

## Allochtoniczność pokryw pyłowych na stokach Ślęży (Przedgórze Sudeckie) w świetle analizy ich składu chemicznego w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM)

Barbara Woronko\*, Roman Żurawek\*\*

**The allochtonism of the silt covers on the slopes of Mt. Ślęża, Sudetic Foreland, as inferred from the chemical composition in scanning electron microscope (SEM).** *Prz. Geol.*, 50: 535–540.

*S u m m a r y:* Mapping of the chemical composition of the silt fraction which composes to a considerable extent the slope covers of Mt. Ślęża (718 m a.s.l.), Sudetic Foreland, SW Poland has been carried out in order to verify their allo- or autochtonism. An X-ray detector ECON has been used. Lack of the silica minerals within the rock composing eastern slope of the Mt Ślęża, i.e. gabbro, compared with an abundant (70%) occurrence of such minerals within the samples derived from different altitudes (280–508 m a.s.l.), allowed one to state the allochtonism of the silt fraction. Taking into account both this statement and the geomorphological setting and the lithological features of the silty deposits, one can exclude all processes other than aeolian activity as potential factors of deposition of these sediments.

**Key words:** loess, slope covers, silt fraction, SEM, EDAX, Mt. Ślęża, Sudetic Foreland

Młodozwartorzędowe osady pokrywowe o znacznym udziale frakcji pyłastej występują w Europie Środkowej powszechnie. O ile ich eoliczna geneza nie budzi wątpliwości w regionach, gdzie osiągają znaczne miąższości i wykształcone są w postaci typowych lessów, o tyle tam, gdzie parametrami litologicznymi różnią się od takowych, ich geneza jest przedmiotem dyskusji. Dotyczy to m.in. pokryw pyłowych na Przedgórzu Sudeckim, w tym w jego najwyższej części — Masywie Ślęży. Definiowane są one tutaj jako lessy i glinki lessopodobne — niem. *Lößlehm* — (Tietze, 1910; Enderwitz & Geschwendt, 1925; Finckh, 1928; Schwarzbach, 1942; Dąbrowska, 1991) bądź też jako osady deluwialne (Rokicki, 1950; Szczepankiewicz, 1958; Borkowski, 1969). Wymienione terminy są stosowane jednak z pełną świadomością ich konotacji genetycznych: autorzy nazywający osad lessem lub glinką lessopodobną uznają, że procesem odpowiedzialnym za jego depozycję była zasadniczo działalność wiatru. Ci natomiast, którzy definiują osady jako deluwialne, przypisują pyłowi pochodzenie zasadniczo z wietrzenia *in situ* i co najwyżej redepozycję przez procesy stokowe. W tej koncepcji procesy eoliczne nie odgrywają istotnej roli.

W dotychczasowych opracowaniach odnoszono się jedynie do osadów w skali Przedgórza Sudeckiego, czy Śląska, najbardziej zbliżonych cechami litologicznymi do lessów uznawanych za typowe, nie zaś cienkich przewarstwień, czy wręcz domieszek frakcji pyłastej w peryglacialnych osadach stokowych. Rozważań na temat genezy tych ostatnich właściwie nie podejmowano, a pytanie o nią pozostaje aktualne, jeśli przyjąć brak bezpośredniego dowodu geometrycznej i genetycznej ciągłości między osadami obu rodzajów.

Celem niniejszej pracy jest próba odpowiedzi na tak postawione pytanie, oparta na analizie składu chemicznego

wykonanej w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM).

Podjęcie takiej próby było możliwe dzięki szczególnej budowie geologicznej i rzeźbie Masywu Ślęży, który z kilku względów oferuje wyjątkowe w skali Europy możliwości wnioskowania o rozwoju środowiska w ekstra- i peryglacialnej strefie zlodowaceń plejstocenijskich.

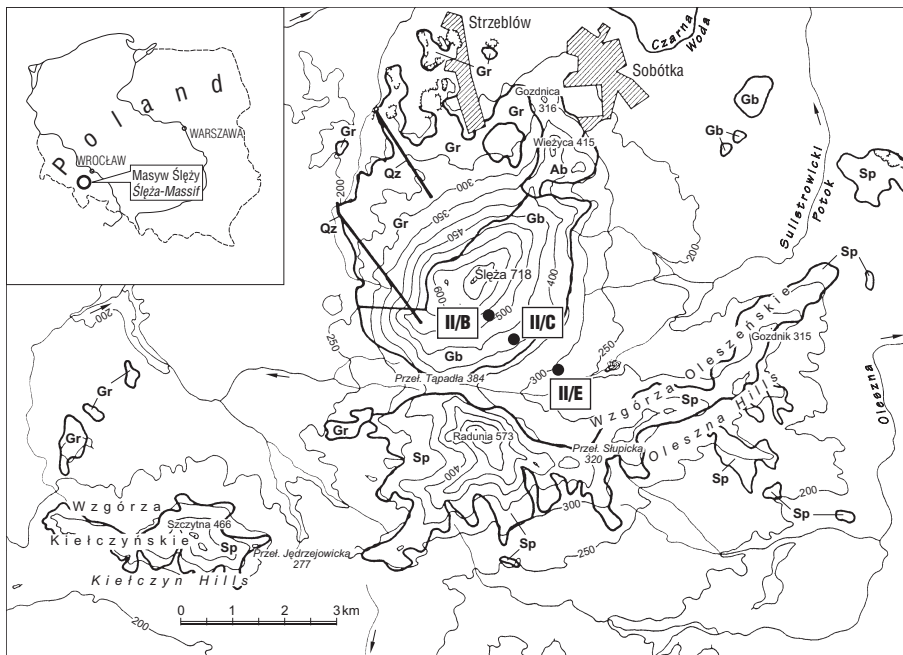
Masyw Ślęży stanowi środkową i najwyższą część Przedgórza Sudeckiego. Składa się nań monolit Ślęży (718 m n.p.m.) oraz sąsiadujący z nim od południa i wschodu i oddzielony Przełęczą Tapadła (384 m n.p.m.) ciąg serpentynitowych wzgórz o wysokości średnio 300–400 m n.p.m., maksymalnie osiągających 573 m n.p.m. (Radunia). Północno-zachodnie stoki Ślęży do wysokości 400–550 m n.p.m. są zbudowane z należących do intruzji Strzegom–Sobótka skał kwaśnych (ryc. 1): granodiorytu biotytowego, w brzeżnej partii intruzji przechodzącego w dwułuszczowy granit alkaliczny (Majerowicz, 1972). Natomiast partie szczytowe oraz wschodnie i południowe stoki Ślęży na całej ich długości buduje gabro. Współ z serpentynitami oraz występującymi w północnej części masywu amfibolitami wchodzi ono w skład, tzw. kompleksu ofiolitowego Ślęży (Majerowicz & Pin, 1992).

