

## Zróżnicowanie petrograficzne i mineralne równowiekowych glin morenowych z wybranych obszarów Nizy Polskiego

Krystyna Kenig\*

**Petrographic and mineralogical diversity of the same age tills in the selected areas of the Polish Lowlands.** Prz. Geol., 52: 325–330.

*Summary.* Petrographic and mineralogical parameters of tills were studied in the region of Piła (NW Poland), Olsztyn (NE Poland) and Siedlce (E Poland). Lithostratigraphic zonation is introduced, based on values of petrographic coefficients. Petrographic parameters and heavy mineral composition of the tills differ between studied areas. Tills from the Piła region contain more resistant minerals (49.60–1.2%), then non-resistant ones (21.9–46.2), while similar characteristics are typical only for the lower strata in the Olsztyn area. Also the glauconite content varies markedly, from 0.6% near Piła to 6% near Olsztyn. The carbonate minerals are more abundant in the Olsztyn region (2.2–23.2%) than in the Piła area (1.3–7.1%). In all lithostratigraphic horizons of the Olsztyn region, the transparent minerals predominate over the opaque minerals. This tendency is less obvious in the Piła region (except for two horizons). Lower and upper lithostratigraphic zones, equivalent to Pleistocene chronostratigraphic stages, were recognized in borecore sections from the study areas.

**Key words:** till, petrographic composition, heavy mineral composition, chronostratigraphy, Polish Lowland, Poland

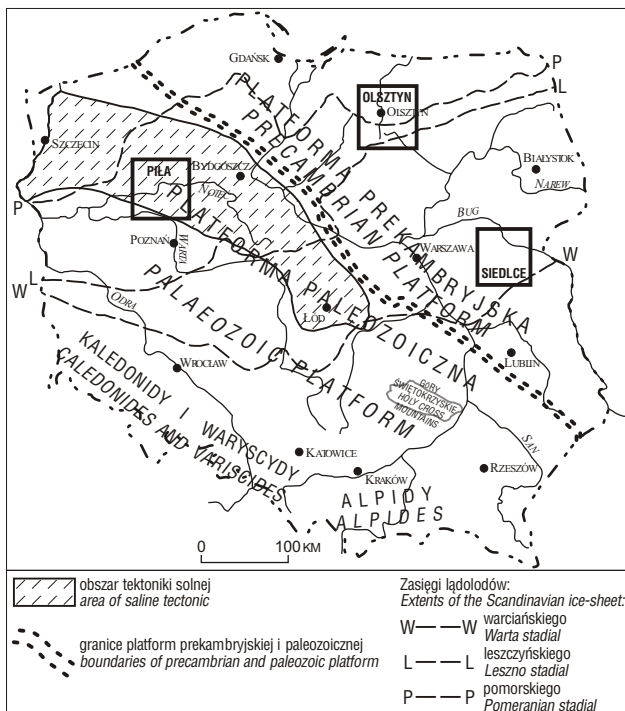
Badania petrograficzne i mineralne glin morenowych uzyskiwanych w rdzeniach wiertniczych dokumentujących poszczególne arkusze *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000* są wykonywane od wielu lat. Otrzymany w ten sposób ogromny materiał analityczny skłania do porównań tych wyników w skali ponadregionalnej na Nizy Polskim i wyciągnięcia wniosków ogólniej-

szych. W niniejszym opracowaniu porównania dotyczą wyników badań ważnych z punktu widzenia litostratygicznego i paleogeograficznego cech litologicznych glin morenowych — składu petrograficznego oraz zawartości minerałów ciężkich.

### Obszar badań

Zostały wybrane 3 rejony, w których przeprowadzono charakterystykę petrograficzną (we wszystkich) i mine-

\*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; kken@pgi.waw.pl.



**Ryc. 1.** Położenie wybranych obszarów (Piła, Olsztyn i Siedlce) na tle głównych jednostek strukturalnych Polski (wg Znosko, 1998)

**Fig. 1.** Location of study areas (Piła, Olsztyn, and Siedlce) against the background of main structural units of Poland (by Znosko, 1998)

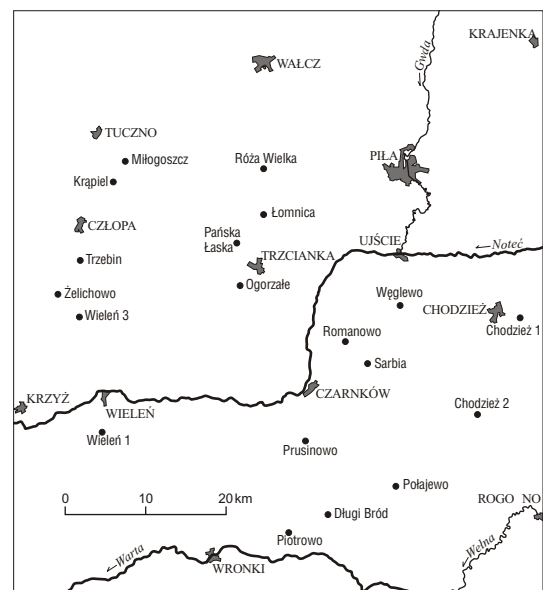
ralną (w dwóch z nich) glin morenowych. Rejony te znajdują się na różnych jednostkach tektonicznych Nizy Polskiego. Rejon Piły jest położony na platformie paleozoicznej, a rejony Olsztyna i Siedlec leżą na prekambryjskiej platformie wschodnioeuropejskiej (ryc. 1). Fakt ten miał uwzględniać wpływ mobilności obu tych jednostek na wykształcenie i rozwój pokrywy czwartorzędowej na Nizy Polskim. Dotychczasowe wyniki badań dowodzą w sposób oczywisty, że pokrywa czwartorzędowa na obu tych platformach jest wykształcona różnie (Mojski, 1988). Na platformie prekambryjskiej jest więcej dobrze wykształconych poziomów gliny morenowej niż na platformie paleozoicznej.

