

Józef Edward MOJSKI

## Korelacja profilu stratygraficznego lessów NRD, Polski i europejskiej części Związku Radzieckiego

### WSTĘP

Do najbardziej aktualnych i dyskutowanych zagadnień stratygraficznych czwartorzędu w Europie należy podział młodszego plejstocenu, a w związku z tym podział stratygraficzny i wiek lessów występujących na obszarze Europy środkowej i wschodniej. Badania stratygrafii lessów znacznie się ożywiły i uległy koordynacji począwszy od 1961 r., w wyniku powołania w Lublinie Podkomisji Stratygrafii Lessu przy INQUA.

Celem niniejszego artykułu jest próba korelacji stratygraficznej lessów w nawiązaniu do prac Podkomisji i dyskusji toczącej się na ten temat w literaturze, dotycząca głównie lessów przedpola i peryferycznej części obszarów zlodowaconych NRD, Polski i europejskiej części Związku Radzieckiego. Obszary te są szczególnie interesujące dla badań nad stratygrafią czwartorzędu, umożliwiając bowiem bezpośrednie powiązanie lessów z profilem osadów lodowcowych.

### LESSY NIEMIECKIEJ REPUBLIKI DEMOKRATYCZNEJ

Stratygrafię lessów występujących w NRD opisali otatnio G. Haase (1963), I. Lieberoth (1962a, 1962b, 1963). R. Ruske i M. Wünsche (1961), K. P. Unger i D. Rau (1961). Oni też są autorami przewodnika wydanego w 1964 r. z okazji 3 Konferencji Podkomisji Stratygrafii Lessu INQUA. Materiały z dyskusji tej konferencji i obserwacje własne autora uzupełniają w sposób istotny podaną niżej budowę profilu stratygraficznego lessów NRD. Wszystkie wymienione publikacje świadczą o poważnym postępie w badaniach lessów i wzrastającym znaczeniu tych badań dla stratygrafii młodszego plejstocenu. Profile lessu o najbardziej interesującej budowie występują w Turyngii i Saksonii. Lessy spoczywają tam na osadach lodowcowych i wodnolodowcowych stadiu Drenthe zlodowacenia Solawy. Stadiu ten odpowiada w Polsce stadiuowi maksymalnemu zlodowacenia środkowopolskiego. Osady lodowcowe i wodnolodowcowe reprezentowane są w Turyngii przeważnie przez gliny

zwałowe, ily zastoiskowe, a także piaski i żwiry wodnolodowcowe, tworzące w niektórych profilach zagrzebany taras. Miejscami lessy występują na powierzchni tarasu stadiału Warty zlodowacenia Solawy, a więc stadiału młodszego od stadiału Drenthe.

Gleba kopalna interglacjału eemskiego jest przewodnim poziomem w profilach lessowych NRD. W niektórych miejscach poniżej gleby kopalnej występuje najstarszy poziom lessu, należący do stadiału Warty. Miąższość tego lessu jest nieznaczną. Less jest zwietrzały i przekształcony w profil glebowy interglacjału eemskiego.

W obszarze Turynгии i Saksonii budowa gleby kopalnej interglacjału eemskiego jest różna. Na zachodzie, w Turynгии, glebę tworzy parabrunatnoziem (*Parabraunerde*), natomiast na wschodzie, w Saksonii, parabrunatnoziem o wyraźnych cechach zglejenia lub zbielicowania. Gleba jest bezwapnista, brunatna lub brązowa, o teksturze przeważnie polyedrycznej, zupełnie zacierającej teksturę osadów, na których powstała. Miąższość parabrunatnoziemiu wynosi od 1 do 1,5 m. Wiek gleby nie jest określony przy pomocy metod paleontologicznych, ale tylko pośrednio, tj. na podstawie jej miejsca w profilu stratygraficznym i typologii. Gleba kopalna występuje powyżej osadów zlodowacenia Solawy i jest w profilach lessów jedyną glebą posiadającą profil genetyczny, wskazujący na interglacjalne warunki klimatyczne. Po zlodowaceniu Solawy warunki takie mogły występować na obszarze Turynгии i Saksonii tylko w interglacjale eemskim.

W bardziej kompletnych profilach stratygraficznych, ponad glebą interglacjału eemskiego, występuje jedna lub wyjątkowo dwie warstwy lessu z domieszką substancji humusowej, nazywanego wprost lessem humusowym. Miejscami warstwa ta podścielona jest utworem o różnym litologicznie wykształceniu i niejasnej w pewnych wypadkach genezie. Utworem tym jest less lub less z piaskiem, bądź też nawet piasek ze żwirem. W nielicznych profilach pod warstwą lessu humusowego, a na utworze opisanym przez geologów niemieckich jako parabrunatnoziem, występuje utwór posiadający cechy glebowego poziomu eluwialnego, przynależnego genetycznie do warstw, wśród których leży. Miąższość utworu podścielającego less humusowy wynosi 0,1÷0,3 m.

W profilach z dwiema warstwami lessu humusowego osadem przedzielającym jest less wapnisty o miąższości do 0,2 m. Miąższość obu warstw lessu humusowego wynosi zazwyczaj po około 0,5 m.

Ponad lessem humusowym występuje less przeważnie w facji soliflukcyjnej (*Fliesserde*), zawierający znaczną domieszkę piasku i nawet piasku ze żwirem, a także lessu humusowego i rozwleczonej gleby interglacjału eemskiego. Omawiana warstwa lessu o miąższości 2÷4 m występuje pospolicie w wielu profilach. Na lessie soliflukcyjnym rozwinięta jest gleba glejowa w postaci lessu szarego, nieco wapnistej. W paru profilach z Saksonii zamiast gleby glejowej występuje — według I. Lieberotha — „brunatna gleba arktyczna“ (*brown arctic soil*) o barwie lessu, teksturze zbliżonej do tekstury lessu i bardzo małej zawartości węglanu wapnia. Maksymalna jej miąższość wynosi około 0,5 m. Powyżej leży less subaeralny, żółty, wapnisty, przykryty glebą powstałą u schyłku

plejstocenu, bądź w holocenie. Profil tej gleby jest różnie zbudowany, według geologów niemieckich — zależnie od ilości opadów.

Wiek poszczególnych poziomów lessów, leżących powyżej gleby interglacjału eemskiego, określany bywa w nawiązaniu do podziału ostatniego zlodowacenia (zlodowacenia Wisły — północnopolskiego) w zachodniej części Europy. Dwa poziomy lessu humusowego odpowiadają interstadiom Amersfoort (poziom dolny) i Brörup (poziom górny). Less soliflukcyjny powstał w okresie odpowiadającym transgresji lądolodu zlodowacenia Wisły. Gleba kopalna glejowa wytworzyła się w interstadiu Paudorf, a less subaeralny w okresie maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia Wisły.