Skały gabrowego członu kompleksu ofiolitowego według Majerowicza & Pina (1992) to głównie ciemnozielone, grubo- i średniokrystaliczne metagabro, złożone z ziaren piroksenu, często zastąpionego kryształami uralitowej hornblendy oraz agregatów plagioklazów. Plagioklasy tworzą skomplikowane przerosty z hornblendą i piroksenami, a towarzyszą im drobne kryształy klinozoizytu i epidotu oraz wtórne: albit i tlenki żelaza i tytanu (ilmenit) (Majerowicz, 1963).

Zarówno cytowani autorzy, jak i inni badacze zajmujący się petrologią ofiolitu Ślęży (Bobiński & Jamrozik, 1989), nie wspominają o minerałach z grupy kwarcu. Ślęzańskie gabro z całą pewnością nie należy do tzw. gabr kwarcowych, tym bardziej nie należy doszukiwać się tego minerału w ultramaficznym członie kompleksu ofiolitowego. Wyjątkiem są tu skały żyłowe o cechach aplitu (w regionalnej literaturze niemieckiej „Weißstein”), występujące śladowo w serpentynitach (Finckh, 1928; Majerowicz & Pin, 1992), spotykane również w pokry-

\*Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa; woronko@wgsr.uw.edu.pl

\*\*Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geograficzny, Pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław 56; zurawek@geogr.uni.wroc.pl



**Ryc. 1.** Masyw Ślęży — zarys topografii i budowy geologicznej. Sp — serpentynit; Gb — gabra; Ab — amfibolit; Gr — granit; Qz — kwarc żyłowy; na pozostałym obszarze — osady kenozoiczne, głównie późnoplejstocenne pokrywy pyłowe. Na podstawie Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, arkusze Zobten, Weizenrodau, Mörschelwitz oraz Ingramsdorf. Zaznaczono lokalizację profili z analizowanymi osadami

**Fig. 1.** The Ślęza–Massif — topography and geological setting. Sp — serpentinite; Gb — gabbro; Ab — amphibolite; Gr — granite; Qz — vein quartz; other areas — Cainozoic sediments, mainly the Late Pleistocene silty sediments (loess and loess-like deposits). Source: Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern 1:25000, sheets Zobten, Weizenrodau, Mörschelwitz and Ingramsdorf. Location of the profiles with the sediments analysed has been marked

wach stokowych na stoku w całości zbudowanym z gabry (Żurawek, 1997). Nie tworzą one nigdzie większych wychodni, a ich udział w pokrywach stokowych jest śladowy.

Wymienione skały lite wynurzają się w postaci wzgórz masywu z kenozoicznej pokrywy osadowej, której najmłodszym członem, nie licząc holocenów aluwiiów w dnach dolin rzecznych, są osady pyłowe. Występują one średnio do wysokości 250–300 m n.p.m., wykazując przy tym pewne zróżnicowanie zasięgu pionowego w zależności od ekspozycji. Według kryterium kartowania na potrzeby niemieckiej mapy geologicznej (Finckh, 1928), na stokach o ekspozycji południowo-wschodniej pokrywy pyłowe sięgają średnio 300–320 m n.p.m., a maksymalnie w jednej z dolin, 420 m n.p.m. Na stokach o przeciwnej ekspozycji zasięg ten zazwyczaj nie przekracza 220–240 m n.p.m., a maksymalnie osiąga 300 m n.p.m. Największą miąższość osady pyłowe osiągają w dnach dolin i u dolnego załomu stoku. W górę stoku ustępują miejsca grubofrakcyjnym osadom soliflukcyjnym, nabierając stopniowo ich cech i zalegając się z nimi. Właśnie te przewarstwienia są przedmiotem badań, których wyniki są prezentowane poniżej.