W rejonie Piły zbadano 19 profili wiertniczych (ryc. 2). W rejonie Olsztyna wykorzystano do zestawień 24 profile (Kenig, 1998). Natomiast w rejonie Siedlec, zbadano 21 profili wiertniczych (Kenig, 2003b). W rejonie Siedlec z uwagi na odmienne cechy budowy geologicznej i różne wyniki badań petrograficznych oddzielnie scharakteryzowano Nizinę Północnopodlaską i Nizinę Południowopodlaską.

Glina morenowa występująca w profilach wiertniczych w rejonie Piły ma miąższość od 1 do 40 m i reprezentowana jest najczęściej przez poziomy zalegające w górnych częściach profilu. Natomiast w rejonie Olsztyna warstwy gliny osiągają zazwyczaj kilkanaście metrów miąższości, dochodząc nawet do 58 m i plasują się przeważnie w dolnych częściach profilu wiertniczego.

### Metoda badań

Przyjęto metodykę badań frakcji zwirowej zawartej w glinach morenowych zapropono-

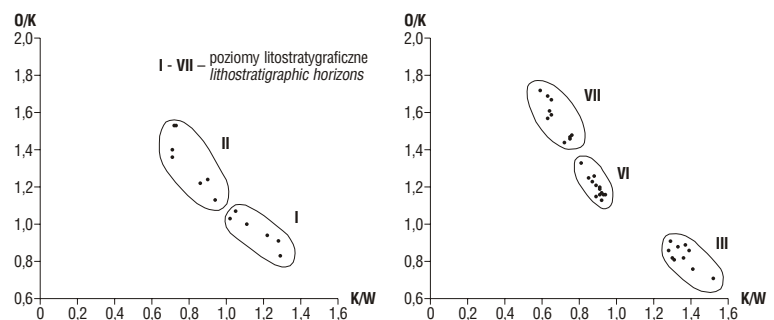


**Ryc. 2.** Lokalizacja profili wiertniczych w rejonie Piły  
**Fig. 2.** Location of the boreholes in the Piła region

waną przez Trembaczewskiego (1967) wdrożoną przez Rzechowskiego (1971, 1977), ostatnio omawianą przez Kenig (1998) i Racinowskiego (1999).

Na podstawie procentowej zawartości skał pochodzenia skandynawskiego (północnego) wylicza się wartości współczynników petrograficznych: O/K, K/W i A/B, gdzie: O — skały osadowe, K — skały krystaliczne i kwarc pochodzący z dezintegracji skał krystalicznych, W — wapienie i dolomity, A — skały nieodporne i B — skały odporne na wietrzenie. Podstawę do porównań stanowiło 218 warstw gliny; dla każdej warstwy wykonanych zostało od 2 do 30 analiz składu petrograficznego.

Analiza składu mineralnego frakcji ciężkiej jest jedną z ważniejszych metod służących do przeprowadzenia charakterystyki litologicznej osadów czwartorzędowych. W przypadku glin morenowych analiza minerałów ciężkich może dostarczyć danych do ich charakterystyki facjalnej, określenia obszarów alimentacji łądolołu oraz w ograniczonym zakresie, procesów hipergenicznych. Pomimo, że nie dostarcza ona podstaw do przeprowadzenia wydzielenia litostratygraficznych (Haszewski & Racinowski, 1979; Racinowski, 1995; Kenig, 1991, 1999), Zabielski i in., 1998) to jednak można z niej uzyskać informacje przydatne do korelacji przestrzennej i regionalnej poziomów glin morenowych



**Ryc. 3.** Diagram zależności współczynników petrograficznych O/K i K/W glin morenowych w rejonie Piły

**Fig. 3.** Diagram of petrographic coefficients O/K (sedimentary to crystalline rocks including quartz), and coefficient K/W (crystalline rocks to carbonates: limestones and dolomites) in tills in the Piła region

oraz ustalania kierunków nasunięć lądolodów (Gronkowska & Kenig, 1974; Kenig, 1991; Masłowska, 1999).

