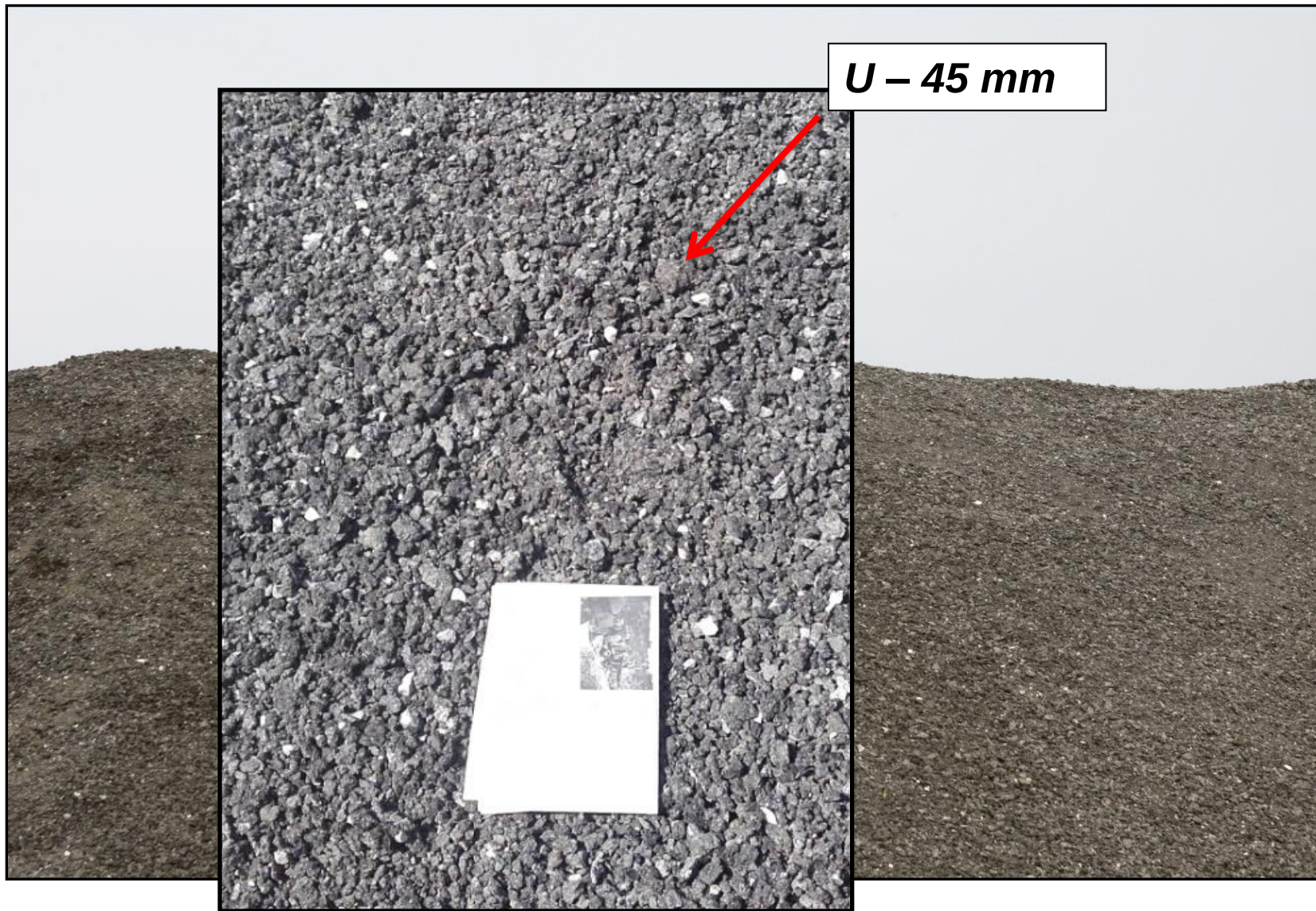


Przetworzenie (granulowanie) destruktu.