Ważnym z punktu widzenia rozważań nad genezą pokryw pyłowych na stokach Ślęży etapem rozwoju geomorfologicznego jest zlodowacenie odry, podczas którego szczyt był nunatakami. Pozostawiło ono na stokach osady wodnolodowcowe, tworzące w niszy źródłiskowej jednego z potoków taras kemowy oraz płyty glin morenowych spo-

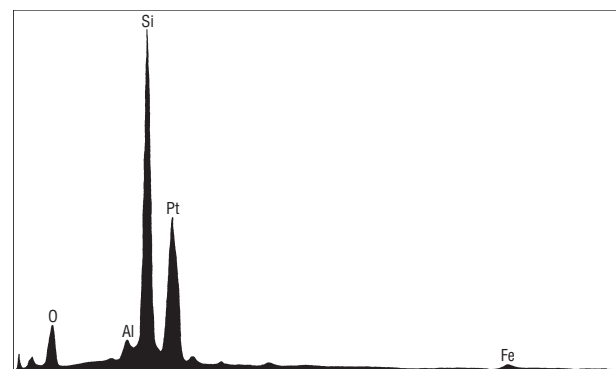
tykane do wysokości 525 m n.p.m. (Szczepankiewicz, 1958). Ponadto zapisało się w rzeźbie stoków w postaci załomu, wyznaczającego prawdopodobnie względnie długotrwały pionowy zasięg lądolodu (Żurawek, 1999). Znaczący jakościowo udział pyłu w pokrywach stokowych stwierdzono poniżej tego załomu. W profilu, zlokalizowanym pod szczytem Ślęży natomiast pokrywa ma charakter jednorodnej gliny soliflukcyjnej (Żurawek, 1997).

## Metodologia

Istotą koncepcji, zgodnie z którą przeprowadzono badania jest założenie, że jeśli pokrywy i przewarstwienia pyłowe różnią się składem mineralnym od skał podłoża w sposób istotny, a w szczególności — zawierają nie występujący w gabrze kwarc względnie inne postacie krzemionki, to nie można ich uznać za pochodzące z wietrzenia *in situ*. Za poprawnością takiego postępowania świadczą w szczególności następujące przesłanki:

1. W osadach pokrywających stoki Ślęży do znacznej wysokości duży udział stanowi frakcja pylasta, występująca bądź to jako domieszka, bądź też przewarstwienie grubofrakcyjnych pokryw stokowych, a w dolnych częściach stoków i w dolinach przechodząca w zwarte pokrywy o cechach lessu. Udział frakcji pylastej stanowi pewne continuum i jest funkcją wysokości bezwzględnej.

2. Szczyt Ślęży oraz jej wschodnie stoki na całej długości są zbudowane z gabry, tj. skały diametralnie różniące się składem mineralnym od typowych pyłowych osadów eolicznych i co najważniejsze, pozbawionej minerałów z grupy krzemionki, co wyklucza związek ewentualnych minerałów krzemionki w pokrywach z podłożem, nawet



**Ryc. 2.** Spektrogram ziarna kwarcu z oskorupieniem związkami Al i Fe (ziarno z próbki II/C)

**Fig. 2.** Spectrogram of a crushed quartz particle with some Al and Fe (a particle from the sample II/C)

przy założeniu długotrwałego wzbogacania profilu wietrzeniowego *in situ* w tego typu minerały. W pokrywach stokowych Ślęży stwierdzono wprawdzie występowanie skały żyłowej o cechach aplitu, ale można wykluczyć, iż dostarczyła ona dla pokryw pyłowych materiału w ilości znaczącej dla ich składu mineralnego.

3. Znaczna wysokość względna Ślęży oraz jej izolacja praktycznie wyklucza inne niż eoliczne, glacialne (do wysokości ok. 550 m n.p.m.) bądź wietrzeniowe pochodzenie najmłodszych osadów pokrywowych, oczywiście wyjąwszy ich modyfikacje związane ze środowiskiem stokowym.

Z drugiej strony możliwe było założenie, że jeśli pokrywy pyłowe okażą się być osadami zubożonymi w minerały z grupy krzemionki, to powstawały one z wietrzenia skał podłoża, tj. ślężańskiego metagabra, za czym przemawiają dwie przesłanki:

1. Powierzchnia wychodni skał zbliżonych składem mineralnym do gabra w skali Przedgórze Sudeckiego jest niewielka. W szczególności niewielka jest sumaryczna powierzchnia wychodni skał budujących kompleksy ofiolitowe na przedpolu Sudetów. Nawet jeśli do analizy włączyć obojętne i zasadowe skały skrytokrystaliczne, to jest nieprawdopodobne, aby źródłem osadów pyłowych na stokach Ślęży były wyłącznie, bądź w przewadze zwietrzeli tych skał.

2. Udział wychodni skał o składzie mineralnym gabra jest niewielki również w większej skali. Nawet jeśli założyć, że źródłem alimentacji pokryw pyłowych w Masywie Ślęży były zwietrzeli skał sudeckich, to udział minerałów z grupy krzemionki musiałby być znaczny, tym bardziej, że są one odporniejsze, niż minerały skałotwórcze skał obojętnych i zasadowych.

Allochtoniczność bądź autochtoniczność badanych pyłów w rozumieniu niniejszej pracy jest definiowana zasięgiem występowania ślężańskiego gabra na powierzchni, względnie pod pokrywą „własnego” regolitu.

