



# Technologia Materiałów Drogowych

## Zeszyt laboratoryjny

Imię i nazwisko:

.....

Grupa: .....

Sprawdził

mgr inż. Krzysztof Kołodziej

## Spis treści

|  |    |
|--|----|
| Ćwiczenie nr 1. Podział próbek. ....   | 2  |
| Ćwiczenie nr 2. Analiza sitowa kruszywa. ....  | 4  |
| Ćwiczenie nr 3. Oznaczenie odporności kruszywa na rozdrabnianie w bębnie Los Angeles. .... | 8  |
| Ćwiczenie nr 4. Oznaczenie wskaźnika piaskowego kruszywa. ....                             | 9  |
| Ćwiczenie nr 5. Badanie mieszanek stabilizowanych spoiwem. ....                            | 11 |
| Ćwiczenie nr 6. Badanie wypełniaczy. ....  | 16 |
| Ćwiczenie nr 7. Badania asfaltów. ....   | 18 |
| Ćwiczenie nr 8. Badanie odporności asfaltu lanego na deformacje trwałe. ....               | 21 |
| Ćwiczenie nr 9. Badanie spływności metodą Schellenberga. ....                              | 23 |
| Ćwiczenie nr 10. Badanie mieszanek mineralno-asfaltowych. ....                             | 25 |

## Ćwiczenie nr 1. Podział próbek.

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie ze sposobami podziału próbek laboratoryjnych na próbki analityczne oraz obliczeniami niezbędnymi do określenia minimalnej ilości podziałów próbki.

Badanie do którego będzie użyta próbka analityczna: .....

Masa próbki analitycznej do danego badania  $m_T$  [g]: .....

Masa próbki laboratoryjnej  $M$  [g]: .....

Próbka o: ☐ masie minimalnej ☐ dużej tolerancji ☐ małej tolerancji

Obliczenie mas pomocniczych

- $0,75m_T = \dots\dots\dots$
- $0,85m_T = \dots\dots\dots$
- $1,15m_T = \dots\dots\dots$
- $1,5m_T = \dots\dots\dots$

| Podziały | podziały 1/2             |  | Masa podpróbki $m_s$ [g]<br>po kolejnych podziałach |
|----------|--------------------------|--|---|
|          | Masa podpróbki $m_s$ [g] | Sprawdzenie warunku                                |   |
| 0        |                          | Zapisać warunki dla określonej procedury podziału. |   |
| 1        |                          |  |   |
| 2        |                          |  |   |
| 3        |                          |  |   |
| 4        |                          |  |   |
| 5        |                          |  |   |
| 6        |                          |  |   |
| 7        |                          |  |   |
| 8        |                          |  |   |

Sposób podziału próbki: ☐ podziały na 1/2 ☐ podział na 3/4 ☐ podział na 5/8

### Pytania kontrolne

1. Co to jest próbka ogólna, próbka laboratoryjna i próbka analityczna. Czym różnią się od siebie?
2. Opisz sposób postępowania przy podziale na  $1/2$ ,  $3/4$ ,  $5/8$ .
3. Od czego zależy wybór metody podziału próbek?
4. Opisz sposób postępowania przy dzieleniu próbek za pomocą dzielnika próbek.
5. Opisz sposób podziału próbek za pomocą metody kwartowania.

## Ćwiczenie nr 2. Analiza sitowa kruszywa.

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z procedurą przeprowadzenia analizy sitowej kruszywa, określenia wymiaru kruszywa oraz kategorii uziarnienia zgodnie z odpowiednią normą.

Materiał: .....

Wymiar  $D$ : .....

Metoda badania ☐ na sucho

☐ na mokro

Masa próbki analitycznej  $M_1$  [g]: .....

Masa po przemyciu  $M_2$  [g]: .....

Pyły po przemyciu  $M_1 - M_2$  [g]: .....

Materiał na denku  $P$  [g]: .....

| Bok oczka<br>sita #, [mm] | Kontrola przesiewu |       |             | Pozostaje na sicie $R_i$ |     | Przechodzi<br>przez sito, [%] |
|---------------------------|--------------------|-------|-------------|--------------------------|-----|-------------------------------|
|                           | $m_1$              | $m_2$ | Różnica [%] | [g]                      | [%] |                               |
| 63,0                      |                    |       |             |                          |     |                               |
| 31,5                      |                    |       |             |                          |     |                               |
| 22,4                      |                    |       |             |                          |     |                               |
| 16,0                      |                    |       |             |                          |     |                               |
| 11,2                      |                    |       |             |                          |     |                               |
| 8,0                       |                    |       |             |                          |     |                               |
| 5,6                       |                    |       |             |                          |     |                               |
| 4,0                       |                    |       |             |                          |     |                               |
| 2,0                       |                    |       |             |                          |     |                               |
| 1,0                       |                    |       |             |                          |     |                               |
| 0,5                       |                    |       |             |                          |     |                               |
| 0,250                     |                    |       |             |                          |     |                               |
| 0,125                     |                    |       |             |                          |     |                               |
| 0,063                     |                    |       |             |                          |     |                               |
| < 0,063                   |                    |       |             |                          |     |                               |
| suma                      |                    |       |             |                          |     |                               |

Sprawdzenie poprawności przesiewania  $\frac{M_2 - (\sum R_i + P)}{M_2} \times 100\% \dots\dots\dots < 1\%$

## Określenie kategorii uziarnienia kruszywa

Wymagania wg normy  
Kruszywo

☐  
☐

PN-EN 13043  
drobne

☐  
☐

PN-EN 13242  
grube

☐

o ciągłym uziarnieniu

Wymiar  $d/D$  .....

Stosunek  $D/d=$  .....

