

MARTA JUSKOWIAKOWA

Instytut Geologiczny

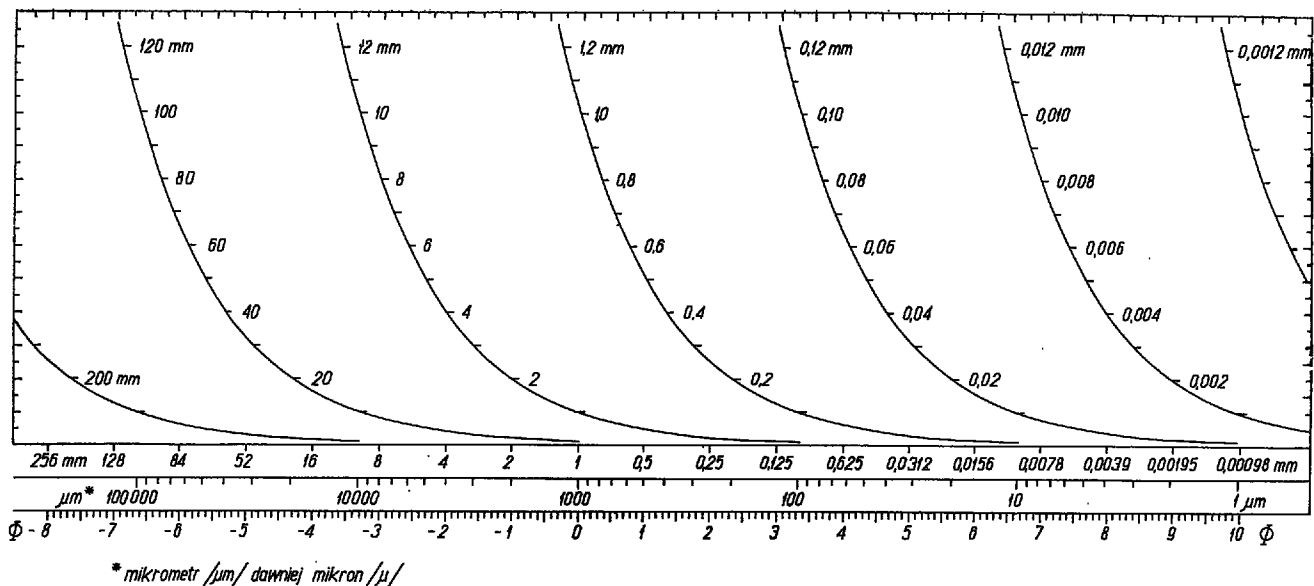
GRAFICZNE WYZNACZANIE WARTOŚCI (FI) DLA CELÓW ANALIZY UZIARNIENIA SKAŁ

UKD 552.123:552.08(083:57)

Analiza wielkości ziarna jest jedną z najczęściej stosowanych metod w praktyce geologicznej, a także w wielu innych dziedzinach nauk stosowanych. Przy opracowaniu wyników analizy istotne jest dobranie odpowiedniej skali, ułatwiającej nanoszenie wyników przy odwzorowaniach graficznych oraz ich interpretację matematyczną. Wprowadzona przez J. A. Uddena (17, 18), a następnie szeroko omówiona i uzasadniona przez C. K. Wentwortha (19), skala postępu geometrycznego pozwoliła na otrzymanie krzywych rozkładu ziarn zbliżonych do krzywych

rozkładu normalnego. J. A. Udden, wydzielając podstawowe klasy ziarnowe zastosował stały mnożnik 2 (lub $\frac{1}{2}$ dla wartości początkowej 1 mm i otrzymał przedziały o następujących wartościach:

... 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, $\frac{1}{2}$ mm, $\frac{1}{4}$ mm,
 $\frac{1}{8}$ mm, $\frac{1}{16}$ mm...



Graficzny sposób oznaczania wartości Φ .