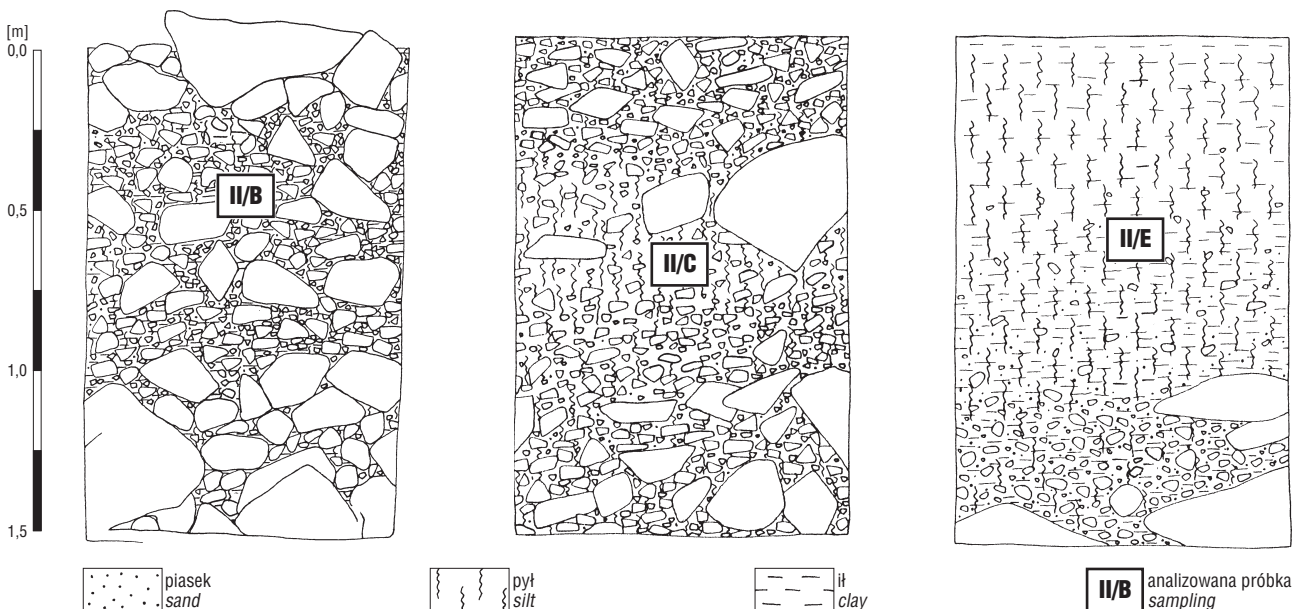
### Metodyka

Na potrzeby niniejszej pracy wykorzystano trzy z piętnastu wykonanych w latach 1996–1997 w Masywie Ślęży wkopów badawczych (Żurawek, 1997), w których są reprezentowane osady pokrywowe o zmiennej zawartości frakcji pyłastej, zlokalizowane na prostej wyznaczonej na długim na ponad dwa kilometry, w całości zbudowanym z gabra, południowo-wschodnim stoku Ślęży, zasadniczo zgodnie z nachyleniem tego stoku (ryc. 1).

Uziarnienie osadów określono metodą sitową i areometryczną w laboratorium Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Wrocławskiego.

Analizę składu mineralnego przeprowadzono w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) Philips XL20 zaopatrzonym w przystawkę rentgenowską EDAX (typ detektora: ECON) w Instytucie Paleobiologii Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Z uwagi na niecelowość i niemożność jednoznacznej identyfikacji większości minerałów na podstawie ich pokroju i składu chemicznego, przeprowadzono jedynie uproszczoną analizę składu mineralnego. Sprowadziła się ona do oznaczenia ziaren zbudowanych praktycznie wyłącznie z atomów krzemu i tlenu spośród populacji stu losowo wybranych ziaren frakcji pyłastej z danej próbki. Frakcja pyłasta nie była wydzielana przed przygotowaniem próbki do pracy pod mikroskopem. Zamiast tego na obrazie mikroskopowym określono średnice kilkudziesię-



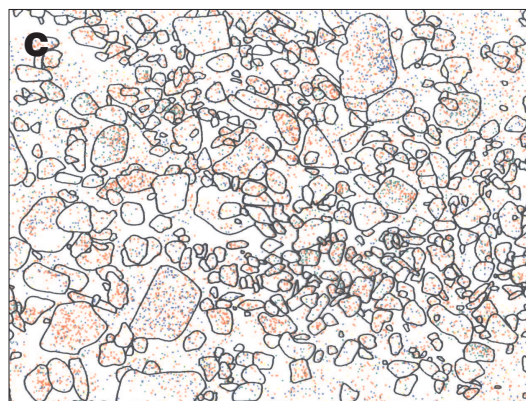
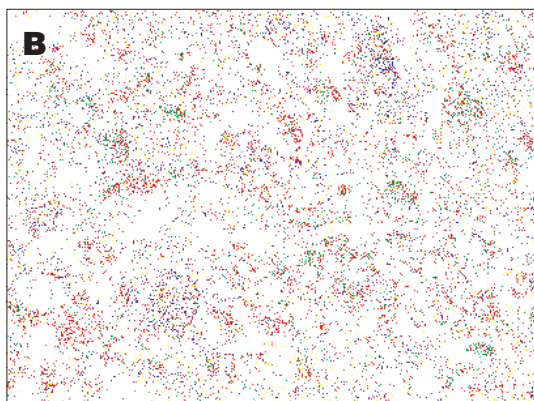
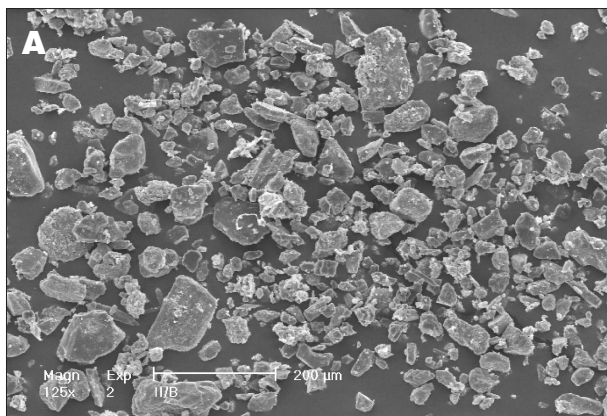
**Ryc. 3.** Profile osadów odsłoniętych na wysokości 508 m n.p.m. (II/B), 414 m n.p.m. (II/C) oraz 280 m n.p.m. (II/E) na wschodnim stoku Ślęży. Lokalizacja jak na ryc. 1

