

ROMAN CHLEBOWSKI i LESZEK LINDNER

## Wpływ podłoża na skład minerałów ciężkich głównych wysp lessowych NW części Wyżyny Małopolskiej

**RELATION BETWEEN HEAVY MINERAL COMPOSITION AND SOURCE  
MATERIAL OF MAIN "LOESS ISLANDS" IN NW PART OF  
MAŁOPOLSKA UPLAND**

**STRESZCZENIE:** Analiza składu mineralnego frakcji ciężkiej górnego lessu młodszego (Würm) w północno-zachodniej części Wyżyny Małopolskiej wskazuje, że źródłem pyłu lessowego były piaski zlodowacenia krakowskiego i środkowopolskiego, jak również zwietrzliny klastycznych skał przedczwartorzędowych. W przypadku gdy w sąsiedztwie lessów występują przedczwartorzędowe skały nieklastyczne, znajduje to odbicie w uboższym udziale niektórych składników mineralnych w lessach. Przestrzenne zróżnicowanie składu mineralnego badanych lessów wskazuje, że zgodnie z sugestiami Różyckiego (1968, 1972) na obszarze Wyżyny Małopolskiej pył lessowy przynoszony był głównie w dolnej części atmosfery przez wiatry zachodnie i północno-zachodnie.

### WSTĘP

Niniejsze opracowanie jest dalszym rozwinięciem wcześniej zasygnalizowanej problematyki badawczej (Chlebowski & Lindner 1972), dotyczącej próby określenia źródła materiału pylastego dla lessów świętokrzyskich w oparciu o badania minerałów ciężkich. W przedstawionej pracy autorzy dokonali szczegółowego porównania składu mineralnego frakcji ciężkiej trzech największych wysp lessowych (Borkowice, Obłęgorek, Lelów) północno-zachodniej części Wyżyny Małopolskiej, mając na uwadze szerszą i bardziej wnikliwą analizę zauważonych prawidłowości.

Wspomniane wyspy lessowe znajdują się w znacznej od siebie odległości (fig. 1), występują w podobnych sytuacjach morfologicznych,

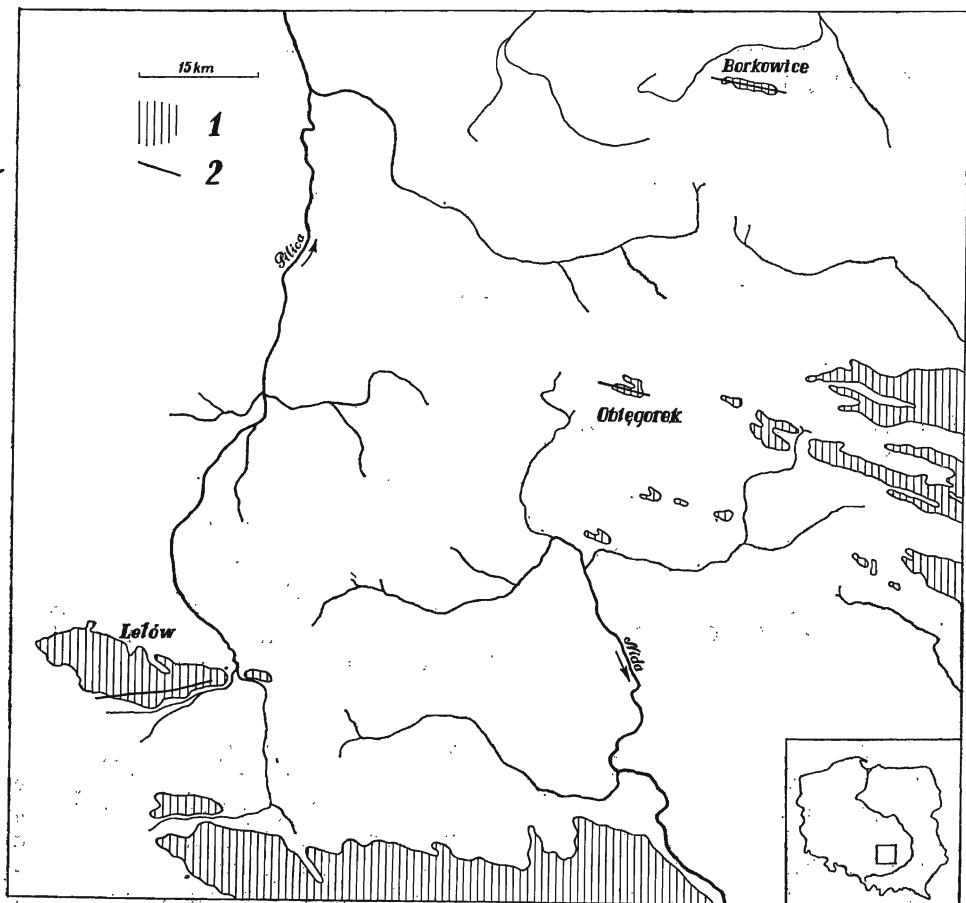


Fig. 1

Lokalizacja głównych wysp lessowych w północno-zachodniej części Wyżyny Małopolskiej

1 wyspy lessowe; 2 linie przekrojów geologicznych, wzdłuż których pobrano próbki do badań  
 Localization of the principal "loess islands" in the NW part of the Małopolska Upland  
 1 "loess islands"; 2 lines of geological sections along which the samples to be analysed had been collected

a jednocześnie w ich podłożu i sąsiedztwie stwierdzone są litologicznie różne kompleksy skał przedczwartorzędowych (Lindner 1967, 1971; Różycki & *al.* 1971). Dla każdej z opisywanych wysp, objęto badaniami jedynie górny less młodszy (würmski) i jego skład mineralny analizowano wzdłuż prawie równoleżnikowych przekrojów na tle składu mineralnego utworów otaczających. W przypadku skał przedczwartorzędowych, ich zwietrzelin oraz starszych od lessów piasków czwartorzędowych do badań pobierano próbki z głębokości do 0,5 m, natomiast w przypadku lessów próbki pochodziły z głębokości od 1,5 m do 2,5 m poniżej powierzchni terenu.

