

EWA STUPNICKA

## Geneza i wiek żwirów mieszanych na Pogórzu Cieszyńskim

**STRESZCZENIE:** Badania autorki objęły serię piasków dolnych i „żwirów mieszanych” występujących w dorzeczu górnej Wisły, w okolicy Skoczowa. Osady te, zawierające obok skał karpaccich otoczaki pochodzenia północnego, uważane były dotychczas za osady glacialne i fluwioglacialne, związane ze zlodowaczeniem krakowskim. Badania struktur i tekstur omawianych serii, jak również analiza petrograficzna, wskazująca na znaczne zubożenie wchodzącego w ich skład materiału północnego w skały mało odporne (w porównaniu z typowymi osadami glacialnymi) wykazały, że osady te są pochodzenia rzecznoego, a materiał lodowcowy znajduje się na wtórnym złożu. Analiza kontaktu serii piasków dolnych i serii „żwirów mieszanych” wykazała, że oddziela je od siebie wyraźna przerwa sedymentacyjna i czasowa. Seria piasków dolnych powstała jako osad rzeczny, w czasie nasuwania się na południe lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego. Z tym zlodowaczeniem związane są występujące w stropie serii piasków dolnych zjawiska peryglacialne i eoliczne. Sedymentacja serii „żwirów mieszanych” przypada na okres pomiędzy zlodowaczeniem środkowopolskim i bałtyckim. Faza akumulacyjna tego poziomu związana była prawdopodobnie ze zlodowaczeniem w tym okresie terenów Polski Północnej.

### WSTĘP

Jak wykazały ostatnie badania osadów czwartorzędowych w Karpatach (Środoń 1952, Jahn 1957, Starkel 1957), większość dobrze zachowanych poziomów żwirowych w dolinach rzecznych jest wieku holocenckiego lub młodoplejstoceniowego. Serie plejstoceniowe starsze występują współcześnie w dolinach rzek karpaccich bardzo rzadko. W większości przypadków intensywna działalność rzek w późnym plejstocenie i w holocenie doprowadziła do zniszczenia bądź zasypania osadów wczesno-plejstoceniowych. Dlatego też próby ustalenia stratygrafii osadów czwartorzędowych w Karpatach Polskich natrafiają na znaczne trudności.

Pełniejsze profile osadów czwartorzędowych występują na przedgórzu Karpat, gdzie — wskutek mniejszych spadków — działalność erozyjna rzek była mniej intensywna.

Pierwsze publikacje dotyczące osadów czwartorzędowych w Beskidach Śląskich i na ich przedgórzu ukazały się na początku bieżącego stulecia (Hanslik 1907, Götzinger 1909). Następnie można wymienić prace M. Książkiewicza (1935), K. Koniora (1936, 1939), M. Klimaszewskiego (1948) i A. Jahna (1952). Spośród wymienionych publikacja Klimaszewskiego (op. cit.) nie dotyczy bezpośrednio terenu Beskidów Śląskich i ich przedgórza, zawiera jednak materiały dotyczące czwartorzędu całych Karpat Polskich i dlatego nie może być pominięta przy omawianiu zagadnień plejstocenu na tym terenie.

Autorzy wymienionych publikacji, opierając się głównie na przesłankach morfologicznych oraz na profilach geologicznych, dążyli do ustalenia stratygrafii osadów czwartorzędowych na terenach Karpat i powiązania poszczególnych poziomów tarasowych w dolinach rzek ze zlodowaczeniami na terenach Polski Środkowej i Północnej.

Poziomami przewodnimi dla ustalenia wieku osadów czwartorzędowych w Karpatach były występujące na przedgórzu, rzadko dobrze zachowane, utwory morenowe, a także występujące często w osadach czwartorzędowych przedgórza tzw. fluwioglacjalne żwiry mieszane. Żwiry te, zawierające obok otoczków skał karpaccich otoczki skał skandynawskich, wchodzi w skład wielu serii akumulacyjnych przedgórza Karpat. Przy określaniu wieku osadów czwartorzędowych na tych terenach, żwiry mieszane uważane były za utwór powstały w czasie zlodowacenia krakowskiego i w stosunku do nich ustalano pozycję stratygraficzną innych serii akumulacyjnych.