Kategoria uziarnienia kruszywa:.....

| wymiar sita | przechodzi przez sito | granice uziarnienia |
|-------------|-----------------------|---------------------|
| 2D          |                       |                     |
| 1,4D        |                       |                     |
| D           |                       |                     |
| d           |                       |                     |
| d/2         |                       |                     |

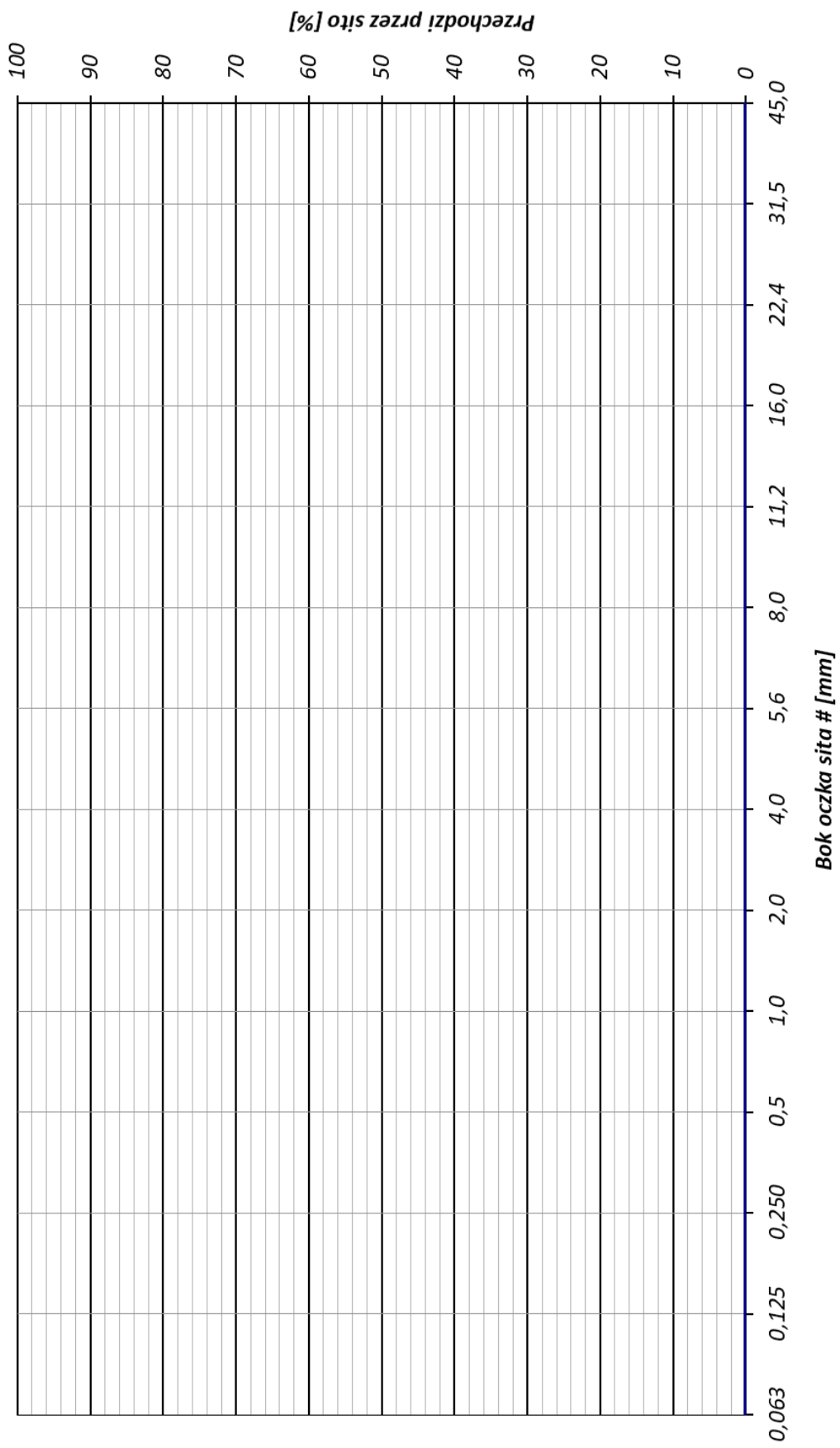
Dodatkowe wymagania dla przesiewu dla kruszywa grubego

| sito pośrednie | przechodzi przez sito | kategoria tolerancji uziarnienia<br>..... |
|----------------|-----------------------|---|
|                |                       |   |

Kategoria zawartości pyłów

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| zawartość pyłów w kruszywie |  |
| kategoria $f$               |  |

Na następnej stronie należy ręcznie wykonać krzywą uziarnienia badanego materiału. Dodatkowo należy zaznaczyć punkty kontrolne dla określonej kategorii uziarnienia.



## Pytania kontrolne

1. Co to jest kruszywo?
2. Co to jest kruszywo naturalne? Podaj przykłady.
3. Co to jest kruszywo z recyklingu? Podaj przykłady.
4. Co to jest kruszywo sztuczne? Podaj przykłady.
5. Co to jest kruszywo grube wg PN-EN 13043 i PN-EN 13242?
6. Co to jest kruszywo drobne wg PN-EN 13043 i PN-EN 13242?
7. Co to jest wypełniacz wg PN-EN 13043?
8. Co nazywamy pyłami?
9. Kiedy należy odrzucić wynik badania analizy sitowej.
10. Co to jest podziarno?
11. Co to jest nadziarno?
12. W jaki sposób podajmy wymiar kruszywa?
13. W jaki sposób określamy kategorię uziarnienia?