Z uwagi na wcześniejsze podanie założeń metodycznych prowadzonych prac (Chlebowski & Lindner 1972) autorzy pragną jedynie przypomnieć, że — zgodnie z sugestiami Łydki (1955), Turnau-Morawskiej (1955), Łydki & Turnau-Morawskiej (1960), Przybyłowicz (1958, 1967) i Chlebowskiego (1964) — wydzielenie minerałów ciężkich dokonano z całych próbek bez segregacji na poszczególne frakcje. Spośród pełnego zespołu minerałów ciężkich w badanych próbkach, szczególną uwagę zwrócono na stosunek dwóch najbardziej charakterystycznych — zdanem autorów — minerałów dla lessów, a mianowicie najbardziej podatnego na transport — muskowitu i najmniej podatnego — granatu. Zawartość procentową głównych minerałów przedstawiono w formie graficznej, a miejsca pobrania próbek ukazano zarówno na załączonych mapkach geologicznych poszczególnych wysp lessowych, jak i na schematycznych przekrojach geologicznych przecinających te wyspy.

Prace niniejsze były częściowo finansowane przez Komitet Badań Czwartorzędu PAN.

## CHARAKTERYSTYKA POSZCZEGÓLNYCH WYSP LESSOWYCH

### *Wyspa lessowa Borkowic*

W rejonie Borkowic koło Przysuchej lessy tworzą prawie równoleżnikową wyspę (Lindner 1967) o długości 7 km i szerokości od 0,8 do 1,0 km (fig. 2A).

Powierzchnia zachodniej części lessów znajduje się tutaj na wysokości 275—220 m n.p.m. Lessy te pokrywają północno-wschodnie i wschodnie stoki wzniesień zbudowanych z piaskowców liasowych (Góra Krakowa), miejscami nadbudowanych glinami zwałowymi i piaskami kemoowymi z okresu zlodowacenia środkowopolskiego. Cechą charakterystyczną zachodniej części wyspy jest występowanie jedynie górnego lessu młodszego zawierającego liczne smugi i przewarstwienia materiału piaszczystego. Miąższość tych smug i przewarstwień waha się od kilku milimetrów do kilkunastu centymetrów.

Wschodnia część lessów leży nieco niżej i znajduje się na wysokości 230—190 m n.p.m. (fig. 2B). Lessy pokrywają tu powierzchnię bardziej płaską, tworząc formę wału ograniczonego od północnego wschodu wyraźną krawędzią. We wschodniej części wyspy lessowej, poniżej górnego lessu młodszego, zachowane są dwa niższe poziomy lessów młodszych występujące na utworach glacialnych i fluwioglacjalnych z okresu zlodowacenia środkowopolskiego. W licznych profilach wschodniej części lessów borkowickich widać stopniowe zanikanie ku wschodowi smug i przewarstwień piaszczystych.

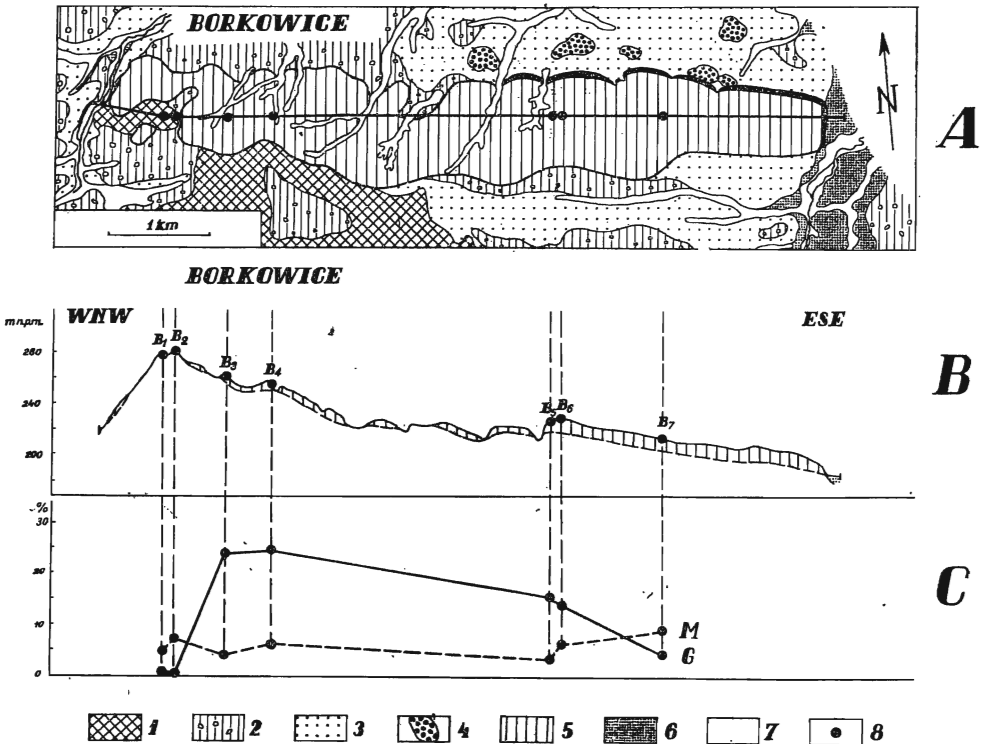


Fig. 2

## Wyspa lessowa Borkowic koło Przysuchy

A — mapa geologiczna (według Lindnera 1967) z przebiegiem linii schematycznego przekroju geologicznego oraz lokalizacją punktów pobrania próbek do badań mineralogicznych; B — schematyczny przekrój geologiczny wraz z lokalizacją próbek; C — wykresy zmienności zawartości granatów (G) i muskowitu (M) w poszczególnych próbkach.

1 piaskowce i mułowce liasowe oraz ich zwietrzaliny; Zlodowacenie środkowopolskie: 2 glina zwałowa, 3 piaski, mułki i żwiry tarasów marginalnych, 4 piaski i żwiry moren czołowych; Zlodowacenie bałtyckie: 5 loesse, 6 piaski i żwiry tarasu III; Holocen: 7 piaski, żwiry i mady tarasu I; 8 punkty pobrania próbek

## "Loess islands" at Borkowice near Przysucha

A — geological map (after Lindner 1967) showing the lines of the diagrammatic geological sections and the sites of the sample collection for mineralogical analyses; B — diagrammatic geological section with localization of samples; C — content variability graphs of garnet (G) and muscovite (M) in the particular samples.