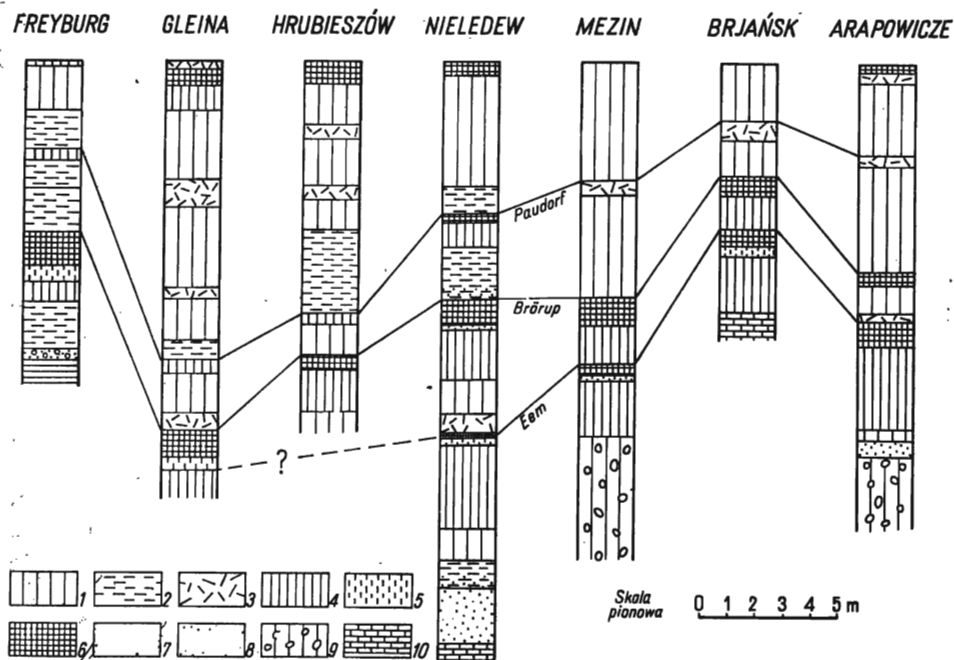


Fig. 1. Korelacja ważniejszych profili stratygraficznych lessów w peryglacialnej strefie NRD, Polski i europejskiej części Związku Radzieckiego

Correlation of more important stratigraphical profiles of loesses in the periglacial zone of the German Democratic Republic, Poland and the European part of the Soviet Union

1 — less w facji subaeralnej; 2 — less w facji aluwialnej i soliflukcyjnej; 3 — less zglejony; 4 — iluwialny poziom glebowy (w profilach Freyburga i Gleiny parabraunermie); 5 — eluwialny poziom glebowy; 6 — akumulacyjny (humusowy) poziom glebowy; 7 — osady zastoiskowe; 8 — piaski; 9 — glina zwałowa; 10 — osady kredy górnej

1 — loess in subaeral facies; 2 — loess in alluvial and solifluction facies; 3 — gley loess; 4 — iluvial soil horizon (parabraunerde in the profiles of Freyburg and Gleina); 5 — eluvial soil horizon; 6 — accumulation (humus) soil horizon; 7 — marginal lake deposits; 8 — sands; 9 — boulder clay; 10 — Upper Cretaceous deposits

Opisany wyżej pełny profil stratygraficzny lessów występuje w całości w kilku zaledwie profilach na obszarze NRD. Dwa takie pełne profile przedstawiono na fig. 1.

## LESSY POLSKI

Na obszarze Polski najpełniejsze profile stratygraficzne lessów znane są z Wyżyny Lubelskiej (A. Jahn, 1956; J. Malinowski, 1964; J. E. Mojski, 1965), obszaru przełomu Wisły przez wyżyny polskie (W. Pożaryski, 1953), Wyżyny Opatowskiej i Wyżyny Miechowskiej (B. Grabowska-Olszewska, 1963; Guide-Book of Excursion INQUA, 1961).

Profile znane z Wyżyny Lubelskiej i obszaru przełomu Wisły posiadają stosunkowo dokładne nawiązanie do dobrze datowanych osadów lodowcowych lub wodnolodowcowych, a także innych osadów plejstoceńskich. Niektóre, bardziej kompletne profile lessowe wschodniej części Wyżyny Lubelskiej podścielone są osadami rzecznyymi, zawierającymi faunę ślimaków z gatunku *Theodoxus serratilineiformis* Geyer i *Lithoglyphus naticoides* P. f. (M. Prószyński, 1952) — przewodnich dla interglacjału wielkiego (pałudinowego, holsztyńskiego). W niektórych profilach Wyżyny Lubelskiej i obszaru przełomu Wisły lessy podścielone są piaskami i żwirami wodnolodowcowymi, osadami zastoiskowymi i gliną zwałową zlodowacenia środkowopolskiego.

Najstarszym poziomem lessu jest less facji subaeralnej i aluwialnej, należący do zlodowacenia środkowopolskiego. W nielicznych znanych profilach nie wykazuje on śladów dwudzielności, ani tym bardziej trójdzielności odpowiadającej poszczególnym stadiom tego zlodowacenia na obszarze Polski. Na Wyżynie Lubelskiej nad lessem tego wieku znajduje się gleba kopalna składająca się z poziomu akumulacyjnego, eluwialnego i iluwialnego. Poziom akumulacyjny, o miąższości do 0,1 m, zbudowany jest z humusu. Poziom eluwialny, o miąższości podobnej, tworzy bezwapnisty pył. Poziom iluwialny, o miąższości średnio 2 m, zbudowany jest z lessu brązowego, bezwapnistego o teksturze gruzełkowatej i polyedrycznej. Powyższy profil glebowy świadczy o długotrwałych procesach bielicowania gleby typu brunatnoziem. Ta najstarsza w profilach lessu Wyżyny Lubelskiej gleba kopalna ma profil świadczący o interglacjalnych warunkach klimatycznych okresu jej powstania. Jej położenie w profilu stratygraficznym lessów omawianej wyżyny, przy zestawieniu tego profilu z podziałem młodszej od zlodowacenia środkowopolskiego części plejstocenu w Polsce, pozwala sądzić, że powstała ona w interglacjale eemskim.

