

## Metodyka badań petrograficznych frakcji szkieletowej glin lodowcowych w Europie Środkowej

Stanisław Lisicki\*

*Petrograficzne oznaczanie frakcji żwirowej glin lodowcowych — to analizy dość powszechnie stosowane w Europie. Eratyki przewodnie o frakcji 20–60 mm rozpoznaje się w materiale pobranym jedynie z odkrywek i odsłoneń naturalnych. Z glin zwałowych z rdzeni wiertniczych pobiera się do badań żwir o średnicy mniejszej od 20 mm, najczęściej zaś od 4 do 12,5 mm. Stosuje się bardzo różne wskaźniki (współczynniki) gładowe, tj. matematyczne zależności pomiędzy określonymi grupami petrograficznymi skał tworzących frakcję żwirową glin lodowcowych. Powszechnie obliczane współczynniki petrograficzne: O/K–K/W–A/B nie zawsze oznaczają te same zależności petrograficzne. Wyniki badań mogą być również przedstawiane w postaci histogramu. W Niemczech, jak i na Litwie duże znaczenie dla litostratygrafii mają skały jurajskie i kredowe. W Polsce, przy obliczaniu współczynników petrograficznych, są one na ogół nie uwzględniane.*

**Słowa kluczowe:** gliny lodowcowe, analiza petrograficzna, wskaźniki gładowe, współczynniki petrograficzne

Stanisław Lisicki — **Methods of petrographic analysis of fine clasts in tills in Central Europe.** Prz. Geol., 48:

*Summary. Petrographic analysis of fine clasts in tills is quite commonly applied in Europe. Key erratic, 20–60 mm in diameter, are examined in exposures only. Till samples from boreholes are examined for their gravel, less than 20 mm in diameter, usually 4 to 12.5 mm. Different petrographic coefficients (indices) are applied, being mathematical relations between definite petrographic groups of rocks that form a gravel fraction in tills. Commonly applied petrographic coefficients O/K–K/W–A/B do not indicate always the same petrographic relations. Results can be also presented in histograms. The Jurassic and Cretaceous rocks play a significant lithostratigraphic role in Germany and Lithuania. However, these rocks generally are not taken into account in Poland.*

**Key words:** tills, petrographic analysis, boulder indices, petrographic coefficients

Petrograficzne oznaczanie frakcji żwirowej glin lodowcowych to analizy stosowane dość powszechnie w Europie, a także w niektórych krajach pozaeuropejskich. Analizy te wykonuje się zarówno jako badania jakościowe jak i ilościowe. Mają one prowadzić do wykazania przynależności poziomów glin lodowcowych do poszczególnych złodowaceń. Przegląd metod petrograficznych, stosowanych głównie przez geologów niemieckich i skandynawskich, przedstawiła ostatno Górską (1999). W metodach, w których rozpoznaje się tzw. eratyki przewodnie, czyli charakterystyczne skały krystaliczne, bierze się do badań żwir z glin lodowcowych o frakcji przeważnie 20–60 mm. Odpowiednią ilość tego rodzaju materiału eratycznego zapewniają więc jedynie odkrywki i naturalne odsłoneńca. Największa jednak ilość materiału geologicznego pochodzi z rdzeniowanych wierceń obrotowych. W analizach petrograficznych glin lodowcowych pobranych z rdzeni wiertniczych, ze względu na małą ilość uzyskiwanej frakcji żwirowej, można stosować tylko badania żwiru o średnicy mniejszej od 20 mm.

W Niemczech analizie petrograficznej poddawany jest materiał szkieletowy glin lodowcowych o frakcji 4–10 mm (m.in.: Cepek, 1969; Lüttig, 1995; Panzig, 1992) lub 4–12,5 mm (Meyer, 1983; Böse, 1995). W granicach tych frakcji niektórzy z geologów proponują wykonywanie analizy materiału żwirowego w oddzielnych, mniejszych przedziałach wielkościowych. W Szwecji najnowsze badania petrograficzne żwiru z glin lodowcowych wykonuje się również dla frakcji 4–10 mm (Albrecht, 1995).

