

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN — POLONIA

VOL. XVIII, 4

SECTIO B

1963

Z Zakładu Geografii Fizycznej UMCS  
Kierownik: prof. dr Adam Malicki

Jerzy CEGŁA

**Porównanie utworów pyłowych kotlin karpackich z lessami Polski**

**Сравнение карпатских пылевых образований с лессами Польши**

**On the Origin of the Quaternary Silts in the Carpathian Mountains**

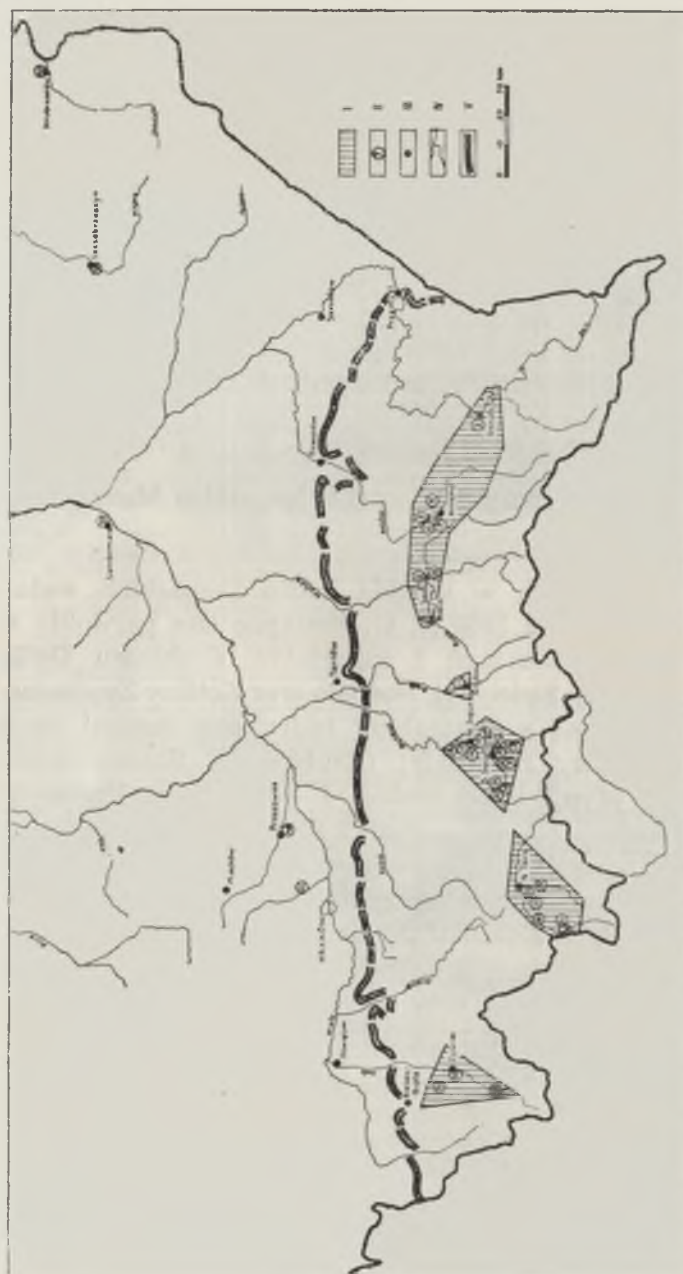
Badania utworów pyłowych w obrębie kotlin karpackich zostały rozpoczęte przez autora w roku 1960 (8, 9). Następne lata pozwoliły na zebranie większej ilości spostrzeżeń i materiałów z obszaru Dołów Jasielsko-Sanockich, Kotliny Sądeckiej, Podhala oraz Kotliny Żywieckiej. Uzyskane wyniki porównano z rezultatami badań nad lessami okolic Przemyśla, lessami Wyżyny Lubelskiej (Hrubieszów, Szczebrzeszyn), okolic Sandomierza, Wyżyny Miechowskiej i Płaskowyżu Proszowickiego (ryc. 1).

W trakcie prac terenowych dokonywano opisów odsłoneń, pobierano próby oraz analizowano położenie geomorfologiczne poszczególnych płatów utworów pyłowych w stosunku do form rzeźby. W laboratorium oznaczono skład granulometryczny osadów, zawartość węglanu wapnia oraz morfologię ziarn kwarcu. Dla części wybranych próbek wykonane zostały analizy minerałów ciężkich.

Opracowaniem laboratoryjnym objęto 180 próbek, pochodzących z 41 odsłoneń.

**I PROBLEM WYSTĘPOWANIA I GENEZY UTWORÓW PYŁOWYCH**

Pomimo, że w większości przypadków przyjmuje się jako pewnik dla lessu genezę eoliczną (zwłaszcza w Europie zachodniej), istnieje jeszcze wiele momentów niewyjaśnionych, dotyczących źródła materiału lessowego, środowiska jego sedymentacji, a nawet wieku. Zagadnienie komplikuje w znacznym stopniu fakt, że za lessy uważane są



Ryc. 1. I — obszary badań (area investigated), II — punkty badawcze (sampling places), III — miejscowości (localities), IV — rzeki (rivers), V — Próg Pogórze Karpackiego (Carpathian Upland Escarpment)  
 Nazwy punktów badawczych (sampling places): 1 — Zaśław, 2 — Sanok Gliniec, 3 — Korczyzna, 4 — Turaszówka, 5 — Odrzykoń, 6 — Ustrobna, 7 — Polanka Karol, 8 — Sobniów, 9 — Bieździadka, 10 — Biecz, 11 — Stróże, 12 — Białowoda, 13 — Rdziosłów, 14 — Bieczyce, 15 — Biegnice, 16 — Zawada, 17 — Biełowice, 18 — Barcice, 19 — Barcice, 20 — Przysietnica, 21 — Przysietnica, 22 — Przysietnica, 23 — Rytro, 24 — Jazowsko, 25 — Jazowsko, 26 — Jazowsko, 27 — Bór na Czerwonem, 28 — Nowy Targ, 29 — Rogoźnik, 30 — Podczerwone, 31 — Ciche Wielkie, 32 — Działisz, 33 — Rybarzowice, 34 — Żywiec, 35 — Miłówka, 36 — Pikulice, 37 — Hrubieszów, 38 — Szczepieszyn, 39 — Sandomierz, 40 — Zębocin, 41 — Raciborowice

utwory znacznie odbiegające swymi cechami od skały lessowej. Uwagi na temat niewłaściwej interpretacji takich osadów spotyka się w niektórych rozprawach (2, 13, 15, 29, 46, 62, 63) jednak większość autorów badających utwory pyłowe traktuje je niemal zawsze jako lessy typowe i przypisuje tym ostatnim cechy, które są obce tej skale. Takie postępowanie przy rozwiązywaniu bezsprzecznie trudnego problemu prowadzi do dalszych nieporozumień. Powstają ciągle nowe typy lessów, których niekiedy wymienia się dziesiątki (51, 57).

Zagadnienie lessu ma olbrzymią literaturę, której w tym miejscu nie sposób omówić.

Równoległe do szerokiej dyskusji poświęconej genezie i stratygrafii lessów prowadzona jest bardzo ożywiona dyskusja dotycząca utworów pyłowych wieku czwartorzędowego. Większość autorów za utwory pyłowe uważa osady o dużej zawartości frakcji 0,002—0,1 mm. Charakterystyczną cechą utworów pyłowych jest przewaga ziarn o średnicach większych od 0,02 mm. Występuje w nich także czasem duży udział frakcji drobnej, o średnicy mniejszej niż 0,01 mm. Czwartorzędowe utwory pyłowe występują powszechnie, wykazują znaczne zróżnicowanie w składzie mineralnym, miąższości i barwie. Przypisywana jest im różna geneza.

Na terenie Związku Radzieckiego poświęca się temu problemowi wiele uwagi. Stosuje się tam różne nazwy dla tych utworów, jak np. „gliny pyłowe”, „gliny lessopodobne”, „gliny pokrywowe”.

W roku 1896 N. M. Sibircew (70) omawia występowanie glin pyłowych w dolnych odcinkach dolin Oki i Kłazmy. Dla glin leżących na utworach morenowych w obszarach wododziałowych wymieniony autor przyjmuje genezę wietrzeniową. Pozostałe utwory lessopodobne uważa za osady złożone przez wody wypływające z topniejących lodowców.

Późniejsze lata przynoszą na obszarze ZSRR znaczny rozwój badań poświęconych temu zagadnieniu. Przegląd kilku ostatnich prac da jednak dostateczną możliwość zorientowania się w panujących obecnie poglądach odnośnie genezy utworów pyłowych.

A. I. Popow (56) w 1953 roku omawiając gliny pokrywowe płaskich obszarów Równiny Rosyjskiej dochodzi do wniosku, że utwory te powstały dzięki działaniu procesów niwacji. Do takiego stwierdzenia upoważniają autora między innymi obserwacje nad współczesnymi procesami niwacji w obszarach surowego klimatu. Omawiane przez A. I. Popowa gliny charakteryzują się wysoką zawartością frakcji pyłowej, dużą porowatością i słabo widoczną laminacją.

Teorię eoliczną reprezentuje między innymi I. N. Sałow (65). Daje temu wyraz w pracy poświęconej lessopodobnym glinom okręgu

smoleńskiego. Proces akumulacji eolicznej zachodził według niego w warunkach chłodnego i suchego klimatu, z bardzo małą ilością opadów.

Ciekawe poglądy ogłosił w 1955 roku W. S. G o w o r u c h i n (25). Twierdzi on, że w obszarach Subarktyki, gdzie na szeroką skalę występuje zjawisko tundry medalionowej, mamy do czynienia z powstawaniem pokryw pyłowych. Dzieje się to dzięki ruchom gleby pod wpływem rozmarzania i zamarzania oraz na skutek bardzo silnych napięć hydrostatycznych powstających w płynnej masie mineralnej wypełniającej szczeliny. Wymienione procesy przez swą rytmiczność i długotrwałość doprowadzają do rozdrobnienia ziarna, w wyniku czego skała podłoża zostaje przetworzona na gliny pokrywowe o charakterze lessowym.

Procesami powstawania utworów pyłowych w obszarach górskich ZSRR zajmował się I. N. S t i e p a n o w (74). Prowadził on badania w wysokich częściach Tian Szanu, w wyniku których stwierdza występowanie w 1 m<sup>3</sup> śniegu 1,0—2,5 kg pyłu o eolicznych cechach ziarna. Analizy mikroskopowe wykazały znaczne podobieństwo składu mineralogicznego materiału pyłowego z sąsiednimi skałami. Procesem doprowadzającym do wytworzenia się pyłu o cechach zbliżonych do lessu jest wietrzenie skał, głównie mechaniczne.

E. W. L w o w a (42) przyjmuje dla utworów lessopodobnych stepowej części Krymu genezę złożoną. Za przeważający czynnik twórczy autorka uważa sedymentację eoliczną. Duże jednak znaczenie miały także procesy eluwialne i deluwialne.

Interesująca dyskusja dotycząca utworów pyłowych Alaski prowadzona jest przez geologów amerykańskich. S. T a b e r (82, 83, 84, 85) uważa, że utwory pyłowe centralnej i północnej części Alaski mają genezę złożoną. Jest on zdania, że materiałem, z którego powstały utwory pyłowe, są skały miejscowe, zwłaszcza drobnoziarniste łupki z Fairbanks. Wietrzenie mrozowe rozdrobniło skałę, następnie produkty wietrzenia były transportowane po stokach i w dużej części wprowadzane w koryta rzeczne. Rzeki przenosiły zwietrzeliny na duże odległości, a także osadzały w czasie wylewów na terasach. Z wysuszonych rozlewisk rzecznych materiał był wywiewany na bliskie odległości. W ujęciu S. T a b e r a proces eoliczny nie odgrywał zasadniczej roli w całości kształcie procesu genetycznego utworów pyłowych. Autor ograniczył czynnik eoliczny przestrzennie i czasowo.

Przeciwny pogląd reprezentuje natomiast T. L. P e w e (54, 55). Według niego utwory pyłowe są wynikiem intensywnie działających procesów eolicznych. Tego samego zdania są R. F. B l a c k (4), F. W.

Trainer (88) oraz S. Rieger i R. L. Juve (60). A. Jahn (27) wypowiada się także raczej za koncepcją Pewego.

W pozostałej części Stanów Zjednoczonych w przeważającej większości przyjmuje się dla utworów pyłowych i lessów genezę eoliczną (1, 20, 21, 22, 23, 37, 50, 66).

Problemem utworów pyłowych w Polsce zajmowano się głównie przy opracowywaniu lessów. Prac konkretnie omawiających to zagadnienie jest niewiele. Ograniczę się tylko do krótkiego omówienia trzech pozycji.

B. Dobrzański i A. Malicki (13) badali uważane dotychczas za lessy utwory piaszczysto-pyłowe w okolicach Leżajska i Grodziska. Opracowano laboratoryjnie morenę i zalegające na niej utwory. Na podstawie otrzymanych wyników autorzy dochodzą do wniosku, że badane utwory nie są lessami, lecz reprezentują utwór pyłowy powstały z przekształcenia moreny. W pracy znajdujemy także omówienie różnic występujących pomiędzy lessami a utworami lessopodobnymi.

W 1952 roku J. Dylík (15) zabiera głos na temat utworów pyłowych występujących w Polsce środkowej. Oto najważniejsze momenty w pracy J. Dylíka:

1) utwory pyłowe, zbliżone swym wyglądem do lessu, nie są osadem eolicznym;

2) materiał frakcji pyłowej powstał na miejscu przy współdziałaniu dezintegracji i segregacji mrozowej;

3) obszary z rozwiniętymi pokrywami utworów pyłowych należy uważać za obszary skąd materiał był wywiewany na inne tereny i osadzany jako less.

Omawiając różnice i podobieństwa występujące pomiędzy lessem i utworem pyłowym J. Dylík pisze na str. 269: „Z wyglądu podobny jest on do lessu, jest pylasty i rozciera się w palcach, a obszary pokryte nim mają własną topografię podobną do topografii lessowej. Posiada również podobny skład mechaniczny i mineralogiczny. Głównym składnikiem jest kwarc i najczęstsza jest w nim frakcja charakterystyczna dla lessu.

Są jednak i bardzo znaczne różnice. Utwory pylaste w okolicach Łodzi posiadają wyraźną domieszkę materiału grubszego, większych ziarn, a nawet zawierają w swej masie pojedyncze „głaziki”.

W bardzo przekonujący sposób A. Jahn (29) udawadnia niesłuszność poglądów S. Macki odnoszących się do utworów pyłowych w Karkonoszach. S. Macko utwory pyłowe żółtego koloru, występujące

na wysokościach do 1400 m n.p.m. uważa za lessy. Według A. J a h n a utwory te powstały na drodze wietrzenia skał krystalicznych i powszechnie występują jako domieszki nawet w pokrywach blokowych. Zwiertzeliny karkonoskie nie są lesssem lecz zgodnie z poglądem W. Ł o z i ń s k i e g o (43) mogą być źródłem dostarczającym materiału dla lessów przedpola Karkonoszy. W zupełnej także zgodności z W. Ł o z i ń s k i m i A. D ü c k e r e m (14) jest przyjęcie procesu wietrzenia peryglacialnego jako procesu wytwarzającego frakcję pyłową.

Dokonany przegląd nie miał na celu dokładnego omówienia literatury problemu, lecz miał ukazać jego najistotniejsze momenty.

Przechodząc do omówienia literatury zajmującej się lessami i utworami pyłowymi w Karpatach, należy stwierdzić stosunkowo małą ilość opracowań tego zagadnienia. Zaznacza się to zwłaszcza w zestawieniu z całą bogatą literaturą geologiczną i geomorfologiczną Karpat. Drugi ważny fakt, to jeszcze mniejsza ilość opracowań mających za podstawę badania laboratoryjne. Przeważają prace o charakterze opisowym lub prace, w których interesujący nas problem zajmuje miejsce drugorzędne. Niemniej jednak pewna ilość autorów poświęciła swą uwagę temu zagadnieniu.

