

FELIKS RÓŻYCKI

PRÓBA OKREŚLENIA POZYCJI STRATYGRAFICZNEJ GLIN ZWAŁOWYCH NA PODSTAWIE BADAŃ GRANULOMETRYCZNYCH

(3 fig.)

A Tentative Determination of the Stratigraphic Position of Bulder Clays Based on Granulometric Investigations

(3 Figs.)

Streszczenie. Gliny zwałowe stadium Warty odznaczają się obecnością dużych eratyków, a przeciętny skład granulometryczny jest następujący: piasek — 50%, muł — 25%, il — 25%.

Gliny zwałowe stadium Radomki mają następujący przeciętny skład granulometryczny: piasek — 47,4%, muł — 31,4%, il — 21,8%.

Gliny zwałowe zlodowacenia krakowskiego mają prawie podobny skład granulometryczny jak gliny stadium Warty.

WSTĘP

W literaturze dotyczącej utworów plejstocénskich spotyka się wzmianki co do własności petrograficzno-mineralogicznych czy fizykotechnicznych glin zwałowych, otrzymane petrograficzno-mineralogiczną metodą składu materiału skalnego, transportowanego przez lodowce skandynawskie.

Pierwsze próby badań glin zwałowych metodą składu granulometrycznego przeprowadzali dwaj badacze amerykańscy W. C. Krumbein i W. C. Shepps. Krumbein (1933) przewidywał możliwość korelowania glin zwałowych na podstawie ich składu granulometrycznego. Shepps (1953) badając poszczególne fazy zlodowaceń w stanie Wisconsin na NE od Ohio zauważył, iż każda z nich odznacza się właściwym sobie składem granulometrycznym. Ponadto Shepps zauważa, że różnice zachodzące w tych samych poziomach stratygraficznych glin zwałowych zależne są od obszarów ich występowania.

Zastosowanie metody granulometrycznej do badań utworów luźnych i glin zwałowych dla potrzeb gleboznawstwa widzimy również w Niemczech: K. Richter (1933, 1957) oraz H. M u h s (1957). Jednak były to badania pokładów płytkich — do 2 m przeważnie.

O własnościach litologicznych glin morenowych, o ich składzie oraz o podobieństwie i różnicach w składzie granulometrycznym glin morenowych pisali również rosyjscy uczeni, jak: S. S. M o r o z o w (1956), S. S. P o l l a k o w (1956), F. W. C z y ż y k o w (1955) i inni.

Sprawa badań utworów plejstocénskich metodą granulometryczną nie była obca również i badaczom polskim. W latach 1955 i 1956 B. K r y-

gowski wydaje prace, w których na podstawie badań granulometrycznych w sposób systematyczny przeprowadza analogię między glinami zwałowymi i piaskami na obszarze Polski zachodniej. Stwierdza on, że skład granulometryczny osadów plejstocénskich na całym obszarze jest prawie jednakowy, że zawartość ziarna poniżej 2 mm stanowi 85% całej masy, a ponad 2 mm 15%, że w glinach zwałowych różnego wieku odsetek ziarna o wymiarach 0,5 mm na Pomorzu Zachodnim i na Dolnym Śląsku stanowi około 86,5%, a w Wielkopolsce średnio około 88,5%.

Najnowszą pracą w tej dziedzinie jest praca A. Falkiewicza (1962) o własnościach fizyczno-mechanicznych glin zwałowych środkowego Mazowsza, oparta między innymi na badaniach granulometrycznych metodą sitową i areometryczną. Na tej podstawie autorka pracy wyróżnia kilka typów glin zwałowych na około 30 próbach z odsłonień w skarpie Wisły z okolic Wyszogrodu oraz z okolic Serocka i Warki. W tych odsłonięciach występują gliny zwałowe złodowacenia krakowskiego oraz dwu stadiów złodowacenia środkowo-polskiego: Radomki i Warty.

MATERIAŁ I METODY PRACY

Z obszaru stanowiącego przedmiot badań (fig. 1), a który obejmuje dwie strefy o odmiennej budowie geologicznej: nieckę kredową i antyklorium, rozporządzam dużą ilością materiałów z wierceń płytkich i głębokich oraz wielu opracowań laboratoryjnych w instytucjach hydrogeologicznych, miałem ułatwione zadanie w opracowaniu naukowym zebranego materiału.

Wiercenia dla celów dokumentacji geotechnicznych pod budowlę były stosunkowo płytkie — kilku lub kilkunastometrowe, lecz wiercenia w poszukiwaniu wody dochodziły do podłoża czwartorzędu czy mezozoiku, a często znacznie je przekraczały. Ponadto miałem możliwość czynienia obserwacji odkrywek głębokich przy poszukiwaniu kruszywa i glin dla ceramiki czerwonej.

Większość prób, zwłaszcza z otworów głębszych, przebadana była laboratoryjnie w Zakładzie Geologii przy Katedrze Geologii Uniwersytetu Łódzkiego. Dużą pomoc w pracy laboratoryjnej okazał mi asystent techniczny zakładu mgr Jan Ziomek, za co składam mu przy niniejszym podziękowanie.

Stosowana metoda areometryczno-granulometryczna uzupełniana była niekiedy chemiczną, gdy chodziło o określenie dokładniejsze zawartości węglanu wapnia. W większości jednak wypadków zawartość węglanu wapnia określano metodą polową za pomocą kwasu solnego. Ponadto obliczono ciężar właściwy glin i przeprowadzono klasyfikację ich według Normy PN-54/B/02480.

Własnych analiz dokonałem około 200. Otrzymane wyniki wykorzystałem do sporządzenia tabeli 1 i innych zestawień. Frakcji zwirowej nie uwzględniałem, traktując ją łącznie z piaskami, ponieważ w wynikach średnich nie przekraczała ona 1%. W sporadycznych wypadkach dochodziła ona do kilku procent i raz tylko do kilkunastu procent.