**Fig. 3.** The sediments uncovered on the eastern slope of Mt. Ślęża on altitude of 508 m a.s.l. (II/B), 414 m a.s.l. (II/C) and 280 m a.s.l. (II/E), respectively. For location of the profiles see Fig. 1

ciu pierwszych ziaren i na tej podstawie optycznie wydzielano następne. W przypadkach budzących wątpliwości każdorazowo mierzono wielkości ziaren. Skład chemiczny oznaczano indywidualnie dla każdego ziarna za pomocą widma uzyskanego z detektora ECON, a w przypadkach budzących wątpliwości skład oznaczano dwu- lub trzykrotnie, kierując sondę na różne fragmenty ziarna. W większości przypadków wątpliwości wynikały z obecności na

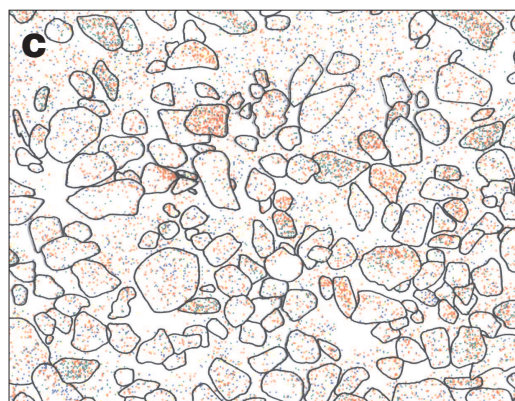
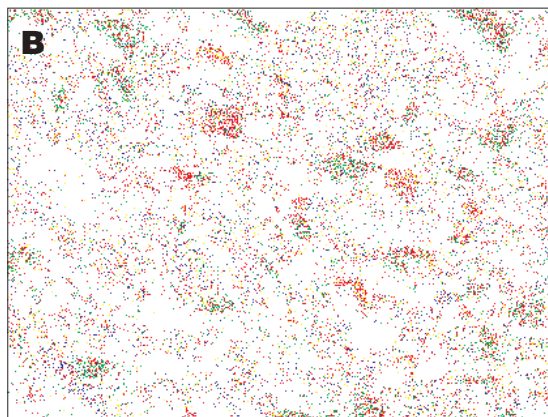
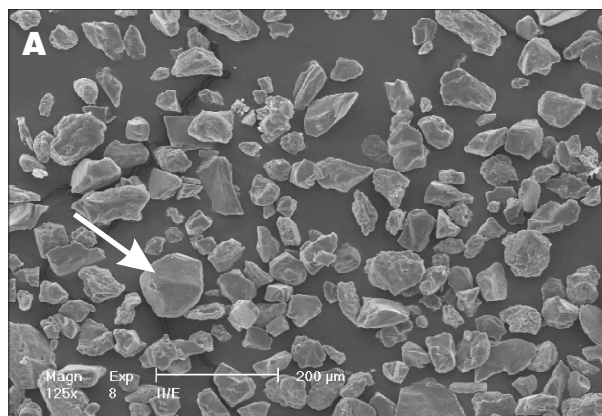
powierzchni ziaren oskorupionych minerałów wtórnych, wyrażających się podwyższoną zawartością glinu i żelaza (ryc. 2).

W sumie przeanalizowano w ten sposób trzy próbki. Dodatkowo dla dwóch z nich wykonano za pomocą detektora ECON kartowanie przypadkowo dobranego fragmentu stolika na obecność czterech pierwiastków. Doboru pierwiastków dokonano na podstawie wyników wcześniej-



**Ryc. 4.** Wyniki kartowania chemicznego dla próbki II/B. A — widok populacji ziaren poddanych kartowaniu, B — wynik kartowania: kolor czerwony — glin, żółty — sód, zielony — potas, niebieski — magnez, C — Kontury cząstek nałożone na wynik kartowania

**Fig. 4.** Results of the X-ray mapping for the sample II/B. A — population of particles mapped, B — results of mapping, red — aluminium, yellow — sodium, green — potassium, blue — magnesium, C — particle contours imposed onto the layer with the mapping result



**Ryc. 5.** Wyniki kartowania chemicznego dla próbki II/E. A — widok populacji ziaren poddanych kartowaniu, B — wynik kartowania: kolor czerwony — glin, żółty — sód, zielony — potas, niebieski — magnez, C — Kontury cząstek nałożone na wynik kartowania