Powyżej gleby interglacjału eemskiego w profilach lessu Wyżyny Lubelskiej występuje less facji subaeralnej i soliflukcyjnej, a w dolinach rzecznych również w facji aluwialnej o miąższości kilku metrów. Na nim rozwinięty jest profil glebowy złożony z poziomu akumulacyjnego i iluwialnego, miejscami przedzielony poziomem eluwialnym. Poziom akumulacyjny składa się z lessu z humusem barwy ciemnoszarej i fioletowej. Poziom iluwialny jest lessem barwy brunatnej i brązowej, bezwapnistym, o teksturze gruzełkowatej. Miąższość gleby kopalnej wynosi średnio ponad 2 m. Gleba ta może być uznana za zbielicowany czarnoziem. Jej wiek można określić na interstadium następujący po interglacjale eemskim, który w Polsce nazywany jest interstadium Brörup.

Profil opisanej gleby może wskazywać na interglacjalny charakter warunków klimatycznych, panujących podczas interstadium Brörup na lessowych obszarach kraju. Datowanie to pozwala na określenie wieku

lessu przykrywającego glebę interglacjału eemskiego. Powstał on w stadiale szczecińskim (według podziału czwartorzędu E. Rühlego) zlodowacenia północnopolskiego.

Miejscami ponad glebę interstadiału Brörup występuje less w facji przeważnie soliflukcyjnej o miąższości do 2 m. Na nim wykształcona jest gleba barwy brązowej, o teksturze lessu ze śladami humusu w stropie, słabo wapnista, o miąższości do 1,2 m. Gleba tego typu występuje we wschodniej części Wyżyny Lubelskiej, a miejscami i na innych obszarach, gdzie zastąpiona jest lessem zglejowym lub lessem humusowym. Powstanie omówionej gleby należy wiązać z „interstadiąłem“ Paudorf (interfaza na początku głównego stadiału zlodowacenia północnopolskiego).

Ponad glebę Paudorf występuje najmłodszy poziom lessu. Składa się on z facji głównie subaeralnej — w obszarach międzydolinnych i facji aluwialnej — w dolinach. W niektórych profilach występuje w omawianym poziomie jedna lub dwie (niekiedy więcej, jak np. w profilu ze Zwierzyńca pod Krakowem — L. Sawicki, 1952) warstwy lessu zglejonego, szarego, o miąższości od kilkunastu do kilkudziesięciu centymetrów każda. Warstwy lessu zglejonego można uznać za rezultat przejściowego zwiększenia stopnia wilgotności klimatu. Nie wiadomo jednak, czy zjawisko to miało charakter lokalny czy też regionalny. W drugim przypadku warstwy zglejone, być może, da się w przyszłości przynajmniej regionalnie korelować.

Less występujący powyżej gleby Paudorf powstał w fazach leszczyńskiej, poznańskiej i pomorskiej stadiału głównego zlodowacenia północnopolskiego.

Profile lessów pozostałych obszarów Polski nie dostarczają nowych elementów stratygraficznych. Reprezentowane są w nich niektóre tylko poziomy lessu, a nigdzie z wyjątkiem Roztocza Zachodniego (J. Malinowski, 1961) nie stwierdzono w jednym profilu trzech gleb kopalnych. Wśród profili dokładniej zbadanych na uwagę zasługuje profil z Topoli i profil Racibórz — Ocice. W profilu z Topoli, najprawdopodobniej pod jednym poziomem lessu, występuje gleba glejowo-błotna z drewnem dębu. Wiek tej gleby, określony przy pomocy metody  $C^{14}$ , wynosi ponad 37 000 lat (informacja ustna J. Dylika na wycieczce INQUA, 1961). Przypuszcza się, że gleba powstała w interglacjale eemskim. Wyniki badań profilu z Raciborza — Ocice, opublikowane przez Z. Czeppego, J. K. Kozłowskiego i M. Krysovską (1963), stwierdzają ważny fakt stratygraficzny, jakim jest występowanie znalezisk archeologicznych typu musterskiego powyżej gleby kopalnej, której wiek określony przy pomocy datowania metodą  $C^{14}$  wynosi ponad 52 000 lat.

Znaczenie szeregu innych profili stratygraficznych lessu, w których brak jest wszystkich jego poziomów, jest tak duże przede wszystkim dlatego, że umożliwiają one poznanie regionalnego zasięgu gleb kopalnych i ich zmienności typologicznej.

## LESSY EUROPEJSKIEJ CZĘŚCI ZWIĄZKU RADZIECKIEGO

Na obszarze europejskiej części Związku Radzieckiego dokładniej zbadane profile lessu, związane bezpośrednio z osadami lodowcowymi i wodnolodowcowymi, występują w dorzeczu Dęсны. W wyniku badań

ostatnich lat (A. A. Wieliczko, 1961 a, 1961 b; A. A. Wieliczko, T. D. Morozowa, O. A. Cziczagowa, 1960) ustalono, że pod lessami występują osady wodnolodowcowe i lodowcowe zlodowacenia dneprzańskie i moskiewskiego. Te ostatnie występują tylko w północnej części dorzecza Desny. Zlodowacenie dneprzańskie odpowiada maksymalnemu stadiolowi zlodowacenia środkowopolskiego, a zlodowacenie moskiewskie stadiolowi mazowiecko-podlaskiemu tegoż zlodowacenia w Polsce. Na osadach zlodowacenia moskiewskiego rozwinięta jest gleba kopalna o zmiennym (w kierunku południkowym) profilu genetycznym. W północnej części dorzecza Desny gleba ta jest bielicą z mięszym poziomem iluwialnym i śladami lessu humusowego w stropie. Ku południowi mięszość poziomu akumulacyjnego z humusem wzrasta do 0,7 m, a poziomu iluwialnego do 1,5 m. O tym, że opisywana gleba należy do interglacjału mikulińskiego, synchronicznego z interglacjałem eemskim, świadczą podobne przesłanki jak dla odpowiedniej gleby kopalnej w profilach lessów Turynгии, Saksonii i Polski. Ważną okolicznością jest ostatnio stwierdzone bezpośrednie przejście facjalne gleby w torf ze spektrum, posiadającym charakterystyczne cechy dla interglacjału mikulińskiego (A. A. Wieliczko, Z. P. Gubonina, T. D. Morozowa, 1963).