Dla charakterystyki rodzaju sedymentu czwartorzędowego w zależności od topografii i podłoża starszych formacji geologicznych załączam ilustracje: a) tabelę miąższości osadów czwartorzędu i trzeciorzędu (tab. 2) oraz profile geologiczne (fig. 3) obszaru granicznego: niecka kredowa — antyklorium.

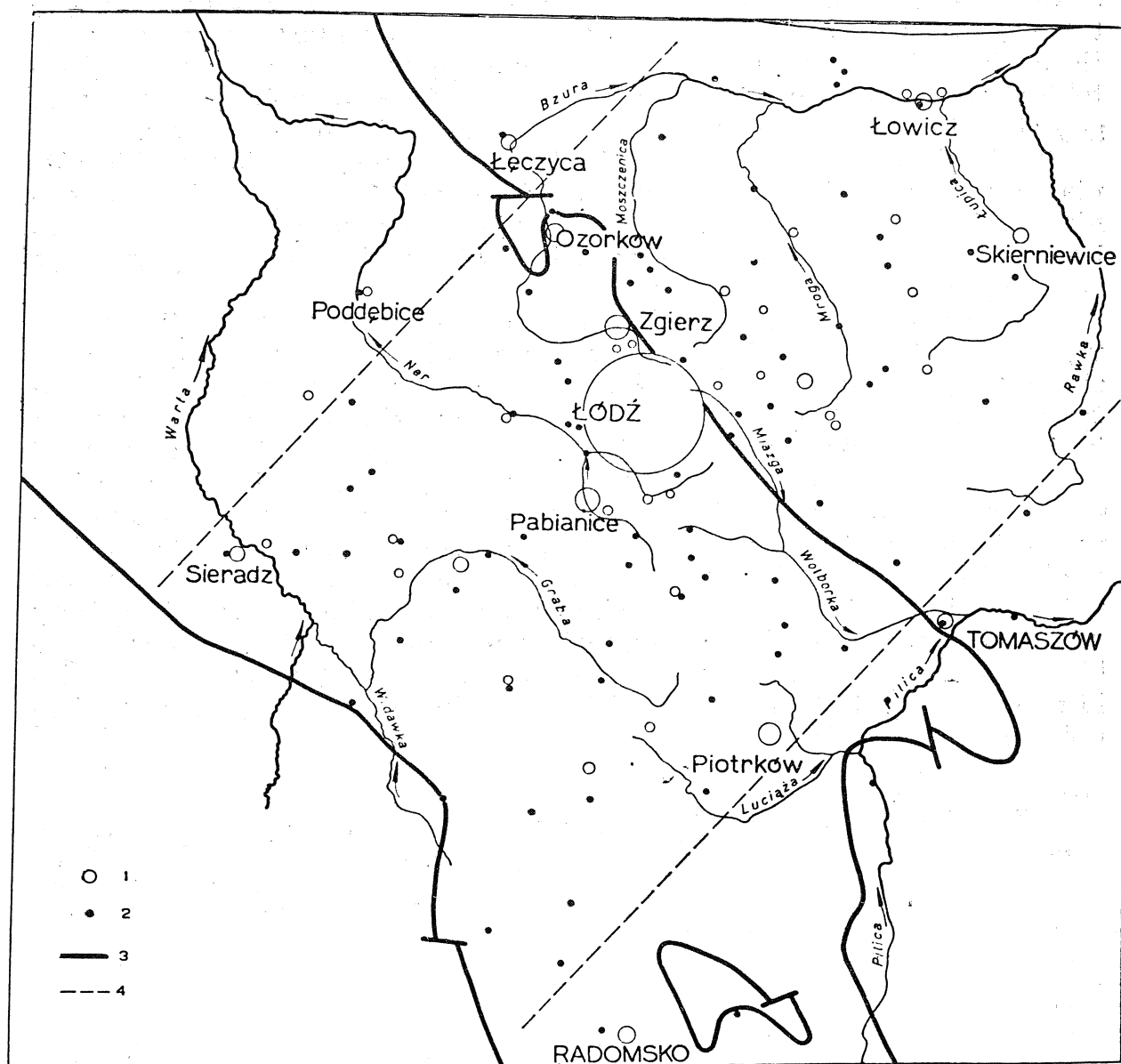


Fig. 1. Mapa badanego obszaru. 1 — miejsca pobrania prób do analizy glin. Wielkość koła proporcjonalna do ilości przebadanych próbek; 2 — wiercenia na których podstawie obliczono miąższość osadów; 3 — granica niecki łódzkiej; 4 — obszar wierceń, z których pobrano próby do analiz

Fig. 1. Map of investigated region. 1 — localization of analyzed samples. Diameter of circles proportional to quantity of samples, 2 — bore holes on which the thickness estimation of sediments was based; 3 — border of the Łódź syncline; 4 — borders of the investigated region

SYTUACJA GEOLOGICZNA

Utwory czwartorzędowe przykrywają wszystkie osady starsze czasem tylko cienką powłoką o miąższości jednego lub kilku metrów, np. w Poddębicach, Mogilnie Łaskim, Głupicach pod Wadlewem i in., a w innych przypadkach kilkudziesięciometrowym pokładem lub ponad 100 m. Te bardzo miąższe pokłady czwartorzędu zanotowano w Chełmach pod Zgierzem, na Żabieńcu-Teofilowie w zachodniej części Łodzi oraz na Stokach i w Widzewie na krawędzi Wyżyny Łódzkiej, zbieżnej z krawędzią antykliny inowłodzko-kutnowskiej i w innych miejscach. Dzięki temu osady

czwartorzędowe posiadają nie tylko bardzo zmienne miąższości, ale spotykamy się z bardzo zawiłą strukturą poszczególnych poziomów stratygraficznych plejstocenu (fig. 3). W grę wchodzi tu także i zjawiska glaci-tektoniczne, a prawdopodobnie częściowo i tektoniczne potoczne, zwłaszcza gdy chodzi o krawędź wyżyny, zbieżną z krawędzią antyklinorium.