**Fig. 5.** Results of X-ray mapping for the sample II/E. A — population of particles mapped, B — results of mapping, red — aluminium, yellow — sodium, green — potassium, blue — magnesium, C — Particle contours imposed onto the layer showing the results of the mapping

szej analizie stu ziaren w każdej próbce — najczęściej pojawiających się obok krzemu i tlenu. W celu wykrycia glinokrzemianów, w tym ich uwodnionych postaci, wybrano glin, potas (dla rozpoznania skałeni potasowych), sód (dla rozpoznania plagioklazów), a dla detekcji minerałów z grupy serpentynu — magnez. Kartowanie prowadzono do ponad 600 sekund zliczeniowych. Porównanie uzyskanego wyniku z rezultatem analizy statystycznej stu cząstek z próbki pozwala sądzić, że w przypadku badanych osadów zastosowana metoda kartowania daje wystarczająco wiarygodne dla przybliżonej oceny wyniki, i jest znacznie szybsza.

### Wyniki

W najwyższym (508 m n.p.m.) z trzech wybranych do analizy wkopów (II/B) na wschodnim stoku Ślęży (ryc. 1) odsłonięto osady o dużym udziale frakcji kamienistej (ryc. 3). Do głębokości 0,30 m dominują ciasno upakowane bloki i gruz, przechodzące poniżej w osad o większej zawartości materiału drobnoziarnistego z udziałem pyłu (0,02–0,1 mm) sięgającym 32% w 100% suchej masy matriksu wypełniającego przestrzeń między grubymi klastami, a 49% sumy frakcji o średnicy poniżej 1,0 mm (ryc. 3). Na głębokości ok. 1,10 m udział drobnych frakcji spada ponownie, a w osadzie przeważają grube klasty, z których największy ma średnicę 0,55 m. Fragmenty skalne, których skład mineralny można rozpoznać makroskopowo, są zbudowane z gabra. W całym profilu osad jest pozbawiony węglanów.

Drugi z profili (II/C), zlokalizowany na wysokości 414 m n.p.m., prezentuje osady bardziej zróżnicowane (ryc. 3). Warstwa o miąższości ok. 0,70 m (na głębokości 0,30–1,00/1,10 m) jest wzbogacona w pył. Charakteryzuje się ona udziałem frakcji pylastej 45% i znikomą zawartością (1%) frakcji drobnego żwiru. Mączysty, jasnosłomkowy, luźny i bezwęglanowy pył ilasty stanowi praktycznie całe wypełnienie przestrzeni między blokami gabra. Poniżej, na głębokości 1,0/1,10 m osad przybiera cechy podobne do tego z warstwy przypowierzchniowej, tj. cechy gruzu soliflukcyjnego z niewielkim udziałem frakcji drobnych.

W odkrywcę II/E wykonanej u podnóża stoku Ślęży na wysokości 282 m n.p.m. (ryc. 1) odsłonięto masywny osad pylasty z nielicznymi klastami gabra frakcji żwirowej, których udział rośnie w głąb profilu, na głębokości ok. 1,10 m osiągających rozmiary do 0,50 m. Głębokość ta wyznacza jednocześnie strop podścielającej gabra gliny zwałowej, reprezentowanej tu przez różnofrakcyjny i bezstrukturalny osad bogaty w kwarc i materiał północny (czerwone granity, kwarcyty). Odsłonięty w profilu II/E osad pyłowy może, ze względu na cechy makroskopowe i uziarnienie (próbka z głębokości 0,65 m, reprezentatywna dla tej serii, zawiera 5% osadu frakcji >1,0 mm, nie grubszych jednak niż 1,0 mm, 60% frakcji 0,02–0,1 mm i 35% <0,1 mm), zostać uznanym za typowy dla Masywu Ślęży odwapniony i silnie zwiertzały less, względnie osad lessopodobny i jako taki oznaczony jest przez Finckha (1928) na mapie geologicznej (*Geologische Karte...* Bl. Zobten).

Do analizy w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) wybrano z każdego z trzech opisanych profili po jednej próbce (ryc. 3), reprezentującej osad

najbardziej w skali profilu odpowiadający cechami makroskopowymi i rozkładem uziarnienia lessom.

Wyniki analizy składu chemicznego detektorem rentgenowskim wskazują zdumiewająco duży udział kwarcu we wszystkich analizowanych próbkach. W stu losowo wybranych ziarnach z próbki II/B (ryc. 3), 70 było zbudowanych jedynie z SiO<sub>2</sub>. W przypadku pozostałych ziaren duży udział stanowił glin, któremu towarzyszyły inne pierwiastki wchodzące w skład glinokrzemianów: potas, sód, wapń, żelazo i magnez. Około 2% ziarna nie będące kwarcem nie zawierały glinu, analiza wykazała natomiast maksuma dla tytanu i żelaza (ilmenit?) oraz wapnia i żelaza (syderyt?). Analiza próbki II/C (ryc. 3) wykazała 69 ziarn kwarcu bądź innych postaci krzemionki na sto badanych ziaren. Wśród pierwiastków pozwalających zidentyfikować minerały o składzie chemicznym innym niż SiO<sub>2</sub> również dominował glin. W próbce z profilu II/E (ryc. 3) 74 ziarna na sto poddanych analizie okazały się być kwarcem bądź innymi postaciami krzemionki, a pierwiastki wskazujące na inne minerały to glin, potas, sód, żelazo, wapń i magnez. Jedno ziarno stanowił kwarc przerośnięty z nie określonym bliżej glinokrzemianem.