Druga połowa ubiegłego stulecia jest okresem, w którym zaczęto interesować się utworami pyłowymi Karpat. L. Z e j s z n e r (91) uważa powszechnie występujące w całych Karpatach oraz na ich przedpolu gliny za csad wód słodkich. E. T i e t z e (86) natomiast wypowiada się za eoliczną genezą utworu. Na poszczególnych arkuszach Atlasu Geologicznego Galicji autorzy znaczyli te utwory jako gliny mamutowe (löss), dyluwium oraz gliny dyluwialne (löss). W Ł o z i ń s k i (45) jako pierwszy stwierdza, że zwiertzelina fliszu karpackiego musi być brana pod uwagę jako utwór dostarczający materiału dla lessów. Cz. K u ź n i a r (41), który badał skład mineralogiczny utworów pyłowych w Karpatach, stwierdza, że są to przerobione przez procesy denudacyjne eoliczne lessy. Natomiast J. T o k a r s k i (87) w oparciu o analizy chemiczne i morfoskopowe dochodzi do wniosku, że na terenie Karpat występują lessy eoliczne. A. M a l i c k i (46) w swej pracy dotyczącej genezy lessów w Polsce bardzo ściśle wiąże lessy Polski południowej z fliszem karpackim. Wskazuje on zgodnie z dawną hipotezą W. Ł o z i ń s k i e g o (45) na warstwy krośnieńskie, które dają w wyniku wietrzenia produkt bardzo zbliżony do lessu.

Pozostałe pozycje literatury polskiej odnoszące się w całości czy tylko częściowo do lessów i pyłowych utworów karpackich, omówione zostaną przy opisie konkretnych odsłoneń.

## II WYSTĘPOWANIE UTWORÓW PYŁOWYCH W KOTLINACH KARPACKICH

Opisując występowanie utworów pyłowych na obszarze Karpat, będę wymieniał te ich cechy, które uważane są za typowe dla lessów. Jedną z najbardziej rzucających się w oczy cech makroskopowych utworów pyłowych jest barwa. Przy określaniu rodzaju zabarwienia napotykaamy jednak na liczne trudności. Pomijając już różnice w zabarwieniu wynikające z niejednakowej wilgotności skały, dla tego samego utworu wprowadza się często kilka różnych oznaczeń barw podczas badania go przez kilka osób (11).

Dla lessów za typową barwę uważana jest żółta lub słomkowożółta oraz ich odcienie o mniejszym lub większym natężeniu (11, 12, 20, 46, 67, 69, 87). Natężenie barwy zależy od zawartości żelaza, manganu, węglanów i humusu. W barwie utworów pyłowych z obszaru Karpat przeważają odcienie ciemniejsze przechodzące często w barwy jasnobrązowe, brązowe i ich pochodne. Utwory o barwie żółtej i jasnożółtej spotyka się rzadziej.

Łupliwość pionowa, która jest uważana za cechę charakterystyczną dla lessów, występuje także i w innych utworach. Na przykład często spotyka się ją w stropowych partiach glin morenowych, w tufach wulkanicznych, w zwietrzelinie ilów krakowieckich. Pionową łupliwość w terasowych piaskach dolnego Sanu miał możliwość obserwować autor wraz z S. Nakonecznym.

Występowanie kongrecji węglań wapnia w postaci tak zwanych „kukielek” lub „lalek” znane jest w zwietrzelinach ilów krakowieckich, w zwietrzelinach warstw krośnieńskich, wapieni kredowych oraz w piaskach wydmowych (10, 46).

W świetle powyższych uwag, wydaje się właściwsze podawanie wymienionych cech nie jako wyłącznie lessowych, ale jako występujących między innymi i w utworach lessowych.

## Doły Jasielsko-Sanockie

Przeważająca część obszaru Dołów zbudowana jest z łupków i piaskowców krośnieńskich. Jedynie w kilku miejscach na ich obrzeżeniu (na N i NE od Sanoka, koło Krosna i na N od Jasła) występują cienkie wiązki łupków menilitowych z rogowcami, łupki i piaskowce hieroglify oraz łupki i piaskowce kredowe (59).

Na obszarze Dołów Jasielsko-Sanockich dominującą formą rzeźby są rozległe poziomy teras nadzalewowych (32) oraz łagodnie nachylone stoki wyższych partii, które oddzielają poszczególne obniżenia składające się na całość Dołów. Bardziej strome są zbocza wzniesień stanowiących

północne i południowe granice obniżenia oraz w kilku przypadkach zbocza wąskich, wysokich grzbietów występujących koło Sanoka i pomiędzy Krosnem a Korczyną. Cały obszar pokrywają utwory czwartorzędowe. Do najpospoliciej występujących należy zaliczyć utwory pyłowe i pyłowo gliniaste. Uwzględniając położenie morfologiczne tych utworów należy je podzielić na dwie grupy: 1) występujące na stokach, oraz 2) budujące stropowe partie akumulacyjnych serii terasowych. Taki podział utworów pyłowych zaznacza się wyraźnie we wszystkich kotlinach karpackich.

Utwory pyłowe na stokach posiadają duże zróżnicowanie miąższości. Zaznacza się to zarówno pomiędzy poszczególnymi stokami jak i w obrębie jednej tego rodzaju formy. Przeważnie można stwierdzić następujący układ: w górnej części stoku — materiał o cechach eluwium, przy małej miąższości (średnio 0,8 m), dużej zawartości okruchów skał podłoża i braku wysortowania. W środkowej części stoku następuje wzrost miąższości (średnio do 1,2 m), zaznacza się słabe wysortowanie, zmniejsza się ilość okruchów fliszowych. W dolnej części stoku miąższość utworów przekracza niekiedy 3 m. Przeważa materiał pyłowy, widoczna jest laminacja równoległa do stoku, sporadycznie występują odłamki fliszu (np. Sanok Glinice).

Zaznacza się wyraźna zależność wykształcenia tych utworów od długości i kształtu stoku. Przy stokach dłuższych (ponad 1 km) utwory wyglądają jak w przypadku powyżej omówionym (Sanok Glinice). Przy stokach krótkich deluwia są zawsze słabiej wysortowane i zawierają duże domieszki materiału okruchowego.

Utwory pyłowe na terasach nadzalewowych różnią się od stokowych większą miąższością i lepszym wysortowaniem. Zgodnie z danymi M. Klimaszewskiego (32) najlepiej wykształcone utwory pyłowe występują na poziomie znacznym przez tego autora jako „Poziom II (+ less)”. W odcinkach dolin Sanu, Wiśłoka, Wiśłoki i Jasiołki przypadających na obszar Dołów Jasielsko-Sanockich poziom ten ma znaczne rozprzestrzenienie i przykryty jest wszędzie utworami o miąższości 4—7 m.

Przykład tego typu utworów występuje w cegielni Zasław leżącej na terasie Sanu u ujścia Osławy. Mamy tu siedmiometrową serię utworów pyłowych leżących na żwirach rzecznych. Na głębokości 4 metrów seria ta przedzielona jest 10 centymetrową warstwą koncentracji związków żelaza i manganu. Ponad tą warstwą zalega materiał pyłowy, jasnożółty, pionowo spękany, zaś poniżej — materiał pyłowy z domieszką iłu, plastyczny, barwy szarej i niebieskiej. W okolicach Krosna na terasach nadzalewowych Wiśłoka i jego dopływów utwory pyłowe występują zwartymi płatami. Najczęstsze są utwory,



które zalegają na terasowym poziomie II, który w tej okolicy ma wysokość 8—12 m nad poziomem Wisłoka. Na terasie tej występują doły eksploatacyjne cegielni w Polance Karol i Turaszówce. Ukazują one serie utworów pyłowych i pyłowo-glinastych barwy żółto-brunatnej o miąższości 2,9—5,6 m (średnio 4,0 m). Leżą one zawsze na żwirach rzecznych nadbuduwujących cokół skalny. Do tego samego typu utworów terasowych należy zaliczyć osady pyłowe okolic Odrzykonია i Ustrobnej. W Odrzykoniu materiał pyłowy zawiera znaczne domieszki łu, natomiast utwory w Ustrobnej są bardziej piaszczyste, a także bardziej porowate w porównaniu z poprzednimi.

Wglądu w strukturę stokowych utworów pyłowych dostarczają odsłonięcia w cegielniach Korczyny, Biecza i okolic Jasła. W Korczynie miąższość tych utworów wynosi 4,6 m. Leżą one na łupkach i piaskowcach krośnieńskich. Flisz przechodzi w nadległy pokład pyłowy stopniowo przez drobny rumosz i gruboziarnisty piasek. W całej tej serii część stropowa ma barwę żółtą, nieregularnie zaznaczone smugowanie poziome i bardzo wyraźną łupliwość pionową. Część środkowa, to utwór również pyłowy ale ze znaczną domieszką frakcji ilastej, barwy popielatej, ze słabo rozwiniętymi pierścieniami Lieseganga. W dolnej części odkrywki materiał pyłowy ma domieszkę drobnoziarnistego piasku oraz liczne konkrecje  $\text{CaCO}_3$ .

Odsłonięcie to było badane w 1928 roku przez J. Tokarskiego (87). Na podstawie analiz chemicznych i mineralogicznych autor ten dochodzi do wniosku, że materiał z Korczyny jest analogiczny z lessami okolic Lwowa. H. Świdziński i J. Wdowiarz (81) określają utwory z Korczyny jako produkty wietrzenia skał miejscowych. Tego samego zdania jest autor, opisując wyniki badań z roku 1961 (8).

Na szczególną uwagę zasługuje odsłonięcie w cegielni w Bieczu. Na zapadających pod kątem  $50^\circ$  warstwach łupków i łożupków krośnieńskich leży żółty materiał pyłowy o miąższości do 3,0 m. W stropowych wyrstwach zaznaczone są struktury spływów soliflukcyjnych. Mamy w tym przypadku do czynienia z typowym profilem wietrzeniowym. Występuje stopniowe przejście od litych i niezwiertzałych ławic, poprzez nadwietrzałe łupki, łożupki i piaskowce oraz ich rumosz, aż po ostateczny produkt wietrzenia — utwór pyłowy. Należy dodać, że utwór ten jest makroskopowo bardzo podobny do lessu. Podobieństwo to wyraża się w żółtej słomkowej barwie, dużej porowatości oraz występowaniu konkrecji węglanu wapnia. Omawiane odsłonięcie występuje na zboczu suchej dolinki uchodzącej do doliny Ropy. Nachylenie zbocza wynosi  $10^\circ$ . Utwory pyłowe z Biecza uważane były w dotychczasowych badaniach za typowe zwiertzeliny warstw krośnieńskich (8, 46).

Inny nieco typ przedstawiają zwietrzeliny występujące w okolicach Jasła. W cegielni Sobniów na piaskowcach i łupkach górno krośnieńskich leżą zwietrzeliny pyłowe o miąższości do 3,5 m. Są to utwory o barwie żółto-popielatej, zawierające w swojej masie okruchy piaskowców oraz dużo blaszek miki. W cegielni Bieździadka na serii oliwkowych i zielonkawych łupków oraz piaskowców krośnieńskich występują utwory pyłowe o miąższości do 2 m. Łupki są silnie ilaste i wapniste. Drobnopiękne piaskowce zawierające dużo blaszek miki, w procesie wietrzenia przetwarzają się na bardzo drobny piasek. W sumie, zwietrzelina łupków i piaskowców daje utwór pyłowy barwy brunatnej, miejscami z odcieniem zielonkawym i o dużej zawartości miki.

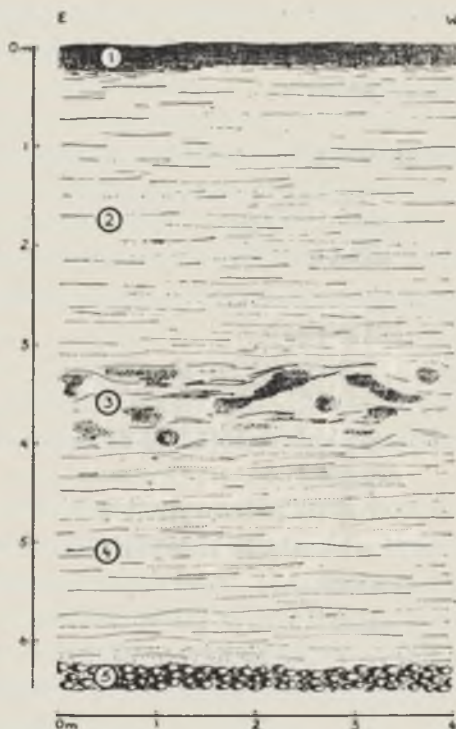
### Kotlina Sądecka

Bardzo wyraźna morfologicznie forma, o wysokości dna około 300 m n.p.m. W budowie geologicznej przeważający udział bierze flisz serii magurskiej. Są to piaskowce, łupki i margle magurskie oraz podmagurskie, belowskie i hieroglifowe. Północno-zachodnią część obrzeżenia kotliny budują łupki i piaskowce inoceramowe, a także piaskowce i łupki warstw grybowskich. W dnie kotliny w kilku miejscach odsłonięty jest miocen, wykształcony w postaci piasków i ilów.

Płaskie poziomy terasowe dna Kotliny Sądeckiej silnie kontrastują ze stokami wzniesień i pasm stanowiących zbocza kotliny. Dunajec, Poprad i Kamienica wytworzyły bardzo wyraźnie rozwinięty system teras nadzalewowych. Idąc od dna występują kolejno (32, 35): współczesny kamieniec, terasa bałtycka z pokrywami holocenijskimi, następnie terasa niska zlodowacenia ostatniego o wysokości 6—7 m nad poziom rzek. Ponad nią leży terasa średnia (zlodowacenie środkowopolskie) o wysokościach: w Jazowsku 26 m, w Starym Sączu 16 m, w Dąbrówce i Biegonicach 18 m, w Nowym Sączu 13 m. Terasa wysoka datowana na zlodowacenie krakowskie zajmuje najmniejsze fragmenty. Jej wysokość ponad dna rzek i kotliny wynosi: koło Jazowska 80 m, w Kotlinie Sądeckiej 90 m.

Utwory pyłowe w obrębie Kotliny Sądeckiej występują najpowszechniej na terasie średniej, środkowopolskiej. Są to serie najpełniej wykształcone, o największej miąższości. Przykładowo zostaną omówione terasowe utwory pyłowe z Zawady, Bielowic, Biegonic i Jazowska oraz ze Stróż koło Grybowa. Dwa ostatnie stanowiska leżą poza Kotliną Sądecką i są punktami uzupełniającymi.

Wyrobiska cegielni Zawada leżą na średniej terasie nadzalewowej Kamienicy, która w tym miejscu ma wysokość względną 17 m. Ponad sześciometrowa seria utworów pyłowych leży w tym miejscu na zwi-



Ryc. 2. Odsłonięcie utworów pyłowych w Zawadzie (pkt. 16); 1 — gleba współczesna; 2 — materiał pyłowy, delikatnie warstwowany; 3 — materiał plastyczny, ze smugami i plamami niebieskimi, czerwonymi i fioletowymi; 4 — materiał pyłowy, delikatnie warstwowany; 5 — żwiry rzeczne

Exposure of silts. Zawada (No 16); 1 — soil; 2 — finely laminated silt; 3 — banded plastic argillaceous deposit with patches differing in colour (red, blue, violet); 4 — finely laminated silt; 5 — river gravels

rach rzecznych (ryc. 2). Mniej więcej w połowie wysokości odkrywki widoczna jest 60—70 centymetrowa warstwa ze znaczną zawartością frakcji drobnej (bardzo plastyczna). Warstwa ta wykazuje wyraźną zmienność w barwie. Na brunatnym lub popielatym tle występują liczne plamy i smugi koloru niebieskiego, granatowego, fioletowego, zielonego, pomarańczowego oraz rdzawego i czerwonego. W wielu miejscach zaznaczają się skupiska pierścieni Lieseganga. Horyzonty pyłowe leżące powyżej tej różnobarwnej warstwy są płytko, pionowo spękane. Natomiast utwór spągowy wykazuje słabo zaznaczoną, nieciągłą, poziomą laminację. Barwa materiału pyłowego, leżącego nad i pod rozdzielającą warstwą, jest żółto-brunatna.