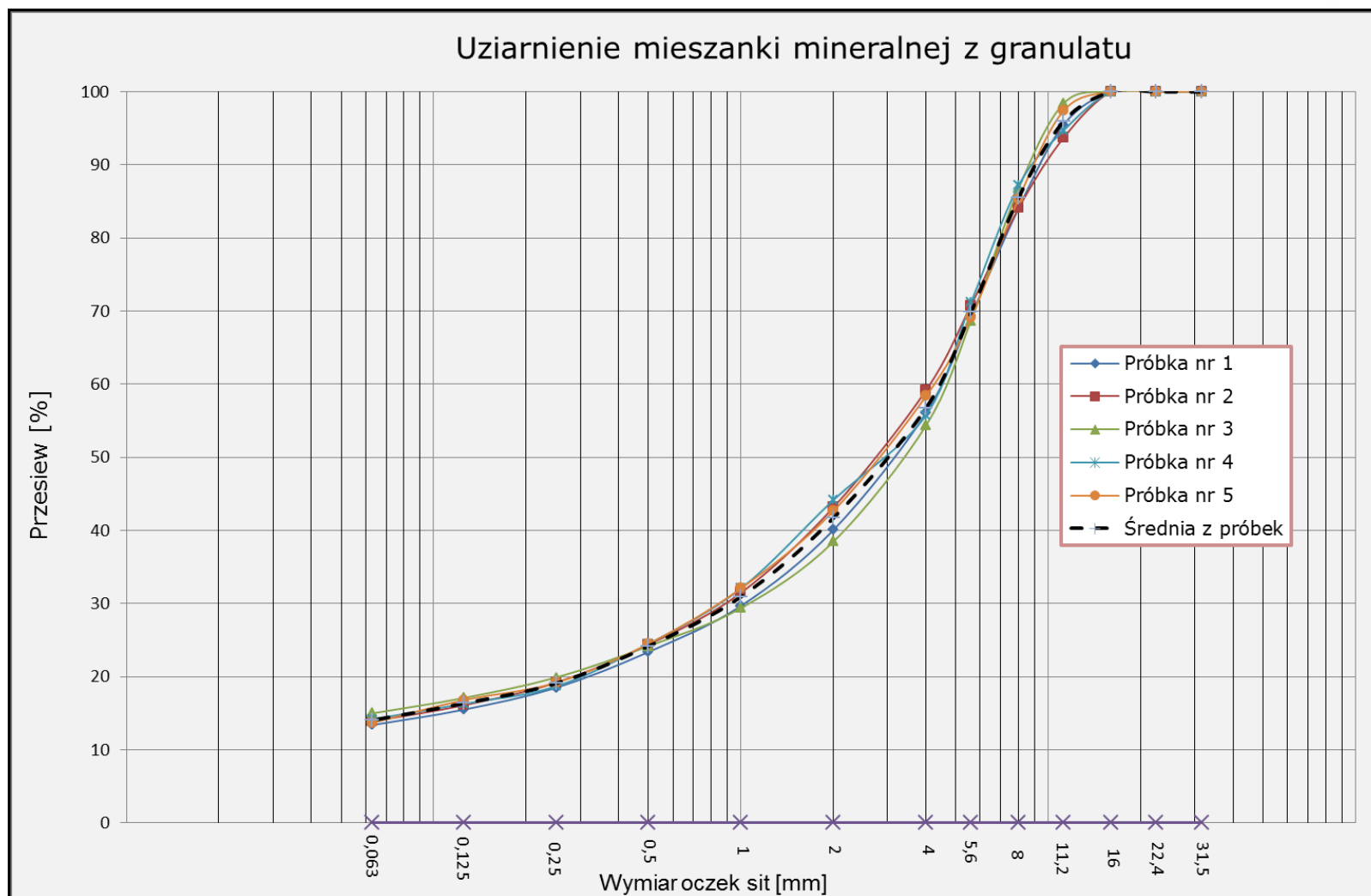




***U – 45 mm***



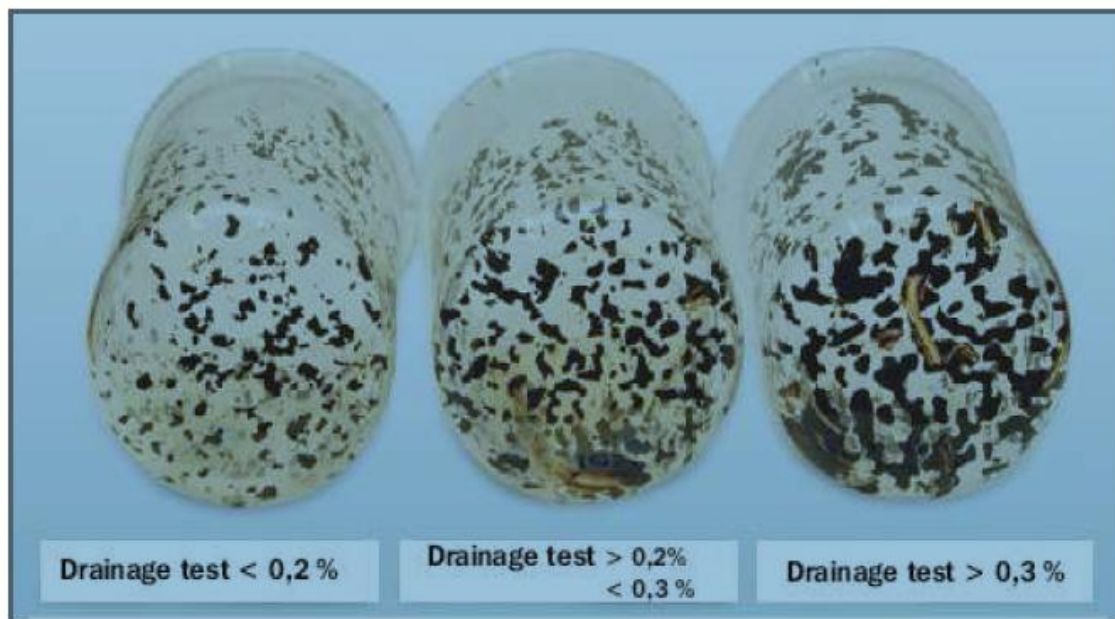




# Ocena parametrów granulatu

|                                                  |  |                                           |  |                               |  |                                                                     |  |                               |  |
|--------------------------------------------------|--|-------------------------------------------|--|-------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|--|
| Oznaczenie granulatu asfaltowego:                |  |                                           |  | 45 GRA 0/11 mm                |  | 150 RA 0/11 mm                                                      |  |                               |  |
| Wielkość kawałka granulatu:                      |  |                                           |  | 45 mm.                        |  | 150 mm.                                                             |  |                               |  |
| Zawartość materiałów obcych wg PN-EN 12697-42:   |  |                                           |  |                               |  | 7-42:                                                               |  |                               |  |
| Rodzaj materiału obcego                          |  | Jednostka                                 |  | Wynik                         |  | Kategoria                                                           |  |                               |  |
| Materiały obce z grupy 1                         |  | [%]                                       |  | brak                          |  | FM <sub>1/02</sub>                                                  |  |                               |  |
| Materiały obce z grupy 2                         |  | [%]                                       |  | brak                          |  | FM <sub>1/02</sub>                                                  |  |                               |  |
| Rodzaj lepiszcza wg PN-EN 12697-42:              |  |                                           |  |                               |  | Ilość dodanego granulatu wynikająca z jednorodności Z <sub>RA</sub> |  |                               |  |
| Właściwość a <sub>1</sub>                        |  | Parametr / warstwa                        |  |                               |  | AC S                                                                |  | n próbek                      |  |
| Temperatura mięknięcia odzyskanego [°C]          |  | Zawartość asfaltu [%]:                    |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | Kategoria                     |  |
| Jednorodność granulatu                           |  | Temperatura mięknięcia lepiszcza [°C]:    |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | S <sub>70</sub>               |  |
| Właściwość a <sub>1</sub>                        |  | Kruszywo o uziarnieniu > 2,0 mm           |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | Rozpiętość wyników z n próbek |  |
| Temperatura mięknięcia odzyskanego;              |  | Kruszywo o uziarnieniu od 0,063 do 2,0 mm |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | Rozstęp wyniku a <sub>1</sub> |  |
| Zawartość lepiszcza rozpuszczonego (m/m);        |  | Kruszewo o uziarnieniu < 0,063 mm, (m/m)  |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 62,1                          |  |
| Kruszywo o uziarnieniu < 0,063 mm, (m/m)         |  | Kruszewo o uziarnieniu > 2,0 mm, (m/m)    |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 7,7                           |  |
| Kruszywo o uziarnieniu od 0,063 do 2,0 mm, (m/m) |  | Kruszewo o uziarnieniu < 0,063 mm         |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 6,1                           |  |
| Kruszewo o uziarnieniu > 2,0 mm, (m/m)           |  |                                           |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 0,4                           |  |
|                                                  |  |                                           |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 14,3                          |  |
|                                                  |  |                                           |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 1,1                           |  |
|                                                  |  |                                           |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 23,5                          |  |
|                                                  |  |                                           |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 9,9                           |  |
|                                                  |  |                                           |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 73,0                          |  |
|                                                  |  |                                           |  |                               |  | Z <sub>RA</sub>                                                     |  | 10,6                          |  |
| Dodatkowe parametry:                             |  |                                           |  |                               |  |                                                                     |  |                               |  |
| Właściwość a <sub>1</sub>                        |  | Jednostka                                 |  | Rozpiętość wyników z n próbek |  | Rozstęp wyniku a <sub>1</sub>                                       |  | Rozpiętość wyników z n próbek |  |
| Gęstość destruktu :                              |  | [kg/m <sup>3</sup> ]                      |  | 2475 - 2484                   |  | 14,0                                                                |  | 2473 - 2489                   |  |
| Nawrót sprężysty asfaltu:                        |  | [%]                                       |  | 60 - 62                       |  | 2                                                                   |  | 60 - 66                       |  |
|                                                  |  |                                           |  |                               |  |                                                                     |  | 16,0                          |  |
|                                                  |  |                                           |  |                               |  |                                                                     |  | 6                             |  |