Wyniki kartowania składu chemicznego, wykonanego dla dwóch próbek: z profilu najwyższego (II/B) i najniższego (II/E), obrazujące udział kwarcu w składzie mineralnym pyłu, przedstawiono na ryc. 4 i 5. Uzyskany obraz oczywiście nie daje całkowitej pewności co do składu mineralnego po pierwsze dlatego, że wybór czterech pierwiastków nie gwarantuje rozpoznania wszystkich nie będących kwarcem minerałów (przykładem jest ziarno frakcji piasku w lewej dolnej części ryc. 5, które jest ilmenitem), a po wtóre z uwagi na zróżnicowanie natężenia sygnału rentgenowskiego, w zależności od położenia cząstek względem wiązki promieni i względem siebie oraz obecności, nawet jeśli podrzędnej, minerałów wtórnych. Tym niemniej daje on dobry pogląd na przybliżoną zawartość glinokrzemianów i minerałów z grupy serpentynu, a na podstawie opisanych badań ilościowych można stwierdzić tym samym — przybliżoną zawartość minerałów z grupy krzemionki. Wśród ziaren, których wielkość pozwala na ocenę składu chemicznego (w tym kilku widocznych w kadrze ziaren piasku) dla próbki II/B na 355 klastów 57 z pewnością można uznać za inne niż kwarc, a 26 dalszych — za prawdopodobnie nie będące kwarcem (ryc. 4A). Dla próbki II/E odpowiednie wartości wynoszą na 167 ziaren 29 i 4 (ryc. 5A).

Dominacja minerałów z grupy krzemionki w osadach pylastych na stoku Ślęży zbudowanym z gabra i podobny ich udział niezależnie od wysokości dowodzi, że osady te nie są produktem wietrzenia *in situ* i w tym sensie są allochtoniczne.

Stwierdzenie allochtoniczności osadów pyłowych na stokach Ślęży można uznać za równoznaczne z dowodem ich eolicznej genezy. Położenie na stoku izolowanego wzgórza, na wysokości 400 i 500 m n.p.m. i 150–200 m nad dnem najbliższej doliny eliminuje bowiem fluwialne pochodzenie materiału. Jedynym konkurencyjnym w stosunku do wiatru czynnikiem potencjalnie odpowiedzialnym za obecność kwarcowego pyłu na tak dużej wysokości mogłoby być lądolód. Makroskopowe cechy pyłu (jasna, słomkowa barwa, przy tym brak typowej dla mułków zwięzłości), jego skład granulometryczny, w szczególności

dość dobre wysortowanie i duży udział frakcji typowej dla lessu 0,02–0,05 mm (23% dla próbki II/B — tu względnie obniżony przez drugie maksimum dla frakcji grubych z regolitu gabrowego: 39% w próbce II/C i 44% II/E) świadczą przeciwko takiej interpretacji.

Tym niemniej dowód eolicznej genezy przewarstwień i domieszek frakcji pylastej w pokrywach stokowych nie powinien być tożsamy z kwalifikowaniem ich jako less. Sedymentacja eoliczna mogła zachodzić równocześnie z procesami soliflukcji, zmywu powierzchniowego itp. (Jary, 1996), co zresztą zostało wykazane eksperymentalnie (Cegła, 1972), a profile osadów, w których zapisał się udział poszczególnych procesów stanowią pewne kontinuum, od profilów typowego lessu, aż po osady glin i gruzów soliflukcyjnych, wzbogaconych jedynie w eoliczny pył. Osady odsłonięte w wyższych położeniach stoku Ślęży należy zaliczyć do tych ostatnich. Odbiegają one cechami litologii od typowego lessu tak dalece, a udział procesów innych niż eoliczny w ich kształtowaniu musiał być tak duży, że różnice te powinny znaleźć odbicie w terminologii. Ponadto pierwotnie eoliczny pył zapewne podlegał wtórnym przemianom i kwestią umowy jest, jak bardzo redeponowany osad można jeszcze nazwać lesssem. Ten wątek jednak wykracza poza ramy niniejszej pracy, dlatego problemy natury terminologicznej zarysowane powyżej autorzy pozostawiają otwarte.

### Wnioski

1. Przewaga ziarn zbudowanych z minerałów grupy krzemionki w osadach pyłowych na stokach Ślęży pozwala stwierdzić, że osady te nie pochodzą z wietrzenia skał podłoża, w tym wypadku gabra, i w tym sensie są allochtoniczne.

2. Cechy makroskopowe, uziarnienie analizowanych osadów i ich położenie geomorfologiczne wskazuje w połączeniu z powyższym wnioskiem, że nie były one deponowane przez procesy związane ze środowiskiem glacialnym lub rzecznym.

3. Kompilacja dwóch powyższych wniosków wobec braku alternatywnego procesu mogącego odpowiadać za depozycję badanych osadów pyłowych prowadzi do konkluzji, że na stoki Ślęży osady te dostały się w wyniku działalności procesów eolicznych.