W Bielowicach 2,5 m utworów pyłowych leży na ilastych glinach i iłach mioceńskich. W obrębie czwartorzędowych utworów pyłowych

widoczne są szczeliny, wypełnione materiałem otaczającym. Długość szczelin dochodzi do 1 m, największe rozwarście wynosi 15 cm. Analogiczne formy z terenu Słowacji opisują J. Pelisek (53) i O. Stehlik (73). Autorzy ci uważają je za kliny peryglacjalne i na podstawie ich występowania w analogicznych sytuacjach morfologicznych (terasy rzeczne nadbudowane lessem — według autorów) przeprowadzają stratygrafię od interglacjału Riss-Würm, do Würm 3. Materiał obserwacyjny zebrany z terenu kotlin Karpat polskich nie upoważnia jednak do takiej interpretacji. Należy przyjąć, że struktury tego typu są szczelinami wysychania lub szczelinami po korzeniach.

W cegielni Biegonice, położonej na zboczu małej dolinki (nachylenie zbocza 8—12°), rozcinającej średnią terasę Dunajca w miejscu gdzie forma ta dochodzi do stoku kulminacji 372 m n.p.m. istnieje odsłonięcie o głębokości 15 m i długości 80 m. Pozwala ono na prześledzenie zmienności profilu w kierunku pionowym i poziomym.

We wschodniej części odsłonięcia kolejność warstw jest następująca: pod warstwą gleby współczesnej leży ośmiometrowa seria żwirowo-piaszczysto-gliniasta. Udział żwirów ku górze maleje wraz ze zmniejszaniem się ich średnicy. W stropowych partiach średnica ta wynosi do 5 cm, ku dołowi wzrasta do 15 cm. Ilość materiału piaszczystego, a zwłaszcza pyłowego, jest większa w części stropowej. Całość tej serii spoczywa na ławicy żwirowej o grubości 10—40 cm. Żwiry spągowe silnie żelazowane i zementowane związkami żelaza, leżą na piaskach i iłach miocénskich. W zachodniej części odkrywki profil wygląda zupełnie inaczej. Bezpośrednio na iłach miocénskich zalegają utwory pyłowe barwy rdzawopopielatej o miąższości 2,5 m. Zaznaczają się w nich cienkie wkładki drobnego piasku. Na długości 80 metrów zanikają żwiry i utwory czwartorzędowe reprezentowane są jedynie przez materiał pyłowy.

Omówiony profil rzuca światło na charakter procesów, które złożyły się na powstanie opisanych utworów. W tym przypadku działały głównie procesy splukiwania i wymywania drobnego materiału, który osadzony został w niższych położeniach.

Poza obrębem Kotliny Sądeckiej przebadano zespół odsłonień w miejscowości Jazowsko w dolinie Dunajca. W cegielni w Jazowsku występuje u stropu materiał pyłowy, który przechodzi następnie ku spągowi w iły. Procent części iłowych wzrasta stale w obrębie odsłonięcia wraz z głębokością. Ulega też zmianie barwa, która od żółtobrunatnej w stropie poprzez odcienie brunatne, rdzawe, pomarańczowe i popielate zmienia się na ciemnoniebieską u dołu. Miąższość całego odsłonięcia

wynosi 3,5 m. Widoczne są wkładki humusowe, oraz w częściach spągowych okruchy piaskowców.

Poniżej cegielni, koło kościoła w Jazowsku, na środkowopolskiej terasie Dunajca leżą na żwirach utwory pyłowe barwy żółtej, które zawierają żwirki i okruchy fliszowe. Grubość pokrywy pyłowej waha się w tym miejscu od 2,0—3,5 m (ryc. 11). Ten sam typ utworu występuje w odkrywce koło drogi. Materiał pyłowy leży tu na czterometrowej serii żwirów rzecznych, które nadbudowują cokół skalny terasy Dunajca.

W literaturze istnieje kilka wzmianek o występowaniu omawianych utworów w okolicach Jazowska. W. S z a j n o c h a (78) opisuje zaleganie gliny „lessowatej” na siwej, zwietrzelinowej glinie zawierającej domieszki gruzu. M. K l i m a s z e w s k i (32) wymienia pośród utworów czwartorzędowych w Jazowsku także żółte, pylaste gliny noszące cechy lessowe.

Interesujący profil występuje w Stróżach koło Grybowa. Na terasie nadzalewowej Białej Dunajcowej zalega 3,5 metra utworu pyłowego barwy żółtobrazowej. Podścielone są one plastycznym materiałem ilastym o kolorze popielatoniebieskozielonym i miąższości 0,8—1,3 m. Niżej na żwirach rzecznych zalega dwumetrowa warstwa materiału gliniastego z domieszką drobnego piasku. Wyraźnie zaznaczająca się dwudzielność serii pyłowej upodabnia ten profil do stanowisk w Zawadzie i Zaslawiu.

Stokowe utwory pyłowe wykazują wyraźne zróżnicowanie. W górnych, bardziej stromych (nachylenie powyżej 20°), podszczytowych partiach stoków rozwinięte są pokrywy gruzowe, jak np. na południe od leśniczówki Przysietnica. Przeważają tu bloki piaskowca magurskiego często o średnicy do 60 cm i materiał okruchowy. Materiał pyłowy stanowi zaledwie domieszkę w ilości średnio 15%. Z tych pokryw następuje wynoszenie (wypłukiwanie) materiału drobnego, który następnie osadzany jest w niższych częściach stoków.

Inny typ utworów stokowych występuje w niższych położeniach, odpowiadających mniej więcej środkowym, często przyplaszczonym odcinkom stoków. W takich położeniach spotyka się materiał pyłowy o miąższości 1—3 m, zawierający w swej masie drobne okruchy fliszu. Przykłady tego typu utworów można znaleźć w Biczycach, Rytrze, między Przysietnicą i Barciami oraz w samych Barcicach. Do największych miąższości dochodzą utwory pyłowe, które zalegają w dolnych odcinkach stoków, względnie na spłaszczeniach podstokowych. W takich położeniach materiał drobny wykazuje najlepsze wysortowanie. Przykład: cegielnia w Barcicach, gdzie występuje dwudzielna seria utworów pyłowych. Część górna o miąższości 1 m, barwy żółtobrazowej, materiał

związły. Poniżej, prawie poziomo warstwowany utwór pyłowy z domieszką ilu, wykazujący znaczną plastyczność. Barwa brązowordzawa. Poziom ten pocięty jest siecią szczelin analogicznych do form z Bielowic.

Interesujące jest odsłonięcie utworów pyłowych w Rdziostowie koło Marcinkowic (w dolnej części stoku wzniesienia Szcząb 489 m n.p.m. zbudowanego z kredowych łupków i piaskowców inoceramowych). Utwór pyłowy o grubości 7 m jest makroskopowo bardzo podobny do lessu. Materiał barwy żółtej i żółto-brązowej wykazuje znaczną porowatość. Bardzo wyraźna pionowa łupliwość oraz drobne formy erozyjne rozwinięte w materiale pyłowym potęgują znaczne podobieństwo fizjonomiczne z lessem (ryc. 12).

### Podhale

Materiały zebrano na Pogórzu Gubałowskim, u podnóża zachodniej części Pasa Skalicowego oraz w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej.

Pyłowe pokrywy Pogórza Gubałowskiego osiągają maksymalnie do 2,5 m miąższości. Zawierają one prawie zawsze okruszy fliszowe. Materiał pyłowy w ich masie stanowi średnio 70 %. Charakterystyczną cechą tych utworów jest ich dwudzielność. Wyraża się ona występowaniem w stropowych partiach odsłoneń materiału mniej związłego o strukturze „gruzełkowatej” (podobieństwo do gruzełkowatej struktury gleb) i barwach żółto-brązowych. Dolne części profilów wykazują większe zawartości cząstek ilastych, przy czym zailenie wzrasta ku spągowi stopniowo (odsłonięcie w Dzianiszu) lub od pewnej głębokości nagle (odsłonięcie w Cichym Wielkim).

W Rogoźniku, u podnóża Pasa Skalicowego, w terasie nadzalewowej potoku Wielki Rogoźnik odsłaniają się między innymi utwory pyłowe. Część stropowa terasy pokryta jest utworem barwy żółtej i żółtopopielatej z dość wyraźnie zaznaczoną łupliwością pionową (ryc. 13). W masie drobnego materiału tkwią rzadko rozmieszczone ostrokrawędziste okruszy wapieni jurajskich i piaskowców fliszowych. Miąższość stropowej części tej serii wynosi 1—1,1 m. Od tej głębokości zaczyna wzrastać ilość materiału okruszowego i otoczków. Tkwią one w utworze pyłowym z wyraźną domieszką frakcji grubszej oraz o ciemniejszej barwie. Całość spoczywa na ilach, które z kolei leżą na żwirach rzecznych. Strop ilów występuje na głębokości 3,2 m od powierzchni terasy. Tego rodzaju następstwo warstw stwierdzić można na całej długości terasy Wielkiego Rogoźnika. Profil w Rogoźniku opisał L. Zejszner w 1851 roku (91). Zejszner już wówczas stwierdza dwudzielność utworów terasowych, która między innymi podkreślona jest także zmianą zabarwienia. Według Zejsznera „gliny” górne mają barwę

żółtą, dolne niebieskoszarą. Jako dolne „gliny” L. Zejszner określił serie mułowo-ilaste leżące na żwirach. Według niego utwory z Rogoźnika mają być osadem aluwialnym.

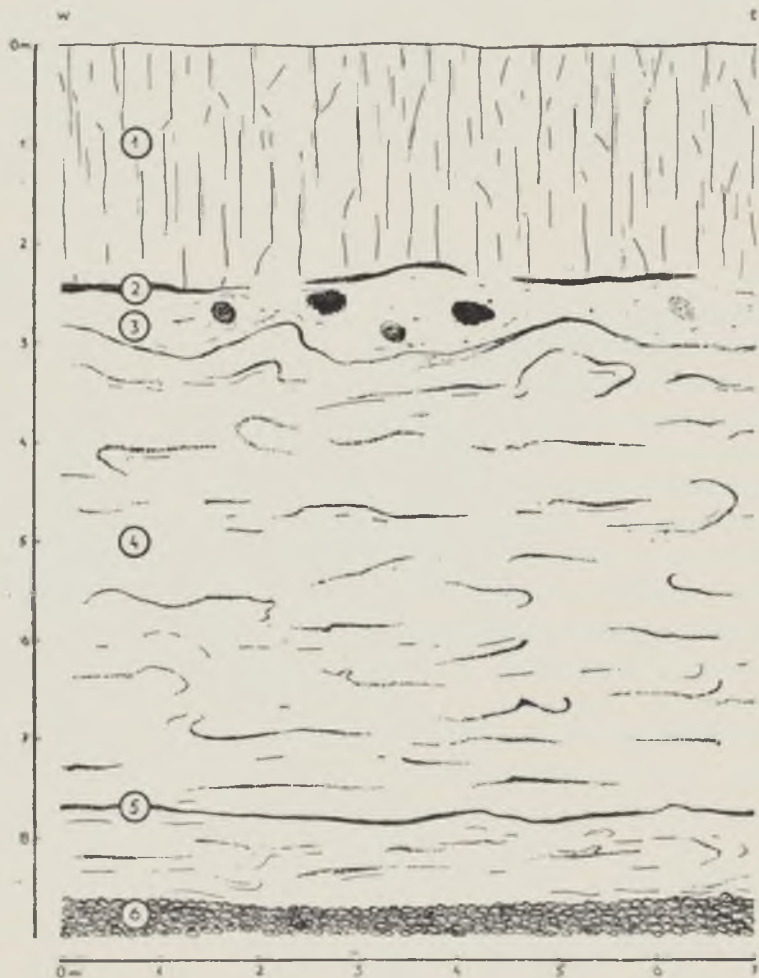
W Kotlinie Orawskiej leżącej na zachód od linii Szaflary — Ludzi-  
mierz (31,33), na jej wschodnich peryferiach dobrze rozwinięte pokrywy  
utworów pyłowych leżą na terasie Czarnego Dunajca. Od miejsca zwa-  
nego „Pod Szubienicą” (na północ od Podczerwonego) do Koniówki, na  
serii żwirów dunajcowych, leży utwór pyłowy o miąższości 1—2 m.  
Jest to materiał barwy ciemnożółtej, z dużą zawartością miki. Bardzo  
wyraźnie zaznacza się pionowa łupliwość w obrębie tych utworów,  
które makroskopowo w znacznym stopniu przypominają less.

Omawiane utwory występują powszechnie w Kotlinie Nowotarskiej  
na pięknie rozwiniętym systemie terasowym Dunajca. W najpełniejszym  
wykształceniu pokrywają one III poziom terasowy — terasę bałtycką  
(32, 35) na południe od Nowego Targu (ryc. 14). Utwór pyłowy dzielący  
się na dwa horyzonty występuje na 11 metrowej serii żwirowej (35)  
Białego Dunajca w okolicy Boru na Czerwonym. Horyzont górny  
żółto zabarwiony z dość wyraźną łupliwością pionową, wykazuje zatarte  
warstwowanie poziome. Horyzont dolny, to materiał pyłowy bardziej  
zwięzły i subtelnie poziomo warstwowany, bez zaznaczającej się łupli-  
wości. Prawie identyczne odsłonięcie istnieje na bałtyckiej terasie  
Czarnego Dunajca w Nowym Targu. Natomiast w cegielni w Nowym  
Targu (położonej także na terasie bałtyckiej) odsłania się profil o innym  
wykształceniu. Mianowicie w stropie zalega materiał pyłowy barwy  
żółtobrazowej z naciekami  $\text{CaCO}_3$  o miąższości 1 m. Niżej materiał  
pyłowy z wyraźną domieszką iltu, z zaznaczonymi brunatnymi plamami,  
miąższość 1 m. Najniżej już na żwirach rzecznych, leży trzeci horyzont  
materiału pyłowego, plastycznego, z rdzawymi plamami. Cała trzy-  
metrowa pokrywa jest dobrze odsłonięta na przestrzeni 400 m. Omawiane  
utwory jako „loes i glina ze żwirami u spodu” były znaczone przez  
W. Uhliga (90) na arkuszu „Nowy Targ i Zakopane” Atlasu Geolo-  
gicznego Galicji. Tenże autor wyraża pogląd, że less pokrywa duże  
obszary Kotliny Orawsko-Nowotarskiej (90).

### Kotlina Żywiecka

W budowie geologicznej kotliny i jej obrzeżenia biorą udział skały  
serii podśląskiej, płaszczowiny śląskiej i magurskiej. Bardzo silne  
zróżnicowanie litologiczne przejawia się w występowaniu różnie wy-  
kształconych łupków, margli, drobno i gruboziarnistych piaskowców,  
zlepieńców i rogowców.

Na powierzchni szeroko rozwiniętej w obrębie kotliny wysokiej terasy nadzalewowej (18—24 m) występują zwartym płatem pokrywy utworów pyłowych. Można je prześledzić w ceglarniach w Żywcu i Rybarnowicach. Odsłonięcia, odległe od siebie o około 9 km, są charakterem



Ryc. 3. Odsłonięcie utworów pyłowych w Żywcu (pkt. 34); 1 — materiał pyłowy, pionowo spękany, barwy żółtej; 2 — rdzawa warstwa orsztynowa, o miąższości 1—10 cm; 3 — materiał plastyczny, sino-niebieski z pierścieniami Lieseganga; 4 — materiał ze smugami i warstewkami koloru rdzawego; 5 — czarna warstwa zabarwiona manganem, o miąższości 1—4 cm; 6 — żwiry rzeczne

Exposure of silts. Żywiec (No 34); 1 — yellow silt with vertical fractures; 2 — layer enriched in iron compounds (1—10 cm); 3 — argillaceous sediments with Liesegang rings; 4 — layer with rusty bands and laminae; 5 — dark sediment with Mn compounds; 6 — river gravels



osadów bardzo podobne. Utwory pyłowe w obydwu przypadkach mają miąższość 8—10 m. Część górna serii pyłowej, to horyzont materiału żółtego, pionowo spękanego (ryc. 15), zalegającego do głębokości 2,5—3,0 m. Pionowe spękania w utworach pyłowych Kotliny Żywieckiej są słabiej rozwinięte niż w pokrywach lessowych (ryc. 16). Poniżej leży materiał, w którym widoczne są poprzerywane i pozaginane smugi i warstewki koloru rdzawego. Na głębokości 8 m w Żywcu, a 10 m w Rybarzowicach zalega strop żwirów rzecznych. Należy zwrócić uwagę na występujący wyraźnie zwłaszcza w Żywcu poziom materiału bardziej plastycznego, o barwie sinoniebieskiej z pierścieniami Lieseganga. W stropie tego poziomu, na głębokości 2,5 m, występuje warstwa orsztynowa. Dzieli ona profil na dwie części: górną barwy żółtej, pionowo spękaną oraz dolną, popielatą, bardziej zwięzłą (ryc. 3).