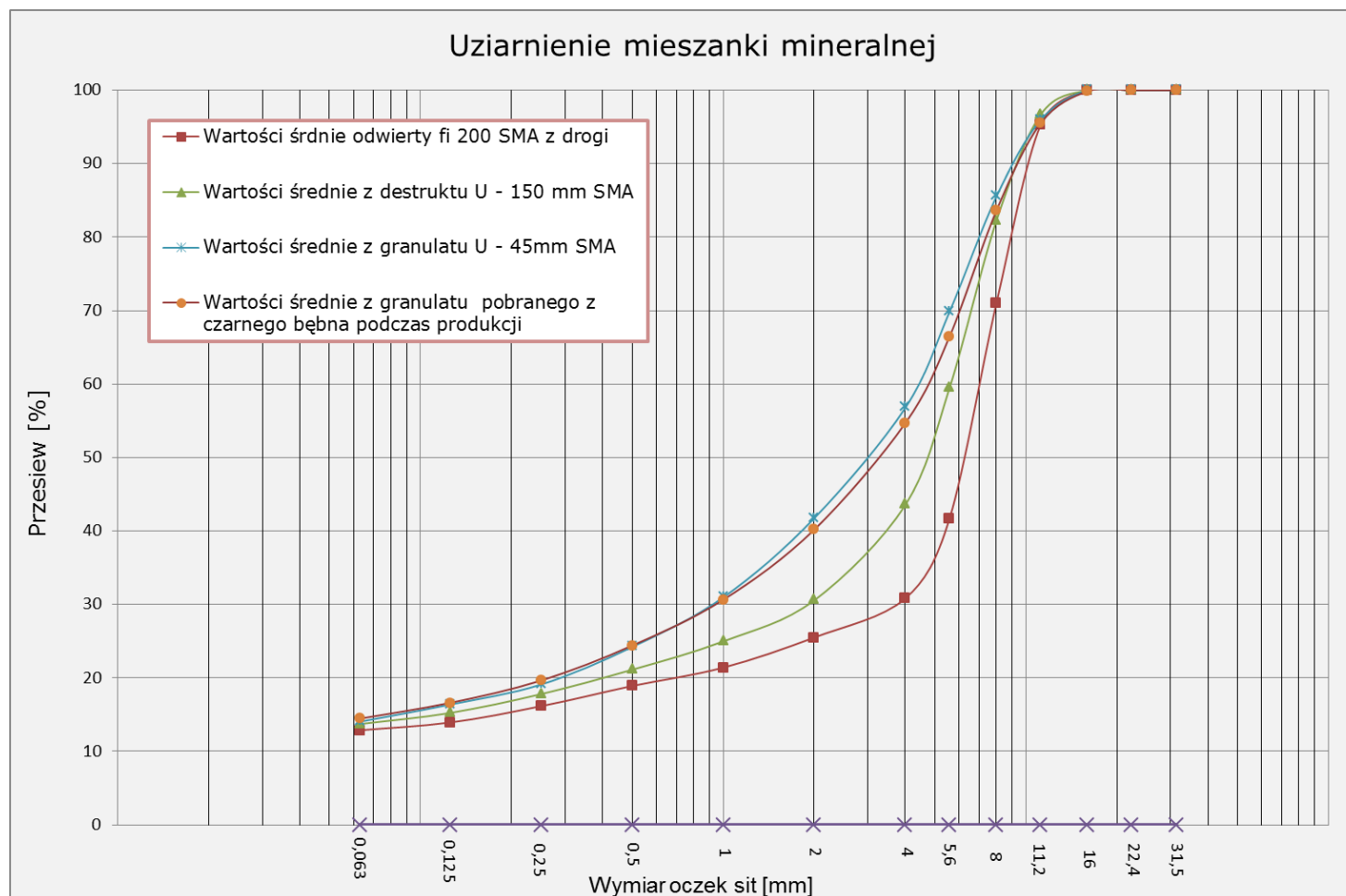
## Spływność lepiszcza w granulacie SMA



| Opis granulatu                    | Wynik spływności |
|-----------------------------------|------------------|
| Granulat pobrany z dozatora       | 0,2%             |
| Granulat pobrany z czarnego bębna | 0,1%             |