W celu uproszczenia obliczania parametrów statystycznych W. C. Krumbein (8) wprowadził skalę Φ (phi) jako logarytmiczne przekształcenie skali postępu geometrycznego. Wartość Φ zdefiniowana została jako ujemny logarytm o podstawie 2, z wielkości ziarna podanej w milimetrach w stosunku do standardowej wartości 1 mm, i określona wzorem D. A. McManusa (11).

$$\Phi = -\log_2 \frac{\xi}{\xi_0} \quad [1]$$

gdzie: ξ — wielkość ziarna mierzona w mm,
 ξ_0 — wielkość stała, równa 1 mm.

W wyniku zastąpienia wielkości liniowych wartościami ich logarytmów otrzymano równomierną skalę o równych przedziałach podstawowych klas ziarnowych wyrażonych prostymi liczbami całkowitymi. Ułatwiło to matematyczne opracowanie kształtu krzywych rozkładu ziarna, sprowadzając obliczenia do prostych działań algebraicznych. Zagadnienia te zostały wszechstronnie omówione w pracach J. Stochlaka (15) i M. Grzegorzcyka (5). Obecnie skala Φ stosowana jest prawie powszechnie przy interpretacji uziarnienia skał.

Przejdźcie od wymiarów ziarn w milimetrach do odpowiednich wartości w zapisie Φ i na odwrót można uzyskać za pomocą nomogramów (6, 9, 10, 16) lub odczytać z odpowiednich tablic (3, 4, 13). Wartość Φ można również obliczyć (1, 2, 5, 8) ze wzoru [1], korzystając z tablic logarytmów dziesiętnych lub suwaka logarytmicznego i zależności:

$$\log_2 b = \frac{\log_{10} b}{\log_{10} 2} \quad [2]$$

Po przekształceniu obu wzorów otrzymujemy:

$$\Phi = -322 \log_{10} \frac{\xi}{\xi_0} \quad [3]$$

gdzie $\frac{\xi}{\xi_0}$ wyraża stosunek zmierzonej wielkości w mm (ξ) do wielkości podstawowej 1 m (ξ_0).

Przy seryjnej pracy można korzystać stale z zestawu sit, dla których określone zostały wartości Φ lub z gotowych siatek, na których obok wielkości w milimetrach naniesiona została skala Φ (5, 12, 15).

Jak widać z tego krótkiego przeglądu, sposoby określania wartości Φ są mniej lub bardziej kłopotliwe. Obecnie przedstawiam graficzny sposób wyznaczania wartości Φ , który okazał się bardzo przydatny w praktyce Zakładu Petrografii, Mineralogii i Geochemii IG. Przejdźcie od wielkości w milimetrach do odpowiadającej jej wartości w skali Φ i odwrotnie oparto na nomogramie, będącym zmodyfikowanym wykresem funkcji określonej wzorem [3]. Pozwala on określić wartość Φ dla wielkości ξ w zakresie od 256 do 0,0009 mm oraz odszukać odpowiednie położenie na skali logarytmicznej, często w sposób bezpośredni używanej do graficznego przedstawienia uziarnienia i niektórych jego parametrów. Skala zastosowana na osi odciętych pozwala na odczytanie wartości Φ z dokładnością $\pm 0,02$. Z punktu widzenia praktyki petrograficznej jest to dokładność zadowalająca. Ponieważ przebieg krzywej logarytmicznej dla niskich i wysokich wartości zmiennej niezależnej (ξ) jest niedogodny dla dokonywania odczytów, zastosowano na osi rzędnych moduł zmienny, rysując odrębne krzywe dla każdego rzędu wielkości w milimetrach.