W dolinie Soły, powyżej Kotliny Żywieckiej, istnieje szereg odkrywek, które dają wgląd w budowę pokryw pyłowych występujących na stokach. W okolicy Milówki, w dolnej partii stoku wzniesienia Prusów (1009 m n.p.m.), leżą utwory pyłowe o miąższości 2,5 m. Jest to materiał barwy żółtej, pionowo spękany, bezstrukturalny, dający w rozcięciach erozyjnych pionowe ścianki. W masie pyłowej występują rzadko rozmieszczone okruchy piaskowca magurskiego, z dużą zawartością glaukonitu. Materiał pyłowy z Milówki reprezentuje utwory tego typu występujące w dolinie Soły powyżej Kotliny Żywieckiej.

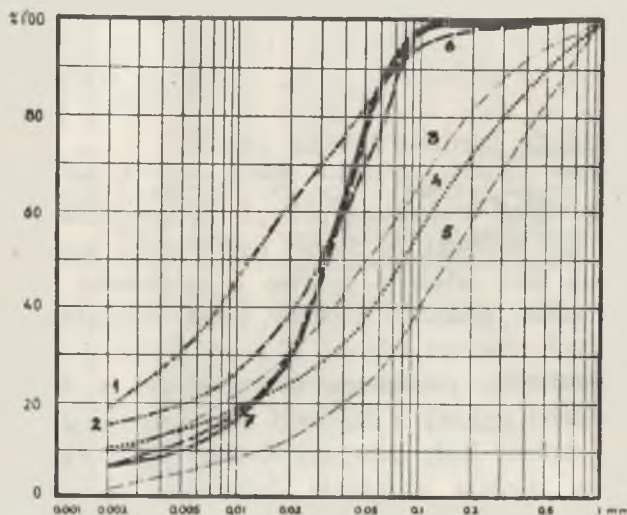
W literaturze istnieją wzmianki dotyczące omawianych utworów Kotliny Żywieckiej i jej sąsiedztwa (5, 38, 39). Ostatnio E. S t u p n i c k a (76) przebadła kilka stanowisk z terenu Pogórza Cieszyńskiego, Beskidów Śląskich i Kotliny Żywieckiej. Autorka dochodzi do wniosku, że utwory nazywane przez nią „glinami lessowatymi” powstały: „...na drodze wtórnych przemian osadów gliniastych zwietrzelinowych” (76, str. 260).

### III BADANIA LABORATORYJNE

Próbki do analiz w profilach o większej miąższości utworów pobierane były z każdej odmiennej warstwy. Zawsze w takich przypadkach pobierano również materiał z poziomu objętego współczesnymi procesami glebowymi, dla ewentualnego uchwycenia zmian wynikających z ich działania. Przy profilach o mniejszej miąższości (około 1 m), w których materiał był jednorodny, brano tylko jedną próbkę, wychodząc z założenia, że reprezentuje ona całą warstwę będącą w zasięgu działania procesów glebowych. Uwzględniano także wpływ czynników atmosferycznych działających na ścianki odsłonięć, biorąc próbki po dokładnym i głębokim oczyszczeniu ścian.

## Skład granulometryczny

Oznaczano metodą Cassagrande-Prószyńskiego (wyniki patrz tab. I). Dość wyraźna różnica zaznacza się w składzie granulometrycznym utworów leżących na stokach i na terasach. W pierwszych przeważają frakcje grubsze i uwidacznia się słabsze wysortowanie (ryc. 4, krzywe 3, 4, — utwory na stoku, ryc. 5; krzywa 2, 3, 4 — utwory na terasie). W materiale stokowym występują częściej niż w utworach terasowych

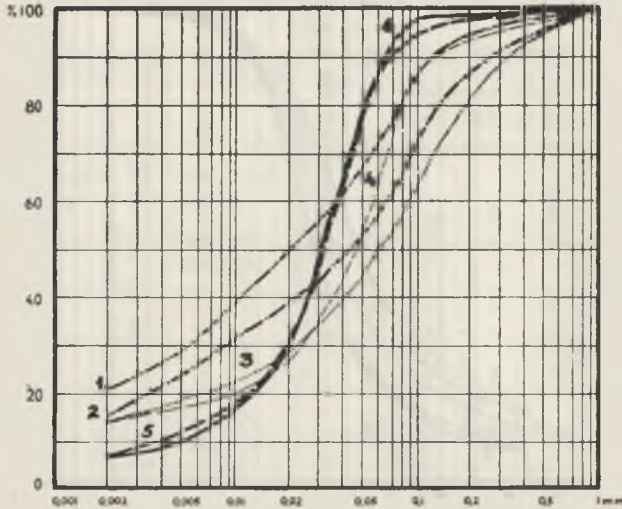


Ryc. 4. Uziarnienie utworów pyłowych; 1 — Białowoda — materiał z dna jez. Rożnowskiego; 2 — Rdziostów — utwór stokowy; 3 — Rytro — utwór stokowy; 4 — Barcice — utwór stokowy; 5 — Przysietnica — utwór stokowy; 6 — Szczepreszyn — less; 7 — Sandomierz — less

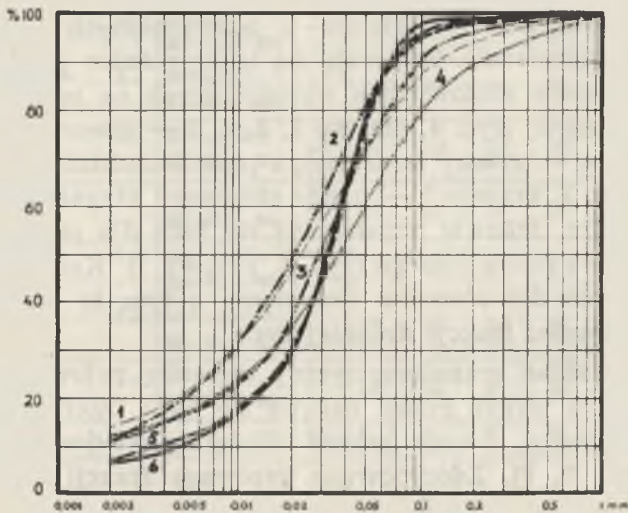
Granulometric composition; 1 — Białowoda — bottom sediment from the Rożnow lake; 2 — Rdziostów — slope silt; 3 — Rytro — slope silt; 4 — Barcice — slope silt; 5 — Przysietnica — slope silt; 6 — Szczepreszyn — loess;

7 — Sandomierz — loess

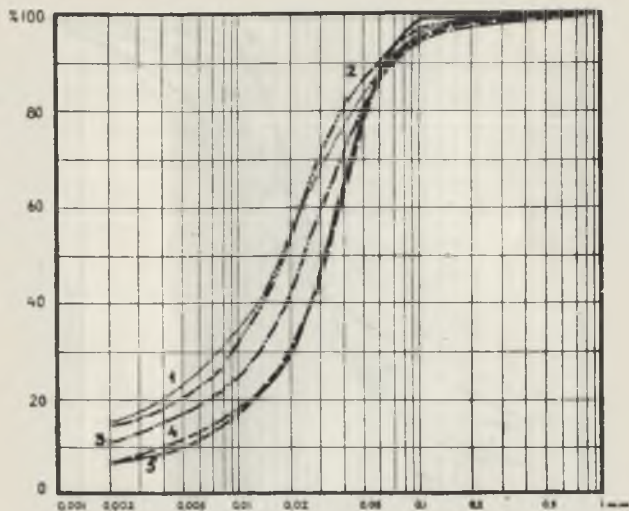
części szkieletowe (o średnicy większej niż 1 mm). Przy porównaniu utworów z poszczególnych kotlin widoczne są bardzo wyraźne różnice w składzie granulometrycznym. Różnice te zaznaczają się zwłaszcza pomiędzy Kotliną Sądecką z jednej strony, a Podhalem i Kotliną Żywiecką z drugiej. Krzywe kumulacyjne dla utworów pyłowych dwóch ostatnich kotlin wyraźnie odbiegają kształtem od utworów Kotliny Sądeckiej (ryc. 4, 5, 6, 7). Widoczne duże zróżnicowanie w składzie granulometrycznym w obrębie utworów pyłowych Kotliny Sądeckiej (ryc. 4, 5) zanika w znacznym stopniu w przypadku utworów z Podhala i Kotliny Żywieckiej. Zaznacza się tu podobieństwo składu granulometrycznego



Ryc. 5. Uziarnienie utworów pyłowych; 1 — Jazowsko ceg. — utwór stokowy; 2 — Jazowsko k/kość. — utwór stokowy; 3 — Jazowsko k/drogi — utwór stokowy; 4 — Bielowice — utwór terasowy; 5 — Szczepieszyn — less; 6 — Sandomierz — less  
 Granulometric composition; 1 — Jazowsko — slope silt; 2 — Jazowsko — slope silt; 3 — Jazowsko — slope silt; 4 — Bielowice — terrace silt; 5 — Szczepieszyn — loess; 6 — Sandomierz — loess



Ryc. 6. Uziarnienie utworów pyłowych; 1 — Podczerwone — utwór terasowy; 2 — Nowy Targ — utwór terasowy; 3 — Bór na Czerwonym — utwór terasowy; 4 — Rogoźnik — utwór terasowy; 5 — Szczepieszyn — less; 6 — Sandomierz — less  
 Granulometric composition; 1 — Podczerwone — terrace silt; 2 — Nowy Targ — terrace silt; 3 — Bór na Czerwonym — terrace silt; 4 — Rogoźnik — terrace silt; 5 — Szczepieszyn — loess; 6 — Sandomierz — loess



Ryc. 7. Uziarnienie utworów pyłowych; 1 — Milówka — utwór stokowy; 2 — Rybarzowice — utwór terasowy; 3 — Żywiec — utwór terasowy; 4 — Szczepieszyn — less; 5 — Sandomierz — less

Granulometric composition; 1 — Milówka — slope silt; 2 — Rybarzewice — terrace silt; 3 — Żywiec — terrace silt; 4 — Szczepieszyn — loess; 5 — Sandomierz — loess

metrycznego pomiędzy materiałem z poszczególnych odsłoneń oraz lepsze jego wysortowanie. Zacierają się także różnice pomiędzy średnicami ziarn utworów stokowych a występujących na terasach, wyraźne w Kotlinie Sądeckiej (ryc. 4, krzywe 2, 3, 4, 5 — utwory stokowe i ryc. 5, krzywe 2, 3, 4 — utwory terasowe), a prawie nieistniejące w Kotlinie Żywieckiej (ryc. 7, krzywa 1 — utwór stokowy i krzywe 2, 3 — utwory terasowe). Bardzo ciekawie przedstawia się linia dla próbki sedymentu dennego z jeziora Rożnowskiego (ryc. 4, krzywa 1). Kształt jej podobny jest do krzywych dla utworów stokowych, z tym że występuje przesunięcie w kierunku frakcji drobniejszych.

Porównując skład granulometryczny utworów pyłowych kotlin karpackich z lessami wyżyn Polski nasuwa się kilka interesujących uwag. Ogólnie stwierdzając, utwory pyłowe różnią się składem mechanicznym od lessów (ryc. 8, 9). Zdecydowana przewaga frakcji 0,05—0,02 mm, zaznaczająca się w lessach, nie występuje wyraźnie w materiale karpackim. Lessy są utworem o wiele lepiej wysortowanym. Utwory pyłowe kotlin karpackich zawsze w swej masie zawierają znaczny odsetek frakcji 1,0—0,1 mm oraz frakcji drobnej, poniżej 0,002 mm. W zależności od tych domieszek mamy do czynienia albo z utworami piaszczystymi albo mułkowatymi lub ilastymi. Najbardziej składem gra-

Tabela I(a)

Nr profilu No of the profile	Miejscowość Locality	Nr próbek No of the sample	Charakter utworu Kind of deposit	Średnica ziarn w mm Ø of the grains in mm							% CaCO <sub>3</sub>
				Zawartość > 1 mm % of the grains > 1 mm	1,0 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,02	0,02 - 0,006	0,006 - 0,002	poniżej 0,002	
				%	%	%	%	%	%	%	
1.	Zasław	1.	utw. pył. gł. 2,5 m.	-	8	15	36	19	7	15	0,27
		2.	utw. pył. gł. 5,5 m.	-	20	15	19	15	13	18	0,25
3.	Korozyzna	1.	utw. pył. gł. 1,8 m.	-	17	20	28	11	7	17	0,10
		2.	utw. pył. gł. 2,7 m.	-	12	18	24	20	8	18	0,12
		4.	piasko- wisko, gł. 5,0 m.	-	38	25	20	9	4	4	22,73
		5.	łupek gł. 5,0 m.	-	2	6	20	32	27	13	35,02
4.	Turaszów- ka	1.	utw. pył. gł. 1,8 m.	-	24	21	25	11	6	13	0,15
		2.	utw. pył. gł. 2,6 m.	-	14	12	19	21	22	12	0,14
5.	Odrzykoń	1.	utw. pył. gł. 2,1 m.	-	9	17	34	18	14	8	0,19
6.	Ustrobną	1.	utw. pył. gł. 1,8 m.	-	13	14	27	16	16	14	0,07
		2.	utw. pył. gł. 2,4 m.	-	17	22	24	11	19	7	0,11
7.	Polanka Karol	1.	utw. pył. gł. 2,0 m.	-	14	21	27	14	10	14	0,09
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.

nulometrycznym odbiegają od lessów utwory pyłowe leżące w górnych i środkowych partiach stoków. Natomiast najbardziej zbliżone składem granulometrycznym do lessów są utwory terasowe i to zawsze w partiach stropowych. Z analizy krzywych kumulacyjnych na ryc. 4, 5, 6, 7 wynika, że najbardziej do lessów podobne są, jeżeli chodzi o skład

Tabela I(b)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
7.	Polanka Karol	2.	utw.pył. gł.2,8 m.	-	4	10	26	25	29	6	0,28
		3.	łupek gł.3,1 m.	-	2	9	24	30	12	23	31,40
8.	Sobniów	1.	utw.pył. gł.2,7 m.	-	12	21	24	10	21	12	0,09
		2.	utw.pył. gł.3,5 m.	-	8	14	21	23	32	2	0,18
9.	Bież- dziadka	1.	utw.pył. gł.2,3 m.	-	9	18	33	14	19	7	0,21
		2.	utw.pył. gł.3,6 m.	-	27	19	21	8	15	10	0,17
10.	Biecz	1.	utw.pył. gł.0,9 m.	-	12	14	22	17	13	22	-
		2.	utw.pył. gł.1,5 m.	-	16	15	27	16	12	14	0,20
		3.	utw.pył. gł.2,0 m.	-	2	5	10	33	27	23	21,42
		6.	łupek gł.4,0 m.	-	4	6	8	35	28	19	16,38
		7.	łupek gł.4,0 m.	-	4	6	37	30	6	17	50,40
11.	Stróże	1.	mat.pył. gł.2,9 m.	-	11	20	28	11	17	13	0,24
		2.	utw.pył. gł.3,8 m.	-	5	7	19	23	31	15	0,11
		3.	utw.pył. gł.5,3 m.	-	9	12	22	27	16	14	0,06
12.	Biało- woda	1.	sed.jez.	-	2	16	20	28	15	19	8,28
13.	Rdzio- stów	1.	utw.pył. gł.1,5 m.	-	1	29	31	18	6	15	-
		2.	utw.pył. gł.3,5 m.	-	3	36	31	14	5	11	0,04
		3.	utw.pył. gł.6,0 m.	-	2	37	26	14	6	15	0,42
14.	Biczyce	1.	utw.pył. gł.1,8 m.	-	12	16	20	18	9	25	0,42
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.