## Etapy pozyskania GRA a uziarnienia MM w GRA.



**RECEPTA LABORATORYJNA MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWEJ**

Numer: InnGA SMA11 30G1 45.80.55 zad5

---

**1. Informacje, założenia**

Data opracowania: 2018-02-06 11:48

Zlecający: InnGA

Rodzaj mieszanki: SMA 11 KR 5-7      Rodzaj asfaltu: 45/80-55      gestosc [g/cm³]: 1,027

Stabilizator: Viapox premium

Norma: 13108-1      Środek adhezyjny: Witex BE

Projekt: InnGA - Destrut: Innowacyjna technologia mieszank mineralno-asfaltowych z zastosowaniem materialu z recyklingu nawierzchni asfaltowej

Uwagi:

**3. Rodzaj mieszanki**

|           |               |
|-----------|---------------|
| Mieszanka | SMA 11 KR 5-7 |
|-----------|---------------|

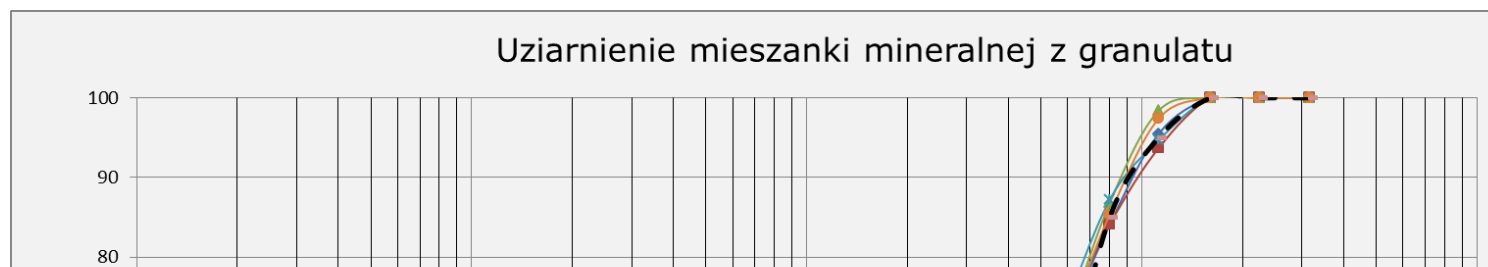
**2. Skład ziarnowy materiałów kamiennych**

| Materiał     | mączka wapniowa Wolicca | Ilość asfaltu w RAP-1 |                          |                      |                      | Ilość asfaltu w RAP-2 |      |       |     | Mieszanka | SMA 11 KR 5-7 |
|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------|-------|-----|-----------|---------------|
|              |                         | Wapień 0/2 Celiny     | Wapień pukawy 0/2 Celiny | Metal 2/5 Czarny Bór | Metal 4/8 Czarny Bór | Metal 8/11 Czarny Bór | 5,9% | 0,0%  |     |           |               |
| Numer        |                         | 3                     | 4                        | 5                    | 6                    | 7                     | 1    | 9     | 1   |           | 38            |
| Gęstość      | 2,720                   | 2,720                 | 2,710                    | 2,720                | 2,730                | 2,730                 |      | 2,703 |     |           |               |
| 45,0         |                         |                       |                          |                      |                      |                       |      |       |     |           |               |
| 31,5         |                         |                       |                          |                      |                      |                       |      |       |     |           |               |
| 22,4         |                         |                       |                          |                      |                      |                       |      |       |     |           |               |
| 16,0         |                         |                       |                          |                      |                      |                       |      |       |     |           |               |
| 11,2         |                         |                       |                          |                      |                      |                       |      |       |     |           |               |
| 8,0          |                         |                       |                          |                      |                      | 8,3                   |      | 9,7   |     | 0,3       |               |
| 5,6          |                         |                       |                          |                      | 6,4                  | 62,3                  |      | 63,0  |     | 14,8      | 14,8          |
| 4,0          |                         |                       | 0,2                      |                      | 47,1                 | 23,8                  |      | 6,0   |     | 24,5      | 11,2          |
| 2,0          |                         | 5,9                   |                          |                      | 11,6                 | 43,6                  |      | 4,7   |     | 17,8      | 8             |
| 1,0          |                         | 36,3                  |                          |                      | 34,3                 | 2,4                   |      | 0,1   |     | 14,3      | 5,6           |
| 0,5          |                         | 20,9                  |                          |                      | 22,0                 |                       |      |       |     | 5,0       | 2             |
| 0,25         | 0,1                     | 12,3                  |                          |                      | 17,1                 |                       |      |       |     | 3,0       | 0,125         |
| 0,125        | 0,6                     | 7,2                   |                          |                      | 11,1                 |                       |      |       |     | 3,0       | 0,063         |
| 0,063        | 4,3                     | 4,3                   |                          |                      |                      |                       | 0,1  |       |     | 1,6       | 8             |
| < 0,063      | 92,9                    | 12,9                  | 1,4                      | 0,4                  | 0,8                  | 0,3                   |      |       |     | 2,3       | 12            |
| Σ            | 100,0                   | 100,0                 | 100,0                    | 100,0                | 100,0                | 100,0                 | 0,0  | 100,0 | 0,0 | 100,0     | 6,6%          |
| % odchylenia | 0%                      | 0%                    | 0%                       | 0%                   | 0%                   | 0%                    | 0%   | 0%    | 0%  | 0%        | 6,6%          |