W strefie wyżynnej (łącznie z jej krawędzią) osady plejstocenyjskie różnią się znacznie od osadów w strefie równinnej. O ile w strefie wschodniej wyżynnej kolosalną przewagę mają osady pochodzenia wodnego i eolicznego, to w strefie równinnej odwrotnie na pierwszy plan wysuwają się osady morenowe (tabela 2).

Osady glacialne i stadialne reprezentowane są w postaci glin zwałowych glaciału krakowskiego (południowo-polskiego) i przez gliny dwu stadialów glaciału środkowo-polskiego (Radomki i Warty). Ponadto spotyka się tu także ślady moreny, jakoby starszej od moreny dennej glaciału krakowskiego, oddzielonej ilami warwowymi, mułkami oraz osadami piaszczystymi przeważnie pochodzenia rzeczno (materiałem drobnoziarnistym przesortowanym). Gliny morenowe najstarsze leżą głęboko w depresjach na ilach trzeciorzędu bądź bezpośrednio na kredzie. Jedno z głównych takich zagłębień (fig. 2) ciągnie się wzdłuż zachodniej krawędzi antyklinorium u jego podnóża i odpowiada sytuacyjnie krawędzi Wyżyny Łódzkiej. Drugim większym zagłębieniem jest depresja poprzeczna do kierunku antyklinorium, ciągnąca się od Łagiewnik Małych poprzez Zabieniec-Chełmy i Zabieniec-Teofilów do Aleksandrowa Łódzkiego równoległe do górnej Bzury.

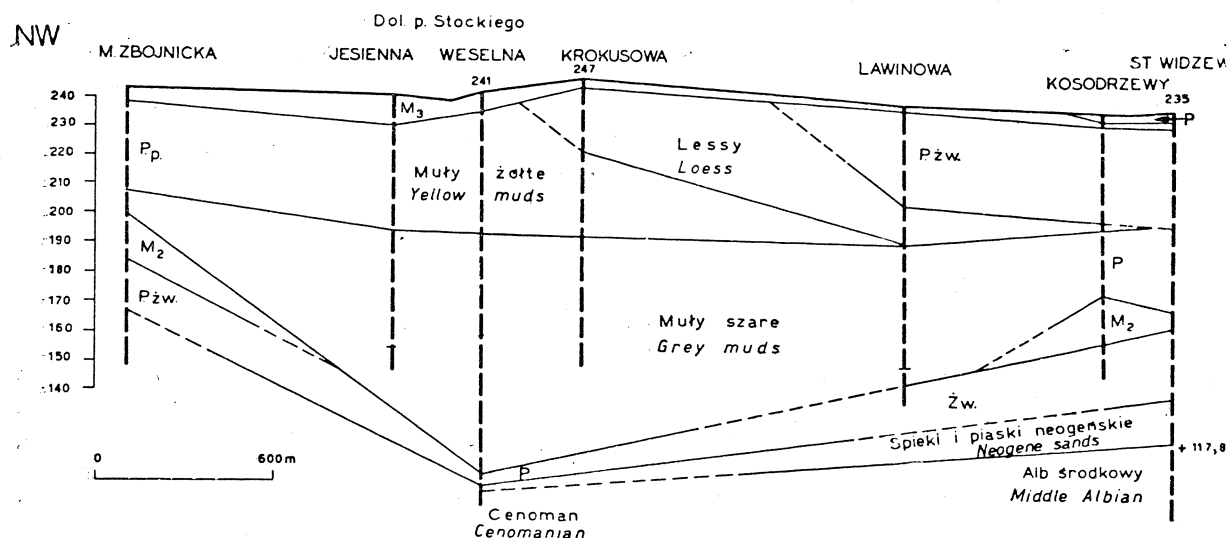


Fig. 2. Przekrój stratygraficzny przez wschodnią krawędź niecki łódzkiej, na terenie Łodzi. P — piaski; Pp — piaski pylaste; Pzw — piaski żwirowe; Żw — żwiry; M2 — gliny zwałowe stadium Radomki; M3 — gliny zwałowe stadium Warty. Cyfry oznaczają bezwzględną wysokość punktów

Fig. 2. Cross section of the border of Łódź syncline on the territory of Łódź. P — sands; Pp — very fine sands; Pzw — gravel sands; Żw — gravels; M2 — boulder clays of the Radomka River stage; M3 — boulder clays of the Warta River stage. The numbers correspond to the position of the given point above the sea level

Gliny zwałowe starszych poziomów różnią się w zasadzie składem petrograficznym od wyżej leżących poziomów glin, gdyż obok materiału skalnego pochodzenia północnego zawierają twardsze szczątki skał lokalnych mezozoicznych i ilów trzeciorzędowych (fig. 3). W zależności od tych składników i ich procentowego udziału zmienna jest i ich barwa.

Różnią się one również zawartością frakcji iłowej, a co za tym idzie i konsystencją. Gliny zwałowe glaciału krakowskiego na terenie Łodzi są rozpowszechnione i osiągają miąższości kilkunasto- a czasem kilkudziesięciometrowe. Są one przeważnie twaroplastyczne, zbite, o zabarwieniu przeważnie ciemnoszarym lub ciemnobrunatnym. Zawartość domieszki iłów trzeciorzędowych daje barwy brudnożółte lub szarogranatowe.