Tabela I(c)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
15.	Biegonice	1.	utw.pył. gł.2,8 m.	-	30	26	23	8	3	10	-
16.	Zawada	1.	utw.pył. gł.2,8 m.	-	14	12	25	21	9	19	0,09
		2.	materiał z gł.3,5m.	-	15	15	19	18	16	17	0,04
		4.	utw.pył. gł.5,8 m.	-	8	26	17	20	12	17	-
18.	Barcice	1.	utw.pył. gł.0,8 m.	-	11	30	20	20	5	14	-
		2.	utw.pył. gł.1,6 m.	-	17	30	20	12	6	15	-
		3.	utw.pył. gł.2,8 m.	-	18	32	16	12	7	15	-
21.	Przysietnica	1.	zwietrz. gł.1,4 m.	-	60	17	11	5	5	2	5,58
22.	"	1.	zwietrz. gł.1,0 m.	21	58	12	10	6	4	10	-
		2.	zwietrz. gł.1,4 m.	-	46	28	17	4	3	2	-
24.	Jazowsko	1.	utw.pył. gł.0,3 m.	1	17	17	29	8	13	16	-
		2.	utw.pył. gł.0,8 m.	-	13	19	18	20	12	18	0,11
		3.	utw.pył. gł.1,2 m.	-	21	16	16	17	13	17	-
		4.	utw.pył. gł.1,6 m.	-	14	21	18	17	13	17	-
		5.	utw.pył. gł.2,4 m.	-	18	22	20	17	8	15	-
		6.	utw.pył. gł.2,9 m.	-	14	19	17	19	10	21	0,25
		7.	utw.pył. gł.3,5 m.	-	22	22	19	15	7	15	1,27
25.	"	1.	utw.pył. gł.1,9 m.	-	28	19	14	13	10	16	0,12
27.	Bór na Czerw.	1.	utw.pył. gł.0,9 m.	-	9	19	36	17	7	12	0,10
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.

Tabela I(d)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
27.	Bór na Czerw.	2.	utw.pył. gł.3,1 m.	-	7	14	33	22	10	14	0,08
28.	Nowy Targ	1.	utw.pył. gł.0,7 m.	-	10	16	30	19	9	16	1,02
		2.	utw.pył. gł.1,5 m.	-	4	15	32	26	12	11	0,04
		3.	utw.pył. gł.2,3 m.	-	5	14	28	25	10	18	-
29.	Rogoźnik	1.	utw.pył. gł.0,8 m.	-	20	20	25	17	7	11	-
		2.	utw.pył. gł.2,4 m.	64	36	17	17	11	8	11	14,28
30.	Podczernone	1.	utw.pył. gł.1,8 m.	-	13	15	25	24	9	14	-
31.	Ciche Wielkie	1.	utw.pył. gł.1,0 m.	-	7	7	13	19	18	36	-
		2.	utw.pył. gł.2,0 m.	-	-	3	15	21	20	41	14,49
33.	Rybarzowice	1.	utw.pył. gł.1,9 m.	-	3	10	34	28	11	14	-
		2.	utw.pył. gł.2,4 m.	-	6	10	22	28	20	14	0,21
		3.	utw.pył. gł.3,5 m.	-	3	12	30	28	13	14	-
		4.	utw.pył. gł.5,2 m.	-	3	8	31	27	15	16	-
		5.	utw.pył. gł.8,8 m.	-	1	13	38	26	10	12	-
34.	Żywlec	1.	utw.pył. gł.1,0 m.	-	5	14	38	24	8	11	-
		2.	utw.pył. gł.2,4 m.	-	6	17	24	26	11	16	-
		3.	utw.pył. gł.2,7 m.	-	7	16	22	24	13	18	-
		4.	utw.pył. gł.7,2 m.	-	4	12	30	26	12	16	-
		5.	utw.pył. gł.7,8 m.	-	4	13	29	26	10	18	-
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.



Tabela I(e)

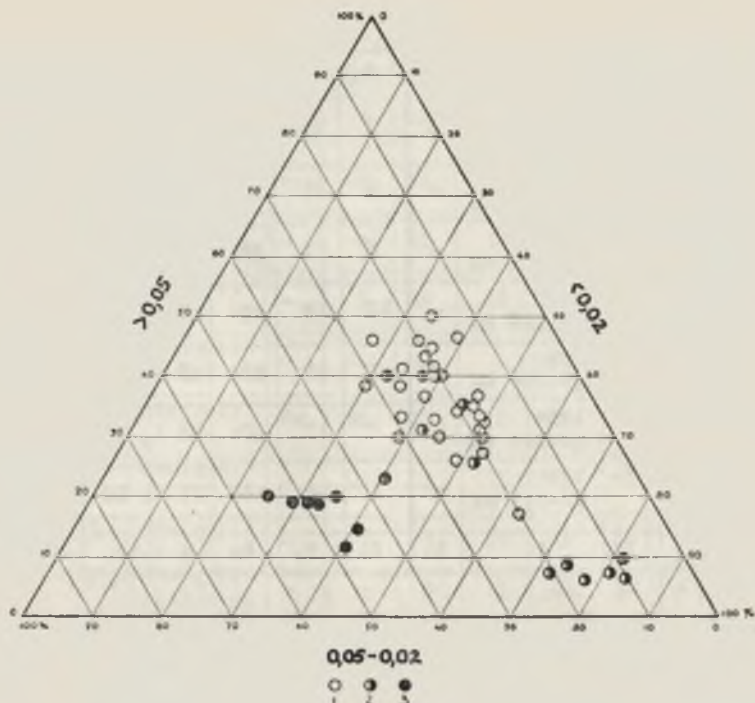
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
35.	Milówka	1.	utw.pył. gł.1,8 m.	-	4	12	30	28	11	15	-
36.	Pikulice	1.	less gł.2,0 m.	-	9	11	38	21	8	13	11,13
37.	Hrubieszów	1.	less gł.3,0 m.	-	6	11	38	23	13	9	7,56
38.	Szczybrzeszyn	1.	less gł.5,0 m.	-	10	13	49	14	5	9	7,51
39.	Sandomierz	1.	less gł.2,8 m.	-	1	18	52	18	5	6	13,04
40.	Zębocin	1.	less gł.2,4 m.	-	2	17	40	16	11	14	8,19
41.	Raciborowice	1.	less gł.2,7 m.	-	1	14	44	21	12	8	6,93
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.

mechaniczny, utwory pyłowe z Kotliny Nowotarskiej (Nowy Targ — punkt nr 28, Bór na Czerwonem — punkt nr 27) oraz Żywieckiej (Rybarzowice — punkt 33, Żywiec — punkt 34, Milówka — punkt 35). Utwory tych dwu kotlin mają znaczny odsetek frakcji typowych dla lessów (0,05—0,02 mm), dochodzący w niektórych przypadkach do 38 %. Spada natomiast znacznie procentowy udział frakcji grubszych i bardzo drobnych. Utwory pyłowe Kotliny Sądeckiej w porównaniu z lessami wykazują największe różnice w składzie granulometrycznym. Sprawia to duży udział frakcji 1,0—0,05 mm. Na uwagę zasługuje materiał z odkrywki w Rdziostowie, który wykazuje największe podobieństwo w uziarnieniu z przebadanymi lessami.

Należy zwrócić jeszcze uwagę na fakt, że w obrębie niektórych skał fliszowych występuje znaczna ilość ziarn o średnicach uważanych za typowe dla lessów. Przykładów dostarczają łupki i łupki margliste z Korczyny i Biecza. Analiza składu mechanicznego fliszu z Biecza wykazała zawartość ziarn mineralnych o średnicach 0,05—0,02 mm, dochodzącą do 37 %.

#### Zawartość węgla wapnia

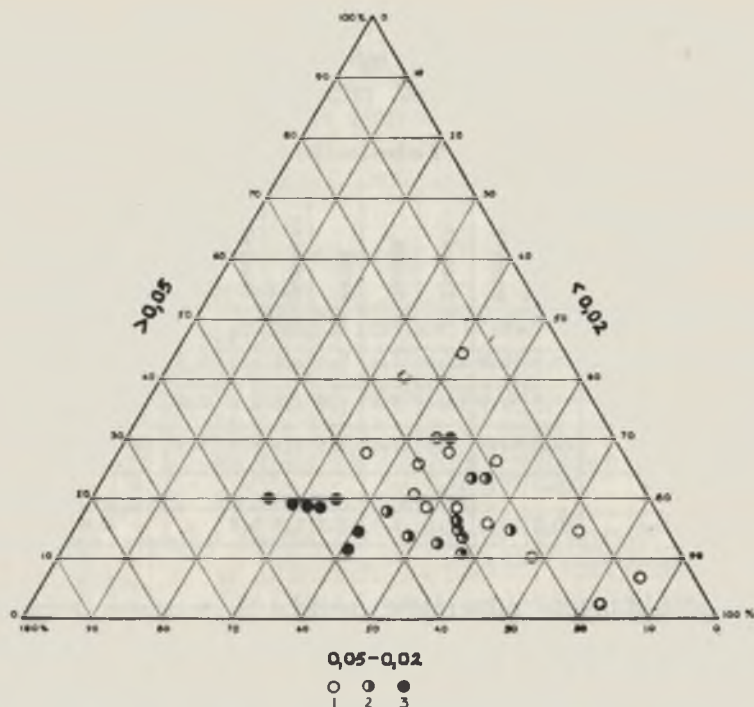
Utwory pyłowe kotlin karpackich są pozbawione  $\text{CaCO}_3$  w przeważającej ilości przypadków, lub zawierają znikome jego procenty. Zupełnie odwapnione są utwory pyłowe z Kotliny Żywieckiej. Wyjątek stanowi profil z Rybarzowic, gdzie w dolnej partii odsłonięcia materiał



Ryc. 8. Zestawienie składu granulometrycznego w przedziałach skumulowanych; 1 — utwory pyłowe Kotliny Sądeckiej; 2 — utwory pyłowe Dolów Jasielsko-Sanockich; 3 — lessy

Granulometric composition; 1 — silt from the Sącz Basin; 2 — silt from the Jasło—Sanok Basin; 3 — loess

mułkowy wykazuje 0,21 % zawartości węglanu wapnia (tab. I). Podobnie wiele pokryw pyłowych w przebadanych obszarach Karpat zawiera tylko ułamki procentu  $\text{CaCO}_3$ . Zarówno w utworach stokowych jak i terasowych średnia zawartość  $\text{CaCO}_3$  waha się w granicach od 0,02 do 0,40 %. Procentowy udział węglanu często wzrasta i osiąga wartość kilku procent w przypadku jeśli w masie pyłowej występują okruchy skał fliszowych. Zawartość węglanów w obrębie odsłonięć, które wykazują przejście od skał podłoża do zwietrzelin układu się jeszcze inaczej. Przykładem może być odkrywka w Bieczu, gdzie w spągowych łupkach zawartość  $\text{CaCO}_3$  wynosi: 50,40 %, 16,68 %, 38,43 % i 29,40 % ogólnej masy poszczególnych ławic skalnych. W zwietrzelinie na głębokości 2,0 m od powierzchni węglany stanowią 21,42 %. Na głębokości 1 m od powierzchni stwierdzamy już tylko 0,20 %  $\text{CaCO}_3$ , a stropowe partie odkrywki są zupełnie odwapnione.



Ryc. 9. Zestawienie składu granulometrycznego w przedziałach skumulowanych;  
 1 — utwory pyłowe Podhala; 2 — utwory pyłowe Kotliny Żywieckiej; 3 — lessy  
 Granulometric composition; 1 — silt from Podhale; 2 — silt from the Żywiec  
 Basin; 3 — loess

### Skład mineralny\*

Do opracowania składu mineralnego wytypowano sześć stanowisk: Jazowsko, Zawada, Żywiec (utwory pyłowe) oraz Szczebrzeszyn, Sandomierz i Pikulice (lessy). Próbkę zostały rozdzielone na frakcje powyżej 0,2 mm, 0,2—0,06 mm i poniżej 0,06 mm. Z frakcji 0,2—0,06 mm wydzielone zostały w bromofornie minerały ciężkie. Z frakcji poniżej 0,06 mm odszlamowano część materiału ilastego w celu przeprowadzenia badań rentgenowskich.

Skład frakcji ilastej oznaczono rentgenograficznie metodą proszkową dla materiału pyłowego z Żywca i lessu z Pikulic. Uzyskane zdjęcia są zbliżone i wykazują obecność illitu. Jest to przeważający ilościowo minerał ilasty w glebach Karpat fliszowych (52).

Podstawowym składnikiem utworów pyłowych kotlin karpackich jest kwarc. Występują także liczne blaszki muskowitu, okruchy węgla

\* Skład mineralny określony został w Zakładzie Petrografii I. G. w Warszawie.

oraz fragmenty szarych i żółto-brunatnych mułowców. W materiale z Jazowska i z Zawady spotkać można również okruchy mułowców czarnych i wiśniowych. Zawartość minerałów ciężkich podaje tab. II.

Tabela II

Miejscowość Locality	Charakter utworu Kind of deposit	Granat	Magnetyt	Ilmenit	Cyrkon	Rutyl	Turmalin	Staurolit	Hornblenda	Epidot	Apatyt	Piroksen	Fibrolit	Tytanit
Żywica	utw. pył.	47,0	31,2	0,7	5,1	9,3	6,1	-	-	0,3	0,3	-	-	-
Jazowsko	utw. pył.	37,3	11,7	41,0	1,3	3,3	2,0	1,7	0,7	-	0,7	0,3	-	-
Zawada	utw. pył.	32,3	39,0	16,2	3,8	3,8	1,4	2,4	0,5	-	-	0,2	0,2	0,2
Szczebrzeszyń	less	20,0	42,5	2,5	12,5	2,5	7,5	7,5	2,5	2,5	-	-	-	-
Sardcmierz	less	25,0	60,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pikulice	less	70,0	19,3	1,2	1,5	2,1	1,5	3,5	-	-	0,9	-	-	-

Ziarna poszczególnych minerałów wykazują znaczne zróżnicowanie w obtoczeniu. Granat ma ziarno ostrokrawędziste, jest bezbarwny lub różowy. Magnetyt występuje w postaci czarnych, częściowo obtoczonych ziarn. Ten sam typ obróbki ziarna charakteryzuje ilmenit, natomiast cyrkon obok ziarn kanciastych posiada w mniejszej ilości także ziarna obtoczone. Ziarna rutylu są kanciaste, a turmalinu częściowo obtoczone. Staurolit występuje zawsze jako ziarno kanciaste, zawiera niekiedy bardzo drobne nieoznaczalne wrostki. Hornblenda oznaczona w utworach z Jazowska i Zawady tworzy wydłużone i słabo obtoczone słupek. Epidot i apatyt charakteryzują się ziarnem kanciastym, tak samo jak fibrolit. Piroksen i tytanit natomiast mają ziarna częściowo obtoczone. Reasumując powyższe dane, należy stwierdzić, że wśród minerałów ciężkich dominują formy kanciaste, lub ziarna o bardzo słabej obróbce mechanicznej. Ziarna obtoczone stanowią znikomy procent i wyraźnie zaznaczają się tylko w grupie cyrkonu. Najsłabszą obróbkę mają minerały w utworach pyłowych z Żywca.