### Ćwiczenie nr 3. Oznaczenie odporności kruszywa na rozdrabnianie w bębnie Los Angeles.

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z procedurą przeprowadzenia badania odporności na rozdrabnianie kruszywa grubego w bębnie Los Angeles oraz interpretacją wyników tego badania.

Materiał: .....

| Wymiar frakcji, na jakiej przeprowadzono badanie |                                     |       |                                     |                         |                                     |        |         |
|--|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------|---------|
| Frakcja  | podstawowa                          |       | dodatkowe                           |                         |                                     |        |         |
| Wymiar   | 10/14                               | 10/14 | 4/6,3                               | 4/8                     | 6,3/10                              | 8/11,2 | 11,2/16 |
| Sito pośrednie                                   | 11,2                                | 12,5  | 5                                   | 6,3                     | 8                                   | 10     | 14      |
| zaznaczyć  |                                     |       |                                     |                         |                                     |        |         |
| Masa kul w [g]                                   |                                     |       |                                     | Masa kul w [g] wg normy |                                     |        |         |
|  |                                     |       |                                     |                         |                                     |        |         |
| Kruszywo przechodzące przez sito pośrednie       |                                     |       |                                     | Wymaganie wg normy      |                                     |        |         |
| Masa próbki analitycznej [g]                     | Przechodzi przez sito pośrednie [g] |       | Przechodzi przez sito pośrednie [%] |                         | Przechodzi przez sito pośrednie [%] |        |         |
|  |                                     |       |                                     |                         |                                     |        |         |

|  |  |
|--|--|
| Masa próbki $m$ pozostająca na sicie #1,6 mm [g] |  |
| Współczynnik Los Angeles <b>LA</b>               |  |

Określenie kategorii współczynnika Los Angeles

Wymagania wg normy ☐ PN-EN 13043 ☐ PN-EN 13242

Kategoria współczynnika Los Angeles: .....

Pytania kontrolne

1. Co to jest współczynnik Los Angeles?
2. Na jakiej frakcji badamy współczynnik Los Angeles?
3. Od czego zależy masa kul użytych do badania współczynnika LA?

## Ćwiczenie nr 4. Oznaczenie wskaźnika piaskowego kruszywa.

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z procedurą przeprowadzenia badania wskaźnika piaskowego kruszywa oraz oceną przydatności kruszywa na jego podstawie.

Materiał: .....

Oznaczenie wilgotności próbki

| symbol parowniczeki | masa parowniczeki,<br>$m_t$ | parowniczeki + mokre kruszywo,<br>$m_{mmt}$ | parowniczeki + suche kruszywo,<br>$m_{st}$ | wilgotność,<br>$w_i$ | Średnia wilgotność,<br>$w$ |
|---------------------|-----------------------------|---|--|----------------------|----------------------------|
| –                   | g                           | g   | g  | %                    | %                          |
|                     |                             |   |  |                      |                            |
|                     |                             |   |  |                      |                            |

Oznaczenie zawartości pyłów w próbce.

| kruszywo przed przemyciem $M_1$ | kruszywo po przemyciu $M_2$ | zawartość pyłów<br>$f$ | zawartość pyłów                      |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| [g]                             | [g]                         | [%]                    | wzór                                 |
|                                 |                             |                        | $f = 100 - \frac{M_2(100 + w)}{M_1}$ |

Określenie wskaźnika piaskowego

|   | Cylinder 1 | Cylinder 2 |
|---|------------|------------|
| Wysokość $h_1$                                |            |            |
| Wysokość $h_2$                                |            |            |
| Wskaźnik piaskowy próbki (do 0,1)             |            |            |
| Różnica między wynikami                       |            |            |
| Wskaźnik piaskowy SE (zaokrąglony do całości) |            |            |

Uwagi (proszę zinterpretować uzyskany wynik): .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### Pytania kontrolne

1. Co to jest wskaźnik piaskowy?
2. Na jakiej frakcji badamy wskaźnik piaskowy?
3. Jakie są wymagania odnośnie kruszywa przeznaczonego do badania wskaźnika piaskowego?
4. W jakim celu wykonuje się badanie wskaźnika piaskowego?

## Ćwiczenie nr 5. Badanie mieszanek stabilizowanych spoiwem.

*Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z projektowaniem oraz podstawowymi badaniami mieszanek stabilizowanych spoiwami.*

Projektowana warstwa: .....

Zastosowane spoiwo: .....

Do sprawozdania należy załączyć odpowiednią Specyfikację Techniczną, według której będzie wykonywany projekt mieszanki/gruntu stabilizowanego spoiwem drogowym.

Charakterystyka spoiwa do stabilizacji – proszę krótko opisać zastosowane spoiwo oraz załączyć kartę charakterystyki danego spoiwa ze strony producenta.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| symbol parowniczi | masa parowniczi,<br>$m_t$ | parowniczka + mokra mieszanka,<br>$m_{mmt}$ | parowniczka + sucha mieszanka,<br>$m_{st}$ | wilgotność,<br>$w_i$ | Średnia wilgotność,<br>$w$ |
|-------------------|---------------------------|---|--|----------------------|----------------------------|
| —                 | g                         | g   | g  | %                    | %                          |
|                   |                           |   |  |                      |                            |
|                   |                           |   |  |                      |                            |

#### Masy próbek przygotowanych do badania

| Oznaczenie próbki | Masa próbek [g] |                | Nasycenie próbek wodą [%] | Gęstość w momencie badania [Mg/m <sup>3</sup> ] | Zagęszczenie próbek [%] |
|-------------------|-----------------|----------------|---------------------------|---|-------------------------|
|                   | po wykonaniu    | przed badaniem |                           |   |                         |
|                   |                 |                |                           |   |                         |
|                   |                 |                |                           |   |                         |
|                   |                 |                |                           |   |                         |
|                   |                 |                |                           |   |                         |