Ponad glebą interglacjału mikulińskiego zalega less o zwiększającym się ku północy stopniu zglejenia jego dolnej części. Mięszość tego lessu wynosi kilka metrów. Przykrywa go gleba kopalna z poziomem akumulacyjnym w postaci humusu do 0,7 m mięszości i gleba z poziomem iluwialnym, bezwapnistym, o zabarwieniu brunatnobrazowym i mięszości ponad 1 m, a miejscami znacznie większej. Typ genetyczny gleby jest trudny do określenia (T. D. Morozowa, 1962). Można przypuszczać, że powstała ona w warunkach klimatycznych, zbliżonych do interstadialnych. A. A. Wieliczko datuje ją na interstadiał  $W_I$ — $W_{II}$ . Opublikowano dwie daty, otrzymane przy pomocy metody  $C^{14}$  (A. A. Wieliczko, A. L. Dewirc i in., 1964), określają one wiek gleby na  $24\,920 \pm 1800$  (MO 337) i  $24\,200 \pm 1680$  (MO 342) lat. Pierwsza data określa wiek próbki gleby kopalnej z profilu lessu w Mezinie, a druga z profilu w Briańsku. Wartość obu dat polega głównie na tym, że potwierdzają one równowiekość badanych gleb w różnych profilach. Dokładne określenie wieku bezwzględne wymagać będzie dalszych badań.

Ponad opisaną glebą występuje less przedzielony wyraźnym poziomem zglejenia. Poziom ten występuje w wielu profilach na obszarze dorzecza Desny. A. A. Wieliczko wiąże poziom zglejenia z interstadiałem paudorfskim, a lessy nim przedzielone — z dwoma ostatnimi stadialami zlodowacenia waldajskiego (Würm).

### KORELACJA STRATYGRAFICZNA

Podane wyżej zasadnicze ogniwa stratygraficzne podziału lessów na obszarze Niemieckiej Republiki Demokratycznej, Polski, europejskiej części Związku Radzieckiego pozwalają na uchwycenie zasadniczych podobieństw i różnic w budowie profili stratygraficznych (tab. 1). Te podobieństwa i różnice można scharakteryzować następująco:

1. Na całym omawianym obszarze w profilu stratygraficznym lessów młodszych od interglacjału wielkiego (holsztyńskiego, lichwińskiego)

występują trzy poziomy gleb kopalnych. Gleba dolna wieku interglacjału eemskiego znajduje się często w spągu lessów i oddziela je od osadów lodowcowych zlodowacenia środkowopolskiego (Solawy, dnierprzańskiego łącznie z moskiewskim). Gleba ta posiada najwięcej cech świadczących o tym, że powstała w okresie interglacjalnym, w warunkach klimatycznych sprzyjających rozwojowi lasów liściastych. Profil typologiczny gleby jest na całym obszarze podobny, ale miąższości poszczególnych poziomów genetycznych wzrastają ku wschodowi. Ku wschodowi również poziomy takie są wyraźniej wykształcone. Niezależnie od różnicowania budowy profilu glebowego w kierunku równoleżnikowym, na obszarze europejskiej części Związku Radzieckiego zaznacza się różnicowanie profilu w kierunku południkowym. Warto podkreślić, że profil gleby wykształcony w lessach Wyżyny Lubelskiej jest bardziej podobny do profilu gleby w dorzeczu Desny aniżeli do profilu gleby występującej w profilach lessu Turynгии i Saksonii.

2. Na omawianym obszarze wiek gleby górnej określony jest podobnie, to znaczy na interstadiu Paudorf. Miejsce gleby z interstadiu Paudorf w profilach stratygraficznych lessów jest identyczne w całej Europie. Z tego względu glebę tę, obok gleby interglacjału eemskiego, można uznać za drugi przewodni i łatwy do korelacji poziom stratygraficzny w lessach. Należy jednak pamiętać o różnicowaniu typologicznym jej profilu genetycznego. Różnicowanie takie może występować nawet w warunkach lokalnych, a tym bardziej może się zaznaczać w poszczególnych regionach.

3. Gleba kopalna środkowa, tj. występująca pomiędzy glebą interglacjału eemskiego i glebą interstadiu Paudorf, wykazuje największe różnicowanie w budowie profilu. Jest ona bardzo rozmaicie interpretowana pod względem genetycznym. Odpowiadającemu jej okresowi czasu w podziale stratygraficznym plejstocenu przypisuje się także różne znaczenie.

W profilach lessów Turynгии i Saksonii środkowa gleba kopalna rozwinięta jest w postaci lessu humusowego, a miejscami dwóch warstw tego lessu. W Polsce równoleżnikowym utworem jest zbielicowany czarnoziem, a na obszarze europejskiej części Związku Radzieckiego gleba bliżej nie zdefiniowana, o profilu genetycznym podobnym do profilu gleby z lessu w Polsce. Przed próbą wyjaśnienia zmienności w budowie profilu glebowego należy zwrócić uwagę na istniejące rozbieżności w interpretacji genezy omawianej gleby.

Less humusowy, występujący w profilach lessów Turynгии i Saksonii, uznawany jest jako produkt wietrzenia lessu w warunkach klimatu chłodnego i wilgotnego, przy jednoczesnym nawiewaniu pyłu lessowego z powietrza. W podobny sposób powstawać miał czarnoziem. Warunki klimatyczne, w jakich powstawały wyżej wymienione utwory, charakteryzują interstadiu. Poglądy takie dominują obecnie w interpretacji genetycznej gleb kopalnych w profilach lessów zachodniej i środkowej Europy, jednakże nie są powszechne. Dyskusja, która odbyła się w czasie narady roboczej Podkomisji Stratygrafii Lessu INQUA w Lipsku w 1964 r., a także szereg publikacji wskazują, że powyższa interpretacja genezy humusowych lessów może budzić wątpliwości, w tym również w przypadku niektórych profili lessów na obszarze Turynгии i Saksonii.

Tabela 1

Korelacja profilu stratygraficznego lessów w peryglacialnej strefie Niemieckiej Republiki Demokratycznej, Polski i europejskiej części Związku Radzieckiego

Podział plejstocenu		Niemiecka Republika Demokratyczna	Polska	Europejska część Związku Radzieckiego	
Zlodowacenie północnopolskie	stadiał główny	faza pomorska interfaza mazurska faza poznańska interfaza faza leszczyńska	less przeważnie subaeralny	less przeważnie subaeralny, miejscami z kilkoma warstwami lessu zglejonego	less
		interfaza paudorfska	gleba glejowa albo brunatna, gleba arktyczna	brunatnoziem, miejscami czarnoziem	gleba glejowa
		faza przedpaudorfska	less soliflukcyjny	less przeważnie soliflukcyjny	less
	interstadiał Brörup	less humusowy, miejscami dwudzielny	czarnoziem zbielicowany z poziomem eluwialnym i iluwialnym	gleba kopalna z poziomem akumulacyjnym eluwialnym i iluwialnym	
	stadiał szcześciński	less lub osady stokowe	less w różnych facjach, w dolnej części zglejony	less, w dolnej części zglejony	
	Interglacjał eemski	parabrunatnoziem, miejscami zglejony albo zbielicowany	bielica zglejona	bielica, ku południowi zwiększa się miąższość poziomu humusowego, torfy	
Zlodowacenie środkowopolskie	less, glina zwałowa, piaski i żwiry wodnolodowcowe, ility zastois-kowe	less, piaski i żwiry wodnolodowcowe, i' zastois-kowe, glina zwałowa	piaski i żwiry wodnolodowcowe, glina zwałowa		