1 liass sandstones and mudstones and their weathered material; Middle Polish glaciation: 2 boulder clay, 3 sands, silt and gravels of the marginal terraces, 4 sands and gravels of the frontal moraines; Baltic glaciation: 5 loesses, 6 sands and gravels of terrace III; Holocene: 7 sands, gravels and fluvial soil of terrace I; 8 sampling sites

Dokonując dla wyspy borkowickiej porównań zawartości granatów i muskowitu w próbkach lessowych ( $B_4$ ,  $B_6$ ,  $B_7$ ) i przewarstwieniach piaszczystych ( $B_3$ ,  $B_5$ ) łatwo zauważyć (fig. 2C), że podobnie jak lessy tak i przewarstwienia piaszczyste charakteryzują się dużą zawartością granatów, natomiast zawierają mniej muskowitu. Dużą zawartością musko-

witu natomiast odznaczają się występujące tu lokalnie piaskowce liasowe oraz ich zwietrzeliny (próbki  $B_1$  i  $B_2$ ).

Z porównań zawartości wyżej wymienionych minerałów w poszczególnych próbkach wynika, że ich źródłem były z jednej strony piaskowce i ich zwietrzeliny zawierające znaczne ilości muskowitu, a z drugiej — piaski kemowe (obecnie zachowane fragmentarycznie na W od Borkowic), które zawierały znaczne ilości granatów. Zestawienie składu mineralnego próbek pobranych w rejonie Borkowic świadczy, że piaski kemowe były wspólnym źródłem materiału zarówno dla lessów jak i zawartych w nich przewarstwieniach piaszczystych. Z porównań stosunków ilościowych innych minerałów wynika, że turmalin występuje w znacznie większych ilościach w piaskowcach i ich zwietrzelinie ( $B_1$  i  $B_2$ ) aniżeli w przewarstwiach piaszczystych ( $B_3$  i  $B_5$ ); więcej jest go też w lessie niż we wspomnianych przewarstwiach. Dla odmiany staurolit i dysten są prawie nieobecne w piaskowcach i ich zwietrzelinie, natomiast w większych ilościach minerały te występują w przewarstwiach piaszczystych i w lessie, gdzie widoczna jest prawidłowość spadku ich zawartości w próbkach  $B_6$  i  $B_7$  w stosunku do  $B_4$ . Duża zawartość staurolitu i dystenu w próbce  $B_4$  znajduje swoje uzasadnienie w lokalizacji tego punktu blisko wychodni glin żwółowych zawierających dużo materiału krystalicznego. Fakt ten świadczy o wyraźnie zaznaczającym się wpływie materiału lokalnego na skład mineralny lessu. Zawartości procentowe cyrkonu i rutylu w piaskowcach liasowych oraz w przewarstwiach piaszczystych nasuwać mogą wniosek, iż w pewnym stopniu pierwotnym źródłem materiału dla piasków kemowych mógł być materiał zwietrzelinowy pochodzący z tych piaskowców.

Z przedstawionych porównań składu mineralnego lessu młodszego wyspy borkowickiej, przewarstwieniach piaszczystych w tych lessach i utworów otaczających wynika, iż w odniesieniu do muskowitu głównym jego źródłem były zapewne piaskowce i ich zwietrzeliny. Natomiast granat i kilka innych minerałów pochodzą najprawdopodobniej z osadów kemowych, zachowanych nieco dalej na zachód od lessów borkowickich.

### *Wyspa lessowa Oblęgorka*

W rejonie Oblęgorka koło Kielc lessy zachowane są także w formie prawie równoleżnikowo wyciągniętego płata (Lindner 1971) tworzącego wyspę wśród innych osadów (fig. 3A). Długość wyspy lessowej Oblęgorka wynosi 5,5 km, a jej szerokość waha się od 0,5 do 2,5 km.

Powierzchnia zachodniej części zachowanych tu lessów leży na wysokości 400–290 m n.p.m. Lessy pokrywają wschodnie oraz południowo-wschodnie stoki oraz przełęcz wzniesień zbudowanych z piaskowców i mułowców dolnotriasowych (Góra Siniewska i Góra Barania), miejscami nadbudowanych osadami kemowymi z okresu zlodowacenia krakowskiego.

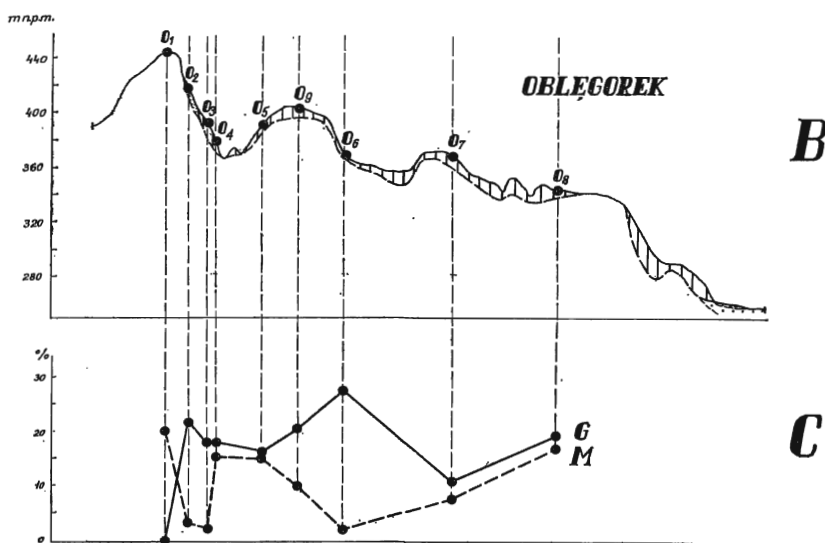


Fig. 3

### Wyspa lessowa Obłęgorka koło Kielce

A — mapa geologiczna (według Lindnera 1971) z przebiegiem linii schematycznego przekroju geologicznego oraz lokalizacją punktów pobrania próbek do badań mineralogicznych; B — schematyczny przekrój geologiczny wraz z lokalizacją próbek; C — wykresy zmienności zawartości granatów (G) i muskowitu (M) w poszczególnych próbkach.

1 piaskowce i mułowce pstręgo piaskowca, wapienie wapienia muszlowego, wapienie i piaskowce dewońskie oraz ich zwietrzeliny; Złodowacenie krakowskie: 2 piaski i mułki kemowe; 3 glina zwałowa; Złodowacenie środkowopolskie: 4 piaski akumulacji fluwio-peryglacialnej; Złodowacenie bałtyckie: 5 lessy, 6 piaski i żwiry tarasu III, 7 deluwia lessowe; Holocen: 8 piaski, żwiry i mady tarasu I; 9 punkty pobrania próbek

### “Loess islands” at Obłęgorek near Kielce

A — geological map (after Lindner 1973) showing the lines of the diagrammatic geological section and the sampling sites for mineralogical analyses; B — diagrammatic geological section with localization of samples; C — content variability graphs of garnet (G) and muscovite (M) in the particular samples.