W przebadanych próbkach lessów, oprócz kwarcu, który jest zdecydowanie przeważającym składnikiem, występują także blaszki muskowitu, okruchy zwęglonej flory, fragmenty szarych mułowców i ilowców oraz ziarna minerałów ciężkich. Te ostatnie wyraźnie są zróżnicowane pod względem morfologii ziarna. Granaty w lessie szczebrzeszyńskim są albo częściowo obtoczone, albo obtoczone. Ziarna kanciaste występują sporadycznie. Natomiast w lessie z Pikulic granaty są kanciaste. Magnetyt we wszystkich próbkach lessowych jest częściowo obtoczony

lub obtoczony, analogicznie jak ilmenit. Cyrkon występuje wszędzie jako kanciasty. Rutyl — w lessie szczebrzeszyńskim ma ziarno częściowo obtoczone, natomiast w Pikulicach występują także formy kanciaste. Podobnie kształtuje się obróbka ziarna turmalinu, mianowicie less ze Szczebrzeszyna ma turmaliny bardzo dobrze obtoczone, a ziarno w próbce z Pikulic jest częściowo obtoczone. Wyraźne formy kanciaste ma ziarno staurolitu w lessie pikulickim, natomiast less ze Szczebrzeszyna ma ziarno obtoczone. Pozostałe minerały: hornblenda, epidot i apatyt noszą wyraźne cechy obróbki.

W trzech zbadanych profilach różnice w morfologii ziarn minerałów ciężkich pomiędzy poszczególnymi próbami lessów można w uproszczeniu przedstawić następująco: less ze Szczebrzeszyna posiada w przewodzie ziarna częściowo obtoczone i obtoczone; w lessie z Pikulic występują minerały o ziarnie kanciastym lub czasami częściowo obtoczonym; less sandomierski zajmuje stanowisko pośrednie.

Porównując wyniki analiz dla utworów pyłowych i dla lessów należy stwierdzić, że w utworach karpackich spotykamy fragmenty żółtobrunatnych, czarnych i wiśniowych mułowców, które nie zostały stwierdzone w lessach. Dalsze różnice polegają na niejednakowym stopniu obtoczenia ziarn minerałów ciężkich. W utworach pyłowych dominuje ziarno kanciaste i w małych ilościach występuje częściowo obtoczone. W lessach natomiast przeważają minerały noszące wyraźne ślady obróbki mechanicznej, z wyjątkiem niektórych minerałów lessu pikulickiego.

W celach porównawczych wykonano jeszcze oznaczenie jakościowe minerałów ciężkich z piaskowców podmagurskich w Jazowsku. Stwierdzono w nich obecność granatu, cyrkonu, rutylu, turmalinu i apatytu. Wszystkie wymienione minerały występują też w utworze pyłowym z Jazowska.

### Morfologia ziarn kwarcu

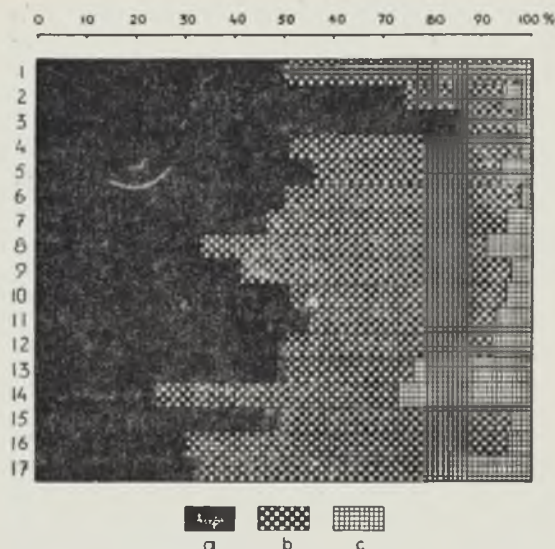
Analizy morfoskopowe wykonane były na preparatach mikroskopowych, przy czym posługiwano się powiększeniem 80—250 ×. Wydzielono trzy typy ziarna: kanciaste (K), częściowo obtoczone (CO) i obtoczone (O). Materiał był analizowany w obrębie poszczególnych frakcji, w granicach 0,1—0,005 mm. Wyniki o charakterze wartości średnich zestawiono w tabeli III oraz na rycinie 10. Otrzymane rezultaty potwierdzają wyniki badań J. Butryma (6, 7). Autor ten stwierdza, że zróżnicowanie w stopniu obtoczenia ziarn nie uwydatnia się wyraźnie w obrębie jednego profilu, natomiast zróżnicowanie takie zaznacza się pomiędzy poszczególnymi profilami. Odrębność morfoskopowa ziarn

Tabela III

Miejscowość i charakter utworu Locality and kind of deposit	Stopień obtoczenia Rounding			Współczynnik obtoczenia Index of rounding
	K	CO	O	
	%	%	%	
Sanok - utwór pyłowy	50	47	3	2,74
Biecz - utwór pyłowy	74	20	6	5,25
Biecz - żupek	85	12	3	10,11
Białowoda - sed. jeż.	51	47	2	2,88
Rdziośców-utwór pyłowy	56	38	6	3,00
Zawada - utwór pyłowy	50	48	2	2,84
Jazowsko - utwór pył.	46	49	5	2,41
Nowy Targ - utwór pył.	33	58	9	1,63
Bogoźnik - utwór pył.	41	55	4	2,19
Żywieo - utwór pyłowy	51	44	5	2,70
Miłówka - utwór pyłowy	55	38	7	2,84
Pikulice - less	50	42	8	2,44
Szczebrzeszyn - less	50	26	24	1,70
Hrubieszów - less	24	49	27	0,94
Sandomierz - less	49	47	4	2,60
Zębocin - less	30	65	5	1,65
Raciborowice - less	33	50	17	1,38

kwarcowych w poszczególnych profilach istnieje zarówno w utworach pyłowych jak i w lessach (ryc. 10).

Procentowy udział poszczególnych typów ziarn należy rozpatrywać jako zjawisko złożone. Postać ziarn kwarcu stanowi bowiem nie tylko odbicie procesów, którym podlegał dany utwór pyłowy, ale zależy także w dużej mierze od charakteru skały macierzystej, której zwietrzelina stanowiła źródło dla powstania sedymentu pyłowego. Szczegółowe przebadanie morfologii ziarn mineralnych występujących w poszczególnych facjach odmiennych fliszu i porównanie wyników z analogicznymi badaniami produktów zwietrzenia tych skał mogą dać podstawę do pełniejszego wnioskowania odnośnie genezy karpaccich utworów pyłowych. Najwięcej danych dostarczyć mogą badania tego rodzaju przeprowadzane na próbach pobranych z profili ukazujących przejście od skał podłoża przez zwietrzeliny do nadległych utworów pyłowych.



Ryc. 10. Morfologia ziarn kwarcu a) — ziarna kanciaste; b) — ziarna częściowo obtoczone; c) — ziarna obtoczone

Miejsce pochodzenia próbek: 1 — Sanok Glinice — zwierzelina; 2 — Biecz — utwór pyłowy; 3 — Biecz — łupek krośnieński; 4 — Białowoda — sediment z dna jez. Rożnowskiego; 5 — Rdziostów — utwór pyłowy; 6 — Zawada — utwór pyłowy; 7 — Jazowsko k/kośc. — utwór pyłowy; 8 — Nowy Targ — utwór pyłowy; 9 — Rogoźnik — utwór pyłowy; 10 — Żywiec — utwór pyłowy; 11 — Milówka — utwór pyłowy; 12 — Pikulice — less; 13 — Szczepieszyn — less; 14 — Hrubieszów — less; 15 — Sandomierz — less; 16 — Zębocin — less; 17 — Raciborowice — less

Morphology of quartz grains; a) — sharp-edged; b) — partly rounded; c) — rounded  
 Sampling places: 1 — Sanok Glinice — silt; 2 — Biecz — silt; 3 — Biecz — flysch; 4 — Białowoda — bottom sediment from the Rożnów lake; 5 — Rdziostów — silt; 6 — Zawada — silt; 7 — Jazowsko — silt; 8 — Nowy Targ — silt; 9 — Rogoźnik — silt; 10 — Żywiec — silt; 11 — Milówka — silt; 12 — Pikulice — loess; 13 — Szczepieszyn — loess; 14 — Hrubieszów — loess; 15 — Sandomierz — loess; 16 — Zębocin — loess; 17 — Raciborowice — loess

Dla uzyskania jednocyfrowej wartości charakteryzującej stopień obtoczenia ziarn obliczono współczynnik obtoczenia według uproszczonego wzoru K. Eissele (18, 19, 58).

Wzór ten ma postać:

$$O = \frac{K + \frac{1}{2}C}{\frac{1}{2}C + R}$$

gdzie O = współczynnik obtoczenia

K = ziarno kanciaste

C = ziarno częściowo obtoczone

R = ziarno obtoczone

Otrzymane w ten sposób wartości „O” wykazują duże zróżnicowanie. Równocześnie wynika, że lepsze obtoczenie wykazują ziarna kwarcowe w lessach w porównaniu ze stopniem cbróbki tego materiału w utworach z obszaru Karpat. Zdarzają się jednak niekiedy także utwory pyłowe, które mają współczynnik „O” bardzo zbliżony do współczynnika utworów lessowych. Na przykład współczynnik obtoczenia ziarn kwarcu utworów pyłowych z Nowego Targu wynosi 1,63, a lessów z Zębocina 1,65 i Szczebrzeszyna 1,70. Utwór pyłowy z Jazowska ma  $O = 2,41$ , a less z Pikulic  $O = 2,44$ . Natomiast duże różnice istnieją między współczynnikiem obtoczenia dla krośnieńskich łupków z Biecza a współczynnikiem dla zwietrzelin tych skał. Łupki  $O = 10,11$ , zwietrzeliny  $O = 5,25$ .

Inaczej też wygląda kształt ziarn kwarcu w utworach pyłowych i w lessach. Ziarno kwarcowe utworów pyłowych posiada w większości przypadków kształty sześciątów, piramid, płytek, igiełek, względnie nieforemnych, ostrokrawędzistych form okruchowych. Ziarna częściowo obtoczone i obtoczone zawierają na swych powierzchniach liczne wżery. Procentowy udział ziarn o powierzchniach „ospowatych” wynosi 5 % dla osadu z jez. Rożnowskiego, 6 % dla utworu pyłowego z Rogoźnika, 8 % w utworze pyłowym z Rdziostowa. W lessach, gdzie częściej trafiają się ziarna częściowo obtoczone i obtoczone kwarc ma przeważnie kształt zbliżony do owalu lub kuli. W lessach sandomierskich i hrubieszowskich stwierdzono nawet występowanie ziarn o idealnym kształcie kulistym. Ziarna kwarcowe z wżerami na swoich powierzchniach tworzą w skale lessowej średnio 7—11 % ogólnej ich ilości. W kategorii ziarn częściowo obtoczonych spotyka się formy odpowiadające swym kształtem graniakom (eologliptolitom). Występują one przeważnie we frakcji 0,05—0,02 mm i stanowią 2—4 % ogólnej ilości przebadanych ziarn. Występowanie ich stwierdzono w osadach jez. Rożnowskiego, w utworach pyłowych z Rdziostowa oraz w lessach z Sandomierza.

#### IV PRÓBA WYJAŚNIENIA GENEZY I WIEKU UTWORÓW PYŁOWYCH

Obserwacje zebrane w terenie oraz wyniki badań laboratoryjnych pozwalają na stwierdzenie, że przebadane utwory pyłowe w kotlinach karpackich nie są lessami, lecz pyłowymi zwietrzelinami fliszu. Noszą one wiele cech makroskopowo upodabniających je do lessu. Zwrócili już na to uwagę W. Szajnocha (78) i W. Łoziński (45) oraz ostatnio wyraźnie podkreślali M. Klimaszewski (32), a zwłaszcza A. Malicki (46).

Najdogodniejsze warunki do rozwoju procesów wietrzenia mechanicznego istniały w glaciałach. Pokrywy zwietrzelinowe występujące





Ryc. 11. Pokrywa stokowych utworów pyłowych na środkowopolskiej terasie nadzalewowej Dunajca w Jazowsku  
Slope silt on the river terrace (Jazowsko)

Fot. Autor

w Karpatach poza Pogórzem wiąże się wiekowo ze zlodowaczeniem bałtyckim (32). Najintensywniejsze procesy wietrzenia trzeba odnieść do maksymalnej fazy tego zlodowacenia. Ważny czynnik w procesie powstawania zwietrzelin karpackich stanowiła odporność skał fliszowych. Ogólnie przyjmuje się, że flisz karpacki jest mało odporny na wietrzenie. W obrębie dużej ilości odmian facjalnych fliszu najbardziej podatne na dezintegrację są łupki, łupki margliste i margle (72). Obszary, w których zbierano materiał w dużej części są zbudowane z tych właśnie skał.



Ryc. 12. Pyłowe utwory stokowe w Rdziostowie. Widoczne mikroformy erozyjne na ścianie odkrywki  
Slope silt (Rdz ostów — Sącz Basin)

Fot. Autor

Masy zwietrzelin powstałe w maksimum zlodowacenia bałtyckiego podlegały transportowi stokowemu, w którym uczestniczyły głównie dwa procesy: soliflukcja i splukiwanie.

Procesami soliflukcji w pleistocenie objęte były całe Karpaty. Największe nasilenie tych procesów występowało w okresie zlodowacenia bałtyckiego. Charakter i nasilenie tych procesów układało się w trzech strefach (34, 71): w strefie górnych odcinków stoków występowały pokrywy blokowo-gruzowe, a drobniejszy materiał pyłowy stanowił tylko nieznaczną domieszkę; strefa druga zwana strefą denudacji



Ryc. 13. Stropowa część odkrywki terasowych utworów pyłowych w Rogoźniku  
Terrace silt Rogoźnik — Podhale

Fot. Autor



Ryc. 14. Bałtycka terasa nadzalewowa Białego Dunajca na S. od Nowego Targu.  
Stropowe partie tej terasy budują utwory pyłowe  
Würm terrace of the Biały Dunajec river (Podhale)

Fot. Autor



Ryc. 15. Stropowa część odsłonięcia terasowego utworu pyłowego w Żywcu.

Widoczne pionowe spękania

Terrace silt with vertical fractures. Żywiec

Fot. Autor

soliflukcyjnej i zmywowej obejmowała środkowe odcinki stoków (zaznacza się ona występowaniem grubszych serii materiałów pyłowych z wyraźną domieszką okruchów skalnych); najpełniej wykształcone pokrywy stokowych utworów pyłowych występują w strefie akumulacji soliflukcyjno-fluwialnej, gdzie przy znacznym wzroście miąższości osadów zaznacza się ich warstwowanie oraz występują czasami wkładki drobnego gruzu. W tej najniższej strefie zachodził także proces zazębienia się pokryw stokowych z fluwialnymi (17, 34, 36, 71, 77).



Ryc. 16. Odsłonięcie lessu w Sandomierzu  
Exposure of loess. Sandomierz

Fot. Autor

J. Dziewański i L. Starkel (17) na podstawie analizy pokryw soliflukcyjnych w dolinie Sanu udawadniają, że równocześnie zachodzące procesy transportu soliflukcyjnego na stokach i transportu rzeczno-geologicznego miały miejsce w glacjałach. Interglacjały, zdaniem autorów, były okresami zastoju procesów stokowych.

Soliflukcyjne przemieszczanie materiału po stokach obejmowało całą masę pokrywy zwietrzelinowej. Przenoszone były zarówno bloki i gruz jak materiał o frakcji drobniejszej. Proces działał mało selektywnie.

W przemieszczaniu pokryw zwietrzelinowych należy przypisać znaczenie również procesom spłukiwania, tym bardziej, jeżeli przyjmiemy, że Karpaty podczas ostatniego glacjału były niecałkowicie pokryte roślinnością (3). Spłukiwanie obejmuje swym zasięgiem duże obszary i jest procesem przebiegającym szybciej niż soliflukcja. Spłukiwaniu należy także przypisać większe znaczenie w transporcie materiału o frakcji drobnej, w tym przypadku pyłowej. Frakcja ta, wmywana z pokryw gruzowych, transportowana była po stoku i akumulowana na spłaszczeniach podstokowych, względnie na powierzchniach teras nadzalewowych leżących pod stokiem. W odróżnieniu od soliflukcji procesy takie działają o wiele bardziej selektywnie. Wielkość średnicy

niesionych wodą cząstek jest uzależniona głównie od ilości i szybkości przepływu wody.