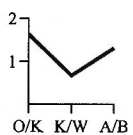
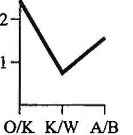
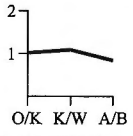
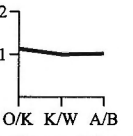
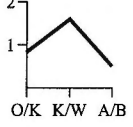
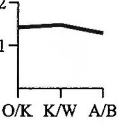
W Polsce zachodniej materiał szkieletowy glin lodowcowych o frakcji 4–12,5 mm, jako uzupełnienie studiów nad materiałem eratyków przewodnich, jest badany przez Górską (1997). Badania te dotyczą jedynie glin z odkrywek

i odsłoneń. Autorka stosuje i analizuje wartości bardzo różnych wskaźników (współczynników) gładowych, tj. matematycznych zależności pomiędzy określonymi grupami petrograficznymi skał tworzących frakcję żwirową glin lodowcowych. Wskaźniki te zostały w części zaadaptowane z wcześniejszych, polskich opracowań (m.in. Rzechowski, 1971, 1974), a niektóre z nich są nieco zmienione na użytek analiz porównawczych z badaniami prowadzonymi przez Niemców i Skandynawów (patrz prace cytowane wyżej). Stosowane przez Górską (1997) wskaźniki gładowe to zależności między krzemieniami a skałami krystalicznymi (F/K), piaskowcami a skałami krystalicznymi (S/K), kwarcami północnymi a skałami krystalicznymi (Q/K), skałami krystalicznymi a wapieniami paleozoicznymi (K/PK), skałami krystalicznymi a dolomitami (K/D), sumą wapieni paleozoicznych i dolomitów a piaskowcami ([PK+D]/S), sumą wapieni paleozoicznych i dolomitów a skałami krystalicznymi ([PK+D]/K). Autorka stosuje szeroko również wskaźniki przypominające współczynniki stosowane na potrzeby *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*. W opracowaniach Górskiej są to zależności między sumą piaskowców, łupków paleozoicznych, krzemieni, kredy mezozoicznej, wapieni paleozoicznych i dolomitów a skałami krystalicznymi (O/K), skałami krystalicznymi a sumą wapieni paleozoicznych i dolomitów (K/W) oraz sumą skał mało odpornych (piaskowców, łupków paleozoicznych, kredy mezozoicznej, wapieni paleozoicznych, dolomitów) a sumą skał wysoce odpornych na niszczenie (skał krystalicznych, krzemieni, kwarcu północnego i lokalnego).

W Państwowym Instytucie Geologicznym i w firmach z nim współpracujących stosuje się od lat standardowe badania litologiczno-petrograficzne. Są one wykonywane dla osadów głównie plejstoceniowych, pobieranych przede wszystkim z rdzeni wiertniczych, rzadziej z odkrywek i sond mechanicznych, na potrzeby *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*. Jedną z analiz stan-

\*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

**Tab. 1. Różnice w obliczaniu współczynników petrograficznych wg zaleceń Państwowego Instytutu Geologicznego (w opracowaniach litologiczno-petrograficznych i wg Górskiej (1997) na przykładzie profilu Okartowo (Szczegółowa mapa geologiczna Polski, 1 : 50 000 ark. Orzysz)**

Skały skandynawskie							Skały lokalne										Współczynniki petrograficzne							
Kr %	Wp %	Dp %	Łp %	Pp %	Qp %	W %	P %	Q %	Krz %	R %	M <sub>1</sub> %	M <sub>2</sub> %	F %	Pt %	I %	wg zaleceń Państw. Inst. Geol.			wg M. Górskiej (1997)					
																O/K	K/W	A/B		O/K	K/W	A/B		
29,3	37,8	7,9	0,0	4,3	1,2	4,3	3,7	0,0	7,3	0,6	2,4	0,0	0,0	0,0	1,2	1,64	0,67	1,31		2,43	0,75	1,57		
44,6	43,4	1,2	0,0	4,8	3,6	0,0	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,02	1,09	0,84		1,13	1,00	1,02		
39,9	9,3	17,6	0,0	8,8	3,1	4,1	14,5	0,0	0,0	0,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,2	0,83	1,60	0,51		1,42	1,48	1,29		

O/K, K/W, A/B - współczynniki petrograficzne (objaśnienia w tekście); skały skandynawskie: Kr - krystaliczne, Wp - wapienie, Dp - dolomity, Łp - łupki, Pp - piaskowce i kwarcyty, Qp - kwarc; skały lokalne: W - wapienie i margle, P - piaskowce, Q - kwarc (mleczny), Krz - krzemienie, R - rogowce, M<sub>1</sub> - mułowce paleogenu, M<sub>2</sub> - mułowce neogenu, F - kongregacje fosforytowe, Pt - kongregacje pirytowe, I - inne

dardowych to petrograficzne oznaczenie drobnej frakcji zwirowej glin lodowcowych (śr. 5–10 mm).