1 sandstones and mudstones of the Bunter, Muschelkalk limestones, Devonian limestones and sandstones and their weathered material; Cracovian glaciation: 2 came sands and sites, 3 boulder clay; Middle Polish glaciation: 4 fluvio-periglacial accumulation sands; Baltic glaciation: 5 loesses, 6 sands and gravels of terrace III, 7 loess deluvia; Holocene: 8 sands, gravels and fluvial soils of terrace I; 9 sampling sites

Podobnie jak w przypadku zachodniej części lessów borkowickich występuje tu jedynie górny less młodszy zawierający w swej górnej części liczne smugi i przewarstwienia piaszczyste o miąższości do kilku centymetrów. Zarówno ilość jak i miąższość poszczególnych przewarstwień wyraźnie wzrasta w kierunku wychodni skał piaszkowcowych.

We wschodniej części charakteryzowanej wyspy lessowej, górny less młodszy w większości przypadków pokrywa stoki kulminacji piaszkowcowych i jedynie w najbardziej wschodniej swej części leży na strzępach środkowego lessu młodszego lub bezpośrednio na niżej występujących osadach fluwioperyglacialnych z okresu zlodowacenia środkowopolskiego. Górny less młodszy wschodniej części płata oblegorskiego odznacza się brakiem smug piaszczystych i zajmuje niższe położenie hipsometryczne (375—365 m n.p.m.).

Charakterystyka mineralogiczna górnego lessu młodszego wyspy oblegorskiej (fig. 3C) wykazuje istnienie tu szeregu komplikacji zaburzających proste prawidłowości ustalone na podstawie analizy zmienności składu mineralnego wyspy lessowej Borkowic.

W poszczególnych próbkach lessowych zawartości granatów są różne, panuje tu chaos i nie widać wyraźnych prawidłowości w rozprzestrzenieniu tego najcięższego minerału. Podobnie jak granaty zachowuje się muskowitz, w którego zawartościach — w poszczególnych próbkach — trudno dopatrzeć się prawidłowej zmienności, a szczególne zaburzenia powodują próbki  $O_9$  i  $O_7$  pobrane z kulminacji morfologicznych. Przyczynę tego stanu rzeczy da się wytłumaczyć przy pomocy przekroju podłoża lessowego (fig. 3B), na którym widać, że zarówno w przypadku granatów jak i muskowitz ten chaos ma swoją przyczynę w bardzo urozmaiconej rzeźbie terenu. Kulminacje morfologiczne powodowały zaburzenia strug powietrznych, w wyniku czego powstawały wiry wsteczne, które przyczyniały się do dodatkowych odsypów lub wywiewania poszczególnych minerałów i zakłócenia całości obrazu. Przypuszczalne istnienie takich zawirowań przyjąć można także w próbce  $O_8$  (fig. 3C), gdzie niejako w cieniu „przeszkody  $O_7$ ” (fig. 3B) następowały komplikacje akumulacyjno-deflacyjne. Z drugiej zaś strony kulminacje morfologiczne, jako wystawione na największą działalność deflacyjną, zostały zubożone przede wszystkim w minerały najbardziej podatne na wiatr i fakt ten stanowi zapewne główną przyczynę zmniejszonej ilości muskowitzu w próbkach  $O_9$  i  $O_7$ . Pomimo przedstawionych wyżej zaburzeń i lokalnych nieprawidłowości ogólne tendencje zmienności zawartości gruntów i muskowitzu zarysowują się podobnie jak w przypadku wyspy Borkowic.

W przypadku lessu młodszego wyspy Oblegorka porównanie dużej zawartości granatów w piaskach kemowych i przewarstwień piaszczystych oraz w lessie, przy nieobecności granatów w piaszkowcach dolnotriasowych podłoża, wskazuje jednoznacznie na kemy jako źródło mate-

riału zarówno dla lessów, jak i występujących w nich przewarstwieniach piaszczystych. Analogiczne porównanie bardzo dużej zawartości muskowitu w piaskowcach i dużej jego ilości w lessach, przy jednocześnie niskiej zawartości w kemach i przewarstwieniach piaszczystych, wskazuje na piaskowce (lokalnie występujące) jako źródło muskowitu w lessie. Porównanie zawartości procentowych i zmienności innych minerałów w próbkach lessowych jak i piaskowcowych oraz pobranych z piasków kemowych i śródlessowych przewarstwień piaszczystych wskazuje na zasadniczą rolę materiału lokalnego w procesie eolicznej akumulacji lessu oblegorskiego.

### *Wyspa lessowa Lelowa*

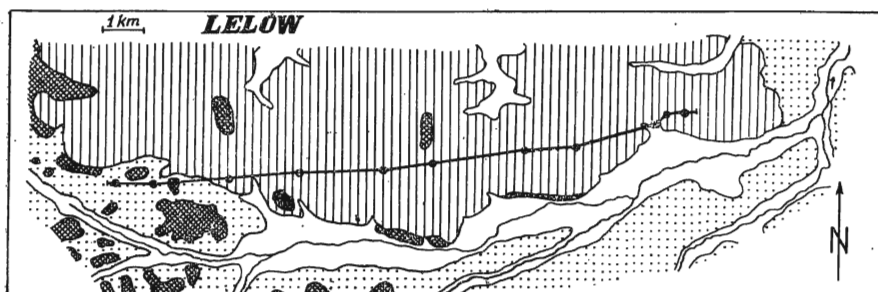
W rejonie Lelowa koło Szczekocin lessy tworzą równoleżnikowo wyciągniętą wyspę o długości 24 km i szerokości 7 do 2,5 km (Różycki & *al.* 1971). Pod względem zajmowanej powierzchni wyspa ta jest na obszarze Wyżyny Małopolskiej jednym z największych płatów lessowych.

Powierzchnia zachodniej części lessów lelowskich sięga do wysokości 380–350 m n.p.m. Lessy pokrywają tu wschodnią część Pasma Jury Polskiej zbudowanej w głównej mierze z górnojurajskich wapieni skalistych i płytowych, miejscami silnie skrasowiałych i przykrytych piaskami z okresu zlodowacenia krakowskiego, kiedy to opisywany obszar — według Różyckiego (1960) — stanowił formę oazy śródlodowej. W swej części najbardziej zachodniej lessy lelowskie zachowane są głównie w sytuacjach stokowych otulając kulminacje ze wspomnianych wyżej skał wapiennych.