#### Badanie wytrzymałości na ściskanie.

| Oznaczenie próbki | Średnica [mm] |         | Wysokość [mm] |         | Siła niszcząca [N] | Forma zniszczenia | Wytrzymałość na ściskanie [MPa] |
|-------------------|---------------|---------|---------------|---------|--------------------|-------------------|---------------------------------|
|                   | pomierzona    | średnia | pomierzona    | średnia |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
|                   |               |         |               |         |                    |                   |                                 |
| Średnia [MPa]     |               |         |               |         |                    |                   |                                 |

**Przygotowanie próbek do badania natychmiastowego wskaźnika nośności.**

Oznaczenie wilgotności mieszanki przygotowanej do sporządzenia próbek.

| symbol parowniczk | masa parowniczk,<br>$m_t$ | parowniczk + mokra mieszank,<br>$m_{mmt}$ | parowniczk + sucha mieszank,<br>$m_{st}$ | wilgotność,<br>$w_i$ | Średnia wilgotność,<br>$w$ |
|-------------------|---------------------------|---|--|----------------------|----------------------------|
| –                 | g                         | g   | g  | %                    | %                          |
|                   |                           |   |  |                      |                            |
|                   |                           |   |  |                      |                            |

Oznaczenie wymiarów formy do badania

| Oznaczenie formy | Średnica [mm] |         | Wysokość [mm] |         | Objętość formy [cm <sup>3</sup> ] |
|------------------|---------------|---------|---------------|---------|-----------------------------------|
|                  | pomierzona    | średnia | pomierzona    | średnia |                                   |
|                  |               |         |               |         |                                   |
|                  |               |         |               |         |                                   |
|                  |               |         |               |         |                                   |
|                  |               |         |               |         |                                   |
|                  |               |         |               |         |                                   |
|                  |               |         |               |         |                                   |

Obliczenia energii zagęszczania próbki: .....

.....

.....

.....

Oznaczenie zagęszczenia próbki

| Masa formy z podstawą [g] | Masa formy z podstawą i zagęszczonym materiałem [g] | Gęstość szkieletu próbki [Mg/m <sup>3</sup> ] | Zagęszczenie próbki [%] |
|---------------------------|---|---|-------------------------|
|                           |   |   |                         |

| Zagłębienie trzpienia [mm] | Zmierzona wartość siły [kN] | Siła standardowa [kN] | Natychmiastowy wskaźnik nośności [%] | Miarodajny natychmiastowy wskaźnik nośności [%] |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|
| 2,5                        |                             |                       |                                      |   |
| 5,0                        |                             |                       |                                      |   |

### **Zestawienie wyników badań**

| Cecha   | Wynik | Wymaganie | Pkt. SST |
|---|-------|-----------|----------|
| Wytrzymałość na ściskanie [MPa]                             |       |           |          |
| Natychmiastowy wskaźnik nośności [%]                        |       |           |          |
| Maksymalna gęstość szkieletu mieszanki [Mg/m <sup>3</sup> ] |       |           |          |
| Wilgotność optymalna [%]                                    |       |           |          |
| Wilgotność przy sporządzaniu próbek [%]                     |       |           |          |
| Szczelność mieszanki [%]                                    |       |           |          |

Uwagi (proszę zinterpretować powyższą tabelę): .....

.....

.....

.....

.....

.....

### **Pytania kontrolne**

1. Co to jest stabilizacja kruszywa?
2. Od czego zależy wybór spoiwa do stabilizacji?
3. W jaki sposób oznacza się mieszanki kruszyw stabilizowane cementem?
4. Co to jest wilgotność?
5. Co to jest wilgotność optymalna?
6. W jaki sposób należy uwzględnić nadziarno w badaniu Proctora?
7. Do jakiego momentu powtarzamy zagęszczanie kruszywa przy badaniu Proctora?
8. Czym różni się metoda zmodyfikowana od metody normalnej Proctora?
9. Od czego zależy wybór formy i ubijaka przy badaniu Proctora?
10. Co to jest wskaźnik nośności CBR?
11. Jakie są różnice między badaniem CBR i IPI?
12. W jakim celu wykonujemy badanie IPI?
13. W jakim momencie należy zakończyć wciskanie trzpienia przy badaniu CBR/IPI?
14. W jaki sposób przechowujemy próbki do badania CBR?

15. Po jakim czasie należy wykonać badanie wytrzymałości na ściskanie próbek mieszanki stabilizowanej?
16. W jaki sposób przechowuje się próbki do badania wytrzymałości na ściskanie?
17. Kiedy wyniki badania wytrzymałości na ściskanie są prawidłowe?



## Ćwiczenie nr 6. Badanie wypełniaczy.

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z podstawowymi badaniami wypełniaczy – badaniem Rigdena oraz błękitem metylenowym a także oceną wypełniaczy na ich podstawie.

### **Badanie pustych przestrzeni w suchym zagęszczonym wypełniaczu – badanie Rigdena.**

Materiał: ..... Pochodzenie: .....