Krygowski (1955) jako pierwszy w okresie powojennym zastosował podobną analizę, zwaną uproszczonym składem gwałowym glin zwałowych, do ustalania stratygrafii osadów plejstoceńskich, a Trembacowski (1961) ujednolicił wielkość populacji próbki zwirowej i jej frakcji. Z doświadczeń tych badaczy skorzystał Rzechowski (1971, 1974), który do badań petrograficznych zastosował średnicę żwirów 5–10 mm. W opracowanym przez niego standardzie tych badań pobiera się próbkę z rdzenia wiertniczego o długości 1 m (pół odcinka rdzenia), a liczba ziaren musi wynosić minimum 100 sztuk. Warto przypomnieć tylko, że w analizie składu petrograficznego żwirów oblicza się (Lisicki, 1998a) zawartość procentową różnych grup skał skandynawskich i lokalnych oraz współczynniki petrograficzne dla skał skandynawskich (północnych): O/K — określający stosunek sumy wapieni, dolomitów, łupków, piaskowców i kwarcytów do sumy skał krystalicznych i kwarcu, K/W — określający stosunek sumy skał krystalicznych i kwarcu do wapieni i dolomitów oraz A/B — określający stosunek sumy skał nieodpornych na niszczenie (wapieni, dolomitów i łupków) do sumy skał odpornych (skał krystalicznych, kwarcu, piaskowców i kwarcytów). Powyższe współczynniki petrograficzne mają identyczne symbole, jak stosowane przez Górską (1997) wskaźniki gwałowe, lecz nie oznaczają tych samych zależności petrograficznych (tab. 1). Największe różnice między nimi polegają na włączeniu do tych drugich niektórych skał lokalnych i pominięciu w dwóch pierwszych wskaźnikach kwarcu północnego. Porównywanie więc tych wskaźników (współczynników) między sobą jest bardzo utrudnione i może być tylko orientacyjne. W niektórych opracowaniach litologiczno-petrograficznych dla Szczegółowej mapy geologicznej Polski oblicza się również

współczynnik D<sub>p</sub>/W<sub>p</sub> (Czerwonka & Krzyszkowski, 1995) przedstawiający stosunek zawartości dolomitów do wapieni północnych. Geologiczne, regionalne opracowania syntetyczne oparte w dużej mierze na wynikach analizy petrograficznej dla drobnej frakcji zwirowej glin zwałowych są wykonywane dla różnych części Polski, m.in. dla zachodniej Polski (Czerwonka & Krzyszkowski, 1997) i dla północno-wschodniej Polski (Kenig, 1998; Lisicki, 1997).

Na Litwie analiza składu petrograficznego żwirów z glin lodowcowych jest stosowana dla różnych frakcji, ale przeważają badania klastów o średnicy 5–10 mm. W próbce powinno być minimum 300 sztuk ziaren. Autorem metodyki badań petrograficznych osadów plejstoceńskich stosowanych na Litwie jest Gaigalas (1979). W analizie tej oblicza się: 1 — sumę skał krystalicznych, kwarcu północnego, skaleni i podrzędnie kwarcytów, 2 — sumę piaskowców jotnickich, paleozoicznych i mezozoicznych, rzadko mułowców, 3 — liczbę głównie dewońskich dolomitów, 4 — dwie sumy wapieni: organogenicznych ordowiku i syluru oraz pozostałych wapieni paleozoicznych, a także triasowych i jurajskich, a także 5 — liczbę głównie kredowych margli. W przybliżeniu w standardzie polskim odpowiada to kolejno: 1 — sumie skał krystalicznych i kwarcu północnego, 2 — grupie piaskowców i kwarcytów północnych, 3 — grupie dolomitów północnych, 4 — łącznie grupie wapieni północnych, 5 — sumie skał lokalnych — na ogół trudnych do rozdzielania, wapieni i margli kredowych i paleoceńskich. Zawartość procentową różnych, wyżej wymienionych skał przedstawia się w opracowaniach litewskich najczęściej w formie diagramów słupkowych.