Gliny zwałowe glaciału środkowopolskiego stadium Radomki zalegają wielkimi płatami, porożcinanymi całkowicie lub tylko płytko przez wody fluwioglacjalne jak i fluwialne. W części wschodniej wyżynnej bardzo często jest ich mało lub w ogóle brak, gdyż uległy one rozmyciu bądź cieńsza tam była pokrywa lodowa jako źródło materiału osadowego. To samo można zresztą powiedzieć o glinach glaciału krakowskiego (fig. 3). Natomiast na całym obszarze równinnym w niecce kredowej gliny zwałowe młodszej fazy zlodowacenia środkowopolskiego (stadium Warty) są rozpowszechnione głównie na wyżynie i jej krawędzi (tab. 1 i 2). W części równinnej niżej położonej często są zmyte lub zredukowane przez wody postwarciańskie — peryglacjalne i holocenijskie. Są one średnioplastyczne lub plastyczne tam, gdzie nie były silnie rozmywane przez wody powierzchniowe. Barwa ich jest brązowożółta, a tam, gdzie gliny te leżą na lessach, odcień ich jest kremowożółty.

Zarówno gliny stadiału Warty, jak i gliny stadiału Radomki, o ile występują w warunkach dużego nawilgocenia, mają odcień popielatozielony. Konsystencja glin w każdym poziomie zależy od ich składników frakcji pyłowej i iłowej.

CHARAKTERYSTYKA GLIN ZWAŁOWYCH NA PODSTAWIE DANYCH GRANULOMETRYCZNYCH

Zostały przeprowadzone badania granulometryczne oraz badania ciężaru właściwego i zawartości CaCO_3 dla glin zwałowych poszczególnych poziomów (tabela 1).

Do badań tych pobrano próby glin zwałowych, których pozycja stratygraficzna nie budziła wątpliwości lub gdy te wątpliwości wydawały się jak najmniejsze.

Dla uproszczenia odpowiednie poziomy glin zwałowych w tabeli 1 w podanych niżej ustępach oznaczyłem symbolami: M_0 — najstarsza glina zwałowa, M_1 — glina zwałowa zlodowacenia krakowskiego, M_{2a} — glina zwałowa starszej fazy (stadium Radomki) zlodowacenia środkowopolskiego poniżej 5 m głębokości, M_{2b} — ta sama glina od 0 do 5 m i M_3 — glina zwałowa młodszej fazy (stadium Warty) zlodowacenia środkowopolskiego.

Z zestawień średnich uziarnienia i charakterystyki glin dla różnych poziomów w ilości 36 prób w każdym poziomie oprócz 12 prób dla glin, uważanych za starsze od glin zlodowacenia krakowskiego, wynika:

- 1) Frakcje piaskowe, brane łącznie ze żwirami, stanowiącymi w ogólnym ujęciu odsetek poniżej 1%, stanowią w glinach moreny M_0 — 34%, w glinach M_1 — 51,4%, w glinach M_{2a} — 49,0% i w M_{2b} — 45,6% a w M_3 — 53,2%.
- 2) Frakcja pyłowa najliczniej jest reprezentowana w glinach poziomu M_{2b} — 36,6% i M_0 — 38%.
- 3) Frakcja iłowa natomiast jest największa w glinach najstarszej moreny M_0 — w ilości 28,0%.
- 4) Węglan wapnia, określony metodą polową przez zadawanie kroplami

Tabela (Table) 1

Zestawienie danych granulometrycznych i charakterystyka glin zwałowych
pod względem litologicznym i stratygraficznym
Characteristics of clays with regard
to lithology and stratigraphy

Ilość prób Number of samples	Typ glin zwałowych Type of clay	Fracje — Grades			CaCO ₃	Ciężar właściwy Specific weight	Barwa glin Colour of clay	Klasa glin Class of clay
		piaskowa sandy	pyłowa silty	iłowa clayey				
36	M ₃	53,2	23,7	23,1	2,75	2,676	brązowa brown	Glina piaszczysta ciężka Sandy compact clay
36	M _{2b}	45,6	36,6	18,8	4,00	2,678	brązowa brown	Glina clay
36	M _{2a}	49,0	26,2	24,8	5,00	2,680	brunatna lub brunatno- żółta gray-brown or gray	Glina ciężka compact clay
36	M ₁	51,4	24,0	25,6	4,00	2,670	szarobrunatna lub szara gray-brown or gray	glina piaszczysta ciężka sandy compact clay
12	M ₀	34,0	38,0	28,0	4,5	2,680	szara z odcieniem zielo- nym, brunatnym, czer- wonym gray with green, brown, red shade	glina ciężka compact clay

Tabela (Table) 2

Tabela porównawcza miąższości osadów czwartorzędowych i trzeciorzędowych
Comparison of thickness of the Quaternary and Tertiary deposits

	piaski sand	M3	piaski sand	M2	piaski sand	M1	piaski sand	trzecio- rząd Ter- tiary
Strefa I Antyklinorium Anticlinorium	55	102	572	156	910	228	68	500
Strefa II Krawędź wyżyny Border of the upland	141	327	1654	150	875	65	122	226
Strefa III Niecka łódzka Łódź syncline	54	214	346	617	539	493	209	204

Miąższość w metrach, M3 — gliny zwałowe stadium Warty, M2 — stadium Radomki, M1 — zlodowacenia krakowskiego.

Thickness in metres, M3, M2, M1 — boulder clays of Warta River stage, Radomka River stage and Kraków glaciation.