**4. Tablica kontrolna uziarnienia mieszanki mineralnej**

|         |                         |                   |                          |                      |                      |                       |       |                                                   |        | ogr. RAP-1               | ogr. RAP-2                                                 | SUMA | GESTOŚĆ MM |  |
|---------|-------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------|---------------------------------------------------|--------|--------------------------|------------------------------------------------------------|------|------------|--|
| 4,0%    | 5,0%                    | 5,0%              | 8,0%                     | 10,0%                | 38,0%                | 0,0%                  | 30,0% | 0,0%                                              | 100,0% |                          |                                                            |      | 2,719      |  |
|         | mączka wapniowa Wolicca | Wapień 0/2 Celiny | Wapień pukawy 0/2 Celiny | Metal 2/5 Czarny Bór | Metal 4/8 Czarny Bór | Metal 8/11 Czarny Bór | 0     | Mł granulatu asfaltowego SMA+20st Budimex (GRA-1) | 0      | Skład ziarnowy mieszanki | Różne kryterij uziarnienia, ziarna przechodzące przez sito |      |            |  |
|         | 2                       | 3                 | 4                        | 5                    | 6                    | 7                     | 1     | 9                                                 | 1      |                          | Sito, mm                                                   | %    |            |  |
| Gęstość | 2,720                   | 2,720             | 2,710                    | 2,720                | 2,730                | 2,730                 | 1,000 | 2,703                                             | 1,000  |                          |                                                            |      |            |  |
| 45,0    | 0,0                     | 0,0               | 0,0                      | 0,0                  | 0,0                  | 0,0                   | 0,0   | 0,0                                               | 0,0    | 0,0                      | 0,0                                                        | 0,0  |            |  |
| 31,5    | 0,0                     | 0,0               | 0,0                      | 0,0                  | 0,0                  | 0,0                   | 0,0   | 0,0                                               | 0,0    | 0,0                      | 0,0                                                        | 45,0 |            |  |
| 22,4    | 0,0                     | 0,0               | 0,0                      | 0,0                  | 0,0                  | 0,0                   | 0,0   | 0,0                                               | 0,0    | 0,0                      | 0,0                                                        | 31,5 |            |  |
| 16,0    | 0,0                     | 0,0               | 0,0                      | 0,0                  | 0,0                  | 0,0                   | 0,0   | 0,0                                               | 0,0    | 0,0                      | 0,0                                                        | 22,4 |            |  |
| 11,2    | 0,0                     | 0,0               | 0,0                      | 0,0                  | 0,0                  | 3,7                   | 0,0   | 0,0                                               | 0,0    | 0,0                      | 3,8                                                        |      |            |  |

Ocena zgodności partii GRA w odniesieniu do SBT ...



Wymagane parametry:

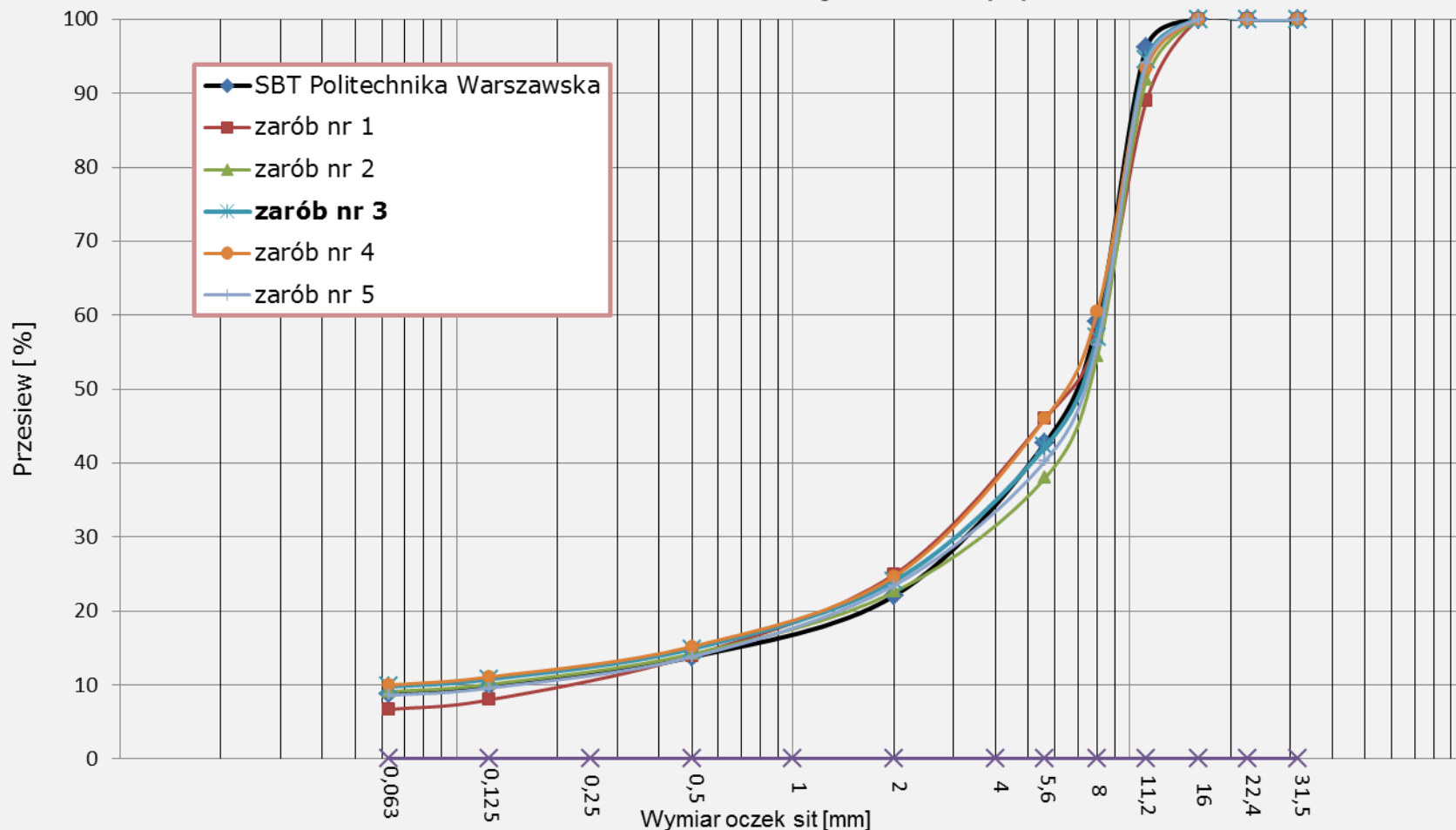
| Właściwość $a_i$                                  | Jednostka | Rozpiętość wyników z $n$ próbek dla GRA | Destrukt w SBT             | Dopuszczalny rozstęp WT-2 2014 |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Temperatura mięknięcia lepiszcza odzyskanego;     | [°C]      | 59,4 - 63,8                             | <b>56</b> (52 - 64)        | 8,0                            |
| Zawartość lepiszcza rozpuszczalnego (m/m);        | [%]       | 5,8 - 6,2                               | <b>5,9</b> (5,4 - 6,4)     | 1,0                            |
| Kruszywo o uziarnieniu < 0,063 mm, (m/m);         | [%]       | 13,4 - 15,0                             | <b>13,7</b> (10,7 - 16,7)  | 6,0                            |
| Kruszywo o uziarnieniu od 0,063 do 2,0 mm, (m/m); | [%]       | 23,5 - 30,0                             | <b>15,3</b> ( 15,3 - 31,3) | 16,0                           |
| Kruszywo o uziarnieniu > 2,0 mm, (m/m);           | [%]       | 55,8 - 61,5                             | <b>71,0</b> ( 55,0-71,0)   | 16,0                           |