Gaigalas (w opracowaniach niepublikowanych) prezentuje wyniki badań petrograficznych również w postaci histogramu ukazującego różnice w zawartości żwirów różnych rodzajów skał dla poszczególnych kompleksów glin

zwałowych w stosunku do średniej zawartości tych żwirów obliczonych dla wszystkich glin z wielu profilów określonego regionu ([W:] Lisicki, 1998b). Wykonano przeliczenia metodą litewską wyników badań petrograficznych glin lodowcowych z rejonu pogranicza polsko-litewsko-rosyjskiego (rejon Wiżajn) — Lisicki, 1998b. Podjęto próbę korelacji litostratygraficznej poziomów glin lodowcowych z rejonu Wiżajn w nawiązaniu do korelacji litostratygraficznej glin z rejonu Vištītis (południowa Litwa). Na jej podstawie stwierdzono, że chociaż po obu stronach granicy występują odpowiadające sobie litostratygraficznie poziomy glin lodowcowych, to niektóre z nich mają na terenie Litwy inne przyporządkowanie stratygraficzne niż na obszarze północno-wschodniej Polski. W tej części Polski schemat litostratygraficzny ma dobre oparcie w wynikach badań palinologicznych (Lisicki, 1998b), wysunięto więc wniosek o co najmniej dyskusyjnym określeniu pozycji stratygraficznej glin południowej Litwy.

W opisach petrograficznych skał plejstoceńskich geolodzy litewscy posługują się sporadycznie również innymi współczynnikami określającymi stosunek zawartości: dolomitów do organogenicznych wapieni ordowickich i sylurskich, dolomitów do sumy pozostałych skał osadowych, sumy skał krystalicznych, kwarcu i kwarcytów do sumy wszystkich skał osadowych oraz dolomitów do piaskowców.

### Podsumowanie

W badaniach petrograficznych drobnej frakcji żwirowej glin lodowcowych z obszaru Niżu Europejskiego oznacza się przeważnie wszystkie skały starsze pochodzące z podłoża osadów czwartorzędowych. W analizach wyników tych badań w Niemczech i na Litwie, w porównaniu z Polską, zwraca się większą uwagę na zawartość skał tzw. lokalnego podłoża. We wspomnianych, sąsiadujących z Polską krajach skały tego podłoża leżą płytko pod mniej miąższym plejstoceniem. Jest to powodem takiego samego traktowania skał najmłodszego podłoża plejstocenu, jak skał starszego podłoża paleozoicznego i prekambryjskiego. Dla wszystkich tych skał oblicza się wskaźniki petrograficzne. W Niemczech, jak i częściowo w zachodniej Polsce oraz na Litwie duże znaczenie dla litostratygrafii mają skały kredowe i jurajskie. Ponadto na Litwie i na obszarze Suwalszczyzny często w dużej ilości występują w niektórych poziomach dolomity paleozoiczne. Z kolei, na obszarze samej Litwy, duże znaczenie dla określenia litostratygrafii osadów plejstoceńskich ma rozdzielenie organogenicznych wapieni syluru i ordowiku od pozostałych wapieni paleozoicznych.

Ta specyfika regionalna w występowaniu skał podłoża spowodowała różne, metodyczne podejście do analizy petrograficznej stosowanej w różnych krajach Europy środkowej. Powoduje to trudności w porównywaniu obliczanych w tych krajach wskaźników (współczynników) gładzowych albo w przeliczaniu liczebności odmiennie określanych tam grup skalnych. Należy dążyć do ujednoczenia metody analizy petrograficznej drobnej frakcji żwirowej glin lodowcowych i takiego samego sposobu obliczania wskaźników gładzowych. Stratygrafia plejstoce-

nu ze szczególnym uwzględnieniem korelacji poziomów glin lodowcowych, z zastosowaniem wyników ujednoczonych badań petrograficznych, została przedstawiona dla dorzecza Odry (Czerwonka & Krzyszkowski, 1997). Podobne opracowanie jest przygotowywane dla dorzecza Wisły. Umożliwi to w przyszłości porównanie cech petrograficznych poziomów glin uważanych stratygraficznie za równowiekowe w całej Polsce, a w przeszłości, po ujednoczeniu petrograficznych metod badawczych, na Niżu Europejskim. Będzie możliwe prześledzenie przestrzennej zmienności litologicznej poziomów glin lodowcowych albo dojście do wniosku o braku większej zmienności w równowiekowych glinach lodowcowych.