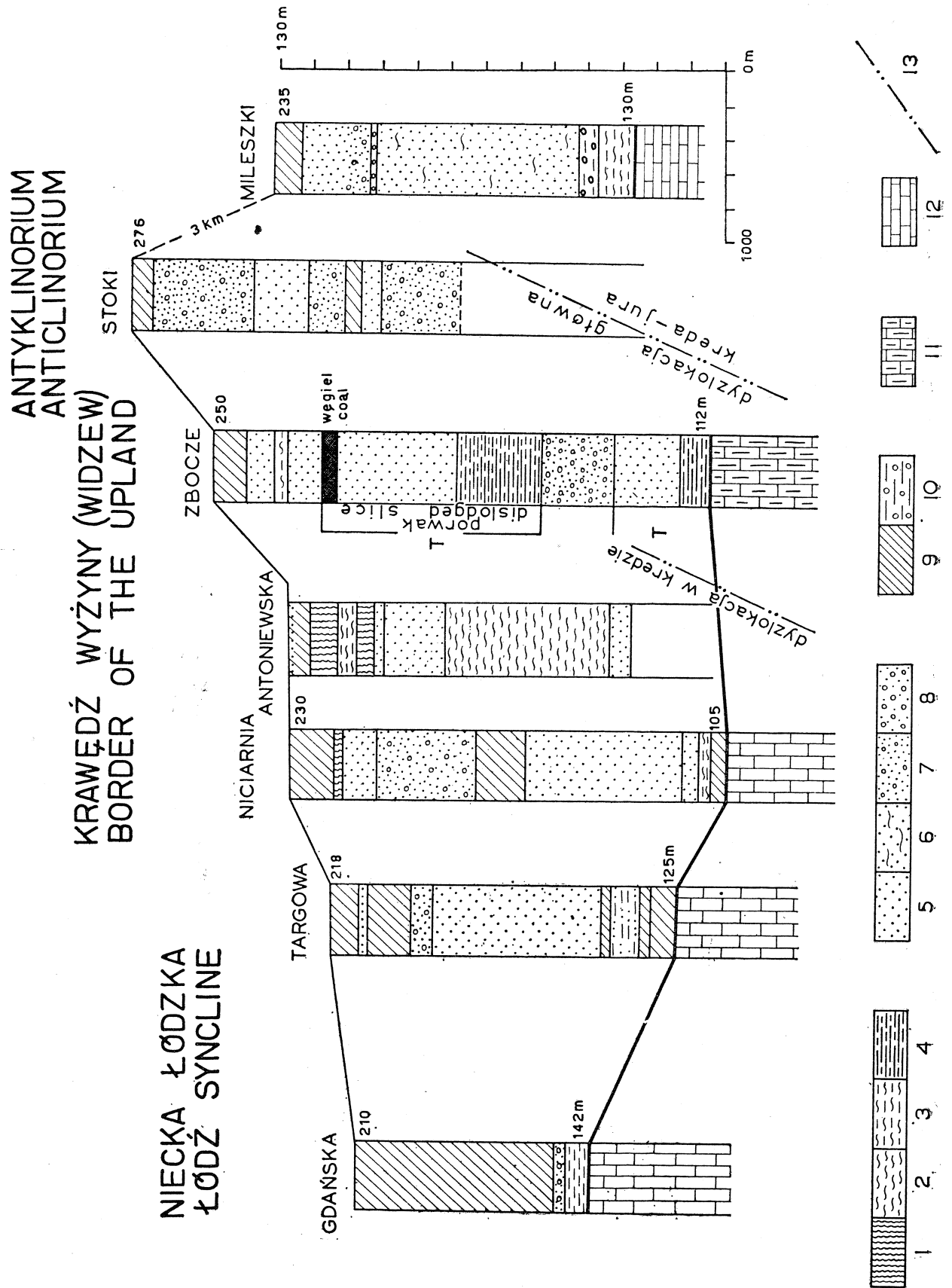
kwasy solnego, stanowi od 4 do 5% lub nieco wyżej tej liczby z wyjątkiem M₃, gdzie odsetek ten jest około 3%.

- 5) Co się tyczy zabarwienia tych glin, to różnie się to obserwuje w różnych poziomach zależnie od domieszek i wilgotności gruntu.
- 6) W odniesieniu do klasyfikacji glin według Normy PN-54/B-02480, to są to gliny, gliny ciężkie, gliny piaszczysto-ciężkie i piaszczyste.

Rozpatrując wyniki analiz na obszarze Mazowsza środkowego, jakie podała A. Falkiewicz (1962), zauważyłem, że w niektórych punktach są one prawie zgodne z analogicznymi wynikami na obszarze Mazowsza południowego, przy czym zarówno na jednym, jak i na drugim obszarze Mazowsza gliny starszej fazy glaciału środkowopolskiego (stadium Radomki) są dwudzielne bądź w stropowych warstwach różnią się od niżej leżących.

Na obszarze Mazowsza środkowego seria górna ma miąższość kilku metrów, a na obszarze Mazowsza południowego przeważnie 3 do 4 m, rzadziej więcej, a miąższość serii dolnej wynosi od kilkunastu do kilkadziesiąt metrów.

Z porównania wyników opracowania mojego i A. Falkiewicz (1962) widoczna jest pewna zgodność w zawartości wszystkich trzech frakcji — piaskowo-żwirowej, pyłowej i ilowej, gdy chodzi o gliny zwałowe stadiału Warty (mazowiecko-podlaskiego). Większe różnice zaznaczają się natomiast w zawartości frakcji pyłowej i ilowej zarówno w glinach glaciału krakowskiego (południowopolskiego), jak i w glinach starszej fazy glaciału środkowopolskiego (stadium Radomki). Również w zawartości węglanu wapnia zaznaczają się różnice, zwłaszcza gdy chodzi o gliny glaciału południowopolskiego, gdzie ilość węglanu wapnia u A. Falkiewicz jest najmniejsza. Różnice wyżej przytoczone wynikają przede wszystkim z odmiennej struktury podłoża czwartorzędu i trzeciorzędu —



z jego budowy tektonicznej, co wpłynęło i na odmienną morfologię obszarów i stan zachowania się glin. Nie mniej ważne znaczenie ma ilość — mniejsza u A. Falkiewicza — przebadanych prób wziętych do zestawień porównawczych.

STOSUNKI ILOŚCIOWE W SKŁADZIE OSADÓW PLEJSTOCENSKICH NA BADANYM OBSZARZE

Badany obszar pod względem geologicznym i morfologicznym daje się podzielić na dwie odrębne strefy do siebie równoległe.

Z analizy profilów geologicznych w tych strefach zauważa się znaczne zróżnicowanie ilości i jakości materiału sedymentacyjnego utworów czwartorzędowych, a nawet i osadów trzeciorzędu lądowego.

