

## Uwagi na temat wybranych klasyfikacji frakcjonalnych osadów klastycznych – problem różnic w przedziałach klasowych i nazewnictwie

Jacek B. Szmańda\*<sup>1</sup>, Kazimierz Krzemień<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Instytut Geografii, ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń

<sup>2</sup>Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków

### Wprowadzenie

W prowadzonych na świecie od końca XIX w. badaniach osadów klastycznych stosowane są różne klasyfikacje frakcjonalne służące do analiz uziarnienia, a na tej podstawie oznaczania typów osadów. W klasyfikacjach tych używane są zarówno różne przedziały pomiędzy poszczególnymi frakcjami, jak i różne nazwy frakcji. Z tego powodu mogą powstawać rozbieżności w oznaczeniach typologicznych osadów, a także interpretacji ich cech oraz nieporozumienia w komunikowaniu się specjalistów z zakresu nauk o Ziemi utrudniające prowadzenie porównywalnych i wspólnych badań. Nieporozumienia te powstają przede wszystkim pomiędzy geomorfologami i geologami, jak również gleboznawcami badającymi te same osady. Wraz z rozwojem nauki pojawia się coraz częstsza konieczność prowadzenia interdyscyplinarnych badań środowiska, dlatego niezbędne jest ujednoczenie klasyfikacji używanej w badaniach osadów.

### Przegląd wybranych klasyfikacji frakcjonalnych

Jedną z pierwszych klasyfikacji frakcjonalnych została zaproponowana przez Udena (1898, 1914) – tabela 1. W klasyfikacji tej autor wyróżnił 5 podstawowych frakcji: głazową (boulders), żwirową (gravel), piaszczystą (sand), pyłową (silt) i ilastą (clay). W nawiązaniu do zaproponowanej w później-

szym czasie przez Krumbeina (1934) skali wielkości ziaren wyrażonej w jednostkach F ( $\phi$ ) granice pomiędzy frakcjami w klasyfikacji tej są następujące: –4F (16 mm) – głazowa i żwirowa, 0F (1 mm) – żwirowa i piaszczysta, 4F (0,016 mm) – piaszczysta i pyłowa oraz 8F (około 4 mm) – pyłowa i ilasta. W klasyfikacji zaproponowanej później przez Wentwortha (1922, tab. 1) granica pomiędzy frakcją żwirową i piaszczystą przesunięta została do –1 F (2 mm). Jednocześnie autor ten nie rozdziela frakcji głazowej od żwirowej. Wprowadza natomiast trudne do zaakceptowania nazwy żwirów, takie jak granule gravel, pebble gravel, cobble gravel czy boulder gravel. Na bazie tych klasyfikacji powstała między innymi klasyfikacja Uddena-Wentwortha w modyfikacji Krumbeina (Krumbein, Sloss 1963) i Lana i in. (1947) powszechnie używana na świecie w geologicznych badaniach uziarnienia (Mycielska-Dowgiałło 2007). W latach 70. ubiegłego wieku Urbaniak-Biernacka (1975, tab. 1) zaproponowała chyba najbardziej logiczną, jednolitą i konsekwentną klasyfikację frakcjonalną ziaren mineralnych. Autorka podobnie jak Udden (1912) wyróżniła 5 frakcji podstawowych. Jednak w stosunku do zaproponowanych przez tego autora granic frakcji przesunęła, wzorując się na propozycji Doglęsa (1968), granice frakcji głazowej i żwirowej oraz pylastej i ilastej. Granicę pomiędzy frakcją głazową i żwirową podwyższyła do –6F (64 mm), przez analogię do średnicy żwirów przyjętej w petrografii (Bolewski, Turnau-Morawska 1963). Natomiast granicę pomiędzy frakcją pyłową i ilastą obniżyła do 9F (około 2 mm), uznając poglądy

\* e-mail: szmanda@geo.uni.torun.pl

Sheparda (1954) poparte stwierdzeniem, że większość minerałów ilastych ma średnicę poniżej 2 mikronów. Należy podkreślić, że dokonane zmiany umożliwiły konsekwentny podziału każdej z wyróżnionych frakcji głównych na 5 podfrakcji w przedziałach klasowych co 1F. Klasyfikacja ta nie zyskała jednak większego uznania wśród badaczy osadów, natomiast w Polsce rozpowszechniła się klasyfikacja stosowana w kartowaniu geologicznym w skali 1: 50 000 w Państwowym Instytucie Geologicznym (tab. 1).