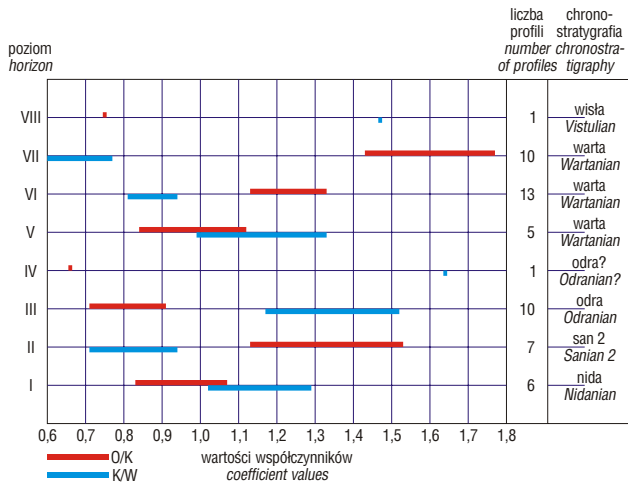
Analizy minerałów ciężkich wykonano według jednokowych założeń metodycznych (Kenig, 1999). We frakcji 0,25–0,1 mm oznaczono cztery grupy mineralne: 1) minerały nieprzezroczyste (rudne) — tlenki (ilmenit) i siarczki

(piryt); 2) minerały węglanowe: kalcyt, dolomit, syderyt; 3) glaukonit oraz 4) minerały przezroczyste. Te ostatnie przyjęto w obliczeniach jako 100%. Przyjęto podział minerałów przezroczystych na dwie ogólne grupy: minerałów nieodpornych na niszczenie oraz łącznie minerałów odpornych i bardzo odpornych na niszczenie. Do minerałów nieodpornych zaliczono: amfibole, pirokseny i biotyt, do minerałów zaś odpornych i bardzo odpornych należą: granaty, turmalin, cyrkon, rutyl, dysten i staurolit. Do interpretacji wykorzystano wyniki badań 500 analiz minerałów ciężkich pochodzących ze 125 warstw gliny morenowej.

**Wyniki badań**

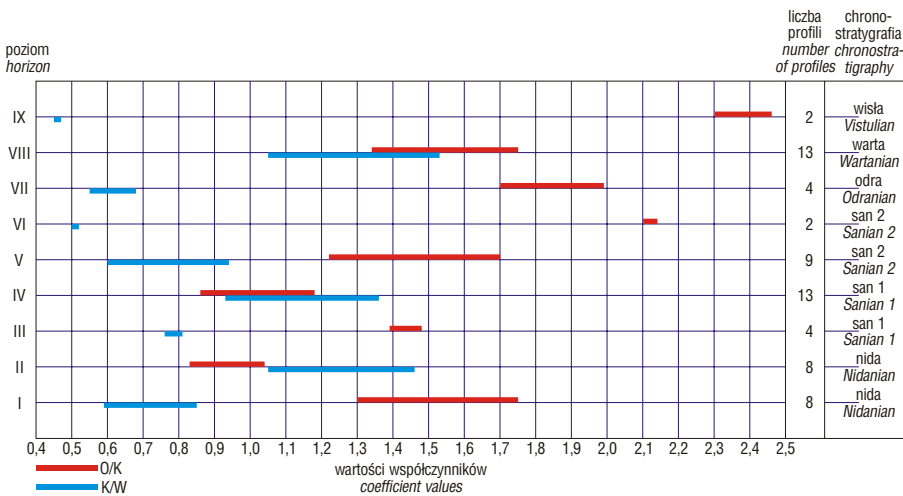
Na podstawie wyników badań petrograficznych i wynikających z nich wartości współczynników petrograficznych, przy uwzględnieniu sekwencyjnego zalegania warstw gliny morenowej w profilach wiertniczych oraz biorąc pod uwagę zarówno dane geologiczne, jak i palinologiczne (pośrednio, gdyż w badanych profilach nie stwierdzono osadów organicznych) zastosowano następnie korelację litostratygraficzną zgodnie z propozycją autorki we wcześniejszym opracowaniu (Kenig, 1998).

W rejonie Piły wyróżniono 57 warstw gliny morenowej, należących do VIII poziomów litostratygraficznych. Jednak nie wszystkie poziomy zostały uwzględnione w badaniach, ponieważ składały się tylko z jednej warstwy lub reprezentowały glinę zwietrzałą. Nie zostały one



**Ryc. 4.** Przedziały wartości współczynników petrograficznych O/K i K/W poziomów litostratygraficznych glin morenowych z rejonu Piły

**Fig. 4.** Intervals of the petrographic coefficients O/K and K/W in tills lithostratigraphic horizons in the Piła region



**Ryc. 5.** Przedziały wartości współczynników petrograficznych O/K, K/W poziomów litostratygraficznych glin morenowych z rejonu Olsztyna

**Fig. 5.** Intervals of the petrographic coefficient O/K and K/W in tills lithostratigraphic horizons in the Olsztyn region