Wyżej wspomniana dyskusja, jak również własne obserwacje autora sugerują możliwość genetycznego związku między lessem humusowym a podścielającą go glebą nazwaną parabrunatnoziemem. Na uwagę zasługuje przede wszystkim fakt, że niejednokrotnie humus kontaktuje z podścielającym go parabrunatnoziemem na całej długości odsłonięcia. Niejednokrotnie też pylasta, bezwapnista warstewka, przedzielająca oba po-



ziomy, była uznawana przez część uczestników narady w Lipsku (A. I. Moskwitin, J. Pelisek, E. Schönhals, A. A. Wieliczko, J. E. Mojski i in.) jako poziom eluwalny gleby kopalnej, w której skład wchodzi zarówno parabruntziem, będący w tej interpretacji poziomem iluwalnym, jak i less humusowy, będący poziomem akumulacyjnym.

Pogląd o jednoczesnym nawiewaniu pyłu lessowego i powstawaniu lessu humusowego kryje w sobie trudne do pogodzenia założenie o różnych wymaganiach klimatycznych dla obu procesów. Warunkiem akumulacji pyłu lessowego jest względnie duży kontynentalizm klimatyczny, natomiast warunkiem powstawania humusu w lessie, czy wręcz warunkiem powstawania czarnoziemiu jest odpowiednio wysoka wilgotność. Syngenetyczne powstawanie lessu i gleby świadczy ponadto o ciągłości sedymentacji lessu po interglacjale eemskim. Zmianie ulegać miała jedynie intensywność jego akumulacji. Powyższe wnioski o charakterze paleogeograficznym są trudne do podtrzymania w zestawieniu z wynikami badań osiągniętych na innej drodze, a dotyczących charakteru wahań klimatycznych, jakie nastąpiły po interglacjale eemskim. Zgodnie z tymi wnioskami należy sądzić, że przynajmniej na obszarze Polski i europejskiej części Związku Radzieckiego akumulacja lessu po interglacjale eemskim nie była ciągła; przerwana była na stosunkowo długi okres w interstadiu Brörup (interglacjał mołogo-szekśniński) na obszarze europejskiej części Związku Radzieckiego.

Powyższe uwagi świadczą, że problem warunków, w jakich powstawały kopalne poziomy humusowe w lessach, nie jest obecnie definitywnie rozstrzygnięty i wymaga dalszych szczegółowych badań, w tym również rozpoczętych w ostatnich latach badań mikromorfologicznych (W. L. Kubiëna, 1956; I. Lieberoth, 1963; T. D. Morozowa, 1962; K. P. Unger, D. Rau, 1961), a także nie zakończonych definitywnie badań nad genezą i wiekiem czarnoziemiu występującego na powierzchni wielkich obszarów europejskiej części Związku Radzieckiego.

Zastrzeżenia dotyczące interpretacji genezy profilu gleby środkowej mają konsekwencje nie tylko dla korelacji profilu stratygraficznego, ale również dla określenia warunków paleogeograficznych, jakie istniały przy tworzeniu się tej gleby na omawianym obszarze. Obecny stan badań pozwala jednak na próbę usunięcia istniejących trudności przez postawienie tezy o stopniowej i konsekwentnej zmianie profilu gleby kopalnej interstadiu Brörup w kierunku równoleżnikowym — z zachodu na wschód. Łatwo stwierdzić, że ku wschodowi profil tej gleby komplikuje się. Mięszkość jej wzrasta, pojawia się poziom iluwalny, a wraz z nim i poziom eluwalny. Niektóre cechy gleby pojawiające się ku wschodowi wskazują nie na interstadialne, ale już na interglacjalne warunki klimatyczne. Wyraźniej zaznacza się bowiem wpływ roślinności lasu liściastego (mięszki poziom iluwalny) na rozwój profilu glebowego. W niektórych profilach gleba staje się wyraźnie zbielicowana, w czym podobna jest do gleby interglacjału eemskiego.

Główną przyczyną zróżnicowania typologicznego gleby środkowej w profilach stratygraficznych lessu omawianego obszaru mogło być regionalne zróżnicowanie warunków klimatycznych w interstadiu Brörup. O ile na zachodzie (Turyngia, Saksonia) optimum klimatyczne inter-

stadiału cechowało, w stosunku do innych jego części, głównie zwiększenie stopnia wilgotności, to ku wschodowi klimat w optimum był również bardziej ciepły, a okres sprzyjających intensywnemu wietrzeniu warunków klimatycznych był dłuższy. Inaczej — interstadiał Brörup ku wschodowi nabierał cech interglacjału, a okres sprzyjający tworzeniu się gleby o cechach interglacjalnych był tam zapewne dłuższy aniżeli w zachodniej części omawianego obszaru.

Wnioski te znajdują potwierdzenie w wynikach badań paleobotanicznych nad klimatem interstadiału Brörup w Polsce. Skład roślinności leśnej interstadiału orygniackiego (= Brörup) „...w kierunku wschodnim ... stawał się coraz to bardziej urozmaicony gatunkami drzew liściastych...” (K. Birkenmajer, A. Środoń, 1960, str. 308), a okres ten w swym optimum wykazuje „...cechy chłodnego interglacjału...” (A. Środoń, 1961). Do podobnych wniosków mogą prowadzić ostatnio zbadane i opracowane profile osadów organicznych interstadiału Brörup w Koninie (Z. Borówko-Dłużakowa, 1964) i w Podgłębokim (Z. Janczyk-Kopikowa, J. E. Mojski, 1964).

Pozostaje jeszcze kwestia datowania dolnego poziomu lessu humusowego, występującego w profilach lessów Turynгии i Saksonii. Można zgodzić się z poglądem, że powstał on w interstadiale Amersfoort. Interesujące jest, że jego odpowiedniki w profilach lessów w Polsce i europejskiej części Związku Radzieckiego nie są dotychczas znane. Być może, że gleba interstadiału Amersfoort w tych obszarach została w całości objęta procesami wietrzeniowymi, jakie zachodziły w interstadiale Brörup. Przyopuszczenie takie wymaga jednak potwierdzenia przez dalsze szczegółowe badania.

