

# Wyznaczanie wskaźnika przepływu kruszyw drobnych

## Determining the flow coefficient of fine aggregates



Dr hab. inż. Beata Trzaskus-Żak<sup>\*)</sup>



Mgr inż. Wojciech Miśkiewicz<sup>\*\*)</sup>



Dr hab. inż. Zdzisław Galaś,  
prof. AGH<sup>\*)</sup>

**Treść:** W artykule przedstawiony został sposób przeprowadzenia badania wyznaczania wskaźnika przepływu kruszyw drobnych, tj. współczynnika kanciastości kruszywa dla wybranej kopalni skalnych surowców drogowych. Im wyższa wartość tego wskaźnika, tym większa kanciastość kruszywa. W analizowanej kopalni zawartość wskaźnika wyniosła średnio 37s. Wynik ten oznacza zgodność z deklaracją zgodności jaką analizowana kopalnia deklaruje dla odbiorców.

**Abstract:** This paper presents in a synthetic way the characteristic of the flow coefficient of aggregate method in chosen opencast mine of raw and rock materials. The higher is the value of this indicator, the greater the angularity aggregates is received. In the analyzed mine the content of the indicator results at an average of 37s. This result indicates compatibility with the declaration of conformity which analyzed mine declares to the customers.

### Słowa kluczowe:

wskaźnik przepływu kruszyw, współczynnik kanciastości, zarządzanie jakością

### Key words:

flow coefficient of the aggregates, quality management

## 1. Wprowadzenie

W celu kontrolowania jakości wyprodukowanego kruszywa, jego przydatności w drogownictwie, w kopalniach stosuje się metody laboratoryjne mające na celu sprawdzenie jakości kruszywa pod względem geometrycznym, fizycznym i chemicznym. Przedstawiona w artykule metoda zaliczana jest do metod kontroli wymagań geometrycznych kruszyw grubych i drobnych. Kruszywo grube według normy PN-EN 933-6: (2014) oznacza kruszywo o wymiarach ziaren między 4 mm a 20 mm. Kruszywo drobne natomiast, według tej samej normy, oznacza kruszywo o wymiarach ziaren poniżej 4 mm.

Do określania spełnienia wymagań geometrycznych kruszyw grubych i drobnych stosuje się następujące metody:

- metoda przesiewania wg normy PN-EN 933-1 do oznaczenia składu ziarnowego,
- wskaźnik płaskości wg normy PN-EN 933-3, do oznaczenia kształtu ziaren,
- wskaźnik kształtu wg normy PN-EN 933-4, do oznaczenia kształtu ziaren,
- oznaczenie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych wg normy PN-EN 933-6,

- oznaczenie jakości pyłów wg normy PN-EN 933-9,
  - oznaczenie kanciastości kruszywa wg normy PN-EN 933-6.
- Wskaźnik przepływu kruszyw (współczynnik kanciastości) jest to czas wyrażony w sekundach, w którym w określonych warunkach, z użyciem normowej aparatury, określona objętość kruszywa przepływa przez dany otwór. Służy do oceny właściwości powierzchni kruszywa.

W artykule przedstawiony został sposób przeprowadzenia badania współczynnika kanciastości kruszywa dla wybranej kopalni skalnych surowców drogowych. Wynik badania jakości kruszywa w tym kierunku jest bardzo ważny, szczególnie dla mieszanek asfaltowych, które składają się z odpowiedniego doboru ilościowego różnych składników mieszanek, w tym głównie lepiszcza i wypełniacza. Nośność takich mieszanek powstaje głównie dzięki szkieletowi mineralnemu (kątowni tarcia wewnętrznej). Wymagania dotyczące kształtu kruszywa powinny być przestrzegane szczególnie rygorystycznie ze względu na podatność na odkształcenia (rozpychanie ziaren – inacej zjawisko klina).

Duże naciski maszyn walcowych mogą spowodować pękania pojedynczych ziaren w szczególności ziaren niekształtnych. To dlatego, bardzo ważną rolę odgrywają kruszywa drobne. Celem kruszyw drobnych jest wypełnienie wolnych miejsc piaskiem łamanym, który charakteryzuje się wysokim współczynnikiem przepływu, tak by nie pogorszyć przy tym kąta tarcia wewnętrznej (Piłat i in. 2015, Trzaskus-Żak i in. 2012, PN-EN 933-6: 2014, WT-1 2014).

<sup>\*)</sup> AGH w Krakowie <sup>\*\*)</sup> Absolwent AGH

## 2. Charakterystyka przeprowadzonego badania

Jak już wspomniano, wskaźnik przepływu kruszywa jest miernikiem kanciastości kruszywa. Rozumie się przez to pomiar czasowy wyrażony w sekundach przepływu określonej objętości kruszywa przez określony otwór w określonych przez normę warunkach, oraz przy zastosowaniu odpowiedniej aparatury (wynikającej z normy). Badanie może być przeprowadzone dla kruszyw drobnych i dla kruszyw grubych. Przebieg wykonania badania jest zgodny z PN-EN 933-6: (2014) „Wskaźnik przepływu kruszyw”. W analizowanej kopalni, kontroli został poddany materiał o frakcji 0-2 mm (kruszywo naturalne drobne 0-2 mm), rodzaj skały - dolomit, materiał do przeprowadzenia kontroli został pobrany w trakcie bieżącej produkcji „spod taśmy”.