Dodatkowe parametry:

| Właściwość $a_i$          | Jednostka            | Rozpiętość wyników z $n$ próbek dla GRA | Destrukt w SBT | Dopuszczalny rozstęp wyników |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------------------|----------------|------------------------------|
| Gęstość destruktu :       | [kg/m <sup>3</sup> ] | 2475 - 2484                             | 2472           | -                            |
| Nawrót sprężysty asfaltu: | [%]                  | 60 - 62                                 | 75             | -                            |



## Uziarnienie mieszanki mineralnej - zaroby próbne



## Porównanie mieszanki z zarobu nr 3 do SBT

| Parametr                                 |                                                         | Badanie Typu | zarób nr 3   | Odchylenie od SBT |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Skład                                    | Skład                                                   | przesiew     | przesiew     |                   |
|                                          | 16                                                      | 100,0        | 100,0        | 0,0               |
|                                          | 11,2                                                    | 96,2         | 94,5         | -1,7              |
|                                          | 8                                                       | 59,1         | 57,1         | -2,0              |
|                                          | 5,6                                                     | 42,7         | 42,2         | -0,5              |
|                                          | 2                                                       | 22,1         | 24,1         | 2,0               |
|                                          | 0,125                                                   | 9,8          | 10,8         | 1,0               |
|                                          | 0,063                                                   | 8,8          | 9,8          | 1,0               |
|                                          | asfalt za dozowany [%]                                  | 4,6          | 4,7          | 0,1               |
|                                          | asfalt z GRA [%]                                        | 1,8          | 1,8          | 0,0               |
|                                          | asfalt całkowity [%]                                    | 6,4          | 6,5          | 0,1               |
|                                          | asfalt rozpuszczalny [%]                                | 6,2          | 6,3          | 0,1               |
| Właściwości fizyczne                     | gęstość w wodzie [kg/m <sup>3</sup> ]                   | 2460         | 2437         | 23,0              |
|                                          | gęstość objętościowa [kg/m <sup>3</sup> ]               | 2383         | 2379         | 4,0               |
|                                          | wolna przestrzeń w MMA Vm [%]                           | 3,1          | 2,4          | 0,7               |
| Deformacje mały aparat                   | proporcjonalna głębokość koleiny PRD <sub>AIR</sub> [%] | 5,8          | <b>7,98</b>  | 2,2               |
|                                          | przyrost koleiny WTS <sub>AIR</sub>                     | 0,05         | <b>0,08</b>  | 0,036             |
| Deformacje duży aparat                   | P [%]                                                   | -            | <b>7,07</b>  |                   |
| Odporność na działanie wody.             | ITSR [%]                                                | 96,0         | <b>97,0</b>  | 1,0               |
| Odporność na spękania niskotemperaturowe | TSRST [°C]                                              | -            | <b>-29,0</b> |                   |
| Spływność lepiszcza                      | D [%]                                                   | 0,19         | <b>0,19</b>  | 0,0               |

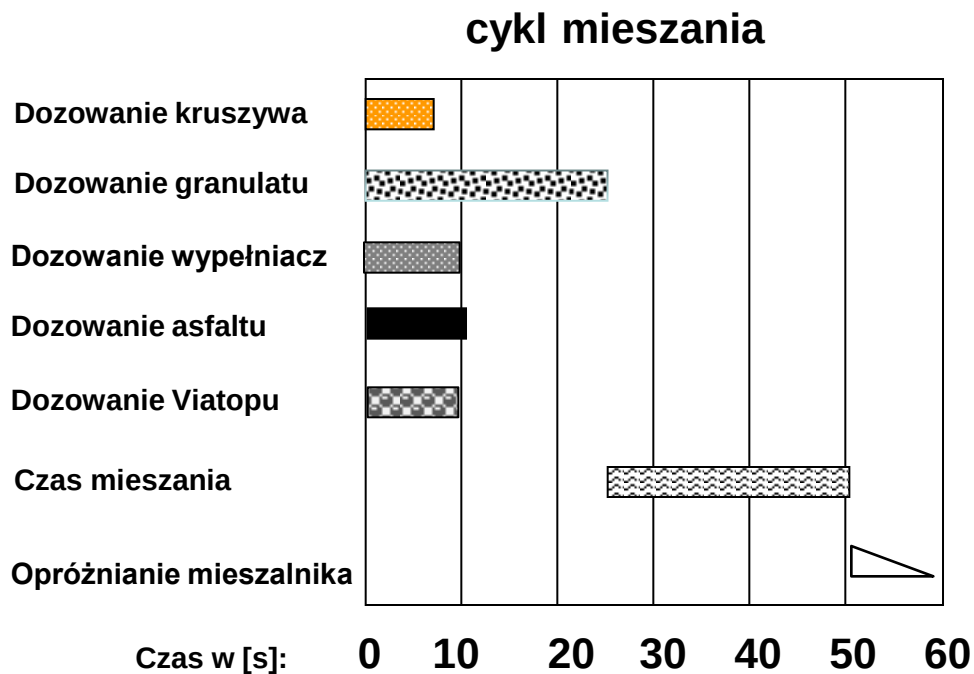
## Parametry produkcji ...