Zakład Zdjęć Geologicznych  
Niżu i Badań Czwartorzędu  
Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4

Nadesłano dnia 25 listopada 1964 r.

## PIŚMIENNICTWO

- ARBEITSTAGUNG DER SUBKOMMISSION FÜR LÖSS-STRAITIGRAPHIE DER INTERNATIONALEN QUARTÄRVEREINIGUNG INQUA (1964) — Exkursionsführer nr 3. Berlin.
- BIRKENMAJER K., ŚRODOŃ A. (1960) — Interstadiał orygniacki w Karpatach. (Biul. Inst. Geol., 150, p. 9—55. Warszawa.
- BORÓWKO-DŁUŻAKOWA Z. (1964) — Investigations palynologiques des dépôts aurignaciens (Brörup) du Haut Plateau de Konin. Report of the VI-th International Congress on Quaternary, Warsaw 1961, 2, p. 369—374. Łódź.
- CZEPPE Z., KOZŁOWSKI J. K., KRYŚOWSKA M. (1963) — Le gisement paleolithique de loess de Racibórz-Ocice en Haute Silesie. Folia Quarternaria, 15. Kraków.
- GRABÓWSKA-OLSZEWSKA B. (1963) — Własności fizyczno-mechaniczne utworów

- lessowych północnej i północnowschodniej części świętokrzyskiej strefy lessowej na tle ich litologii i stratygrafii oraz warunków występowania. *Biul. Geol., U.W.*, **3**, p. 68—183. Warszawa.
- GUIDE-BOOK OF EXCURSION From the Baltic to the Tatras (1961) — VI-th Congress INQUA, cz. II, z. 2, cz. III. Łódź.
- HAASE G. (1963) — Stand und Probleme der Lössforschung in Europa. *Geogr. Berichte*, nr 27, p. 97—129. Berlin.
- JAHN A. (1956) — Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, nr 7. Warszawa.
- JANCZYK-KOPIKOWA Z., MOJSKI J. E. (1964) — Interstadiał Brörup w Podgłębokim na Polesiu Lubelskim. *Kwart. geol.*, **8**, p. 436—437, nr 4. Warszawa.
- KUBIENA W. L. (1956) — Mikromorphologie, Systematik und Entwicklung der rezenten und fossilen Lössböden. *Eiszeit. u. Gegenw.*, **7**. Öhringen.
- LIEBEROTH I. (1962a) — Ein Beitrag zum Klima und zur Chronologie der Jungpleistozäns. *Forsch. und Fortschr.*, **36**, nr 3, p. 73—77. Berlin.
- LIEBEROTH I. (1962b) — Die jungpleistozänen Lössе Sachsen im Vergleich zu denen anderer Gebiete. *Pet. Geogr. Mittl.*, nr 3, p. 188—198. Gotha.
- LIEBEROTH I. (1963) — Lösssedimentation und Bodenbildung während des Pleistozäns in Sachsen. *Geologie*, **12**, nr 2, p. 149—187. Berlin.
- MALINOWSKI J. (1964) — Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej między Szczepczyszynem i Turbinem. *Pr. Inst. Geol.*, **41**. Warszawa.
- MOJSKI J. E. (1965) — Stratygrafia lessów w dorzeczu dolnej Huczwy na Wyżynie Lubelskiej. *Biul. Inst. Geol.*, **187**. Warszawa.
- POŻARYSKI W. (1953) — Plejstocen w przełomie Wisły przez wyżyny południowe. *Pr. Inst. Geol.*, **9**. Warszawa.
- PRÓSZYŃSKI M. (1952) — Spostrzeżenia geologiczne z dorzecza Buga. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **66**. Warszawa.
- RUSKE R., WÜNSCHE M. (1961) — Lössе und fossile Böden im mittleren Saale und unteren Unstruttal. *Geologie*, **10**, p. 9—29. Berlin.
- RÜHLE E. (w przygotowaniu do druku) — Czwartorzęd Polski.
- SAWICKI L. (1952) — Warunki klimatyczne akumulacji lessu młodszego w świetle wyników badań stratygraficznych stanowiska paleolitycznego lessowego na Zwierzyńcu w Krakowie. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **66**, p. 5—34. Warszawa.
- ŚRODOŃ A. (1961) — Paleobotanical Studies on the Quaternary in Poland. *Prace Inst. Geol.*, **34**, cz. II, p. 667—674. Warszawa.
- UNGER K. P., RAU D. (1961) — Gliederung und Alterstellung der Lössablagerungen im Thüringer Becken und dessen Randgebiet. *Pr. Inst. Geol.*, **34**, cz. I, p. 227—235. Warszawa.
- МОРОЗОВА Г. Д. (1962) — Ископаемые почвы валдайского интерстадиала. *Докл. АН СССР*, **143**, № 2. Москва.
- ВЕЛИЧКО А. А. (1961a) — Стратиграфия лесовых отложений в перигляциальной зоне валдайского и московского оледенений. *Палеогеография четвертичного периода СССР*, стр. 93—108. Москва.
- ВЕЛИЧКО А. А. (1961b) — Стратиграфия четвертичных отложений. Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений северо-запада Русской равнины. *Изд. АН СССР*. Москва.

- ВЕЛИЧКО А. А., ДЕВИРЦ А. Л., ДОВКИНА Э. И., МОРОЗОВА Т. Д., ЧИЧАГОВА О. А. (1964) — Первые определения абсолютного бозраста ископаемых почв в лессах Русской равнины. Докл. АН СССР, 155, № 3. Москва.
- ВЕЛИЧКО А. А., ГУВЕНИНА З. П., МОРОЗОВА Т. Д. (1963) — О бозрасте перигляциальных лессов и ископаемых почв по материалам изучения озерно-болотных отложений у с. Мезин. Докл. АН СССР, 150, № 3. Москва.
- ВЕЛИЧКО А. А., МОРОЗОВА Т. Д., ЧИЧАГОВА О. А. (1960) — Мижулинский горизонт ископаемой почвы, его особенности и стратиграфическое значение. Бюлл. Моск. Отд. Исп. Природы, 35, № 6. Москва.