Gęstość wypełniacza [ $\text{Mg/m}^3$ ]: .....

|   |           | Próbka 1 |  | Próbka 2 |  | Próbka 3 |  |
|---|-----------|----------|--|----------|--|----------|--|
| Wysokość<br>pustego<br>cylindra $h_o$ [mm]                                    | zmierzona |          |  |          |  |          |  |
|   | średnia   |          |  |          |  |          |  |
| Średnica cylindra<br>$\alpha$ [mm]  | zmierzona |          |  |          |  |          |  |
|   | średnia   |          |  |          |  |          |  |
| Masa cylindra z filtrem $m_o$ [g]   |           |          |  |          |  |          |  |
| Masa cylindra z filtrem<br>i zagęszczonym wypełniaczem<br>$m_1$ [g]           |           |          |  |          |  |          |  |
| Masa wypełniacza $m_2$ [g]<br>$m_2 = m_1 - m_o$                               |           |          |  |          |  |          |  |
| Wysokość<br>cylindra z<br>wypełniaczem $h_1$<br>[mm]                          | zmierzona |          |  |          |  |          |  |
|   | średnia   |          |  |          |  |          |  |
| Wysokość próbki $h$ [mm]<br>$h = h_1 - h_o$                                   |           |          |  |          |  |          |  |
| Pusta przestrzeń w<br>zagęszczonym wypełniaczu<br>w próbce [do 0,1 %]         |           |          |  |          |  |          |  |
| Średnia wartość pustych<br>przestrzeni w zagęszczonym<br>wypełniaczu [do 1 %] |           |          |  |          |  |          |  |

Na podstawie uzyskanych wyników należy ocenić badany wypełniacz oraz porównać je z deklaracją producenta.

.....

.....

.....

.....

.....

#### Pytania kontrolne

1. Co to jest wypełniacz?
2. Kiedy uznajemy, że próba plamy przy badaniu błękitem metylowym dała wynik pozytywny?
3. Dla jakiej zawartości pyłów nie jest wymagane badanie błękitem metylowym?
4. Co oznacza kategoria MB<sub>F</sub>?
5. Dla jakiej frakcji kruszywa wykonujemy badanie błękitem metylenowym?
6. Jaka ilość uderzeń jest potrzebna do zagęszczenia wypełniacza w aparacie Rigdena?
7. Dla jakiej frakcji wypełniacza wykonujemy badanie Rigdena?
8. Jakie znaczenie mają puste przestrzenie w wypełniaczu?

## Ćwiczenie nr 7. Badania asfaltów.

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z podstawowymi właściwościami asfaltów drogowych, metodami badań oraz oceną jakości asfaltów drogowych.

### **Badanie penetracji.**

Temperatura pomiaru [°C]: .....

| Nr pomiaru  | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 | Pomiar 4 |
|---|----------|----------|----------|----------|
| Masa trzpienia [g]  |          |          |          |          |
| Nr igły   |          |          |          |          |
| Masa igły [g]   |          |          |          |          |
| Penetracja [x0,1 mm]                                      |          |          |          |          |
| Średnia [x0,1 mm]   |          |          |          |          |
| Różnica między najwyższym a najniższym wynikiem [x0,1 mm] |          |          |          |          |

### **Badanie temperatury mięknięcia.**

|  |            |             |         |
|--|------------|-------------|---------|
| Ciecz użyta do badania: woda destylowana | kulka lewa | kulka prawa | różnica |
| Temperatura mięknięcia [°C]              |            |             |         |
| Średnia [°C]                             |            |             |         |

### **Badanie temperatury łamliwości.**

| Nr pomiaru                        | $T_0$ | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | $T_5$ |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temperatura 1 zgięcia płytki [°C] |       |       |       |       |       |       |
| Temperatura łamliwości [°C]       |       |       |       |       |       |       |
| Średnia [°C]                      |       |       |       |       |       |       |

Rodzaj asfaltu określony na podstawie badań: .....

| Cecha                       | Wynik badania | Wymaganie wg normy |
|-----------------------------|---------------|--------------------|
| Penetracja (25°C) [x0,1 mm] |               |                    |
| Temperatura mięknięcia [°C] |               |                    |
| Temperatura łamliwości [°C] |               |                    |

Uwagi (na podstawie powyższej tabeli należy ocenić jakość asfaltu w kontekście wymagań normowych): .....

.....

.....

.....

.....

### **Indeks penetracji.**

Dla zbadanego asfaltu należy obliczyć indeks penetracji korzystając z badania penetracji w 25 °C oraz temperatury mięknięcia.

$$IP = \frac{20T_{PiK} + 500\log P - 1952}{T_{PiK} - 50\log P + 120} = \frac{\quad}{\quad} =$$

### **Badanie nawrotu sprężystego.**

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| Rodzaj asfaltu                         |  |  |  |
| Odległość między końcami półnitek [mm] |  |  |  |
| Nawrót sprężysty [%]                   |  |  |  |

### **Pytania kontrolne**

1. Co jest podstawą do podziału asfaltów na gatunki wg PN-EN 12591
2. W jaki sposób oznaczamy gatunki asfaltów wielorodzajowych wg PN-EN 13924-2, podaj przykład.
3. W jaki sposób oznaczamy gatunki asfaltów modyfikowanych wg PN-EN 14023, podaj przykład.
4. Warunki badania penetracji asfaltów.
5. Co to jest penetracja i w jakich jednostkach ją podajemy.
6. Co to jest temperatura mięknięcia.
7. Kiedy wykonujemy badanie temperatury mięknięcia w wodzie, a kiedy w glicerynie.
8. Jaka jest początkowa temperatura cieczy w której zanurzone są próbki przy badaniu temperatury mięknięcia.
9. W jakiej temperaturze wykonujemy badanie nawrotu sprężystego.

10. Co to jest adhezja asfaltu do kruszywa.
11. Które z kruszyw będzie wykazywało się większą adhezją: wapień czy kwarcyt?  
Uzasadnij.
12. Co to jest Indeks penetracji? Jaka jest interpretacja tego wyniku.
13. Jakie są założenia do obliczeń indeksu penetracji wg PN-EN12591?
14. Jakie są sposoby obliczania indeksu penetracji?