W klasyfikacji PIG wyróżnia się frakcję psefitową (żwiry i głązy – granica pomiędzy nimi to 10 mm ok. 3,32F), frakcję psamitową (piaszczystą), frakcję aleurytową (pylastą) i frakcję pelitową (ilastą). W odróżnieniu do wcześniejszych klasyfikacji granica pomiędzy frakcjami piaszczystą i mułkową ustalona została na 0,1 mm (ok. 3,32F), a pomiędzy mułkową i ilastą na 0,01 mm (6,64F).

Wspomnieć należy także o klasyfikacji frakcjonalnej stosowanej w badaniach gleboznawczych – według normy BN-78/9180-11 (tab. 1). Na uwagę zasługuje przede wszystkim fakt, że w nazewnictwie gleboznawczym zamiast terminu frakcja głazowa używane jest pojęcie frakcja kamienista, krytykowane przez geologów. Termin kamienie był jednak używany w badaniach geologicznych, o czym świadczy nazwa pebble zaproponowana przez Wentwortha (1922), która może być tłumaczona jako małe ot-

czaki lub kamyki, jeśli nie wykazują cech obtoczenia. Pojęciem zastępczym dla frakcji kamienistej jest termin części szkieletowe. Części szkieletowe to klasty, których rozmiary są większe niż 1 mm (0F). Według skali Udden są to ziarna frakcji głazowej i żwirowej. Ziarna frakcji piaszczystej, pyłowej i ilastej nazywane są częściami ziemistymi. Wśród części ziemistych wyróżnia się ponadto ziarna o rozmiarach poniżej 0,02 mm (5,6F) – to tzw. części spławialne. W tym miejscu należy jeszcze zwrócić uwagę na to, że w klasyfikacji gleboznawczej średnio- i drobnoziarniste frakcje pyłowe (Udden 1914) są nazywane iletm grubo- i drobnopyłowym.

### Dyskusja nad przedziałami frakcyjnymi i nazewnictwem

Jak wynika choćby z pobieżnej analizy zaprezentowanych klasyfikacji frakcjonalnych stosowanych w badaniach osadów klastycznych w Polsce, w każdym przypadku istnieją różnice w używanych przedziałach pomiędzy frakcjami podstawowymi i w nazewnictwie tych frakcji. O ile używanie różnych terminów dla tych samych rozmiarów ziaren może rodzić jedynie dyskusje natury semantycznej, o tyle użycie w analizach środowiska różnych przedziałów frakcyjnych może prowadzić do różnych wniosków interpretacyjnych w zakresie typologii osadów. Tak-

Tabela 1. Wybrane klasyfikacje uziarnienia stosowane w badaniach osadów klastycznych