W celu odczytania wartości Φ dla np. średnicy ziarna 87 mm, należy tej wielkości szukać na krzywej wyznaczonej dla zakresu 100–10 mm i, rzutując jej położenie na oś odciętych, dokonać odczytu na skali Φ (szukana wartość wynosi $-6,45$). Odwrotnie, mając daną wartość Φ (np. $+4,75$) należy z tego miejsca skali Φ wystawić prostą prostopadłą do punktu przecięcia się jej z krzywą (w tym przypadku dla zakresu 0,10–0,01 mm) i odczytać wartość rzędnej wynoszącą 0,036 mm. Dla dogodnego korzystania z przedstawionej metody „Nomogram wyznaczenia wartości Φ (fi)...” jest również drukowany przez Wydawnictwa Geologiczne odrębnie w formie tablicy (7).

LITERATURA

1. Folk R. L. — Rapid phi-millimeter conversion by ordinary slide rule. Jour. Sedim. Petrol. 1964, vol. 34, nr 3.
2. Grender G. C. — Note on measurement of grain size in phi units. Ibidem, 1961, vol. 31, nr 4.

3. Griffiths J. C. — Scientific method in analysis of sediments. McGraw-Hill Book Company. New York, 1967.
4. Griffiths J.C., MacIntyre D.D. — A table for the conversion of millimeters to phi units, Department of Mineralogy, Pennsylvania State University, University Park, Pa., 1958.
5. Grzegorzczak M. — Metody przedstawiania uziarnienia osadów. Poznańskie Tow. Prz. Nauk. 1970, t. 10, z. 2.
6. Inman D. I. — Measures for describing the size distribution of sediments. Jour. Sedim. Petrol. 1952, vol. 22, nr 3.
7. Juskowiak M. — Nomogram wyznaczania wartości Φ (fi) dla celów analizy uziarnienia skał. Wyd. Geol. 1974.
8. Krumbein W. C. — Size frequency distribution of sediments. Jour. Sedim. Petrol. 1934, vol. 4.
9. Krumbein W. C. — Application of logarithmic moments to size frequency distribution of sediment Ibidem, 1936, vol. 6, nr 1.
10. Krumbein W. C., Pettijohn F. J. — Manual of sedimentary petrology. Appleton — Century Crofts, 1938.
11. McManus D. A. — A criticism of certain usage of the phi-notation. Jour. Sedim. Petrol. 1963, vol. 33.
12. Otto G. H. — A modified logarithmic probability graph for the interpretation of mechanical analyses of sediments. Ibidem, 1939 vol. 9, nr 2.
13. Page H. G. — Phi-millimeter table. Ibidem, 1955, vol. 25, nr 4.
14. Procedures in sedimentary petrology. Red. R. E. Carver, Wiley-Interscience. New York 1971.
15. Stochlak J. — Statystyczne wskaźniki uziarnienia gruntów sypkich. Prz. geol. 1968, nr 3.
16. Tickel F. G. — The techniques of sedimentary mineralogy. Elsevier, 1965.
17. Udden J. A. — Mechanical composition of clastic sediments. Bull. Geol. Soc. Amer. 1914, vol. 25.
18. Udden J. A. — Mechanical composition of wind deposits. Augustana Library Publ. 1. 1898.
19. Wentworth C. K. — A scale of grade and class terms for clastic sediments. Jour. Geol. Chicago, 1922, vol. 30.

SUMMARY

Grain size analysis and representation of its results are of remarkable importance in geological studies. The methods of determination of value Φ , hitherto applied in the current practise, appear troublesome. The paper presents a new graphic method of estimating the value Φ . This method involves the use of a nomogram, representing a modification of the function expressed by the formula (3). The nomogram makes it possible to estimate values Φ with the accuracy ± 0.02 in size ranges from 256 to 0.0009 mm.

РЕЗЮМЕ

Анализ величины зерен и изображение его результатов является важным элементом геологических исследований. Применяющиеся способы определения величины Φ сопряжены с теми или иными трудностями. Представлен новый графический способ определения величины Φ , основанный на номограмме, которая представляет модифицированный график функции, определенной по формуле (3). График позволяет определять величину Φ с точностью $\pm 0,02$ в диапазоне величин от 256 до 0,0009 мм.