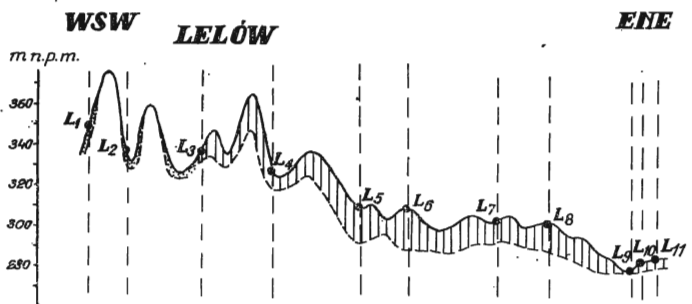
Wschodnia część lessów wyspy lelowskiej (na E od południka Lelowa) leży niżej (350–270 m n.p.m.) i pokrywa nieco bardziej wyrównaną powierzchnię uformowaną z margli górnokredowych, nadbudowanych osadami glacialnymi i fluwioglacialnymi z okresu zlodowacenia krakowskiego. Najbardziej na wschód wysunięta część analizowanego lessu młodszego leży na fragmentarycznie zachowanych strzępach lessów starszych lub bezpośrednio przykrywa ekstraglacialne piaski z okresu zlodowacenia środkowopolskiego, leżące na utworach glacialnych zlodowacenia krakowskiego i marglach górnokredowych (Różycki & *al.* 1973).

W zachodniej, a częściowo i wschodniej części wyspy lelowskiej analizowane lessy mają charakter lessów stokowych, przypominających swą strukturą utwory deluwialne. Jedynie w najbardziej wschodniej części posiadają one charakter typowego lessu eolicznego. Częściowo deluwialny charakter części lessów lelowskich wiąże się zapewne ze zmywaniem lessów typowych ze stoków kulminacji w czasie krótkotrwałych przerw w sedymentacji eolicznej materiału pyłowego.

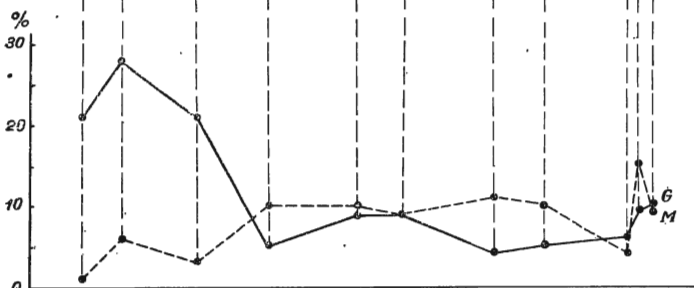




A



B



C



Fig. 4

Wyspa lessowa Lelowa koło Szczekocin

A — mapa geologiczna (według Różyckiego in: Doktorowicz-Hrebniicki & Różycki 1949) z przebiegiem linii schematycznego przekroju geologicznego oraz lokalizacją punktów pobrania próbek do badań mineralogicznych; B — schematyczny przekrój geologiczny wraz z lokalizacją próbek; C — wykresy zmienności zawartości granatów (G) i muskowitu (M) w poszczególnych próbkach.

1 skały węglanowe jury i kredy, 2 piaski starsze od lessów; Zlodowacenie bałtyckie: 3 lessy, 4 młodsze od lessów utwory aluwialne; 5 punkty pobrania próbek

“Loess islands” at Lelów near Szczekociny

A — geological map (after Różycki in: Doktorowicz-Hrebniicki & Różycki 1949) showing the line of the diagrammatic geological section and the sampling sites for mineralogical analyses; B — diagrammatic geological section with localization of samples; C — content variability graphs of garnet (G) and muscovite (M) in the particular samples.

1 Jurassic and Cretaceous carbonate rocks, 2 sands older than the loesses; Baltic glaciation: 3 loesses, 4 alluvia younger than the loesses; 5 sampling sites

Badaniami mineralogicznymi objęto południową część wyspy lessowej Lelowa (fig. 4A), pobierając próbki ze ścian wąwozów i przekopów drogowych wzdłuż przekroju prawie równoleżnikowego.

Charakterystyka składu mineralnego frakcji ciężkiej lessów wyspy lełowskiej potwierdza z jednej strony ogólne prawidłowości zaobserwowane w poprzednio omówionych wyspach lessowych, a z drugiej<sup>f</sup> — wykazuje pewną odrębność tych lessów.

Wykresy zawartości procentowej muskowitu i granatów (fig. 4C) w lessach lełowskich całkowicie potwierdzają tendencje ustalone wcześniej, a polegające na zwiększaniu się zawartości muskowitu w kierunku wschodnim przy równoczesnym spadku zawartości granatów. Tym samym potwierdzają one zachodni kierunek wiatrów lessotwórczych.

Próbki  $L_1$ ,  $L_2$  i  $L_3$ , należące do piasków czwartorzędowych starszych od lessów i przewarstwień piaszczystych w lessach, charakteryzują się znaczną zawartością granatów przy stosunkowo niskim udziale muskowitu, wskazując tym samym na utwory zlodowacenia krakowskiego jako na główne źródło materiału.

Próbki  $L_4$  do  $L_8$  z punktu widzenia mineralogicznego odpowiadają lessom typowym charakteryzującym się większą zawartością muskowitu niż granatu, brakiem lub minimalną zawartością minerałów najbardziej odpornych — takich jak cyrkon i rutil. Skład mineralny wspomnianych próbek, a zwłaszcza minimalna ilość minerałów słabo odpornych pozwala sądzić, że głównym źródłem pyłu lessowego w rejonie Jury Polskiej musiały być utwory fluwioglacjalne z okresu zlodowacenia krakowskiego.

Bardzo wymowne jest stwierdzenie zaburzeń ogólnych prawidłowości w próbkach lessowych  $L_9$ ,  $L_{10}$  i  $L_{11}$  pobranych najbardziej na wschodzie (fig. 4B). Zaburzenia te są najprawdopodobniej spowodowane istnieniem nie opodal strefy akumulacji dodatkowego źródła materiału dostarczającego znacznej ilości minerałów słabo odpornych na wietrzenie — jak amfibole, granaty, epidoty. Źródłem tego materiału były zapewne żwiry i piaski czołowomorenowe zlodowacenia środkowopolskiego zachowane w rejonie Złotego Potoku (na NW od miejsc pobrania próbek  $L_9$ ,  $L_{10}$  i  $L_{11}$ ). Fakt ten wskazuje, iż wiatry lessotwórcze transportowały materiał również z kierunku północno-zachodniego.