### Literatura

- ALBRECHT J. 1995 — Moränstratigrafi och glacial dynamic i NO Tyskland under Weichsel. Dept. of Quaternary Geology, Lund University.
- BÖSE M. 1995 — Petrographical composition of tills and glacial tectonic structures in the clay pit at Włoszakowice. *Quaestio. Geogr.*, SI, 4: 73–78.
- CEPEK A. G. 1962 — Zur Bestimmung und stratigraphischen Bedeutung der Dolomitgeschiebe in den Grundmoränen im Nordteil der DDR. *Geologie*, 18, 6: 657–673.
- CZERWONKA J. A. & KRZYSZKOWSKI D. 1995 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Wieliczki (146) i Augustów (147). *Badania litostratygraficzne. CAG*, 1972/92.
- CZERWONKA J. A. & KRZYSZKOWSKI D. 1997 — Stratygrafia plejstocenu w Polsce południowo-zachodniej, ze szczególnym uwzględnieniem korelacji poziomów glin lodowcowych i osadów rzecznych. [W:] D. Krzyszkowski & B. Przybylski (red.) — *Przew. IV Konf. Stratygrafia Plejstocenu Polski*, Kamieniec Żąbkowicki 1–5 września 1997.
- GAIGALAS A. I. 1979 — Glacjosedimentacionnyje cikli plejstocenu Litwy. Mokiełac, Wilnius.
- GÓRSKA M. 1997 — Wybrane właściwości petrograficzne vistuliankich moren dennych środkowej i zachodniej Wielkopolski oraz ich znaczenie dla oceny dynamiki ostatniego lądolodu (praca doktorska — nie publikowana).
- GÓRSKA M. 1999 — Advantages and disadvantages of petrographic analyses in glacial sediments. *Geol. Quart.*, 43: 241–250.
- KENIG K. 1998 — Petrograficzne podstawy stratygrafii glin morenowych Polski północno-wschodniej. *Biul. Państw. Inst. Geol.* 380: 99.
- KRYGOWSKI B. 1955 — Granulometria w badaniach utworów czwartorzędowych w Polsce. *Biul. Inst. Geol.*, 70: 395–403.
- LISICKI S. 1997 — Pleistocene of the Mrągowo Lakeland. *Geol. Quart.*, 41: 327–346.
- LISICKI S. 1998a — Interpretacja wyników analizy petrograficznej frakcji żwirowej glin zwałowych w nawiązaniu do ich genezy. *Prz. Geol.*, 46: 410–416.
- LISICKI S. 1998b — Attempt of lithostratigraphic correlation of tills in northeastern Poland and southern Lithuania. *Geol. Quart.*, 42: 161–172.
- LÜTTIG G. 1995 — Geschiebezählungen — eine terminologische Richtigstellung. *Geschiebekunde aktuell*, 11: 109–112.
- MEYER K. D. 1983 — Indicator pebble and stone count methods. In: *Glacial deposits in North-West Europe* (ed. J. Ehlers). Balkema, Rotterdam: 275–287.
- PANZIG W. A. 1992 — The gravel-compositional standard-profile of the till-inventory of NE Rügen, southwestern Baltic, GDR. *Quaestio. Geogr.*, SI, 3: 143–154.
- RZETCHOWSKI J. 1971 — Granulometryczno-petrograficzne własności glin zwałowych w dorzeczu środkowej Widawki. *Biul. Inst. Geol.*, 254, 113: 111–150.
- RZETCHOWSKI J. 1974 — O litotypach glin zwałowych dolnego i środkowego plejstocenu na Niżu Polskim. *Z. Nauk. UAM, Geogr.*, 10: 87–99.
- TREMBACZOWSKI J. 1961 — Przyczynki do metodyki badań granulometryczno-petrograficznych utworów morenowych. *Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sec. B*, 16: 63–95.