4. Bardzo mały udział minerałów pochodzących z wietrzejących skał podłoża wskazuje, że również typowe osady eoliczne w niższych położeniach Przedgórze Sudeckiego raczej nie są efektem transportu na odległości rzędu kilometrów, lecz co najmniej dziesiątków kilometrów, gdyż ich występowanie nie musi być uwarunkowane występowaniem zwietrzelin w bezpośrednim sąsiedztwie.

5. Stwierdzenie eolicznej genezy osadów pyłowych w pokrywach stokowych Ślęży pozwala na podejmowanie oryginalnych badań zmierzających do określenia cech osadów eolicznych u granicy ich pionowego zasięgu. Wskazuje ono ponadto na ich użyteczność dla stratygraficznego rozdzielania pokryw stokowych.

6. Uznanie za eoliczne osadów pyłowych w południowo-zachodniej Polsce, zalegających na wysokości 400 i

więcej metrów, wskazuje na konieczność rewizji poglądów na pionowy zasięg lessu i osadów pokrewnych w Sudetach.

7. Metoda kartowania składu chemicznego pod skaningowym mikroskopem elektronowym SEM, za pomocą detektora rentgenowskiego może, dzięki dużej efektywności i poglądowości, znaleźć szersze zastosowanie w badaniach osadów drobnofrakcyjnych pod kątem ich pochodzenia i właściwości.

Autorzy dziękują Panom dr Zdzisławowi Jaremu (Instytut Geograficzny UWr.) oraz dr Czesławowi Augustowi (Instytut Nauk Geologicznych UWr.) za uwagi do pierwszej wersji manuskryptu.

### Literatura

- BOBIŃSKI W. & JAMROZIK L. 1989 — Petrografia intruzji gabrowej Ślęży. [W:] Jamrozik L. (red.) — Ofiolit Ślęży i jego mineralizacja rudna. Sympozjum naukowe Wrocław–Sobótka, 4–6 września 1989 r.: 78–86.
- BORKOWSKI J. 1969 — Utwory pyłowe i pylaste Śląska. Z. Nauk. Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu, Rolnictwo, 46: 25–47.
- CEGŁA J. 1972 — Sedymentacja lessów Polski. Acta Universitatis Wratislaviensis, 168. Stud. Geogr., 17: 1–71.
- DĄBROWSKA V. 1991 — Utwory pyłowe wschodniej części Masywu Ślęży. Praca magisterska (nie publikowana). Arch. Wyd. Nauk Przyrodniczych UWr.: 1–94.
- ENDERWITZ F., GESCHWENDT F., 1925 — Das Zobtengebiet. Wanderungen in Schlesien, 5: 1–48.
- FINCKH L. 1928 — Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern. Preußische Geologische Landesanstalt. Lieferung 210. Blatt Zobten: 1–95.
- GEOLOGISCHE KARTE VON PREUßEN UND BENACHBARTEN DEUTSCHEN LÄNDERN, 1:25 000. Preußische Geologische Landesanstalt. Blatt Zobten, Blatt Weizenrodau, Blatt Mörschelwitz.
- JARY Z. 1996 — Chronostratygrafia oraz warunki sedymentacji lessów południowo-zachodniej Polski na przykładzie Płaskowyżu Głubczyckiego i Wzgórze Trzebnickich. Acta Universitatis Wratislaviensis, 1766. Stud. Geogr., 63: 1–99.
- KIDA J. 1999 — Stan badań lessów i osadów lessopodobnych na obszarze Dolnego Śląska. [W:] Jary Z. (red.): Geneza i wiek pokrywowych utworów pylastych południowo-zachodniej Polski. Referaty, komunikaty, postery. Wrocław–Bożków, 8–10 października 1999 r.: 43–56.
- MAJEROWICZ A. 1963 — Granit okolicy Sobótki i jego stosunek do osłony w świetle badań petrograficznych. Arch. Miner., 24: 127–237.
- MAJEROWICZ A. 1972 — Masyw granitowy Strzegom–Sobótka. Studium petrologiczne. Geol. Sudet., 6: 7–96.
- MAJEROWICZ A., PIN CH. 1992 — The main petrological problems of the Mt. Ślęza ophiolite complex, Sudetes, Poland. Z. Geol. Paläont., I, 9/10: 989–1018.
- ROKICKI J. 1950 — Warunki występowania utworów pyłowych i loessów na Dolnym Śląsku. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sec. B, 3: 53–95.
- SCHWARZBACH M. 1942 — Das Diluvium Schlesiens. N.Jb. Miner., Geol. Paläont., 86, Beilage-Band, Abt. B: 189–243.
- SZCZEPANKIEWICZ S. 1958 — Peryglacialny rozwój stoków Masywu Ślęży. Biul. Peryg., 6: 81–92.
- TIETZE O. 1910 — Die geologischen Verhältnisse der Umgegend von Breslau. Jahrbuch der Preußischen Geologischen Landesanstalt, 31, 1: 258–298.
- ŻURAWEK R. 1997 — Wpływ procesów rzeźbotwórczych na kształtowanie się gleb Masywu Ślęży. Praca magisterska (nie publikowana). Arch. Wydziału Nauk Przyrodniczych UWr.: 1–104.
- ŻURAWEK R. 1999 — Paleosrodowiskowe uwarunkowania piętrowości osadów i form rzeźby w Masywie Ślęży. [W:] Sympozjum „Strefowość i piętrowość procesów w środowisku przyrodniczym późnego glacialu i holocenu, 25–26 marca 1999, Sosnowiec: 125–129.