Z analizy składu mineralnego lessów wyspy lełowskiej wynika pewna ich odrębność mineralogiczna w porównaniu z analogicznymi lessami wyspy borkowickiej i obłęgorskiej. Różnica składu mineralnego znajduje swoje uzasadnienie w różnych litologicznie i wiekowo skałach otaczających poszczególne wyspy lessowe. W przypadku zachodniej części lessów lełowskich na znacznych obszarach odsłaniają się węglanowe skały jurajsko-kredowe nie zawierające w swym składzie ani granatów, ani muskowitu. Z tego względu zarówno niska zawartość granatów jak i pewne wzbogacenie lessów lełowskich w muskowit pochodzi z przewiania piasków fluwioglacjalnych zlodowacenia krakowskiego.

## UWAGI KOŃCOWE

Stosunki ilościowe minerałów wybranych jako najbardziej charakterystyczne, tj. granatów i muskowitu, wskazują na zmniejszanie się ilości granatów w poszczególnych próbkach w obrębie wysp lessowych w miarę posuwania się z W na E, natomiast zwiększanie w tym kierunku zawartości muskowitu, a więc minerału najbardziej podatnego na transport eoliczny. Prawidłowości przestrzennej zmienności składu mineralnego pozwalają sądzić, że zgodnie z sugestiami Różyckiego (1968, 1972) transport i akumulacja materiału lessowego odbywały się na drodze przewiewania pyłów i drobnych piasków przez wiatry zachodnie i północno-zachodnie.

Z zestawienia wynika również inna prawidłowość, a mianowicie tak zwany nożycowy (przecinający się) układ stosunków ilościowych granatów do muskowitu przy przejściu od piaskowców do piasków kemowych (Obłęgorek — fig. 3C) oraz analogiczny układ tych minerałów przy przejściu od piaskowców do przewarstwień piaszczystych w lessach (Borkowice — fig. 2C). Fakt ten może świadczyć, że zarówno w jednym jak i w drugim przypadku źródłem materiału piaszczystego były piaski kemowe pokrywające w okresie lessotwórczym zbocza wyniosłości morfologicznych. Podobną prawidłowość można zaobserwować także przy przejściu od piasków starszych do lessów i przewarstwień piaszczystych w lessach do lessów zachodniej części wyspy lełowskiej (fig. 4C), co z kolei wyraźnie wskazuje na wspomniane piaski jako na źródło pyłu lessowego.

Przestrzenne zestawienia i porównanie składu mineralnego lessu, skał piaskowcowych i piaszczystych otaczających lessy oraz przewarstwień piaszczystych w lessach świadczą, że źródłem pyłu lessowego były piaski i żwiry starsze od lessów, które pokrywały zbocza i przełęcz kulinacji morfologicznych występujących w sąsiedztwie wysp lessowych. Źródłem pyłu były także skały piaskowcowe podłoża oraz ich zwietrzliny. Porównanie wykresów zmienności zawartości ilościowej muskowitu i granatów dla omawianych wysp lessowych świadczy, że większe zaburzenia w występowaniu tych minerałów wynikają również ze zróżnicowania morfologicznego obszaru akumulacji. A zatem, również i taki czynnik lokalny może mieć swój wpływ na zróżnicowanie składu mineralnego lessu.

Z przytoczonych danych wynikają również wnioski natury ogólniejszej, które być może znajdą potwierdzenie w dalszych badaniach mineralogicznych lessów innych regionów. I tak z przedstawionych wykresów (fig. 5) widać pewne charakterystyczne proporcje w obrębie grupy mineralnej obejmującej granaty, amfibole i epidoty oraz w obrębie grupy obejmującej cyrkon, rutyl i turmalin. W przypadku gdy jednym ze źródeł materiału lessowego są skały piaskowcowe to proporcje te są prawie jednakowe i układają się w zbliżone formy geometryczne (Obłęgorek, Borkowice). Natomiast gdy źródłem materiału lessowego są w głównej mierze starsze od lessu piaski czwartorzędowe (Lelów) to proporcje