### 2.1. Przygotowanie próbek

Próbka laboratoryjna została przygotowana zgodnie z PN-EN 932-2. W kolejnym etapie badania, została ona przepłukana, wysuszona i przesiana na sucho. Wszystkie ziarna pozostałe na sicie 2 mm (bądź 4 mm gdyby w badaniu została badana frakcja 0-4 mm) - nadziarno i przechodzące przez sito 0,063 mm – podziarno zostały odrzucone. Następnie próbka została pomniejszona w celu otrzymania próbki analitycznej o masie  $M_1$  obliczonej ze wzoru:

$$M_1 = (\rho_{rd}/2,70) \pm 0,002 \text{ [kg]}$$

gdzie:

- $\rho_{rd}$  – gęstość ziarn kruszywa poddanego badaniu w stanie suchym określona zgodnie z EN 1097-6, [Mg/m<sup>3</sup>],
- 2,70 – stała wartość gęstości ziarn materiału wzorcowego w stanie suchym, Mg/m<sup>3</sup>.

Otrzymane podczas badania wyniki zamieszczono w tabeli 1.

**Tabela 1. Wyniki określenia masy próbki potrzebnej do badania**  
**Table 1. The results of assignation of sample mass**

Oznaczenie	Próbka
Gęstość ziarn kruszywa, $\rho_{rd}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	2,56
Masa próbki kruszywa $M_1$ , [kg]	0,95
Średnica lejka [mm] dla 0/2 - 12 mm dla 0/4 - 16 mm	12,0



Rys. 1. Urządzenie do przepływu kruszywa drobnego

### 2.2. Metoda badania

Po przygotowaniu próbki analitycznej, został wybrany lejek o otworze 12 mm, zgodnie z normą (2014). Następnie próbka analityczna o masie 0,95 kg, została umieszczona w urządzeniu badawczym (rys. 1). W kolejnym kroku otworzono zasuwę. Wraz z otwarciem zasuwy włączono stoper (rys. 2) o dokładności wskazań 0,1s i wykonano pomiar. Badanie zostało wykonane pięciokrotnie, a otrzymane wyniki przedstawia tabela 2.

**Tabela 2. Wyniki przeprowadzonego badania**  
**Table 2. The results of conducted research**

Badana właściwość	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 4	Pomiar 5
Czas przepływu badanego kruszywa, $E_{cs}$ [s]	36,5	37,52	37,45	37,2	37,25
Wskaźnik przepływu kruszywa drobnego, $E_{cs}$ [s]	37				

Wskaźnik przepływu  $E_{cs}$  badanego kruszywa drobnego, wyrażony w sekundach, jest średnią z pięciu pojedynczych oznaczeń  $E_{cs}$  zaokrąglonych do sekundy i w przeprowadzonym badaniu wyniósł 37 [s].

## 3. Podsumowanie

Kanciastość określana jest poprzez jedną z pięciu kategorii oznaczonych  $E_{cs} X$ , gdzie X wskazuje minimalną wielkość wskaźnika przepływu. Norma PN-EN 13043 określa następujące oznaczenia  $E_{cs} 38$ ,  $E_{cs} 35$ ,  $E_{cs} 30$ ,  $E_{cs}$  Deklarowana. Im wyższa wartość wskaźnika przepływu kruszywa, tym większa kanciastość kruszywa.

Na podstawie wyników badania, które zostało przeprowadzone w oparciu o wymagania zawarte w PN-EN 933-6 (2014) okazało się, że wartość wskaźnika wyniosła średnio 37 [s]. Otrzymana wartość wskaźnika przepływu kruszyw jest wysoka i zgodna z „Deklaracją Zgodności” jaką kopalnia deklaruje dla odbiorców. W normie (WT-1.2014) można odszukać różne wymagania techniczne w odniesieniu do „kanciastości” kruszywa w zależności od celu wykorzystania



Rys. 2. Sposób dokonania pomiaru

kruszywa, np. do wymaganych właściwości kruszywa łamanego drobnego do warstwy dolnej i górnej asfaltu porowatego wymagana kancistość - to kategoria nie niższa niż  $E_{CS} 30$ , zaś w przypadku warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego w kategorii ruchu KR-1÷KR-2, wymagana kancistość to kategoria nie niższa niż  $E_{CS}$  deklarowana przez producenta. Na podstawie otrzymanych wyników przeprowadzonego badania można stwierdzić, że badane kruszywo spełnia wymagania WT-1 (2014) dotyczące mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utwaleń na drogach krajowych we wszystkich kategoriach.

*Publikację wykonano w AGH w Krakowie w 2016 r., w ramach badań statutowych, umowa nr: 11.11.100.693*

## Literatura

1. PIŁAT J., RADZISZEWSKI P., KRÓL J. 2015 - Technologia materiałów i nawierzchni asfaltowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
2. TRZASKUŚ-ŻAK B., GAŁAŚ Z., MIŚKIEWICZ W. 2012 - Badanie i ocena jakości skalnych kruszyw drogowych, „Przeгляд Górnicy” nr 9, s. 180-184
3. PN-EN 933-6: 2014 - Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 6: ocena właściwości powierzchni. Wskaźnik przepływu kruszyw.
4. WT-1 2014 - Kruszywa. Wymagania techniczne. Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utwaleń na drogach krajowych. Warszawa 2014.

Artykuł wpłynął do Redakcji - marzec 2016  
Artykuł zaakceptowano do druku 15 lipca 2016.

---

---