A. J a h n (28) opisuje współcześnie zachodzące procesy spłukiwania na Spitsbergenie i dochodzi do konkluzji: „...należy stwierdzić wobec osiągniętych danych, że rola spłukiwania w środowisku peryglacjalnym — w przeciwieństwie do soliflukcji — była dotychczas raczej niedoceniana.” (str. 50). Współcześnie w obszarze Karpat fliszowych spłukiwanie jest procesem, który występuje najpowszechniej (72). Na rozmiary i przebieg tego zjawiska wskazują badania prowadzone przez T. G e r l a c h a (24).

W czasie działania omówionych powyżej procesów zachodzić musiała mechaniczna obróbka ziarna, której ślady stwierdzamy zarówno na ziarnach kwarcu jak też minerałów ciężkich.

Spłukiwanie należy uznać także za proces, który w głównej mierze doprowadzał zwietrzelinowy materiał pyłowy do koryt rzecznych. Jęzory soliflukcyjne miały ograniczony zasięg na spłaszczeniach podstokowych i powierzchniach teras z racji ich małych nachyleń. Natomiast materiał zwietrzelinowy, który dostał się do koryt rzecznych był transportowany na duże odległości i znaczna jego część z pewnością została wyniesiona poza obręb Karpat.

Procesy wietrzenia i transportu zboczowego zostały przerwane przez postglacjalne wkroczenie lasów w Karpaty. Pokrywa leśna przyczyniła się w znacznym stopniu do konserwacji pokryw utworów pyłowych.

Rozważając wiek utworów pyłowych w kotlinach karpackich należy zwrócić uwagę na występującą na całym przebadanym terenie ich dwudzielność oraz rozgraniczający horyzont ilasty, wzbogacony humusem i zawierający pierścienie Lieseganga lub warstewki orsztynowe. Barwa tego horyzontu, rozgraniczającego górne warstwy pyłowe od dolnych, zmienia się od czarnej przez rdzawą, zieloną do niebieskiej. Górne i dolne części profilów pyłowych różnią się między sobą strukturą, co zaznacza się przeważnie w utworach pyłowych zalegających na terasach (Zasław, Stróże, Zawada, Żywiec, Rybarzowice).

Poziom dzielący serię pyłową na część górną i dolną odnieść należy prawdopodobnie do okresu Alleröd. Utwory pyłowe, zalegające poniżej horyzontu allerödskiego, wiązać należy z okresem starszego dryasu, natomiast stropowe partie utworów pyłowych leżące nad horyzontem rozdzielającym odpowiadać będą wiekowo zanikającym procesom soliflukcji i spłukiwania młodszego dryasu. Również z tego okresu pochodzą utwory pyłowe, które pokrywają bałtycką terasę nadzalewową Dunajca w Kotlinie Nowotarskiej.

Osady pyłowe odpowiadające, według powyżej przytoczonego wniosku, młodszemu dryasowi, posiadają pewne cechy uważane

za typowo lessowe. Są nimi: pionowa łupliwość, porowatość i barwa. Materiały zebrane z badanych obszarów upowazniają jednak do stwierdzenia, że są to cechy nabyte w okresie holocenu, dzięki działaniu procesów glebotwórczych. Zachodzące obecnie wietrzenie mechaniczne, chemiczne, osiadanie, wymywanie drobnych cząstek ku spągowi oraz przemiany chemiczne prowadzą do nadania utworom pyłowym cech „lessowych”.

## LITERATURA

1. Arnold A. W., Cline M. G.: Origin of Surficial Deposit in Soils of Eastern Fulton County New York. Soil. Sci. Soc. America Proc. 1961.
2. Auer V.: The Pleistocene of Fuego — Patagonia. Helsinki 1956.
3. Birkenmajer K., Środoń A.: Interstadiał oryniacki w Karpatach (summ. Aurignacian Interstadial in the Carpathians). Biuletyn Państw. Instytutu Geolog., nr 150, Warszawa 1960.
4. Black R. F.: Eolian Deposits of Alaska. Arctic, 4, 1951.
5. Burtanówna J., Konior K., Książkiewicz M.: Mapa geologiczna Karpat Śląskich. Wyd. Śl. PAU., 1937.
6. Butrym J.: A Study on the Morphology of the Quartz Grains in the Consistence of Loess. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B, vol. XV, 3, Lublin 1961.
7. Butrym J.: Morfologija kwarcowych zieren kak kriterii podrazdielenii pylewych otłożenij. Abstract of Papers, INQUA VIth Congress, Warszawa 1961.
8. Cegła J.: A Study of Silt Formations in the Carpathian Basins. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B, vol. XV, 7, Lublin 1961.
9. Cegła J.: On the Presence of Loess (?) and Silt Materials in the Carpathians. Abstract of Papers, INQUA VIth Congress, Warszawa 1961.
10. Chmielowiec G.: Calcareous Concretions in the Loess of Poland. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B, vol. XV, 4, Lublin 1961.
11. Cziżikow P. N.: O przynakach pokrownych suglinkow w swiazii z ich proischożdeniem. Ziemiowiedzenie, t. V, 1960, Moskwa 1960.
12. Dobrzański B.: Fizyczne własności lessu. Przegląd Geograficzny, t. XXII, 1948—1949, Warszawa 1949.
13. Dobrzański B., Malicki A.: Rzekome loessy i rzekome gleby loessowe w okolicy Leżajska (summ. Pseudoloesses and Pseudo-loess Soils in the Environment of Leżajsk). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B, vol. III, 11, Lublin 1949.
14. Dücker A.: Über Structurböden im Riesengebirge. Ein Beitrag zum Bödenfrost und Lössproblem. Ztschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1937.
15. Dylik J.: Głazy rzeźbione przez wiatr i utwory podobne do lessów w środkowej Polsce (summ. Wind Worn Stones and Loess-like Formations in Middle Poland). Biuletyn Państw. Instytutu Geolog., nr 67, Warszawa 1952.
16. Dylik J.: Zagadnienie genezy lessu w Polsce. Biuletyn Peryglacjalny, nr 1, Łódź 1954.
17. Dziewański J., Starkel L.: Geneza i wiek terasy wysokiej w dolinie Sanu. Rocznik P. T. Geol., t. XXXI, Kraków 1961.
18. Eissele K.: Kritische Betrachtung einer Methode zur Bestimmung des Rundungsgrades von Sandkörner. Neues Jb. f. Geol. u. Paläont. Mh. 1957.

19. Eissele K.: Sedimentpetrographische Untersuchungen am Buntsandstein des Nordschwarzwaldes. J.b. d. Geol. Landesamt. in Baden-Württemberg, 1957.
20. Flint R. F.: Glacial Geology and the Pleistocene Epoch. New York — London, 1949.
21. Frye J. C.: Ceramic Utilization of Northern Kansas Pleistocene Loesses and Fossil Soils. Kansas Geol. Survey Bull. 82.
22. Frye J. C. et. al.: Stratygraphy of the Late Pleistocene Loess of Kansas. The Journal of Geology, vol. 59.
23. Frye J. C. et. al.: Late Pleistocene Loesses of Midwestern United States of America. Abstract of Papers, INQUA VIth Congress, Warszawa 1961.
24. Gerlach T.: Wstępne badania nad intensywnością współczesnych procesów denudacyjnych w Jaworkach koło Szczawnicy. Roczniki Nauk Rolniczych, seria F, t. 72, z. 3, Warszawa 1958.
25. Goworuchin W. S.: Piatnistaja tundra kak faktor obrazowanija pokrownych suglinkow. Biul. Mosk. Obszcz. Isp. Prir. Otd. Gieolog., t. 30, z. 6, Moskwa 1955.
26. Grabowska B.: Analiza minerałów ciężkich na tle stratygrafii lessów okolic Ćmielowa. Biul. Geol. Wydz. Geol. U. W., t. I, Warszawa 1961.
27. Jahn A.: Problemy geograficzne Alaski w świetle podróży naukowej odbytej w 1960 r. Czasopismo Geograficzne, t. XXXII, Warszawa — Wrocław 1961.
28. Jahn A.: Quantitative Analysis of some Periglacial Processes in Spitsbergen. Zeszyty Naukowe Univ. B. B., s. B, nr 5, Wrocław 1959.
29. Jahn A.: Gleby strukturalne Czarnego Grzbietu i problem utworów pylastych w Karkonoszach. Acta Univ. Vratislaviensis, nr 9, Wrocław 1963.
30. Klimaszewski M.: Z geologii i morfologii Żywiecczyny. Ziemia, 1936..
31. Klimaszewski M.: Podział morfologiczny południowej Polski. Czasopismo Geograficzne, t. XVII, Warszawa — Wrocław, 1946.
32. Klimaszewski M.: Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym. Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego, s. B, nr 7, Wrocław 1948.
33. Klimaszewski M.: Rzeźba Podhala. Czasopismo Geograficzne, t. XXI/XXII, Warszawa 1952.
34. Klimaszewski M.: Pleistocene Outcrop at Dobra near Limanowa, Carpathian Mts. Bull. Acad. Pol., t. 6, nr 5, Warszawa 1958.
35. Klimaszewski M.: Guide-Book of Excursion from the Baltic to the Tatras, Part III, South Poland. INQUA VIth Congress, Warszawa 1961.
36. Klimaszewski M., Szafer W., Szafran B., Urbański J.: Flora dryasowa w Krościenku nad Dunajcem (summ. The Dryas Flora of Krościenko on the River Dunajec). Biuletyn Państw. Instytutu Geolog. 24, Warszawa 1950.
37. Kolb Ch. R.: Quelques propriétés physique du loess de la vallée du Mississippi. Abstract of Papers, INQUA VIth Congress, Warszawa 1961.
38. Konior K.: Przyczynki do znajomości dziejów hydrografii arkusza Biała—Bielsko. P.T.P.N. Prace Komisji Geogr., t. I, z. 1, Poznań 1939.
39. Książkiewicz M.: Utwory czwartorzędowe Pogórza Cieszyńskiego. Prace Geol. Śląsk. PAU., nr 2, Kraków 1935.
40. Kunica N. A.: Ispolzowanije fauny molluskow dla wyjaśnienia usłowij obrazowanija liossowych porod sredniego Pridnieprowija. Mat. Sow. po Izucz. Czietw. Pier., t. I, Moskwa 1961.
41. Kuźniar Cz.: Löss w Beskidzie Galicyi Zachodniej (rés. Sur les loess dans les Beskides de la Galicie occidentale). Kosmos, t. XXXVII, Lwów 1912.



42. Lwowa E. W.: Usłowija obrazowanija liosowidnych porod stiepnogo Krima. Mat. Sow. po Izucz. Czietw. Pier., t. II, Moskwa 1961.
43. Łoziński W.: Die periglaziale Fazies der mechanischen Verwitterung. C. R. Cong. Geol. Intern., Stockholm 1910.
44. Łoziński W.: O mechanicznym wietrzeniu piaskowców w umiarkowanym klimacie. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU., t. 9, Kraków 1910.
45. Łoziński W.: Miejscowe dyluwium Karpat. Spraw. Kom. Fizj. PAU., t. 58/59, Kraków 1925.
46. Malicki A.: Geneza i rozmieszczenie loessów w środkowej i wschodniej Polsce (summ. The Origin and Distribution of Loess in Central and Eastern Poland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B, vol. IV, 8, Lublin 1950.
47. Malicki A.: The Stratigraphic Value of the Loess Profile in Pikulice (near Przemyśl). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B, vol. XV, 6, Lublin 1961.
48. Malicki A.: About the Genesis of the Silt Material Consisting the Loesses. Abstract of Papers, INQUA VIth Congress, Warszawa 1961.
49. Mawlianow G. A.: Liosowidnyje porody sredniej Azji. Abstract of Papers, INQUA VIth Congress, Warszawa 1961.
50. Millette J. F., Higbee H. W.: Periglacial Loess. I Morphological Properties. Amer. J. Sci., t. 256, nr 4, 1958.
51. Morozow S. S.: K woprosu obliossowanija dispersnych porod czietwier-ticznego wzrastu pod wljaniem stiepnogo tipa poczwoobrazowanija. Mat. Sow. po Izucz. Czietw. Pier., t. I, Moskwa 1961.
52. Pavel L., Uziak S.: Minerale ilaste w glebach Karpat fliszowych. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowskiej, sec. E, vol. XIII, 2, Lublin 1960.
53. Pelisek J.: Pleistocenni sprasove zeminy a holocenni ricni sedimenty kar-patske oblasti vychodniho Slovenska. Anthropozoikum, t. 9, Praga 1961.
54. Pewe T. L.: Origin of the Upland Silt in the Fairbanks Area, Alaska. Geol. Soc. Am. Bull., 61, 1950.
55. Pewe T. L.: An Observation on Wind-blown Silt. J. Geol., t. 59, 1951.
56. Popow A. J.: O proischozdenii pokrownych suglinkow Russkoj Rawniny. Izw. Akad. Nauk SSSR, ser. geogr., 1953, nr 5, Moskwa 1953.
57. Popow W. W.: Klassifikacija liosowych porod. Tr. Inst. Geol. Akad. Nauk USSR, t. I, Kijów 1957.
58. Racinowski R., Rzechowski J.: Z badań nad granulometrią osa-dów pleistoceńskich okolic Chełma Lubelskiego (summ. On the Granulometric Investigations of Pleistocene Deposits Found in the Environs of Chełm Lu-belski). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B, vol. XIV, 4, Lublin 1960.
59. Regionalna Geologia Polski, t. I, z. 1 i 2. Kraków 1953.
60. Rieger S., Juve R. L.: Soil Development in Recent Loess in the Mata-nuska Valley, Alaska. Soil. Sci. Soc. America Proc., t. 25, 1961.
61. Rogala W.: Przyczynek do znajomości dyluwialnych utworów Galicyi. Kosmos, t. XXXII, Lwów 1907.
62. Rokicki J.: Warunki występowania utworów pyłowych i loessów na Dol-nym Śląsku. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. B, vol. V, 3, Lu-blin 1950.
63. Rokicki J.: Lessy i utwory pyłowe Wzgórz Trzebnickich (summ. Loess and Pelitic Deposits of Trzebinia Hills). Biuletyn Państw. Instytutu Geolog., nr 65, Warszawa 1952.

64. Russell R. J.: Lower Mississippi Valley Loess. *Bull. Geol. Soc. Amer.* vol. 55, 1944.
65. Sałow I. N.: K woprosu o proischożdienii liossowych suglinkow Smolenskoj oblasti. *Biul. Mosk. Obszcz. Isp. Prir., Otd. Geolog.*, t. 29. z. 5, Moskwa 1954.
66. Sittler R. F., Baker J.: Thickness of Loess in Clark County Illinois. *Ohio J. Sci.*, t. 60, nr 2, 1960.
67. Sokołowski I. L.: Geneticeskije typy liossowych porod zapadnoj czasti Ukrainy. *Mat. Sow. po Izucz. Czietw. Pier.*, t. II, Moskwa 1961.
68. Sokołowski I. L.: O proischożdienii i wzroście liossowych porod Ukrainy. *Mat. Sow. po Izucz. Czietw. Pier.*, t. I, Moskwa 1961.
69. Sokołowski I. L.: Regionalnyje i geneticeskije typy liossowych porod. *Czietw. Pier.*, t. 13, 14, 15, Kijów 1961.
70. Spiridonow A. J.: Znaczenie problemu proischożdenia pokrownych suglinkow. *Ziemliwiedienije*, t. V, Moskwa 1960.
71. Starkel L.: Periglacial Covers in the Beskid Wyspowy (Carpathians). *Biuletyn Peryglacialny*, nr 8, Łódź 1960.
72. Starkel L.: Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie (summ. The Development of the Flysch Carpathians Relief during the Holocene). *Prace Geograficzne PAN.*, nr 22, Warszawa 1960.
73. Stehlik O.: Geomorfologicke pomery povodi reky Luciny. *Acta Acad. Scient. Czechosl.*, t. XXVIII, Praga 1960.
74. Stiepanow I. N.: Nakoplenie eołowej pyli sniežnikami Tjan—Szanja. *Biul. Mosk. Obszcz. Ispyt, Prir., Otd. Geolog.*, t. 5, Moskwa 1959.
75. Strzemski M.: Efekty erozji wietrznej gleb na terenie południowo-wschodniej Polski w lutym 1956. *Przegląd Geograficzny*, t. XXIX, Warszawa 1957.
76. Stupnicka E.: Geneza glin lessowatych Pogórza Cieszyńskiego i Beskidów Śląskich (summ. Origin of the Loess-Like Clays in the Cieszyn Upland and the Beskidy Śląskie Range). *Acta Geologica Polonica*, vol. X, nr 2, Warszawa 1960.
77. Stupnicka E., Szumański A.: Dwudzielność młodoplejstocenijskich poziomów zwirowych w Karpatach (summ. Bipartition of Young Pleistocene Gravel Terraces in the Polish Carpathians). *Acta Geologica Polonica*, vol. VII, Warszawa 1957.
78. Szajnocha W.: Atlas Geologiczny Galicyi. Tekst do zeszytów: 5, 6, 13, Kraków 1895, 1896, 1901.
79. Środoń A.: Ostatni glaciał i postglaciał w Karpatach (summ. Last Glacial and Postglacial in the Carpathians). *Biuletyn Państw. Instytutu Geolog.*, nr 67, Warszawa 1952.
80. Świdziński H.: Słownik stratygraficzny północnych Karpat fliszowych. *Biuletyn Państw. Instytutu Geolog.*, nr 37, Warszawa 1947.
81. Świdziński H., Wdowiarz J.: Przewodnik do wycieczki XXIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Karpatach Krośnieńskich w roku 1950. *Rocznik P. T. Geol.*, t. XXI, Kraków 1951.
82. Taber S.: Perennially Frozen Ground in Alaska, Its Origin and History. *Geol. Soc. Am. Bull.*, t. 54, 1943.
83. Taber S.: Intensive Frost Action along Lake Shores. *Am. J. of Sci.*, vol. 248, 1950.
84. Taber S.: Origin of Alaska Silts. *Am. J. of Sci.* vol. 251, 1953.
85. Taber S.: Complex Origin of Silts in the Vicinity of Fairbanks, Alaska. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 69, 1958.