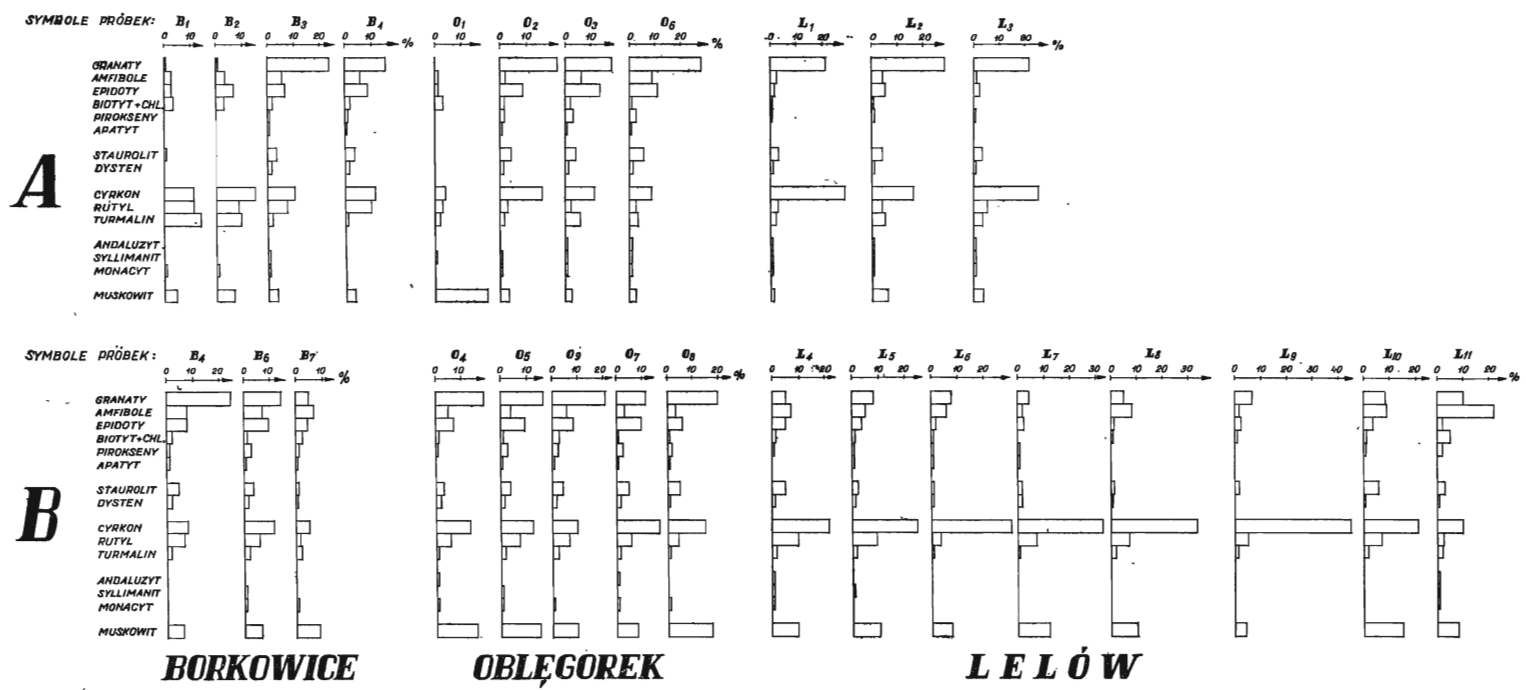


Fig. 5

Porównawcze zestawienie procentowej zawartości głównych minerałów ciężkich w próbkach pobranych w strefach poszczególnych wysp lessowych (por. Fig. 2—4) północno-zachodniej części Wyżyny Małopolskiej

A — porównanie składu mineralnego piaskowców (próbki B<sub>2</sub>, O<sub>1</sub>), ich zwietrzelin (próbka B<sub>1</sub>), piasków starszych od lessów (próbki O<sub>2</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>) i przewarstwień piasków w lessach (próbki B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>6</sub>, L<sub>3</sub>); B — porównanie składu mineralnego lessów

Comparison of the chief heavy mineral per cent content in samples collected from the various "loess islands" zones of the NW part of the Małopolska Upland

A — comparison of the mineral content in sandstones (samples B<sub>2</sub>, O<sub>1</sub>), their detrital material (sample B<sub>1</sub>), sands older than the loesses (samples O<sub>2</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>) and the sand intercalations in loesses (samples B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>6</sub>, L<sub>3</sub>); B — the mineral composition of loesses

w obrębie wymienionych grup minerałów są różne. Prawidłowości te również dobitnie świadczą o zasadniczej roli materiału lokalnego w procesie lessotwórczym.

W środkowej części lessów lełowskich napotkano dwa okruchy szkliwa wulkanicznego oraz duży okruch skalenia (fig. 6), pochodzące z würmских erupcji wulkanicznych lub z rozwiewanych przez wiatry zachodnie staroczwartorzędowych wulkanitów rejonu sudeckiego.

W środkowej części lessów lełowskich stwierdzono również występowanie pojedynczych egzemplarzy drobnych, jurajsko-kredowych(?) otwornic z podrzędu Rotalliina (fig. 7), które do utworów lessowych dostały się na skutek rozwiewania pokryw piaszczystych z okresu zlodowacenia krakowskiego (oaza śródlodowa — według Różyckiego 1960), będących drugorzędym źródłem występowania tych organizmów.

Charakterystyczne proporcje ilościowe wymienionych grup mineralnych oraz obecność szkliwa wulkanicznego wydają się być charakterystyczne dla lessów. Może to być ważną wskazówką genetyczną oraz stratygraficzną i zdaniem autorów sygnalizowane prawidłowości należy prze-

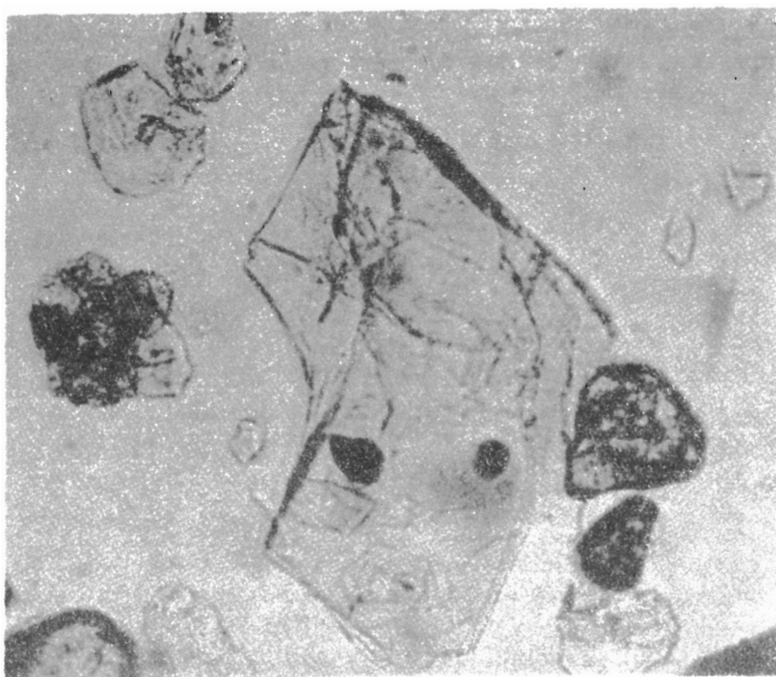


Fig. 6

Okruch skalenia (plagioklazu) znaleziony w próbce  $L_6$  — wyspa lessowa Lelowa koło Szczekocin

A detrital fragment of feldspar (plagioclase) found in sample  $L_6$  — the "loess island" at Lelów near Szczekocin

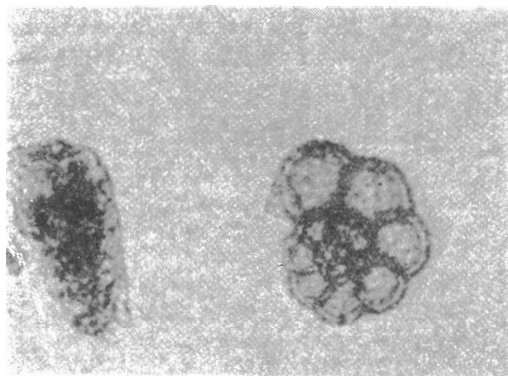


Fig. 7

Pojedynczy egzemplarz otwornicy z podrzędu Rotallina znaleziony w próbce  $L_7$  —  
wyspa lessowa Lelowa koło Szczekocin

Single foraminifer specimen of the Sub-order Rotallina found in sample  $L_7$  —  
the "loess island" at Lelów near Szczekociny

śledzić na większym obszarze, mając na uwadze dążenie do ustalenia cech mineralogiczno-petrograficznych typowych dla lessów, co pozwoliłoby jednocześnie odróżniać je od utworów lessopodobnych, oraz podejmować próby określenia ich pozycji wiekowych przy braku gleb kopalnych, danych archeologicznych, paleomagnetycznych czy innych datowań metodami fizykochemicznymi.