W pracach opublikowanych w ostatnich latach znajdują się wypowiedzi, które wskazują na to, że żwiry mieszane mogą być osadem młodszym niż utwory zlodowacenia krakowskiego. B. Halicki (1951, str. 183) pisze:

„W wielu jednak przypadkach głązy i otoczki skandynawskie znajdują się w żwirach tych (mieszanych — dop. autorki) na drugorzędym złożu“.

Do podobnych wniosków dochodzi A. Środoń (1952), opierając się na paleobotanicznych badaniach poziomów z florą kopalną na terenie Karpat i ich przedgórza.

Dla właściwego ustalenia wieku żwirów mieszanych konieczne było wykonanie szczegółowych badań nad ich genezą. W tym celu przeprowadziłam badania na Pogórzu Cieszyńskim w okolicy Skoczowa. Osady czwartorzędowe zawierające żwiry mieszane są tam stosunkowo dobrze zachowane. Serie te były uprzednio opisane przez M. Książkiewicza (1935) w monografii osadów czwartorzędowych Pogórza Cieszyńskiego, jako utwory powstałe w czasie zlodowacenia krakowskiego.

W czasie prac posługiwałam się metodami, które ostatnio znajdują coraz częściej zastosowanie przy badaniu osadów czwartorzędowych.

Zastosowałam tu m.in. metodę analizy petrograficznej składu otoczków plejstocenijskich. Metoda ta, wprowadzona do badań przy opracowaniu serii czwartorzędowych na Podhalu przez B. Halickiego (1930, 1948), dała pozytywne wyniki przy określaniu wieku serii plejstocenijskich i ich stosunku do pierwotnych osadów glacialnych. Skład petrograficzny żwirów wskazuje na to, jak długo dany osad ulegał wietrzeniu na powierzchni lub czy — wskutek transportu — nie został pozbawiony składników mało odpornych. Krzywe składu granulometrycznego i współczynniki obtoczenia ziaren pozwalają niekiedy na wyciągnięcie wniosków o sile prądu, który osadził daną serię, a także długości transportu, jakiemu ulegał materiał przed akumulacją. W niektórych przypadkach dane te pozwalają również na wyciągnięcie wniosków o panującym wówczas klimacie.

Badania przeprowadziłam w Zakładzie Geologii Regionalnej Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem prof. dr. B. Halickiego, którego rady i sugestie pomogły mi przy opracowaniu wyników badań. Wyrazy podziękowania pragnę złożyć prof. dr S. Z. Różyckiemu za cenne wskazówki udzielone mi przy ostatecznej redakcji artykułu.

#### ROZMIESZCZENIE I SYTUACJA GEOLOGICZNA ŻWIRÓW MIESZANYCH NA POGÓRZU CIESZYŃSKIM

Mapę osadów czwartorzędowych Pogórza Cieszyńskiego oraz wyniki badań serii plejstocenijskich na tym terenie opublikował, jak już wyżej wspomniano, w roku 1935 M. Książkiewicz. Według tego autora, żwiry pochodzenia skandynawskiego wchodzi na tym terenie w skład dwóch serii. Są to:

- 1) seria piasków glacialnych oraz
- 2) leżąca nad nią seria zwana przez Książkiewicza żwirami mieszanyymi.

Obie wymienione serie zalicza Książkiewicz (op. cit.) do utworów wieku wczesnoplejstocenijskiego, uważając je za odpowiedniki zlodowacenia krakowskiego.