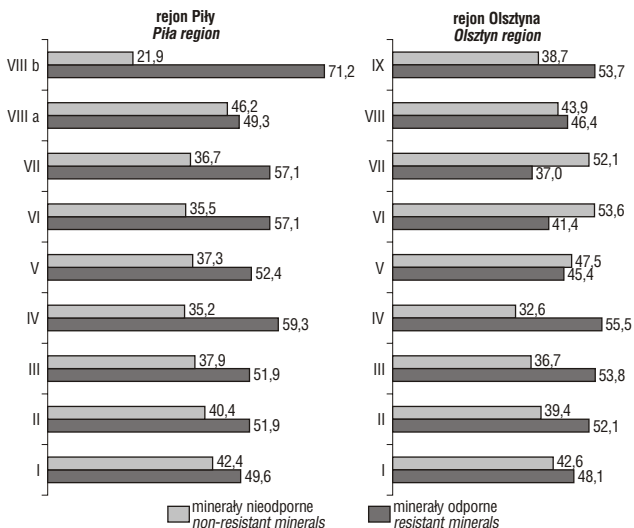
**Tab. 1.** Korelacja poziomów litostratygraficznych glin morenowych z rejonu Piły, Olsztyna i Siedlec z podziałem chronostratygraficznym plejstocenu Polski

Table 1. Correlation of lithostratigraphical horizons in the till Piła, Olsztyn, and Siedlce regions against the chronostratigraphic division of Pleistocene in Poland

Podział chronostratygraficzny (piętra zimne) <i>Chronostratigraphy (cold stage)</i>	Poziomy litostratygraficzne <i>Lithostratigraphic horizons</i>			
	Rejon Piły <i>Piła region</i>	Rejon Olsztyna <i>Olsztyn region</i>	Rejon Siedlec <i>Siedlce region</i>	
			Niz. Południowopodlaska <i>South Podlasie Lowland</i>	Niz. Północnopodlaska <i>North Podlasie Lowland</i>
wisła	VIII (a, b)	IX		
warta	V, VI, VII	VIII		VI
odra	III, IV	VII	VII	V
san 2	II	V, VI	VI	IV
san 1		III, IV	IV, V	III
nida	I	I, II	II, III	I, II
narew			I	

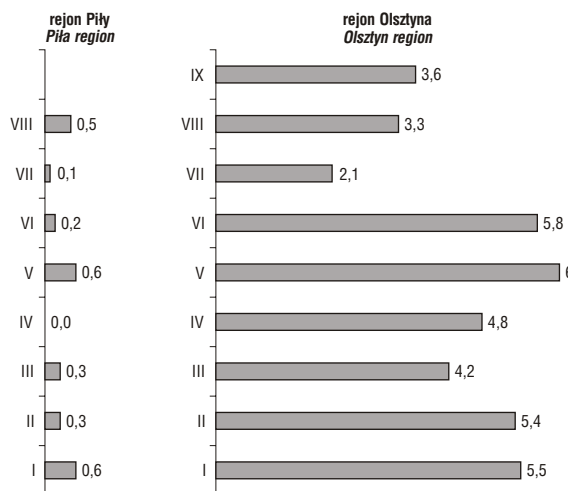
uwzględnione na diagramie (ryc. 3). Pozostałe poziomy są odwzorowane przez oddzielne pola o niezbyt dużych wielkościach rozrzutu poszczególnych wartości współczynników petrograficznych. Zazębiane się niektórych pól w różnych poziomach litostratygraficznych (np. II oraz VI i VII) wynikają z podobieństwa wartości współczynników petrograficznych najprawdopodobniej spowodowanego podobnymi obszarami alimentacji łądłodu w tych poziomach.

Wyróżnione poziomy litostratygraficzne gliny morenowej w rejonie Piły można podzielić na dwa kompleksy (ryc. 4). Niższy obejmuje poziomy I i II. Wyższy natomiast składa się z poziomów III, V, VI i VII (pomijając poziom IV z jedną wartością). W kompleksie niższym najbardziej powszechny jest poziom II, a w kompleksie wyższym poziom VI (Kenig, 2003d). Można mówić o granicy w trendzie zmian przedziałów wartości współczynników petrograficznych między zgrupowanymi poziomami (I i II) starszymi a czterema młodszymi (III–VII) — wyższymi. Poziom najmłodszy VIII również może być granicznym, ale wymaga to jeszcze potwierdzenia dalszymi



Ryc. 6. Zawartość przezroczystych minerałów nieodpornych i odpornych (w %) w poziomach litostratygraficznych

Fig. 6. Content of resistant and non-resistant minerals (%) in lithostratigraphic horizons