W zestawieniu tabelarycznym (tab. 2) uwzględniono następujące osady:

- 1) piaski, piaski ze żwirem i otoczkami, leżące na glinach moreny typu M_3 ,
- 2) gliny zwałowe moreny warciańskiej M_3 ,
- 3) piaski ze żwirem, piaski pylaste, pyły oraz ily warwowe, bądź mułki, należące do interstadiału subwarciańskiego,
- 4) gliny zwałowe glacjału środkowopolskiego stadium Radomki M_2 ,
- 5) piaski i żwiry, ily warwowe i muły, względnie i torfy interglacialne (M_1 — M_{2a}),
- 6) gliny zwałowe glacjału krakowskiego (południowopolskiego) M_1 ,
- 7) piaski i żwiry oraz mułki poprzedzające osad morenowy,
- 8) osady neogenu in situ i porwaki większe w nasunięciach.

Co się tyczy osadów neogeńskich, to mniej więcej równomierne załeganie jego (choć poważnie zróżnicowane co do miąższości) zauważa się na obszarze niecki kredowej, czyli w strefie równinnej. W obszarze granicznym niecki kredowej i antyklinorium występują przeważnie w formie nasunięć jako porwaki (fig. 2 i 3) większych rozmiarów.

W strefie antyklinorium jest go brak lub leży cienkimi płatami, jedynie w części północno-zachodniej, gdzie strop jury się obniża, osiągając miąższości nieraz większe od miąższości czwartorzędu.

Przeprowadzone zostały analizy wszystkich typów glin zwałowych wraz z zawartymi pośród nich glinami pylastymi bądź piaszczystymi: na antyklinorium, na jego zachodniej krawędzi zbieżnej z zachodnią krawędzią wyżyny, i na obszarze równinnym w obrębie niecki kredowej. Szczególne znaczenie mają analizy glin najmłodszych — typu M_3 , zwłaszcza w strefie antyklinorium i jej krawędzi, gdzie najłatwiej można rozpoznać ich położenie stratygraficzne.

Z tych analiz wynika, że na antyklinie frakcje piaskowe zawarte są między 54,6 a 56,3% (średnio 55,5%), frakcje pyłowe między 21,0 a 23,3% i frakcje ilowe między 21,7 a 23,7%. Na krawędzi wyżyny zwiększa się procent frakcji piaskowej o 1%, a o 1% zmniejsza się frakcja ilowa w sto-

Fig. 3. Profile geologiczne czwartorzędu w strefie przykrawędziowej. 1 — less; 2 — mułki; 3 — ily warwowe; 4 — ily; 5 — piaski; 6 — piaski pylaste; 7 — piaski ze żwirem; 8 — żwir z głazami; 9 — gliny zwałowe; 10 — ily z głazami; 11 — alb; 12 — turon; 13 — uskoki; T — trzeciorząd

Fig. 3. Cross section of the border of the Łódź syncline. 1 — loess; 2 — mud; 3 — varved clay; 4 — clay; 5 — sand; 6 — fine sand; 7 — sand with gravel; 8 — gravel with boulders; 9 — boulder clay; 10 — clay with boulder; 11 — Albain; 12 — Turoanian; 13 — folds; T — Tertiary. The numbers correspond to the position of the given point above the sea level

sunku do danych na antyklinorium. Jeszcze bardziej zbliżone są wyniki analiz glin tego typu na obszarze niecki kredowej do danych w tabeli 1: frakcje piaskowa i pyłowa są niemal identyczne, a frakcja iłowa różni się o 1%.

W odniesieniu do glin typu M_{2b} i M_{2a} frakcje piaskowe zawarte są między 43,7 a 45,4%, frakcje pyłowe między 34,0 a 30,8% i frakcje iłowe między 21,8 a 23,8%. Dane te nie odbiegają również znacznie od średnich danych w tabeli 1. Zwiększoną ilość frakcji pyłowej w glinach typu M_{2ab} można chyba tłumaczyć ówczesnym urzeźbieniem badanego obszaru.

W typie glin M_1 frakcje piaskowe zbliżają się do 60%, a frakcja iłowa jest nieco wyższa od pyłowej.

Co się znów tyczy glin najstarszego glaciału, to na razie przebadano niewielką ilość prób i dlatego trudno jest mówić o pewniejszych wnioskach. Z danych dla 12 prób wynika, że frakcje piaskowa i pyłowa są bliskie 40%, a iłowa bliska 30%. W pojedynczych próbach zachodzą jednak duże rozbieżności, większe niż wśród glin innych typów.

Największą zawartość węgla wapnia wykazują gliny najstarszego złodowacenia — średnio około 5%, a najmniejszą gliny stadium Warty, choć jednak dotyczy to głównie warstw stropowych i obszaru wyżynnego, na co wpływ miało intensywniejsze ługowanie go przez wody opadowe.

WNIOSKI OGÓLNE

Porównując wyniki analiz dla 36 prób z każdego typu badanych glin zwałowych, dochodzę do następujących wniosków:

Gliny typu warciańskiego M_3 najłatwiej są rozróżnialne i najliczniej reprezentowane na antyklinorium jurajskim inowłodzko-kutnowskim badanego obszaru, a zwłaszcza na krawędzi Wyżyny Łódzkiej zbieżnej z zachodnią krawędzią antyklinorium i wschodnią krawędzią niecki kredowej. Po stronie zachodniej równinnej w strefie niecki kredowej trudniej dają się rozpoznać, ponieważ często zostały rozmyte, bądź zdenudowane, w periglacie i holocenie przez wody roztopowe spływające głównie w kierunku zachodnim i północnym do Warty i Bzury. Bliżej osi niecki kredowej i doliny Warty mamy do czynienia przeważnie z jedną lub dwiema glinami zwałowymi, których wiek trudniej jest określić, zwłaszcza gdy chodzi o gliny stadium Warty i stadium Radomki.