Юзеф Эдвард МОЙСКИ

### КОРРЕЛЯЦИЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ЛЕССОВ ГЕРМАНСКОЙ ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ, ПОЛЬШИ И ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

#### Резюме

В статье делаются попытки провести стратиграфическую корреляцию профилей лессов, распространенных в районе, прилетающем к территории последнего оледенения в Германской Демократической Республике, Польше и Европейской части Советского Союза. Профили четвертичного периода этих территории имеют особое значение для исследований по стратиграфии четвертичных отложений. Эти профили позволяют непосредственно увязать стратиграфический профиль лессов с профилем плейстоценовых ледниковых отложений.

Стратиграфический профиль лессов в Германской Демократической Республике рассматривается по работам К. Руске и М. Вюнше (1961), К. П. Унгера, Д. Рау (1961), И. Либерота (1962а, 1962б, 1963), Г. Хаазе (1963), Путеводителю третьей рабочей конференции Подкомиссии по стратиграфии лесса Международной Ассоциации по четвертичному периоду (1964) и личным наблюдениям. На фиг. 1 представлены два профили (Фрейбург и Глейна), считающиеся наиболее полными профилями лесса на территории Германской Демократической Республики.

Стратиграфический профиль лессов Польши рассматривается на основании работ В. Пожариского (1953), А. Яхна (1956), Б. Грабовской-Ольшевской (1963), Я. Малиновского (1964), Ю. Мойского (1965) и Путеводителя экскурсии Конгресса Международной Ассоциации по четвертичному периоду. В качестве примера стратиграфического профиля лессов Польши приводятся на фиг. 1 два профили: Неледев и Хрубешув, кирпичный завод „Феликс” (Ю. Э. Мойски, 1965).

Стратиграфический профиль лессов Европейской части Советского Союза дается по работам А. А. Величко (1961а, 1961б). Три профили, изученные этим автором (Мезин, Брянск, Араповичи), приводятся на фиг. 1.

Стратиграфическая корреляция (фиг. 1, таб. 1) профилей лессов позволяет выявить главные сходные и отличительные особенности в развитии этих про-

филей. Главные сходные и отличительные черты в развитии стратиграфического профиля лессов рассматриваемых территорий можно представить следующим образом.

В стратиграфическом профиле лессов более молодых, чем большое (хольштинское, лихвинское) межледниковье распространены три горизонта ископаемой почвы — нижняя, средняя и верхняя почвы. Нижняя почва, по возрасту отвечающая ээмскому межледниковью, очень часто залегает в подошве лессов и отделяет последние от ледниковых и водно-ледниковых отложений среднепольского (Солявы, днепровского совместно с московским) оледенения. Эта почва обладает наиболее многочисленными признаками, свидетельствующими о образовании ее в межледниковых условиях, во время существования климата, способствующего развитию лиственных лесов. В качестве опорного горизонта в корреляции принят почвенный профиль ээмского межледниковья.

Верхняя почва по возрасту относится к межстадиалу Паудорф. Этот межстадиал в новейших польских подразделениях плейстоцена определяется как интерфаза. Месторасположение этой почвы в стратиграфических профилях лессов сходно на территории всей Европы. Ввиду того может она считаться, наряду с почвой ээмского межледниковья, вторым опорным, легко коррелирующимся стратиграфическим горизонтом в лессах. Следует, однако, помнить о типологической дифференциации генетического профиля этой почвы, даже в зависимости от строго местных условий.

Средняя ископаемая почва, залегающая между почвой ээмского межледниковья и почвой Паудорф, проявляет самую большую разнородность в развитии своего профиля, по-разному интерпретируется в генетическом отношении, а также приписывается различное значение промежутку времени, отвечающему ей в стратиграфическом подразделении плейстоцена.

В профилях лессов Тюрингии и Саксонии средняя ископаемая почва развита в виде одного, местами двух слоев гумусового лесса. На территории Польши разновозрастным осадком является оподзоленный чернозем, а в Европейской части Советского Союза почва с неопределенным более точно составом и генетическим профилем сходным с профилем средней почвы в профилях лесса. Польши.

Раньше чем выяснить изменчивости в развитии почвенного профиля следует обратить внимание на существующие расхождения в интерпретации генезиса рассматриваемой почвы.

Гумусовый лесс, распространенный в профилях лессов Тюрингии и Саксонии, считается продуктом вывертывания лесса в условиях холодного и влажного климата при одновременном навевании лессовой пыли из воздуха. Такой взгляд таит в себе положения о различных климатических требованиях для обоих процессов, с которыми нельзя согласиться. Условием для эоловой аккумуляции лессовой пыли является относительно большая степень климатической континентальности, в то время как условием образования гумуса в лессе, а тем более чернозема, является относительно высокая влажность. Кроме того, сингенетическое образование лесса и почвы свидетельствует о последовательности в седиментации лесса после ээмского межледниковья. Изменяться должна только лишь интенсивность его аккумуляции.

В сопоставлении с данными из территории Польши нельзя согласиться с этими выводами. Эти данные свидетельствуют о том, что лессовая аккумуляция после ээмского межледниковья не была последовательной, но наоборот, была приостановлена на длительный период во время межстадиала Брэруп.

Доказательством этого являются результаты палеоботанических исследований по климату межстадиала Брэруп в Польше (К. Биркенмаер, А. Сьродонь 1960; А. Сьродонь, 1961; З. Борушко-Длужакова, 1964; З. Янчык-Копикова, Ю. Э. Мойски, 1964). Итак климат этого межстадиала обладал особенностями межледникового климата, исключаящего лессовую аккумуляцию. Следует предположить, что ежели в западной части Польши и к западу от польской государственной границы климатический оптимум межстадиала характеризовался, в основном, повышением влажности, то к востоку эта часть межстадиала была более теплой, а климатические условия, способствующие более интенсивному выветриванию существовали дальше. По-другому — в межстадиале Брэруп восточных районов преобладали межледниковые климатические условия, а период способствующий образованию здесь почвы с межледниковыми особенностями был, по всей вероятности, более продолжительным, чем в западной части рассматриваемого района. Следовательно, в этой разнообразности климатических условий следует усматриваться причины регионального различия генетического профиля ископаемой почвы межстадиала Брэруп.

Остается еще вопрос датировки нижнего горизонта гумусового лесса, распространенного выше эмской почвы в профилях лессов Тюрингии и Саксонии. Можно согласиться с существующими взглядами, что этот лесс образовался в межстадиале Амерсфорт, так как он моложе почвы эмского межледниковья и перекрывается гумусовым лессом межстадиала Брэруп. Интересен тот факт, что не известны его эквиваленты в профилях лесса Польши и Европейской части Советского Союза. Возможно, что почва межстадиала Амерсфорт в этих районах была полностью охвачена процессами выветривания, происходящими в межстадиале Брэруп. Это предложение следует, однако, подтвердить детальными полевыми и лабораторными исследованиями.