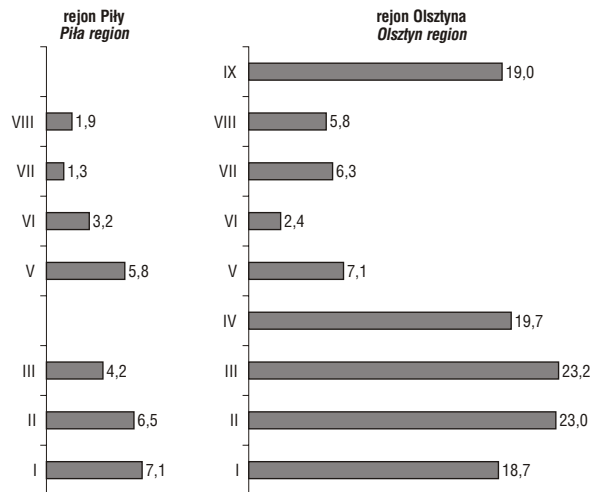


Ryc. 7. Zawartość glaukonitu (w %) w poziomach litostratygraficznych

Fig. 7. Content of glauconite (%) in lithostratigraphic horizons

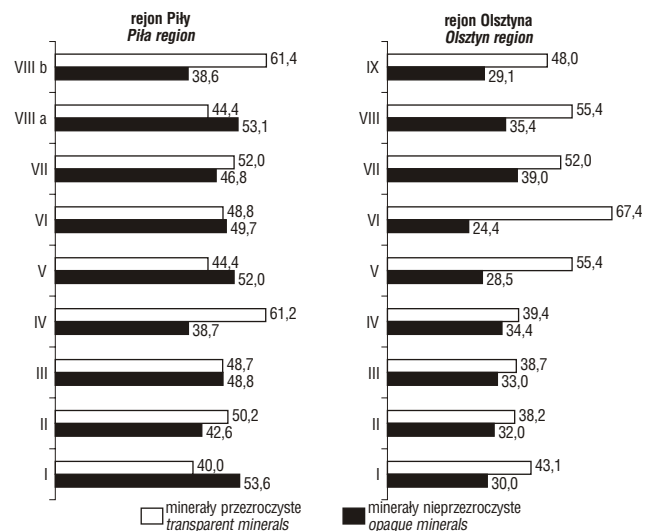
badaniami. Przedziały wartości współczynników petrograficznych w poziomach litostratygraficznych układają się w charakterystyczny sposób. Wartości współczynnika O/K wykazują tendencję wzrostu w coraz to wyższych poziomach litostratygraficznych (ryc. 4), co wynika ze zwiększania się zawartości skał węglanowych pochodzących z powiększającego się obszaru wychodni tych skał na drodze łądłodu. Tu potwierdza się wniosek wcześniej już sformułowany o przesuwaniu się centrum zlodowaceń na wschód, podczas powstawania dwóch odrębnych, dużych jednostek litostratygraficznych łączonych z grupą zlodowaceń starszych (południowopolskich) i młodszych (środkowopolskich) (Kenig, 1998, 2002). Przyporządkowanie chronostratygraficzne wyróżnionych poziomów litostratygraficznych w badanych obszarach zawarte jest w tabeli 1.

W rejonie Olsztyna warstwy glin zostały zgrupowane w IX poziomów litostratygraficznych, w których można wydzielić dwa kompleksy. Dolny, obejmujący poziom I–IV i górny, z poziomami V–IX (ryc. 5). Jak wynika z wartości przedziałów współczynników petrograficznych pokaza-



Ryc. 8. Zawartość minerałów węglanowych (w %) w poziomach litostratygraficznych

Fig. 8. Content of carbonate minerals (%) in lithostratigraphic horizons



Ryc. 9. Zawartość minerałów przezroczystych i nieprzezroczystych (w %) w poziomach litostratygraficznych

Fig. 9. Content of transparent and opaque minerals (%) in lithostratigraphic horizons

nych na tej rycinie wartości współczynnika O/K począwszy od poziomu IV po IX, powiększają się, co jest następstwem wzrostu udziału północnych skał węglanowych. Podobnie jak w rejonie Piły, także w rejonie Olsztyna można mówić o potwierdzeniu przesuwania się centrum zlodowaceń na wschód podczas alimentacji kolejnych łańdolodów. Jednak w rejonie Olsztyna sytuacja taka jest wyraźnie zaznaczona w wyższym kompleksie poziomów (V–IX), natomiast w kompleksie niższym sytuacja taka nie jest jednoznaczna. A więc wyraźny podział zachodziłby powyżej osadów zlodowacenia sanu 1 i obejmowałby piętra odpowiadające zlodowaceniom sanu 2, odry, warty i wisły.

Istotną różnicą między fizyczno-geograficznymi jednostkami rejonu Siedlec jest obecność jednego tylko poziomu udokumentowanego petrograficznie ze zlodowacenia odry na obszarze Niziny Południowopodlaskiej (Kenig, 1998, 2003b). Natomiast na Nizinie Północnopodlaskiej dają się wyróżnić dwa poziomy litostratygraficzne odpowiadające zlodowaceniom odry i warty (tab. 1).

Tak wyróżnione poziomy litostratygraficzne są scharakteryzowane pod względem mineralnym (Kenig, 2003 a, c). W rejonie Piły we wszystkich poziomach litostratygraficznych zawartość minerałów odpornych i bardzo odpornych jest wyraźnie większa (49,6–71,2%) niż minerałów nieodpornych (21,9–46,2%, ryc. 6). Ilość minerałów odpornych wzrasta od 49,6% w glinie morenowej najniższego poziomu I (zlodowacenia nidy) do 59,3% w poziomie IV (zlodowacenia odry). Gliny morenowe młodszych zlodowaceń nie mają tak wyraźnego trendu zmian. Poziom V jest granicą w trendzie panującym w poziomach wyższych (VI–VIII) i niższych (I–IV) i może oddzielać dwa okresy czasowe, w których istniały różne obszary alimentacji łańdolodów, które pozostawiły gliny morenowe tych kompleksów litostratygraficznych. I tak w młodszym z nich w miarę kolejnych nasunięć łańdolodu malała zawartość minerałów nieodpornych, przy wzrastającym udziale minerałów odpornych. Natomiast w starszym okresie brak jest tak wyraźnych prawidłowości.