Gliny warciańskie są to najmłodsze gliny zwałowe tego obszaru z okresu plejstocenu, oddzielone od glin stadiału Radomki zazwyczaj kilkudziesięciometrową serią piasków ze żwirem lub żwirkiem, piasków pylastych bądź pyłów, mułków warstwowanych i pozornie nie warstwowanych. Dość charakterystyczną cechą tych glin jest częsta obecność dość dużych głazów — eratyków skandynawskich o średnicy przekraczającej 1 m. Gliny tego typu są w 55% glinami piaszczystymi bądź piaszczystymi ciężkimi, gdy chodzi o strefę wyżynną. Średnia dla różnych regionów dla 36 prób posiada frakcji piaskowej łącznie ze żwirową 53,2%, frakcji pyłowej 23,7% i iłowej 23,1%, a przy zastosowaniu większej ilości prób (z przewagą prób ze strefy równinnej) frakcja piaskowa utrzymuje się na poziomie prawie dokładnie 50,0%, a frakcje pyłowa i iłowa prawie dokładnie mają po 25,0%.

Ten skład można by uważać za cechę charakterystyczną dla tego typu glin tam, gdzie nie zostały one rozmyte przez wody powierzchniowe, czyli dla obszarów równinnych.

O ile na obszarze wyżynnym mamy głównie do czynienia z glinami stadiału warciańskiego — typ M_3 , to w części zachodniej, równinnej, od-

powiadającej pod względem budowy geologicznej kredowej niecce łódzkiej, na powierzchni występują przeważnie gliny zwałowe stadiału Radomki (tab. 2). Jest to często dwudzielna seria glin. Górny pokład o miąższości kilku metrów oddzielony bywa od pokładu dolnego serią piaszczysto-żwirową przeważnie kilkumetrowej miąższości (tabela 1). Pokład ten oznaczyłem symbolem M_{2b} w odróżnieniu od pokładu dolnego M_{2a} , bardziej miąższego, różniącego się ciemniejszą barwą brunatną i składem petrograficznym. Wzrasta w nim składnik iłowy, co klasyfikuje ten pokład jako glinę ciężką (tabela 1). Średnia dla obu typów M_2 daje 47,3% frakcji piaskowej, 31,4% frakcji pyłowej i 21,8% frakcji iłowej.

Biorąc pod uwagę nie 36, ale 76 posiadanych danych z analiz typu M_{2b} otrzymałem frakcji piaskowej 37,3%, 31,6% frakcji pyłowej i 31,1% frakcji iłowej. A więc dla tego typu glin można by przyjąć średnio prawie około 40,0% frakcji piaskowej i prawie po 30,0% frakcji pyłowej i iłowej.

Typ M_{2a} , jak widać w tabeli 1, jest bardziej zbliżony do typu M_3 , przy czym wykorzystano tutaj 50 prób do zestawienia i wyników średnich. W obu przykładach średnia piaskowa stanowi prawie po 50,0%, a średnie frakcji pyłowej i iłowej są bliskie 25,0%.

Gliny zwałowe glaciału krakowskiego, oznaczone symbolem M_1 , dość równomiernie są rozpowszechnione w części zachodniej, tj. równinnej badanego obszaru, natomiast w części wschodniej, tj. wyżynnej (tab. 2) są reprezentowane nielicznie i fragmentarycznie. Dotyczy to całego obszaru antyklinorium. Skład poszczególnych frakcji typu M_1 mało odbiega od składu granulometrycznego glin typu M_3 (tabela 1).

Gliny typu M_0 , odpowiadające być może glinom glaciału Günz lub jakiejś starszej fazy glaciału krakowskiego, sklasyfikowane jako gliny ciężkie, wykazują największą procentowość frakcji iłowej — około 28%. Mała ilość prób użytych do analizy nie pozwala na dokładniejsze określenie stosunku poszczególnych frakcji w tym typie i na porównanie ich ze składem innych typów glin. W przebadanych 12 próbach wyniki średnie wykazują zawartość frakcji piaskowej i pyłowej poniżej 40%.

Porównując dane składu poszczególnych frakcji w pierwszych czterech typach glin zwałowych od M_1 do M_3 , zauważam różnice w udziale poszczególnych frakcji:

piaskowej	od 45,6% w M_{2b}	do 53,2% w M_3 ,	czyli	7,6%
pyłowej	„ 23,7% w M_3	„ 36,6% w M_{2b} ,	„	12,9%
iłowej	„ 18,8% w M_{2b}	„ 25,6% w M_1 ,	„	6,8%

Największą zmienność wykazuje tu wtedy frakcja pyłowa.

Na krawędzi od Zgierza przez Łagiewniki, Marysin III, Stoki i Widzew do Dąbrowy i Wiskitna w profilach geologicznych głębokich odwiertów zamiast glin zwałowych stadiału Radomki i glaciału krakowskiego spotyka się pod moreną warciańską i serią piaszczysto-pyłową osadów interstadialnych subwarciańskich bardzo miąższe pokłady mułków popielatoszarych lub szarych warstwowanych i nie warstwowanych. Na Stokach przy ul. Weselnej jest ich około 96 m, przy ul. Spartakusa i Jesiennej nie przewiercone od 73 do 102 m oraz od 10 do 80 m. w głąb. Tak samo na Widzewie przy ul. Antoniewskiej, Lawinowej i innych osiagają ponad 50 m miąższości. Pod mułkami występują szare grube piaski kwarcowe z fragmentami skał krystalicznych i pod nimi ciemnoszare lub ciemno-brunatne iły ze szczątkami flory lub wkładkami węgla brunatnego ziemistego i małych otoczków skał krystalicznych już na kredzie marglistej.