Józef Edward MOJSKI

## CORRELATION OF STRATIGRAPHICAL PROFILE OF LOESSES OF THE GERMAN DEMOCRATIC REPUBLIC, POLAND AND THE EUROPEAN PART OF THE SOVIET UNION

### Summary

The paper presents a stratigraphical correlation of loesses occurring in the forefield area of the last Glaciation in the German Democratic Republic, Poland and in the European part of the Soviet Union. The Quaternary profiles of these areas are particularly important in studies on stratigraphy of the period considered. They allow to correlate stratigraphical loess profiles directly with those of the Pleistocene glacial deposits.

The stratigraphical profile of the loesses occurring in the German Democratic Republic is discussed on the data from papers by K. Ruske and M. Wünsche (1961), K. P. Unger, D. Rau (1961), I. Lieberoth (1962a, 1962b, 1963), G. Haase (1963), as well as on those from the Guide-Book of the III Conference of the Working Sub-commission for Loess Stratigraphy, INQUA (1964), and on author's own obser-

vations. In Fig. 1 are presented two profiles (Freyburg and Gleina) which may be referred to the most complete stratigraphical loess profiles in the German Democratic Republic.

The stratigraphical profile of loesses in Poland is discussed on the works by W. Pożaryski (1953), A. Jahn (1956), and on the Guide-Book of Excursion of the VI<sup>th</sup> International Congress on Quaternary (INQUA, 1961), as well as on the papers by B. Grabowska-Olszewska (1963), J. Malinowski (1964) and by J. E. Mojski (1965). As an example of a stratigraphical profile of loesses in Poland, two profiles are given on Fig. 11: Nieledeu and Hrubieszów, brick-yard "Feliks" (J. E. Mojski, 1965).

The stratigraphical profile of loesses from the European part of the Soviet Union is presented in a connection with the works by A. A. Wieliczko (1961a, 1961b). Three profiles elaborated by this author, i.e. Mezin, Briansk and Arapovitshe are shown on Fig. 1.

A stratigraphical correlation (Fig. 1, Tab. 1) of the loess profiles allows to seize the main resemblances and differences in the structure of these profiles. The main resemblances and differences in the structure of the stratigraphical profile of the loesses occurring in the areas discussed may be presented as follows.

In the stratigraphical profile of the loesses younger than the Great Interglacial (Holstein, Lichvino) three horizons of fossil soils occur: lower, middle and upper soil. The lower soil of the Eemian Interglacial age, frequently occurs at the bottom of the loesses and separates them from the glacial and fluvioglacial deposits of the Middle Polish Glaciation (Solawa and Dnieper, together with the Moscow Glaciation). This soil is characterized mainly by the properties evidencing that it was formed under the interglacial conditions during the climate favourable to development of deciduous forests. For correlation, the soil horizon of the Eemian Interglacial has been accepted as key horizon.

The upper soil is thought to be of Paudorf Interstadial age. In the newer Polish subdivisions of the Pleistocene, this Interstadial has been determined as interphase. The situation of this soil is similar in all the stratigraphical loess profiles of the whole area of Europe. On this account, the soil under consideration may be accepted, beside the Eemian Interglacial soil, as the second guide stratigraphical horizon in loesses, which is easy for correlation. It should, however, be kept in mind that its genetical profile is typologically differentiated, depending even on the local conditions only.

The middle fossil soil occurring between the Eemian Interglacial soil and the Paudorf soil shows the greatest differentiation in the profile, and from the genetical point of view, is variously interpreted. Moreover, its period of time in the Pleistocene stratigraphical subdivision is also variously estimated.

In the loess profiles of Thuringia and Saxony the middle soil is developed in the form of humus loess, at places also in two beds. In Poland, the bleached chernozem represents a deposit of the same age, and in the European part of the Soviet Union, a soil, so far closely not defined, the profile of which is similar to that of the middle soil in the loess profiles of Poland.

Before making an attempt at explaining the changeability in the structure of a soil profile, attention should be paid to the existing differences in the interpretation of genesis of the soil discussed. The humus loess occurring in the profiles of Thuringia and Saxony is thought to be a weathering product of loess, formed under the cold and humid climatic conditions with simultaneous accumulation of airborne loess dust. This opinion includes, however, some assumptions con-

cerning various climatic requirements of both processes, which may hardly be accepted. It is commonly known that a relatively highly expressed climatic continentalism is an indispensable condition for aeolian accumulation of loess dust. On the other hand, the formation of humus in loess, all the more the formation of chernozem must absolutely take place under an adequately high humidity. In addition to this, a syngenetic formation of loess and of soil proves the continuity in sedimentation of loess after the Eemian Interglacial time. A change might have taken place only as concerns the intensity of its accumulation.

In comparison with the data known from the area of Poland, the conclusions mentioned above may hardly be accepted. These facts prove that the loess accumulation was after the Eemian Interglacial non-continuous; on the contrary, it was for long interrupted during the Brörup Interstadial. This is proved by the results of palaeobotanical studies on the Brörup Interstadial climate in Poland (K. Birkenmajer, A. Środoń, 1960, A. Środoń, 1961, Z. Borówko-Dłużakowa, 1964, Z. Janczyk-Kopikowa, J. E. Mojski, 1964). The climate under consideration bore the properties of the interglacial climate, thus excluding an accumulation of loess. It should be assumed that in the western part of Poland and west of our state boundary, the climatic optimum of the Interstadial was characteristic mainly of an increase in humidity. On the contrary, to the east this part of the Interstadial was warmer and the period of climatic conditions favourable to more intense weathering processes was, within the eastern areas, characterized by features of more interglacial climate, and the period providing for creation of soil of an interglacial character was probably longer than in the western part of the area discussed. Hence, the reason of regional differentiation in genetical profile of the fossil soil of the Brörup Interstadial should be seen only in such a differentiation of climatic conditions.

Apart from that, the problem of dating the lower humus loess horizon, occurring above the Eemian Soils in the loess profiles of Thuringia and Saxony should also be explained. Because of its age younger than that of the Eemian Interglacial soil, and due to the fact that it is covered with the humus loess of the Brörup Interstadial, opinions concerning its formation at the Amersfoort Interstadial time may be accepted. It is, however, interesting that its equivalents in the loess profiles found in Poland and in the European part of the Soviet Union are unknown. It may be that the soil of the Amersfoort Interstadial was in these areas as a whole subject to weathering processes characteristic of the Brörup Interstadial. Such an assumption should, however, be confirmed by the detailed field and laboratory researches in the future.