W rejonie Olsztyna przewaga minerałów odpornych i bardzo odpornych nad nieodpornymi ma miejsce tylko w poziomach dolnych, w których udział tych minerałów wzrasta od 48,1% w poziomie I (nidy) do 55,5% w poziomie IV (san 1) — patrz ryc. 6. Natomiast w poziomach wyższych V, VI i VII zachodzi przeciwna zależność czyli dominacja minerałów nieodpornych, a dopiero powyżej następuje ponowny wzrost minerałów odpornych. Poziom V (zlodowacenie sanu 2) jest w tym rejonie poziomem granicznym pomiędzy kompleksem niższych i wyższych poziomów litostratygraficznych.

Porównanie rekwencji minerałów odpornych i nieodpornych dowodzi różnic w ich występowaniu w poziomach litostratygraficznych tego samego wieku z rejonu Piły i Olsztyna. Różnice istnieją w górnych V–VIII (zlodowacenie warty i młodsze) poziomach rejonu Piły i V–IX (zlodowacenie sanu 2 i młodsze) poziomach rejonu Olsztyna. Można wykazać maksymalny udział minerałów odpornych (59,3%) w rejonie Piły w glinie morenowej zlodowacenia odry, przy minimalnej zawartości tych minerałów w glinie tegoż wieku w rejonie Olsztyna. Natomiast podobieństwem obu tych rejonów jest trend zmian zawartości obu omawianych grup mineralnych.

Wyraźne regionalne różnice ilościowe dają się zauważyć w zawartości glaukonitu. W rejonie Piły gliny morenowe wszystkich poziomów litostratygraficznych zawierają minimalne ilości glaukonitu (do 0,6%), podczas gdy w rejonie Olsztyna jest go znacznie więcej (do 6%). W tym

ostatnim, maksimum zawartości glaukonitu ma miejsce w poziomach V i VI (san 2), natomiast w poziomach młodszych następuje wyraźne obniżenie jego zawartości (2,1–3,6%, ryc. 7). A więc poziom piąty przedstawia wartość graniczną zarówno w rejonie Olsztyna, jak i w rejonie Piły, lecz w tym ostatnim o znacznie mniejszej wartości procentowej. Podobnie jak w rejonie Olsztyna wyższa zawartość glaukonitu w starszych poziomach glin morenowych jest rozpoznana w północnej części Pobrzeża Szczecińskiego. Tam w glinach zlodowacenia południowopolskiego jest 2% glaukonitu, środkowopolskiego 1,3%, a północnopolskiego już tylko 0,8% (Racinowski & Sochan, 1981).

Zawartość minerałów węglanowych w rejonie Piły wynosi od 1,3% do 7,1%, a w rejonie Olsztyna od 2,4% do 23,2% (ryc. 8). Jest go więc kilkakrotnie więcej w tym drugim obszarze. Bardziej jednoznaczne wyniki dotyczą analizy ich zawartości w poziomach litostratygraficznych. W pierwszym rejonie uwidaczniają się dwa maksima zawartości tych minerałów, w poziomie V (5,8%) i poziomie najniższym I (7,1%). Natomiast w drugim obszarze testowym zawartość minerałów węglanowych jest wyraźnie mniejsza w wyższych poziomach litostratygraficznych (V–VIII) przy pominięciu poziomu IX ze skrajnie różnymi wartościami w dwu tylko profilach (Kenig, 2003d). Natomiast jest ona znacznie wyższa w poziomach I–IV, gdzie wynosi od 18,7 do 23,2%. Występowanie minerałów węglanowych w obu omawianych obszarach świadczy jednoznacznie, że w całym zespole poziomów litostratygraficznych glin morenowych można wyróżnić dwie części: dolną i górną. Granicą między nimi jest poziom V, a więc ten sam, który jest poziomem granicznym w różnej zawartości glaukonitu (ryc. 7) oraz minerałów odpornych i nieodpornych (ryc. 6) i co ważniejsze również podział taki potwierdzony jest podziałem wynikającym z interpretacji wartości współczynników petrograficznych w obu omawianych obszarach. Poziom ten w obu obszarach ma inną rangę chronostratygraficzną (tab. 1).

Przechodząc do grupy minerałów przezroczystych i nieprzezroczystych, można stwierdzić, że gliny morenowe wszystkich poziomów litostratygraficznych w rejonie Olsztyna zawierają więcej minerałów przezroczystych niż nieprzezroczystych (ryc. 9). Natomiast w rejonie Piły, przy znacznie większej rozpiętości wartości skrajnych, również zaznacza się przewaga minerałów przezroczystych, ale w dwu poziomach (I i V) zachodzi relacja przeciwna, czyli następuje dominacja minerałów nieprzezroczystych (ryc. 9). O ile wytłumaczenie tego faktu może być prostsze w przypadku poziomu najstarszego I, łatwiejszą dostawą minerałów rudnych pochodzących z różnych facji osadów neogeńskich, głównie formacji poznańskiej, tworzących bezpośrednie podłoże na drodze łańdolodu, to w przypadku poziomu V nie jest to tak jednoznaczne i trzeba brać pod uwagę inne jeszcze czynniki. Przemawia za tym rozpiętość wyników w tym poziomie, w różnych profilach (Kenig, 2003d) świadcząc o lokalnych uwarunkowaniach.