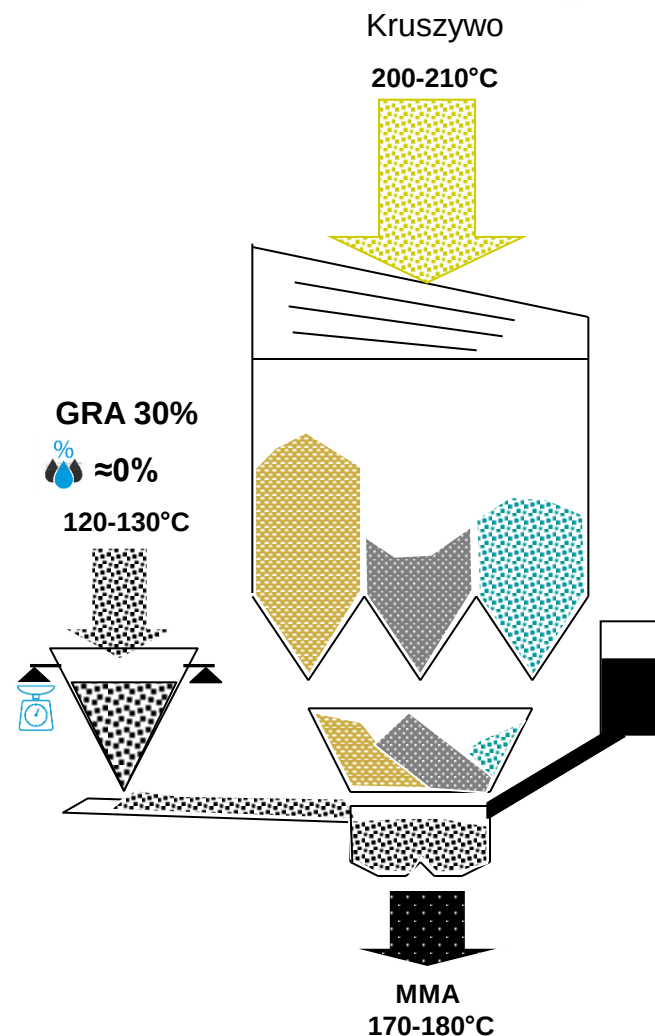


Parametry produkcji ...

**Zarób 2400 kg**



**temperatury technologiczne**



Lokalizacja – DK 78 km 182+450 – km 183+450

Długość odcinka testowego 1000 m, szerokość 2 x 3,5 m



AC WMS 16 PMB 25/55-60 KR 3-7 – 50% GRA – gr 6,0 cm – 1100 ton





SMA 11 PMB 45/80-55 KR 3-7 – 30% GRA – gr 4,0 cm – 720 ton

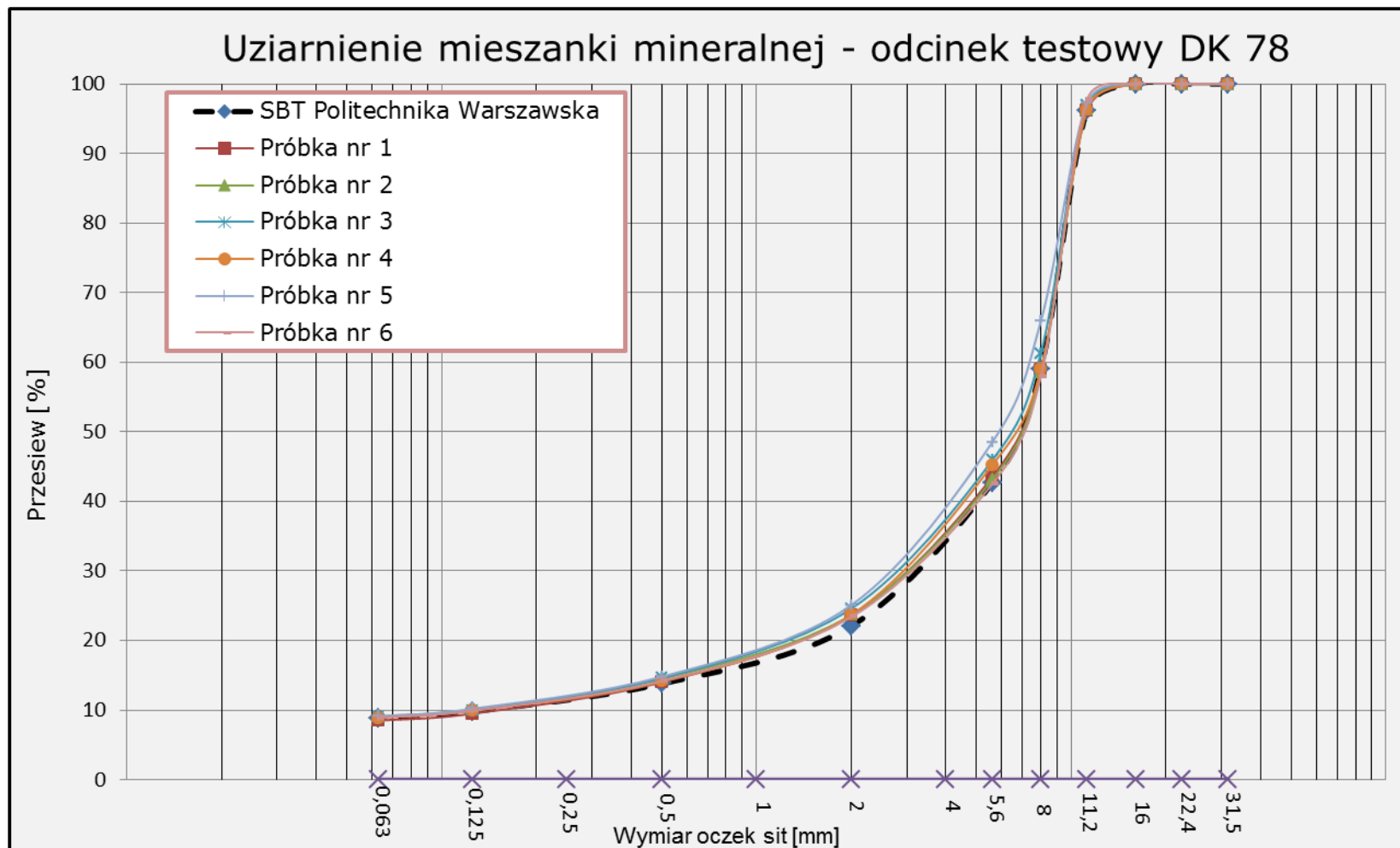




Z odcinka pobrano 6 próbek - 1 próbka na 120 ton MMA w celu określenia stabilności produkcji.