*Instytut Geochemii, Mineralogii i Petrografii*

*i*  
*Instytut Geologii Podstawowej*  
*Uniwersytetu Warszawskiego*

02-089 Warszawa, Al. Żwirki i Wigury 93  
Warszawa, w grudniu 1973 r.

#### LITERATURA CYTOWANA

- CHLEBOWSKI R. 1964. Minerale ciężkie piasków plażowych i wydmych wybrzeża wyspy Wolin (Heavy minerals of the beach and dune sands of the Wolin island, Northern Poland). — *Biul. Geol. Uniw. Warsz.*, t. 4. Warszawa.
- & LINDNER L. 1972. Próba zastosowania analizy minerałów ciężkich w problematyce badawczej lessów na przykładzie lessów młodszych zachodniej części regionu świętokrzyskiego. — *Biul. Inst. Geol.* [w druku — *in press*]. Warszawa.
- DOKTOROWICZ-HREBNICKI S. & RÓŻYCKI S. Z. 1949. Kraków (Przeglądowa mapa geologiczna Polski). Wyd. A. Warszawa.
- LINDNER L. 1967. Wyspa lessowa Borkowice koło Przysuchej (L'île loessique de Borkowice près Przysucha). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 17, no. 3. Warszawa.
- 1971. Wyspa lessowa Oblęgorka koło Kielc (Loess deposits at Oblęgorek near Kielce, Holy Cross Mts). — *Ibidem*, vol. 21, no. 2.

- ŁYDKA K. 1955. Studia petrograficzne nad permo-karbonem krakowskim (Petrographic studies concerning the Permo-Carboniferous of the Cracow Region). — Biul. Inst. Geol. 97. Warszawa.
- & TURNAU-MORAWSKA M. 1960. Minerale ciężkie z osadów trzeciorzędowych i plejstoceńskich w Marantowie koło Konina (Heavy minerals from Tertiary, and Pleistocene deposits at Marantów near Konin). — Prace Inst. Geol., t. 48. Warszawa.
- PRZYBYŁOWICZ T. 1958. Studium petrograficzne skał klastycznych jury okolic Krakowa (Petrographic studies of clastic Jurassic rocks of the Cracow region). — Arch. Miner., t. 22, z. 1. Warszawa.
- 1967. Petrografia dolnego liasu środkowej części doliny Kamiennej (Petrography of the Lower Liassic in the middle part of the Kamienna Valley, Świętokrzyskie Mts, Central Poland). — *Ibidem*, t. 27, z. 2.
- RÓŻYCKI S. Z. 1960. Czwartorzęd rejonu Jury Częstochowskiej i sąsiadujących z nią obszarów (Quaternary of the Częstochowa Jura Chain and the adjacent area). — Przegląd Geol., R. 8, no. 8. Warszawa.
- 1968. The direction of winds carrying loess dust as shown by analysis of accumulative loess forms in Bulgaria. — Proc. VII Congr. Intern. Assoc. Quat. Research. (INQUA) USA 1965, vol. 12. Lincoln.
- 1972. Plejstocen Polski Środkowej. Wyd. II. Państw. Wydawn. Nauk. Warszawa.
- , GLAZER Z., LINDNER L. & WEYMANN J. 1971. Opracowanie naukowe warunków geologicznych z punktu wyboru najkorzystniejszego wariantu przebiegu trasy CMK w strefie występowania osadów lessowych. — Arch. Zakładu Prac Geol. Uniw. Warsz. Warszawa.
- , — , — & DRĄGOWSKI A. 1973. Charakterystyka budowy geologicznej oraz warunki inżyniersko-geologiczne formowania przekopów i nasypów dla odcinka III CMK. — *Ibidem*.
- TURNAU-MORAWSKA M. 1955. Znaczenie analizy minerałów ciężkich w rozwiązywaniu zagadnień geologicznych (Heavy mineral analysis and the solution of geologic problems). — Acta Geol. Pol., vol. 5, no. 3. Warszawa.

---

### SUMMARY

**ABSTRACT:** The qualitative-quantitative heavy fraction analysis of the younger loesses (Würm) in the NW part of the Małopolska Upland (Central Poland) has clearly shown the dependence of the mineral composition of these loesses on the type of the surrounding rocks which are the chief alimentary area of the loess dust.

Within the NW part of the Małopolska Upland, the younger loesses occur as sub-parallel "loess islands" (Fig. 1) mostly on the eastern slopes of the morphological culminations built of Mesozoic sediments and locally overlaid by old Pleistocene deposits (Figs 2A, 3A, 4A).

In the "islands" here considered, the quantitative ratios of the two minerals most characteristic of eolic deposits, i.e. garnet (the heaviest) and muscovite (the lightest) show a W-E decrease in the amount of garnet and an increase in the same direction of the muscovite content. This regularity confirms the supposition that the transport and accumulation of loess dust in Poland were affected mostly by western and north-western winds (Różycki 1968, 1972).

A spatial correlation of the garnet and muscovite per cent content drawn up for the various "loess islands" (Figs 2C, 3C, 4C) also shows the "scissors like" pattern of the quantitative relations of these minerals in their transition from the Mesozoic sandstones to the Pleistocene sands, also in the passage from the sandstones to sandy intercalations in the loesses, indicating that in both cases we are dealing with the same alimentary area.

Where the principal heavy mineral content is analogous, all the loess samples (Fig. 5) show that, when sandstone rocks and their weathered fragments supplied most of the loess dust (Borkowice, Obłegorek), the garnet-amphibole-epidote and the zircon-rutile-tourmaline ratios are nearly the same in the various samples. On the other hand, these proportions differ when most of the loess dust had been supplied by Old-Pleistocene sands (Lelów).

On the whole, the study of the mineral composition of loesses in the NW part of the Małopolska Upland shows that local rocks (Pre-Quaternary) were the chief source of alimentation of loess material. Hence, the air currents of the lower atmosphere zones must have been the principal factor in its transport.

---