# Ćwiczenie nr 8. Badanie odporności asfaltu lanego na deformacje trwałe.

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z badaniem odporności na deformacje trwałe mieszanki asfaltu lanego.

Temperatura badania [°C]: .....

Typ próbek: ☐ C - sześciennie ☐ MS - Marshalla Powierzchnia trzpienia [mm<sup>2</sup>]: ☐ 100 ☐ 500

| Odczyt                     | Zagłębienie trzpienia [mm] |
|----------------------------|----------------------------|
| Wartość początkowa $h_0$   |                            |
| Wartość po 1 min $h_1$     |                            |
| Wartość po 2 min $h_2$     |                            |
| Wartość po 4 min $h_4$     |                            |
| Wartość po 8 min $h_8$     |                            |
| Wartość po 15 min $h_{15}$ |                            |
| Wartość po 30 min $h_{30}$ |                            |
| Wartość po 60 min $h_{60}$ |                            |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Penetracja [mm] $I$               |  |
| Przyrost penetracji [mm] $I_{nc}$ |  |

Na podstawie uzyskanych wyników należy sporządzić wykres zależności penetracji od czasu badania.

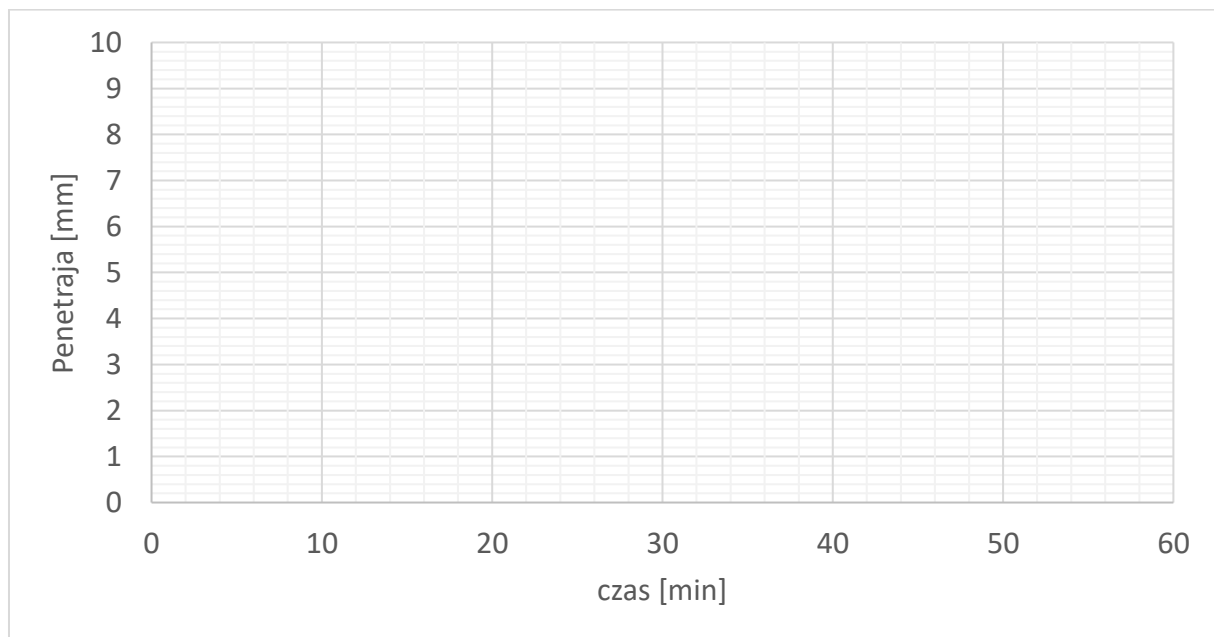
Uwagi (należy porównać uzyskane wyniki z wymagania aktualnie obowiązujących WT): .....

.....

.....

.....

.....



#### Pytania kontrolne

1. Czym charakteryzuje się mieszanka asfaltu lanego?
2. W jaki sposób przeprowadza się badanie penetracji asfaltu lanego?
3. Jakie są warunki badania odporności na deformacje trwałe asfaltu lanego?
4. Na jakich próbkach wykonujemy badanie penetracji asfaltu lanego?

*Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z jednym z badań mieszanki SMA*

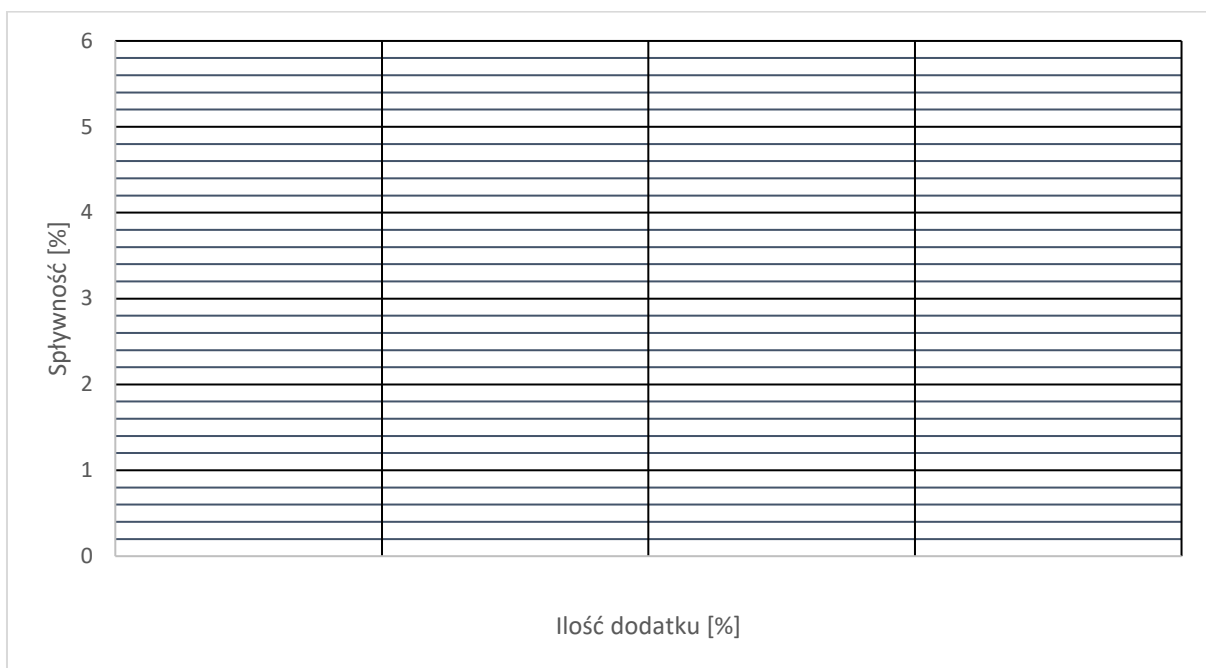
Zawartość asfaltu w MMA [%]: .....