Ogólnie biorąc, zróżnicowanie minerałów ciężkich pozwala w rejonie Olsztyna na ustalenie granicy pomiędzy osadami plejstoceniowymi a neogeńskimi. Dla obszaru Polski północno-wschodniej brak jest regionalnych opracowań syntetycznych, dotyczących wyników badań minerałów ciężkich, mogących służyć do porównań. Nieliczne, dawniejsze dane dotyczą innych rejonów (Gronkowska & Kenig, 1974; Kenig, 1991; Racinowski, 1969; Rzechowski, 1971, 1982). Nie oznacza to braku takich danych rozproszonych w poszczególnych opracowaniach

do SMGP w skali 1 : 50 000 i dotyczących głównie osadów czwartorzędowych, ale również, choć w małym tylko zakresie osadów paleogeńskiego i neogeńskiego podłoża.

Osady neogeńskie tworzące podłoże osadów plejstoceńskich mają różną charakterystykę mineralną w rejonie Piły i Olsztyna. Oprócz powszechnej dominacji minerałów nieprzezroczystych w obu rejonach, w rejonie Piły najczęściej występują granaty, amfibole i pirokseny. Miejscami towarzyszą im znaczące ilości staurolitu, andalazytu, turmalinu i dystenu. Natomiast w rejonie Olsztyna jest powszechna obecność asocjacji granat-turmalin-staurolit z małym udziałem amfiboli. Skład mineralny glin morenowych w rejonie Olsztyna pozwala na ustalenie granicy neogen/czwartorzęd na podstawie wyników badań minerałów ciężkich, głównie odrębnych asocjacji minerałów przezroczystych, zawartości minerałów nieprzezroczystych oraz minerałów węglanowych. Natomiast w rejonie Piły takie rozdzielanie osadów jest utrudnione, lub wręcz niemożliwe, ze względu na podobieństwo mineralne osadów neogeńskich i czwartorzędowych. Stwierdzali to także Czerwinka i Krzyszkowski (1994) oraz Racinowski (1995).

### Podsumowanie

□ W obu regionach Piły i Olsztyna gliny morenowe zawierają w zasadzie więcej minerałów odpornych niż nieodpornych. O ile w rejonie Piły przewaga ta jest konsekwentnie wyrażona we wszystkich poziomach litostratygraficznych, to w rejonie Olsztyna w trzech poziomach zachodzi relacja przeciwna.

□ W rejonie Olsztyna we wszystkich poziomach litostratygraficznych zaznacza się przewaga minerałów przezroczystych nad nieprzezroczystymi. Natomiast w rejonie Piły przewaga taka nie jest tak konsekwentnie wyrażona (oprócz dwu poziomów).

□ Zawartość glaukonitu wykazuje znaczne różnice regionalne pomiędzy obszarami testowymi. W rejonie Olsztyna gliny morenowe zawierają znacznie więcej glaukonitu (do 6% niż w rejonie Piły (tylko do 0,6%).

□ W obu tych rozpatrywanych obszarach na podstawie zawartości glaukonitu, minerałów węglanowych oraz zawartości minerałów odpornych można wydzielić kompleksy poziomów litostratygraficznych. W rejonie Piły są to poziomy I–IV odpowiadające piętom nidy, sanu 2 i odry, a poziomy V, VI, VII i VIII kolejno trzem nasunięciom wieku warty oraz jednemu wiśły. A więc granica między tymi kompleksami znajduje się pomiędzy poziomem IV a V tj powyżej piętra odry. Natomiast w rejonie Olsztyna kompleks dolny obejmujący poziomy I, II, III i IV odpowiada piętom nidy i san 1, podczas gdy poziomy V–VIII tworzą kompleks górny. Granica znajduje się tu pomiędzy poziomem IV a V. Przy czym ten ostatni należy do piętra san 2. Potwierdzeniem tego trendu zmian mineralnych jest trend zmian wartości współczynników petrograficznych.

□ Można więc sądzić o istnieniu w tym samym piętrze stratygraficznym w różnych rejonach Polski E i W megabłów lodowcowych deponujących gliny morenowe o zróżnicowanych cechach mineralno-petrograficznych.

□ Z porównania cech litologicznych glin morenowych występujących na obszarze wschodnim i zachodnim Niżu Polskiego wynika, że większe znaczenie dla zróżnicowania petrograficzno-mineralnego glin morenowych mają kierunki nasuwania i źródła alimentacji łądolodu niż mobilność podłoża.