Wyniki MMA – stabilność produkcji.





## Wyniki MMA – stabilność produkcji.

|                                 |                                           | Badanie Typu  | Próbka nr 1 | Próbka nr 2 | Próbka nr 3 | Próbka nr 4 | Próbka nr 5 | Próbka nr 6 |
|---------------------------------|-------------------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Temperatura MMA na drodze [°C]: |                                           | -             | 163         | 165         | 169         | 171         | 168         | 173         |
| Uziarnienie MM                  |                                           | Przesiew      | przesiew    | przesiew    | przesiew    | przesiew    | przesiew    | przesiew    |
|                                 | 16                                        | 100,0         | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 100,0       |
|                                 | 11,2                                      | 96,2          | 96,1        | 97,7        | 96,4        | 97,2        | 96,9        | 96,3        |
|                                 | 8                                         | 59,1          | 58,9        | 57,9        | 58,6        | 65,9        | 61,3        | 59,0        |
|                                 | 5,6                                       | 42,7          | 43,5        | 42,5        | 43,1        | 48,5        | 45,9        | 45,2        |
|                                 | 2,0                                       | <b>22,1</b>   | <b>23,6</b> | <b>23,4</b> | <b>23,7</b> | <b>25,1</b> | <b>24,6</b> | <b>23,7</b> |
|                                 | 0,5                                       | 13,8          | 14,0        | 14,2        | 14,5        | 14,8        | 14,6        | 14,1        |
|                                 | 0,125                                     | 9,8           | 9,5         | 9,9         | 10,1        | 10,2        | 10,0        | 9,9         |
|                                 | 0,063                                     | <b>8,8</b>    | <b>8,5</b>  | <b>8,9</b>  | <b>9,1</b>  | <b>9,1</b>  | <b>9,0</b>  | <b>8,9</b>  |
| Zawartość asfaltu               | asfalt za dozowany [%]                    | 4,6           | 4,4         |             |             |             |             |             |
|                                 | asfalt z GRA [%]                          | 1,8           | 1,75 - 1,86 |             |             |             |             |             |
|                                 | asfalt całkowity [%]                      | 6,4           | 6,4         | 6,5         | 6,6         | 6,7         | 6,6         | 6,5         |
|                                 | asfalt rozpuszczalny [%]                  | <b>6,2</b>    | <b>6,2</b>  | <b>6,3</b>  | <b>6,4</b>  | <b>6,5</b>  | <b>6,4</b>  | <b>6,3</b>  |
| Właściwości fizyczne            | gęstość w wodzie [kg/m <sup>3</sup> ]     | 2460          | 2422        | 2435        | 2437        | 2429        | 2428        | 2432        |
|                                 | gęstość objętościowa [kg/m <sup>3</sup> ] | 2383          | 2340        | 2343        | 2343        | 2347        | 2347        | 2336        |
|                                 | wolna przestrzeń w MMA V <sub>m</sub> [%] | 3,1 (2,0-3,5) | 3,4         | 3,8         | 3,9         | 3,4         | 3,3         | 3,9         |
|                                 | splýwność lepizcza D [%]                  | 0,19 (≤ 0,3)  |             | 0,21        |             |             |             |             |

## Parametry funkcjonalne wbudowywanej mieszanki.

| Parametr                                                |                                                         | Badanie Typu |  | MMA z odcinka testowego DK 78 |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|--|-------------------------------|
| Deformacje- mały aparat met. B w powietrzu, temp. 60 °C | proporcjonalna głębokość koleiny PRD <sub>AIR</sub> [%] | 5,8          |  | 5,5                           |
|                                                         | przyrost koleiny WTS <sub>AIR</sub>                     | 0,05         |  | 0,07                          |
| Deformacje - duży aparat temp. 60 °C, 30000 cykli       | P [%]                                                   | -            |  | 6,30                          |
| Odporność na działanie wody.                            | ITSR %                                                  | 96           |  | 92                            |
| Spękania niskotemperaturowe.                            | temperatura pęknięcia [°C]                              | -            |  | w badaniu                     |
|                                                         | naprężenia niszczące [MPa]                              | -            |  | w badaniu                     |

## Parametry wbudowanej warstwy.

| Parametr                                                |                                                  | Próbka nr 1 | Próbka nr 2 | Próbka nr 3 |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Grubość warstwy [cm]:                                   |                                                  | 4,4         | 4,3         | 3,9         |
| Wskaźnik zagęszczenia Wz [%]                            |                                                  | 100,2       | 100,9       | 100,8       |
| Wolna przestrzeń Vm [%]                                 |                                                  | 3,5         | 2,9         | 3,0         |
| Deformacje- mały aparat met. B w powietrzu, temp. 60 °C | proporcjonalna głębokość koleiny $PRD_{AIR}$ [%] | 5,3         | 4,6         | 4,9         |
|                                                         | przyrost koleiny $WTS_{AIR}$                     | 0,1         | 0,05        | 0,04        |



## Podsumowanie ...

---

- Destrukt pozyskiwany z istniejących dróg klasy A, S, GP ... jest pełnowartościowym składnikiem mieszanek mineralno-asfaltowych.
- Zwiększony udział GRA w MMA nie spowodował obniżenia parametrów funkcjonalnych mieszanki.
- SMA z 30 % udziałem GRA to mieszanka niczym nie odbiegająca od mieszanek SMA bez udziału GRA.
- Obowiązujące Wymagania Techniczne nie uwzględniają specyfiki dodawania GRA „metodą na gorąco”.
- Konieczna jest nowelizacja krajowych Wymagań Technicznych uwzględniających zwiększony udział GRA w MMA.
- Należy ustalić zasady określania ważności Badania Typu dla mieszanek zawierających w składzie GRA.

A photograph of a multi-lane highway under an overpass. The road has white dashed lane markings. In the distance, a car is visible on the right side of the road. The sky is overcast.

**Dziękuję z uwagą**