mm	phi	I.A.Udden (1912)	C.K.Wentworth (1922)	Urbaniak-Biernacka (1976)	CUG-IG (1975)	PTGleb. (1976)
1024,0	-10			bardzo duże		
512,0	-9		Boulder gravel	duże	Głązy	Kamienie
256,0	-8	Large boulder		Głązy średnie	500	duże
128,0	-7			małe	200	średnie grube
64,0	-6	Medium boulder	Cobble gravel	bardzo małe	100	małe średnie
32,0	-5	Small boulder		bardzo gruby	50	gruby
16,0	-4	Very small boulder		gruby	20	średni drobne
8,0	-3	Coarse gravel	Pebble gravel	Żwir średni	10	drobny gruby
4,0	-2	Medium gravel		drobny		Żwir
2,0	-1	Fine gravel	Granule gravel	bardzo drobny	bardzo drobny	drobny
1,0	0	Very fine gravel	Very Coarse sand	bardzo gruby	bardzo gruby	
0,5	1	Coarse sand	Coarse sand	gruby		gruby
0,25	2	Medium sand	Medium sand	Piasek średni	Piasek	średni średni Piasek
0,125	3	Fine sand	Fine sand	drobny	0,1	drobny drobny
0,0625	4	Very fine sand	Very fine sand	bardzo drobny		gruby gruby
0,0313	5	Coarse silt		bardzo gruby	Pył 0,05	drobny drobny Pył
0,0156	6	Medium silt		gruby		0,02
0,0078	7	Fine silt	Silt	Mułek średni	0,01	pyłowy gr.
0,0039	8	Very fine silt		drobny	0,005	gruby 0,006
0,0020	9	Coarse clay		bardzo drobny		
0,0010	10	Medium clay		bardzo gruby		pyłowy dr.
0,0005	11		Clay	gruby	II	II
0,0002	12	Fine clay		II średni		koloidalny
0,0001	13			drobny		
0,00006	14			bardzo drobny		koloidalny

że w analizie uziarnienia stosowanie różnych przedziałów rzutuje na interpretację rozkładu, co wykazała między innymi Urbaniak-Biernacka (1977) poprzez porównanie prezentacji histogramów tej samej próbki w przedziałach frakcyjnych co 1F, przesuniętych względem siebie o 0,5F. Różnice interpretacyjne mogą także pojawiać się przy wyznaczaniu miar statystycznych uziarnienia – na przykład miar graficznych wyznaczanych metodą Folka i Warda (1956), a używanie nierównych przedziałów wyklucza poprawne wyliczanie wskaźników statystycznych metodą momentów (Grzegorzczak 1970).

Problemy terminologiczne nie stwarzają trzy nazwy frakcji: żwir (gravel), piasek (sand) i il (clay). Natomiast pozostałe terminy stosowane są często zamiennie i oznaczają ziarna o podobnych rozmiarach, ale powstające w różnych środowiskach sedymentacyjnych. W przypadku frakcji gruboziarnistych są to głazy (boulders), otoczaki (cobbles), kamyki (pebbles) lub ziarenka (granule), a w przypadku frakcji drobnoziarnistych pył i muł (silt). W litofacjalnych badaniach sedymentologicznych osadów fluwialnych stosowany jest termin „muł” (mud), który odnosi się do frakcji pylastej i ilastej łącznie.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę, że frakcje pylasta (mułkowa) i ilasta łączone są w jedną w metodologii dotyczącej badań litofacjalnych osadów klastycznych (Miall 1996). W makroskopowych wydzieleniach teksturalnych dla ziaren mineralnych o rozmiarach poniżej 0,063 mm wyróżniana jest tylko jedna frakcja drobnoziarnista (fine-grained fraction) oznaczana dużą literą F. Podobnie w badaniach gleboznawczych część frakcji pyłowej i frakcja ilasta łączone są w jedną grupę części spławialnych. Gleboznawczy podział na frakcje szkieletową, ziemistą i spławianą koresponduje także w pewnym stopniu z wydzieleniami litofacjalnymi frakcji żwirowej (G), piaszczystej (S) i drobnoziarnistej (F).

Ten trójstopniowy podział na frakcje podstawowe znajduje uzasadnienie w ogólnym rozkładzie wielkości cząstek w przyrodzie warunkowanych procesami wietrzenia. Jak stwierdza Pettijohn (1957), obserwowany nierównomierny rozkład wielkości cząstek wynika z zakresu oddziaływania trzech rodzajów wietrzenia. Wietrzenie blokowe związane przede wszystkim z pękaniem ziaren powoduje powstawanie frakcji żwirowych i grubszych. Wietrzenie ziarnowe powodujące rozpad cząstek mineralnych na drodze toczenia i wleczenia; odbywa się głównie w przypadku ziaren o wielkościach odpowiadających frakcji piaszczystej, a rzadziej pylastej. Natomiast ziarna ilaste powstają w wyniku wietrzenia chemicznego. Dlatego często analizując rozkłady uziarnienia, stwierdza się mniejsze częstości w zakresie ziaren o rozmiarach 4–1 mm (–1–0F), co związane jest z zanikaniem na tej wielkości ziarna oddziaływania wietrzenia blokowego oraz w zakresie ziaren o rozmiarach 0,125–0,31 mm (3–5F) wynikającego z ogra-