### Literatura

- CZERWONKA J. A. & KRZYSZKOWSKI D. 1994 — Pleistocene stratigraphy and till petrography of the Central Great Poland Lowland, Western Poland. *Folia Quater.*, 65: 7–71.
- GRONKOWSKA B. & KENIG K. 1974 — Profil glin zwałowych w Szwajcarii koło Suwałk. *Zesz. Nauk. UAM, Geografia*, 10; Poznań: 137–147.
- ILASZEWSKI W. & RACINOWSKI R. 1979 — Efektywność stratyfikacji glin zwałowych na podstawie badań minerałów ciężkich. *Pr. Nauk. Polit. Szcz. Geotechnika i Geologia*, 97: 44–68.
- KENIG K. 1991 — Litostratygrafia poziomów glin morenowych w profilach wiernicznych Pojezierza Suwalskiego. [W:] *Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych*, A. Kostrzewski (red.), *Geografia*, 50: 457–470.
- KENIG K. 1998 — Petrograficzne podstawy stratygrafii glin morenowych Polski północno-wschodniej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 380: 1–99.
- KENIG K. 1999 — Analiza minerałów ciężkich. [W:] *Metodyka opracowania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000*, L. Marks, A. Ber (eds.), Państw. Inst. Geol.
- KENIG K. 2002 — Litopetrografia glin morenowych rejonu Piły. [W:] *Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty*. IX Konferencja Stratygrafia plejstocenu Polski, Borne Sulinowo, 3–7 września 2002 r.: 27–28
- KENIG K. 2003a — Mineralogical features of tills from Western and eastern part (lobes) of the Scandinavian ice sheet in the Polish Lowland (Poland). *International Symposium on Human Impact and Geological Heritage. Excursion Guide and Abstracts*. 12–17 May 2003, Tallinn, Estonia: 80–81.
- KENIG K. 2003b — Badania składu petrograficznego frakcji żwirowej (5–10 mm) glin morenowych. [W:] *Analizy sedimentologiczne osadów glacialnych*, M. Harasimiuk, R. Terpiłowski (eds.). *Wyd. UMCS Lublin*: 33–47.
- KENIG K. 2003c — Zróżnicowanie petrograficzno-mineralne równoległych glin morenowych Na Niżu Polskim (wybrane przykłady). [W:] *Konf. Nauk. Cechy litologiczne plejstoceńskich glin morenowych źródłem informacji stratygraficznych i paleogeograficznych*, 21–22 listopada 2003, Warszawa: 17–18.
- KENIG K. 2003d — Gliny morenowe na Niżu Polskim z wykorzystaniem badań litologicznych wykonanych do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000. *CAG Państw. Inst. Geol.*, nr arch. 2300/2003.
- MASŁOWSKA M. 1999 — Charakterystyka litologiczna glin zwałowych rejonu północno-zachodniej Polski. *Prz. Geol.*, 47: 920–926.
- MOJSKI J.E. 1988 — O zmianach klimatu podczas czwartorzędu. [W:] *Przemiany środowiska geograficznego w Polsce*, L. Starkel (red.). *Wschodnia PAN, Ossolineum, Wrocław*: 25–44
- RACINOWSKI R. 1969 — Badania granulometryczne i mineralno-petrograficzne glin zwałowych Polski Wschodniej. *Biul. Inst. Geol.*, 220: 289–317.
- RACINOWSKI R. 1995 — Analiza minerałów ciężkich w badaniach osadów czwartorzędowych Polski. [W:] *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*. E. Mycielska-Dowgiałło (red.), J. Rutkowski: 151–166.
- RACINOWSKI R. 1999 — Wkład profesora Jana Trembaczewskiego w opracowanie metodyki standardowych badań petrograficznych frakcji żwirowej osadów glacialnych Polski. [W:] *25 lat Ośrodka Geograficznego w Uniwersytecie Śląskim, Pamięci prof. J. Trembaczewskiego*, A. T. Jankowski (red.), T. Szczypek. *Wyd. WNoZ UŚL., Sosnowiec*: 23–29.
- RACINOWSKI R. & SOCHAN A. 1981 — Próba charakterystyki litostratygraficznej osadów plejstoceńskich północnej części Pobrzeża Szczecińskiego. *Pr. Nauk. Polit. Szcz.*, 128: 1–110.
- RZECHOWSKI J. 1971 — Granulometryczno-petrograficzne własności glin zwałowych w dorzeczu środkowej Widawki. *Biul. Inst. Geol.*, 254: 111–115.
- RZECHOWSKI J. 1977 — Main lithotypes of tills in the Central Polish area. *Biul. Inst. Geol.*, 305: 31–43
- RZECHOWSKI J. 1982 — Dependence of till lithology on properties of a local Quaternary bedrock in Central Poland. *Biul. Inst. Geol.*, 343: 111–134.
- TREMBACZOWSKI J. 1967 — Granulometryczno-petrograficzna charakterystyka glin zwałowych Wysoczyzny Północnokonińskiej. *Pr. Inst. Geol.*, 48: 147–158.
- ZABIELSKI R., LISICKI S., KENIG K. & GRONKOWSKA-KRYSTEK B. 1998 — Istota badań petrograficzno-litologicznych i ich rola w stratygrafii — dyskusja. *Prz. Geol.*, 46: 1282–1285.
- ZNOSKO J. 1998 — *Tectonic Atlas of Poland*. Państw. Inst. Geol.