86. Tietze E.: Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Krakau. Jrb. d. k. k. Reichsanst., vol. 37, Wien 1887.
87. Tokarski J.: Petrografia. Lwów 1928.
88. Trainer F. W.: Eolian Deposits of the Matanuska Valley Agricultural Area Alaska. Geol. Surv. Bull., nr 1121-C, 1961.
89. Turnau-Morawska M.: Petrografia skał osadowych. Warszawa 1954.
90. Uhlig W.: Atlas Geologiczny Galicyi. Tekst do zeszytu 24, Kraków 1910.
91. Zejszner L.: O formacyi gliny w Karpatach, a mianowicie pod Tatrami. Rocznik Tow. Nauk. Krak., z. 1, Kraków 1851.

## РЕЗЮМЕ

Исследованиями был охвачен район карпатских котловин (Ясельско-Саноцкие углубления, Сондецкая котловина, подножье Татр и Живецкая котловина). Результаты исследований, относящихся к карпатским пылевым образованиям, сравнивались с результатами исследований лессовых возвышенностей Польши (фиг. 1).

Пылевые образования в Карпатах выступают почти повсеместно. До сих пор есть разные точки зрения на характер этих образований: являются ли они лессами или пылевыми выветриваниями флиша. Одни авторы связывают генезис их с процессами навеивания пылевых частиц из внекарпатских районов (5, 38, 41, 75, 83, 84, 87). Другие предполагают, что эти образования возникли путем выветривания флишевых пород (8, 9, 45, 46, 73, 78).\*

Пылевые образования в пределах Карпат выступают в двух морфологических обстановках. на склонах и на надпойменных речных террасах. Формирование образований зависит от их положения. Стоковые образования содержат в своей толще многочисленные скалистые обломки, количество которых уменьшается по мере опускания склона, а целый материал характеризуется рассортированием. Террасные образования более однородны, основную их толщу составляет мелкий материал, рассортированный значительно лучше. Пылевые террасные образования с наилучшим формированием выступают преимущественно на надпойменной террасе, датированной I варшавским оледенением (Рисс). Это также относится к территориям Ясельско-Саноцких углублений, Сондецкой и Живецкой котловин.

На подножье Татр в Новотарской котловине мощные серии пылевых образований выступают на младшей террасе, датированной

\* Более подробная литература находится в работе: A study of Silt Formation in the Carpathian Basins. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XV, 7, 1961.

II варшавским оледенением (Вюрм). Террасные пылевые образования в своей сводчатой части обнаруживают очень часто вертикальные трещины, пористость, желтую окраску. Нижняя часть обнажений представляет более связный материал с зарисованной горизонтальной ляминацией, который залегает на слоях гравия. Верхнюю часть от нижней отделяет горизонт материала с большим содержанием мелких обломков, часто зортштейнованный с кольцами Лизеганга. Окраска этой части изменяется: от черной через ржавую, зеленую по синюю. Эта двучленность отмечается почти на всей обследованной территории.

Пробы собранного материала на месте были разработаны в лаборатории.

Гранулометрический состав обследованных пылевых образований, взятых с территории Карпат, отличается от лессов (фиг. 8, 9). Разница заключается в меньшем проценте содержания фракции, которая считалась типично лессовой 0,02—0,05 мм, и в увеличенном содержании более крупной фракции свыше 0,05 мм и более мелкой — ниже 0,02 мм (табл. 1). Абсолютная доминация лессовой фракции не наблюдается. Увеличение количества содержания этой фракции в некоторых районах свыше 30 % делает похожими пылевые образования на лессы (Живец, Рыбачовице, Милювка, Новый Тарг, Рдзиостов). Гранулометрический состав указывает также на зависимость от геоморфологического положения образований. Образования на склонах содержат преимущественно более крупную фракцию, образования же на террасах — более мелкую.

Содержание углекислого кальция. Пылевые образования, как правило, не имеют углекислого кальция; если  $\text{CaCO}_3$  выступает, то составляет лишь ничтожные доли процента, редко — величины несколько большие (табл. 1). В некоторых случаях обнаружены карбонатные конкреции (в находках Корчины и Беча).

Минеральный состав. В пылевых образованиях, как и в лессах, главнейшим является кварц. Некоторые тяжелые минералы (табл. 2): циркон, ритул, турмалин, будучи очень прочными, не берутся во внимание для выводов. На основании выступления апатита нельзя определить источника материала, так как этот минерал является очень распространенным в разных видах пород. Зерна тяжелых минералов в карпатских пыловых образованиях обнаруживают более слабую механическую обработку в сравнении с такими же минералами, содержащимися в лессах.

Морфология зерен кварца. Величина коэффициента обтачивания (табл. 3) указывает что зерно кварца карпатских пы-

левых образований является гораздо меньше обточенным, чем зерно кварца в лессовых породах. Пылевые образования из некоторых лишь котловин указывают на приближение к лессовым величинам коэффициента.

На основании исследований автор считает, что пылевые образования карпатских котловин являются, главным образом, результатом выветривания карпатского флиша (преимущественно красных слоев). Слабоустойчивые сланцы и илосланцы интенсивно выветривались во время максимальной стадии оледенения варшавского II (Вюрм). Наличие сравнительно большой мощности выветренных слоев объясняется постоянной поставкой материала, благодаря гравитационному транспорту (между прочем, — солифлюкции). Вторжение лесов в течение постгляциала на территорию Карпат содействовало консервации пылевых покровов, возникших в последнем гляциале.

Результаты наблюдений позволяют установить, что макроскопическое уподобление сводчатым горизонтом выветриваний лессам следует отнести к голоценовым почвообразовательным процессам.

Так как наличие ориньяка на территории Карпат установлено в большинстве случаев в террасных гравийных сериях подстилающих пылевые образования, последние должны датироваться младшим периодом. Возникает мысль в качестве вполне логического заключения о том, что нижние серии пылевых образований следовало бы связывать с периодом старшего дриаса. Отделяющий горизонт, часто ортштейнизованный, обогащенный гумусом, отвечает вероятно Аллерёду, а сводчатые слои пылевых образований, расположенных над отделяющим горизонтом, следует отнести к младшему дриасу.

Рис. 1. I — районы исследований, II — исследовательские пункты, III — местности, IV — реки, V — порог карпатского нагорья.

Рис. 2. Обнажение пылевых образований в Заваде (п. 16); 1 — современная почва, 2 — пылевой материал с тонкой горизонтальной слоистостью, 3 — рельефный материал с полосами и голубыми, красными и фиолетовыми пятнами, 4 — пылевой материал с тонкой, горизонтальной слоистостью, 5 — Речные гравии.

Рис. 3. Обнажение пылевых образований в Живеце (п. 34); 1 — пылевой материал с вертикальными трещинами желтого цвета, 2 — ортштейнизованный ржавый слой мощностью в 1—10 см, 3 — пластический материал синевато-голубой с кольцами Лизеганга, 4 — пылеватый материал с полосками, прослойками ржавого цвета, 5 — черный слой, мощностью в 1—4 см, окрашенный марганцем, 6 — речные гравии.

Рис. 4. Озернование пылевых образований; 1 — Беловода — дно Рожновского озера, 2 — Рдзистов — стоковое образование, 3 — Ритро — стоковое образование, 4 — Барцице — стоковое образование, 5 — Пржисентица — стоковое образование, 6 — Шчебжешин — лесс, 7 — Сандомеж — лесс.

Рис. 5. Озернование пылевых образований; 1 — Язовско цег. — стоковое образование, 2 — Язовско в/Костеля — стоковое образование, 3 — Язовско в/шоссе — стоковое образование, 4 — Беловице — террасное образование, 5 — Шчебжешин — лесс, 6 — Сандомеж — лесс.

Рис. 6. Озернование пылевых образований; 1 — Подчервонэ — террасное образование, 2 — Новый Тарг — террасное образование, 3 — Буг над Червоном — террасное образование, 4 — Рогозник — террасное образование, 5 — Шчебжешин — лесс, 6 — Сандомеж — лесс.

Рис. 7. Озернование пылевых образований; 1 — Милювка — пылевое образование, 2 — Рубажовице — пылевое образование, 3 — Живец — террасное образование, 4 — Шчебжешин — лесс, 5 — Сандомеж — лесс.

Рис. 8. Сопоставление гранулометрического состава в кумулизованных разрезах; 1 — пылеватые образования в Сондецкой котловине, 2 — пылеватые образования Ясельско — Сапоцких углублений, 3 — лессы.

Рис. 9. Сопоставление гранулометрического состава в кумулизованных разрезах; 1 — пылевые образования Подножия Татр, 2 — пылевые образования Живецкой котловины, 3 — лессы.

Рис. 10. Морфология зерен кварца с фракцией 0,1—0,005 мм; 1 — угловатые зерна, 2 — частично обточенные зерна, 3 — обточенные зерна.

Местности происхождения проб: 1 — Санок, 2 — Беч (выветривание), 3 — Беч (сланец), 4 — Беловода (осадки из дна Рожновского озера), 5 — Рdziostов, 6 — Завада, 7 — Яновско, 8 — Новый Тарг, 9 — Рогозник, 10 — Живец, 11 — Милювка, 12 — Пикулице, 13 — Шчебжешин, 14 — Грубешув, 15 — Сандомеж, 16 — Зебоцин, 17 — Рациборовице.

Рис. 11. Покров пылевых образований на срединнопольской надпойменной террасе Дунайца в Яновске.

Рис. 12. Пылевые образования в Рdziостове (склон Сондецкой котловины). Видны эрозионные микроформы на стене обнажения.

Рис. 13. Сводчатая часть обнажения в Рогознике Подгальянском.

Рис. 14. Балтийская надпойменная терраса Белого Дунайца к северу от Нового Тарга. Сводчатые части этой террасы построены пылевыми образованиями.

Рис. 15. Верхняя часть обнажения пылевого образования в Живце. Заметны вертикальные трещины.

Рис. 16. Лесс в Сандомеже.

## SUMMARY

The author presents the results of his investigations concerning the origin of silt deposits in the Carpathian basins. The silts of the Podhale, Sącz, Jasło-Sanok and Żywiec basins were studied, and the results obtained compared with those derived from the investigations of loess in the upland regions outside the Carpathians (Fig. 1).

The silt deposits in the areas investigated are of common occurrence. The opinions concerning the origin of these silts are divided. While some authors maintain that the silts in question resulted from eolian

sedimentation of fine dust derived from the regions situated outside the Carpathians (5, 38, 41, 78, 90), others consider the silts as a result of weathering of the Carpathian flysch rocks (8, 9, 45, 46, 76, 81).\*

The silts within the Carpathian Mts. occur on: 1) slopes, and 2) river terraces. There is a difference in structure and composition between the two kinds of silts. Thus the slope silts are poorly sorted and contain numerous rock fragments. The amount of these fragments decreases downslope. The silts of river terraces are better sorted and more uniform in their composition. They form a mantle upon gravel deposits.

The most complete sequences of silt deposits were observed on river terraces of the Varsovien I glaciation (Riss). This pertains to the silts of the Jasło-Sanok, Żywiec and Sącz basins. However, in the Podhale basin, thick series of silts are found on younger terraces of the Varsovien II glaciation (Würm).

The upper portions of terrace silts constitute yellow and porous sediments, commonly cut by a system of vertical fractures. The lower parts consist of more consolidated and cohesive materials and show roughly horizontal lamination.

The boundary between the upper and lower parts is marked by the appearance of an argillaceous layer enriched in iron compounds and characterized by the presence of Liesegang rings. This layer which varies in colour from black through rusty, green to blue has been found almost everywhere in the areas investigated.

**Granulometric composition.** There is a difference in granulometric composition between the Carpathian silts and the loess from outside the Carpathians. As shown in Figs. 8, 9 the Carpathian silts differ from the loess proper in having smaller quantities of fine grades (0.05—0.02 mm) and these grades do not predominate. On the other hand, the Carpathian silts contain larger quantities of coarser grades (above 0.05 mm and below 0.02 mm, Table 1).

It should be noted that the amount of loess fraction may increase up to 30%. If this is the case the silts may show a considerable similarity to the loess proper.

As already noted the granulometric composition is dependent on the position of silts, and those laid down on river terraces contain predominantly finer grades while the slope silts are visibly coarser.

**Calcium carbonate content.** The Carpathian silts are generally devoid of  $\text{CaCO}_3$ . The latter if present appears invariably in

---

\* More bibliographic data may be found in the author's article: A Study of Silt Formations in the Carpathian Basins. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sec. B, vol. XV, 7, Lublin 1961.

insignificant quantities (Table 1). In a few places only (Korczyzna, Biecz) calcareous concretions were found.

**Mineralogical composition.** As it is the case with loess, the main constituent of the Carpathian silts is quartz.

With regard to heavy minerals (Table 2) it is to be noted that the stable ones such as rutile, zirkon, turmaline are of little value in determining the derivation of the silts. The same applies to apatite which is widely distributed in various rocks. It should be noted that the heavy minerals in the Carpathian silts are less rounded than those from the loess proper.

**Morphology of quartz grains.** As it is shown by the „index of roundness” (Table 3) the quartz grains in silts are less rounded than the equivalent grains in loess. Only in few places, similar values were found.

**Conclusions.** The data presented here indicate that the silt sediments of the Carpathian basins should be looked upon as the products of weathering of local flysch rocks, in particular shales and mudstones. In case of the Jasło-Sanok basin the main source of the clastic material were the Oligocene Krosno beds. The flysch rocks were subjected to intensive weathering during the Varsovien II (Würm).

Considerable thickness of weathering products at the base of slopes and on river terraces is a result of redeposition of detrital masses by means of gravity mass movements (solifluction, landslides) and that of running water.

It should be emphasized that the appearance of forests in the Carpathians notably contributed to the preservation of the silts formed during the last glaciation.

There is evidence suggestive that the macroscopic similarity of the upper portions of silts to the loess proper is largely due to the subsequent soil processes.

The silts should be regarded as post-Aurignacian sediments since the presence of this horizon has been proved in gravels underlying the silts. Thus it appears that the formation of silts may be linked with the Older Dryas period. It is suggested that the argillaceous horizon between the upper and lower silts corresponds to the Alleröd period, while the upper parts of silts were formed during the Younger Dryas.