Seria piasków glacialnych powstała, według Książkiewicza, w czasie maksimum zlodowacenia jako osad wód wypływających z lądolodu; utworzony u jego krawędzi lub pod lodowcem. Natomiast w okresie regresji lądolodu żwiry mieszane powstały „... z mieszania się wód z materiałem glacialnym i wód karpaccich z otoczkami fliszowymi“ (op. cit., str. 5). Autor stwierdza, że pomiędzy obiema wymienionymi seriami, zawierającymi żwiry pochodzenia glacialnego, istnieje ściśle związany związek chronologiczny i ciągłe przejście.

Serię piasków glacialnych charakteryzuje Książkiewicz (op. cit., str. 3) jako drobnoziarniste, kwarcowe „... niejednokrotnie wchrowato

uwarstwione piaski ze wstęgami grubszego materiału...". We wkładkach żwirowych występują, według tego autora, granity, północne kwarcy, czarne lidyty, a z materiału karpackiego tylko wapienie cieszyńskie.

Omawiając żwiry mieszane Książkiewicz podaje, że występują one w postaci warstwy w stropie piasków glacialnych. Otoczaki są na ogół drobne, przemieszane z piaskiem kwarcowym. Spośród skał pochodzenia skandynawskiego w żwirach mieszanych wymienia Książkiewicz kwarcy, czerwone granity, porfiry, lidyty i czerwone kwarcyty oraz rzadkie gnejsy muskowitzowe. Spośród skał lokalnych, obok otoczaków wapieni cieszyńskich, występują liczne otoczaki piaskowców fliszowych pochodzące z Beskidu Śląskiego.

Badania autorki objęły obszar mniejszy od opracowanego przez M. Książkiewicza (op. cit.). Przeprowadzone one zostały w dolinie Wisły w okolicy Skoczowa na terenie miejscowości Pogórz, Międzywień, Łączka, Kisielów i Ogrodzona, jak również na wschód od wsi Kozakowice.

Występowanie żwirów mieszanych, według Książkiewicza, oraz rozmieszczenie odsłoneń, z których pobrałam próbki do badań laboratoryjnych, przedstawione zostało na figurze 1. W pracy niniejszej, poza omówionymi uprzednio metodami laboratoryjnymi, przeprowadziłam szczegółowe badania struktur i tekstur wymienionych osadów, przy równoczesnym szczegółowym opracowaniu odsłoneń według schematu układu faz sedymentacyjnych Andersona (1931).

Na terenie Pogorza Cieszyńskiego serie zawierające żwiry mieszane zachowały się w postaci izolowanych płatów tworzących odrębne wzniesienia, bądź występujących na zboczach wzgórz zbudowanych z warstw cieszyńskich. Współczesne rozmieszczenie tych osadów wskazuje, że powstały one pierwotnie jako stożki napływowe Wisły i jej dopływów, w kotlinie pomiędzy brzegiem Beskidu Śląskiego a pasem wzgórz, zbudowanych z wapieni cieszyńskich, które występują na zachód od Skoczowa (fig. 1). Strop sedymentacji stożka sięgał około 60 m powyżej współczesnego poziomu Wisły.

Szczegółowe badania wykazały, że na terenie Pogorza Cieszyńskiego żwiry mieszane *sensu stricto* występują w dwóch różnych seriach przedzielonych wyraźną niezgodnością sedymentacyjną. Są to:

- 1) seria dolna charakteryzująca się znaczną przewagą materiału piaszczystego — seria piasków dolnych, oraz
- 2) seria górna, składająca się z osadów piaszczysto-żwirowych, zwana w niniejszym artykule serią „żwirów mieszanych“.