niczenia oddziaływania wietrzenia ziarnowego w transporcie w środowiskach prądowych (fluwialnym czy eoliczym). Transport ziaren frakcji pylastej, czyli ziaren o średnicy ziarna poniżej 4F (0,063 mm), odbywa się bowiem przede wszystkim w zawiesinie. Przykładowo przeszło połowa populacji ziaren grubopylastych o rozmiarze 4,5F i przeszło 90% ziaren średnio i drobnoopylastych o rozmiarze poniżej 6F (0,016 mm) transportowana jest w ładunku zawieszonym – suspended load (Sundborg 1967).

## Propozycja klasyfikacji uziarnienia w badaniach geomorfologicznych

Ze względu na dużą zbieżność przedziałów frakcyjnych z rozkładem cząstek mineralnych w przyrodzie wynikającą zarówno z kryteriów petrograficznych (Bolewski, Turnau-Morawska 1963), jak i przeciętnej częstości ziaren w osadach klastycznych (Shepard 1954, Pettijohn 1957) za najbardziej odpowiednią do badań osadów klastycznych należy uznać klasyfikację zaproponowaną przez Urbaniak-Biernacką (1975). Klasyfikację tę należy jednak rozbudować o frakcję bloków o rozmiarach od –11F (20,48 cm) do –16F (6,55 m), przyjmując 5-stopniowy podział na podfrakcje.

## Literatura

- Bolewski A., Turnau-Morawska M. 1963. Petrografia. Wyd. Geol., Warszawa.
- Folk R.L., Ward W.C. 1957. Brazos River bar, a study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Pert.*, 27, 1: 3–26.
- Grzegorzczak M. 1970. Metody przedstawiania uziarnienia osadów. PTPN, Prace Kom. Geogr.-Geol., 10, 2, Poznań.
- Krumbein W.C. 1934. Size frequency distribution of sediments. *Jour. Sed. Petrol.*, 4: 65–77.
- Krumbein W.C., Sloss L.L. 1963. Stratigraphy and Sedimentation, 2nd edition. Freeman, San Francisco.
- Lane E.W., Brown G.C., Gibson C.S., Howard W.C., Krumbein W.C., Matthes G.H., Rubey W.W., Trowbridge A.C., Straub L.G. 1947. Report of the subcommittee on sediment terminology. *Eos Trans. AGU*, 28: 936–938.
- Miall A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits*, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York.
- Mycielska-Dowgiałło E. 2007. Metody badań cech teksturalnych osadów klastycznych i wartość interpretacyjna wyników. [W:] E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski (red.), *Badania cech teksturalnych osadów czwartorzędowych i wybrane metody oznaczania ich wieku*, s. 95–180.

- Pettijohn F.J. 1957. Sedimentary rocks. Haper, New York.
- Spencer D.W. 1963. The interpretation of grain – size distribution curves of clastic sediments. *Jour. Sed. Petr.*, 33: 180–190.
- Sundborg A. 1967. Some aspects on fluvial sediments and fluvial morphology. *Geogr. Annaler*, 5, 49A: 333–343.
- Udden J.A. 1989. Mechanical composition of wind deposits. *Augustana Library Pub.*, 1: 1–69.
- Udden J.A. 1914. Mechanical composition of clastic sediments. *Geol. Soc. America Bull.*, 25: 655–744.
- Urbaniak-Biernacka U. 1975. Propozycja terminologii dla przedziałów klasowych stopniowanej skali wielkości okruchów skalnych. *Przeł. Geogr.*, 47, 1: 147–152.
- Urbaniak-Biernacka U. 1977. Rozkład frekwencji uziarnienia. *Przeł. Geogr.*, 49, 3: 515–521.
- Wentworth C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Jour. Geology*, 30: 377–392.