Zawartość frakcji piaskowej w tych mułkach waha się od 5 do 26%,

frakcji pyłowej od 28 do 81% i frakcji iłowej od 29 do 58%. Znacznie mniejsze wahania dają średnie wyniki dla pewnej ilości prób.

Pozycja stratygraficzna tych mułków nie jest wyjaśniona, być może są one synchroniczne z osadami stadium Radomki.

W celu porównania uziarnienia iłów warwowych poniżej moreny najmłodszej na badanym obszarze, zrobiłem zestawienie procentowego składu poszczególnych frakcji. Okazało się, że frakcje piaszkowe regionu łódzkiego, biorąc ogólnie, zawarte są między 12 a 22%, frakcje pyłowe między 22 a 53% oraz frakcje iłowe między 37 a 64%.

Wynika stąd, że iły warwowe regionu łódzkiego są bardziej pylaste od glin, dotyczy to zwłaszcza warw poniżej moreny warciańskiej w obrębie krawędzi Wyżyny Łódzkiej (Stoki — Widzew), gdzie mamy do czynienia z kulminacją wysoczyzny (250 do 276,7 m). Następnie, biorąc pod uwagę wyniki analiz, wykonanych dla pięciu typowych iłów warwowych poniżej glin zwałowych warciańskich na badanym obszarze i dla pięciu prób iłów warwowych poniżej glin moreny stadiału Radomki, zauważyłem spadek frakcji pyłowej i wzrost frakcji iłowej w warwach niższego poziomu: warwy poniżej M_3 na głębokościach od 2 do 12 m wykazują 16,4% frakcji piaskowej, 53,2% frakcji pyłowej i 32,4% frakcji iłowej. Warwy poniżej 2_{2a} na głębokości 50 do 101 m wykazują 25,0% frakcji piaskowej, 26,5% frakcji pyłowej i 48,5% frakcji iłowej. Warwy starsze są bardziej piaszczyste i zarazem bardziej ilaste kosztem zmniejszenia się frakcji pyłowej.

Zakład geologii II
Uniwersytet Łódzki

WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Chighikov F.V. — Чижи́ков Ф. В. (1955), К выявлению характера механического свойства морены. Вест. Моск. Унив. 8.
- Dylik J. (1952), Jednostki morfologiczne. Mapa w skali 1 : 3 000 000. ŁTN.
- Falkiewicz A. (1962), Własności fizyczno-chemiczne glin zwałowych środkowego Mazowsza. Wyd. U. W. Wydz. Geol., Warszawa.
- Krumbein W.C. (1933), Textural and lithologic variation in glacial till. J. Geol. 41. Chicago.
- Krygowski G. (1955), Granulometria w badaniach czwartorzędu w Polsce *Biul. Inst. Geol.* 70, Warszawa.
- Krygowski B. (1956), Z badań granulometrycznych nad utworami plejstocénskimi. *Biul. Inst. Geol.* 100, Warszawa.
- Morozov S.S. — Морозов С. С. (1956), Литологические свойства глинистой морены русской платформы (rękopis).
- Muhs H. (1957), Die Prüfung des Baugrundes und der Boden. Berlin.
- Piotrowicz W. (1961), Niektóre cechy petrograficzne iłów elbląskich z Nadbrzeża. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 33, Kraków.
- Pollakov S.S. — Полляков С. С. (1956), Состав и свойства моренных отложений Московской области. Ученые записки Моск. Унив. Вып. 177. Москва.
- Pożaryski W. (1952), Podłoże mezozoiczne Kujaw. *Biul. Inst. Geol.* 55, Warszawa.

- Richter K. (1933), Gefüge und Zusammensetzung des norddeutschen Jungmorengebietes. *Abt. geol.-paleont. Inst. Univ. Greifswald*. H. 2.
- Richter K. (1937), Die Eiszeit in Norddeutschland, Berlin.
- Różycki F. (1955), Trzeciorzęd Łodzi i okolic. *ŁTN. Wydz. — III. Acta geogr. Univ. Lodz*.
- Różycki F. (1960), Materiały Archiwum Wierceń. Arkusz Łódź i Pabianice. Państw. Inst. Geol. 10. Wyd. Geol., Warszawa.
- Różycki F. (1961), Lessy kopalne i utwory lessopodobne na Wyżynie Łódzkiej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 31. z. 2—4, Kraków.
- Różycki Z. S. (1961), The Quaternary in the Warsaw Basin. *Guide-Book of excursion C. The Łódź Region*.
- Samsonowicz J. (1948), O utworach kredowych w wierceniach Łodzi i budowie niecki łódzkiej. *Biul. Inst. Geol.* 50, Warszawa.
- Shepps V. C. (1953), Correlation of the tills of north-eastern Ohio by size analysis, *J. Sediment. Petrology*, 23, No 1.
- Shepps V. C. (1958), Size factors a mean of data from textural studies of till. *Ibidem*. 28, No 4.

SUMMARY

Bulder clays of glacial origin occurring near the surface in an area with small differentiation of morphology, can be of various age in spite of lithological similarity. Mineralogical and petrographical methods used for discrimination between bulder clays of various age often fail because of the similarity of material derived from one source (Scandinavian Shield).

The present author tested the application of the granulometric method for discrimination between bulder clays of various age. About 200 analyses of bulder clays made on samples collected at various depth and various stratigraphic positions are presented in Table I.

The bulder clays of the younger - Warta River - stage of the Central Poland (Riss) glaciation (M_3) are characterized by the presence of large boulders and the average proportions of the principal grades are: sand c. 50 per cent, silt c. 25 per cent and clay c. 25 per cent.

The boulder clays of the older - Radomka River (M_2) - phase of the Central Poland glaciation are characterized by the following average of the grades: sand — 47,3 per cent, silt — c. 31,4 per cent, clay c. 21,8 per cent.

The boulder clays of the Kraków (Mindel) glaciation (M_1) have similar proportions of the determined grades as those of the Warta River stage.

Geological Department II
University of Łódź

translated by R. Unrug