Opisane przez M. Książkiewicza (op. cit.) piaski glacialne i żwiry mieszane nie odpowiadają w zupełności wyróżnionym tu poziomom, gdyż autor ten zaliczył do żwirów mieszanych tylko warstwy żwirowe, natomiast osady piaszczyste należące niewątpliwie do akumulacyjnej serii

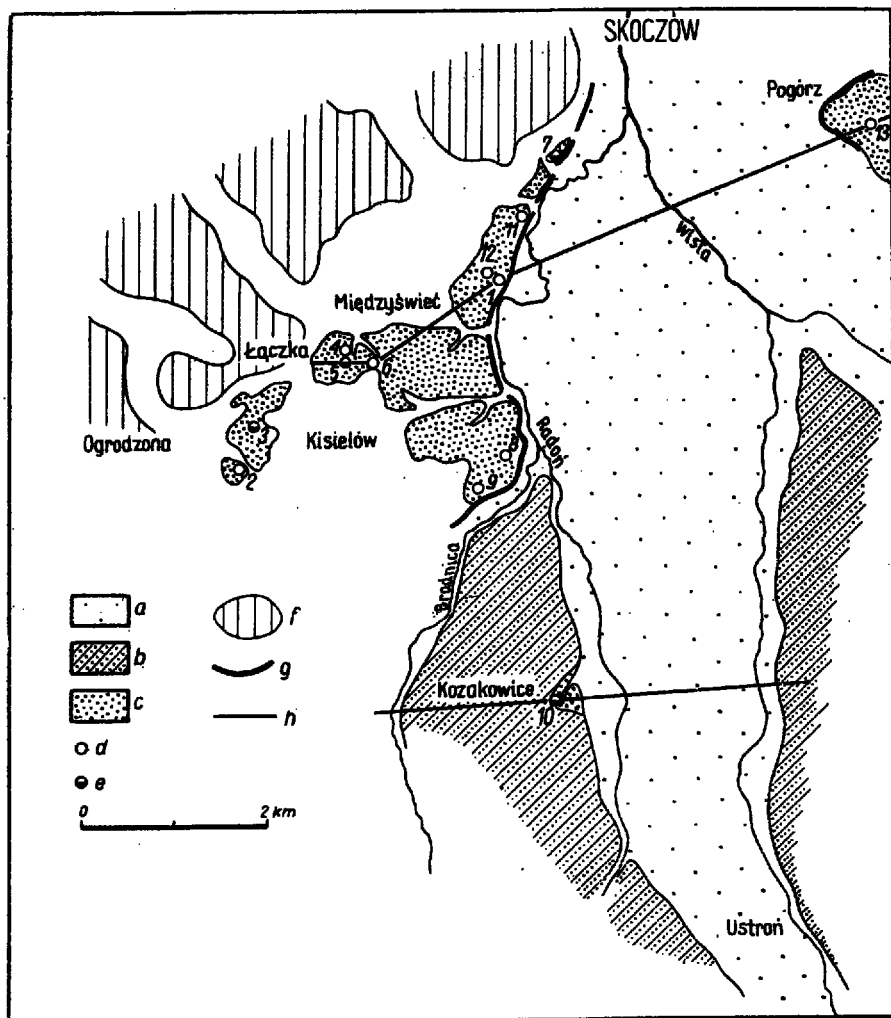


Fig. 1

Rozmieszczenie osadów czwartorzędowych w dolinie Wisły między Ustroniem i Skoczowem. Występowanie serii „żwirów mieszanych” według M. Książkiewicza (1935): *a* osady holocenijskie, *b* osady „stożka Ustronia”, *c* osady serii „żwirów mieszanych”, *d* odsłonięcia serii „żwirów mieszanych” (1, 2, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13), *e* odsłonięcia serii „żwirów mieszanych” i piasków dolnych (3, 5, 7, 10), *f* wzgórza otaczające od północy poziom akumulacyjny serii „żwirów mieszanych”, *g* współczesne podcięcie poziomu akumulacji serii „żwirów mieszanych”, *h* linie przekrojów geologicznych (por. fig. 2)

Distribution of Quaternary deposits between Ustroń and Skoczów in the Vistula

Valley. The occurrence of "mixed gravels" after M. Książkiewicz (1935)