Docelowa temperatura badania[°C]: .....

Temperatura mieszanki po 60 minutach w suszarce [°C]:.....

[illegible]





Na podstawie uzyskanych wyników należy sporządzić wykres zależności spływności lepiszcza od ilości dodatku.

W pracy należy zamieścić kartę katalogową producenta włókien.

Uwagi (proszę opisać zasadność stosowania dodatku włókien celulozowych do mieszanek MMA): .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### Pytania kontrolne

1. Dla jakich mieszanek wykonujemy badanie spływności?
2. Jaka jest temperatura badania przy badaniu spływności?
3. Jak długo trwa wygrzewanie mieszanki MMA przy badaniu spływności?

## Ćwiczenie nr 10. Badanie mieszanek mineralno-asfaltowych.

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z projektowaniem oraz podstawowymi badaniami mieszanek mineralno-asfaltowych.

Rodzaj mieszanki: .....

Do sprawozdania należy załączyć odpowiednią Specyfikację Techniczną, według której wykonywany był projekt mieszanki mineralno-asfaltowej.

### ***Skład mieszanki mineralno-asfaltowej***

| L.p.    | Materiał | Udział w mieszance [%] |                               |
|---------|----------|------------------------|-------------------------------|
|         |          | Mieszanka mineralna    | Mieszanka mineralno-asfaltowa |
| 1.      |          |                        |                               |
| 2.      |          |                        |                               |
| 3.      |          |                        |                               |
| 4.      |          |                        |                               |
| 5.      |          |                        |                               |
| 6.      |          |                        |                               |
| 7.      |          |                        |                               |
| 8.      | Asfalt - | ---                    |                               |
| Razem   |          |                        |                               |
| dodatki |          |                        |                               |
| dodatki |          |                        |                               |

### ***Oznaczenie gęstości wg PN-EN 12697-5 (metoda objętościowa)***

| temperatura badania [°C]:   |   |   |  |  |   |
|---|---|---|--|--|---|
| gęstość wody destylowanej w temperaturze badania $\rho_w$ [g/cm <sup>3</sup> ]: |   |   |  |  |   |
| symbol piknometru   | objętość piknometru<br>V [cm <sup>3</sup> ] | masa piknometru z nasadką<br>m <sub>1</sub> [g] | masa piknometru z próbką<br>m <sub>2</sub> [g] | masa piknometru +próbka+woda<br>m <sub>3</sub> [g] | gęstość MMA<br>$\rho_{mv}$ [kg/m <sup>3</sup> ] |
|   |   |   |  |  |   |

**Oznaczenie gęstości objętościowej wg PN-EN 12697-6 (metoda B – próbka w stanie nasyconym powierzchniowo suchym – SSD)**

| temperatura wody [°C]: |                                 | gęstość wody $\rho_w$ [g/cm <sup>3</sup> ]: |  |  |
|------------------------|---------------------------------|---|--|--|
| Symbol próbki          | masa próbki suchej<br>$m_1$ [g] | masa próbki w wodzie<br>$m_2$ [g]           | masa próbki wilgotnej w powietrzu<br>$m_3$ [g] | gęstość objętościowa MMA<br>$\rho_{bssd}$ [kg/m <sup>3</sup> ] |
|                        |                                 |   |  |  |
|                        |                                 |   |  |  |

Obliczenia dopuszczalnej różnicy między wynikami badania gęstości objętościowej: .....

.....

.....

.....

.....

**Oznaczenie zawartości wolnej przestrzeni w MMA wg PN-EN 12697-8**

zawartość lepiszcza w MMA B [%]: ..... gęstość lepiszcza  $\rho_B$  [kg/m<sup>3</sup>]: .....

| gęstość MMA<br>$\rho_{mv}$ [kg/m <sup>3</sup> ] | gęstość objętościowa MMA<br>$\rho_{bssd}$ [kg/m <sup>3</sup> ] | zawartość wolnej przestrzeni w MMA<br>$V_m$ [%] | wolna przestrzeń w mieszanke mineralnej<br>$VMA$ [%] | wolna przestrzeń w mieszanke mineralnej wypełniona lepiszczem<br>$VFB$ [%] |
|---|--|---|--|--|
|   |  |   |  |  |

**Określenie wrażliwości na wodę i mróz (badanie ITSR)**

Określenie wymiarów geometrycznych próbek przed badaniem wg PN-EN 12697-29

| Symbol próbki | Wysokość $H$ [mm] |  |         | Średnica $D$ [mm] |  |         |
|---------------|-------------------|--|---------|-------------------|--|---------|
|               | pomierzona        |  | średnia | pomierzona        |  | średnia |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |
|               |                   |  |         |                   |  |         |

Oznaczenie gęstości objętościowej oraz wolnej przestrzeni

| $t_{wody}$ [°C]: |                                 | $\rho_{wody}$ [g/cm <sup>3</sup> ]: |  |  |   |
|------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|--|---|
| Symbol próbki    | masa próbki suchej<br>$m_1$ [g] | masa próbki w wodzie<br>$m_2$ [g]   | masa próbki wilgotnej w powietrzu<br>$m_3$ [g] | gęstość objętościowa MMA<br>$\rho_{bssd}$ [kg/m <sup>3</sup> ] | zawartość wolnej przestrzeni w MMA<br>$V_m$ [%] |
|                  |                                 |                                     |  |  |   |
|                  |                                 |                                     |  |  |   |
|                  |                                 |                                     |  |  |   |
|                  |                                 |                                     |  |  |   |
|                  |                                 |                                     |  |  |   |
|                  |                                 |                                     |  |  |   |

Określenie wymiarów geometrycznych i masy próbek z zestawu mokrego po nasyceniu wodą

| Symbol próbki | Wysokość $H$ [mm] |         | Średnica $D$ [mm] |         | masa próbek po nasyceniu w wodzie [g] | masa próbki wilgotnej w powietrzu [g] |
|---------------|-------------------|---------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|               | pomierzona        | średnia | pomierzona        | średnia |                                       |                                       |
|               |                   |         |                   |         |                                       |                                       |
|               |                   |         |                   |         |                                       |                                       |
|               |                   |         |                   |         |                                       |                                       |
|               |                   |         |                   |         |                                       |                                       |
|               |                   |         |                   |         |                                       |                                       |
|               |                   |         |                   |         |                                       |                                       |

Określenie zmiany objętości i stopnia nasycenia próbek z zestawu mokrego po nasyceniu wodą

| Symbol próbki | Objętość w stanie suchym $V_1$<br>[cm <sup>3</sup> ] | Objętość po nasyceniu wodą $V_2$<br>[cm <sup>3</sup> ] | Zmiana objętości próbki $\Delta V$<br>[%] | Stopień nasycenia próbek wodą $n$<br>[%] |
|---------------|--|--|---|--|
|               |  |  |   |  |
|               |  |  |   |  |
|               |  |  |   |  |

Oznaczenie wytrzymałości na rozciąganie pośrednie wg PN-EN 12697-23

| Zestaw | Symbol próbki | Sposób zniszczenia | Siła niszcząca $P$<br>[kN] | ITS<br>[kPa] |
|--------|---------------|--------------------|----------------------------|--------------|
| mokry  |               |                    |                            |              |
|        |               |                    |                            |              |
|        |               |                    |                            |              |
| suchy  |               |                    |                            |              |
|        |               |                    |                            |              |
|        |               |                    |                            |              |

Wskaźnik wytrzymałości na rozciąganie pośrednie wg PN-EN 12697-12

| Średnia wytrzymałość dla próbek mokrych $ITS_w$ [kPa] | Średnia wytrzymałość dla próbek suchych $ITS_d$ [kPa] | Wskaźnik wytrzymałości na rozciąganie pośrednie $ITSR$ [%] |
|---|---|--|
|   |   |  |

**Zestawienie wyników badań**

| Cecha  | Wynik | Wymaganie WT/SST |
|--|-------|------------------|
| Zawartość asfaltu [%]                        |       |                  |
| Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]                 |       |                  |
| Gęstość objętościowa [kg/m <sup>3</sup> ]    |       |                  |
| Zawartość wolnych przestrzeni w MMA [%]      |       |                  |
| Zawartość wolnych przestrzeni w MM [%]       |       |                  |
| Wolne przestrzenie wypełnione lepiszczem [%] |       |                  |
| Wrażliwość na działanie wody i mrozu [%]     |       |                  |

Uwagi (proszę zinterpretować powyższą tabelę w odniesieniu do wymagań): .....

.....

.....

.....

.....

.....

## Pytania kontrolne

1. Od czego zależy liczba uderzeń ubijaka przy zagęszczaniu próbek do badania zawartości wolnej przestrzeni?
2. Ile wynosi liczba uderzeń przy zagęszczaniu próbki do badania ITSR?
3. Od czego zależy temperatura zagęszczania MMA?
4. Kiedy uznajemy, że mieszanka została wymieszana w sposób prawidłowy?
5. Czym się różni gęstość od gęstości objętościowej?
6. Na czym polega metoda objętościowa przy oznaczaniu gęstości MMA?
7. Na podstawie czego określana jest gęstość MMA w metodzie matematycznej?
8. Na jak długo należy zanurzyć próbkę w wodzie przy oznaczaniu gęstości objętościowej MMA?
9. Co to jest zawartość wolnej przestrzeni w MMA?
10. Co jest potrzebne do oznaczenia zawartości wolnej przestrzeni w MMA?
11. Co to jest wskaźnik ITSR?
12. Dla jakich mieszanek wykonujemy badanie ITSR?
13. Jaka powinna być nominalna wysokość próbek Marshalla?
14. W jaki sposób podajemy skład mieszanki mineralno-asfaltowej?
15. Jak długo należy mieszać mieszankę MMA?
16. Jak należy przygotować kruszywo do wykonania MMA?
17. W jaki sposób w laboratorium realizowane jest odpylenie kruszywa?
18. Podaj rodzaje mieszanek MMA i krótko je scharakteryzuj.
19. W jaki sposób kondycjonujemy próbki MMA do badania wrażliwości na działanie wody i mrozu?