*a* Holocene deposits, *b* deposits of the "Ustroń fan", *c* deposits of the "mixed gravels" series, *d* outcrops of the "mixed gravels" series (1, 2, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13), *e* outcrops of the "mixed gravels" and lower sands series (3, 5, 7, 10), *f* hills bordering on the north the accumulation level of the "mixed gravels" series, *g* recent escarpment of the accumulation level of the "mixed gravels" series, *h* lines of geological sections (comp. fig. 2)

górną i leżące niezgodnie na piaskach serii dolnej zaliczył Książkiewicz do piasków glacialnych.

Seria piasków dolnych zbudowana jest głównie z piasków drobnoziarnistych, dobrze wysortowanych. Żwiry w tej serii występują w okolicy Skoczowa rzadko.

W serii górnej przeważają osady piaszczyste, średnio- i gruboziarniste, słabo wysortowane. Żwiry występują w postaci warstw i soczewek o miąższości od 10 cm do 1 m.

Rozmieszczenie obu serii w okolicy Skoczowa ilustrują figury 1 i 2.

Z obserwacji wynika, że zasięg sedymentacji serii piasków dolnych zbliżony był do zasięgu lepiej zachowanej serii górnej. Strop sedymentacji piasków dolnych sięgał pierwotnie do 350 m n.p.m. tj. około 50 m

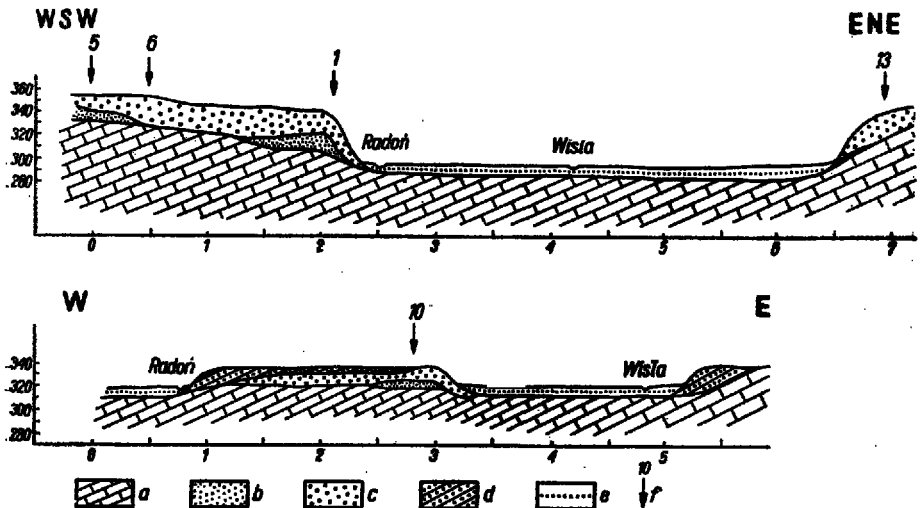


Fig. 2

Przekroje schematyczne przez dolinę górnej Wisły. Lokalizacja przekrojów na fig. 1. Przekrój górny — na południe od Skoczowa, przekrój dolny — w miejscowości Kozakowice

a podłoże fliszowe, b seria piasków dolnych, c seria „żwirów mieszanych”, d osady „stożka Ustronia”, e osady holocenijskie, f odsłonięcia

Diagrammatic sections through the upper Vistula valley. Localisation of sections in fig. 1. Upper section — S of Skoczów, lower section — at Kozakowice

a Flysch substratum, b lower sands series, c “mixed gravels” series, d “Ustroń fan” deposits, e Holocene deposits, f outcrops

nad poziom współczesnej Wisły (fig. 2, przekrój I). W osi doliny Wisły głębokość wcięcia, poprzedzającego tę fazę sedymentacji, sięgała co najmniej do współczesnego poziomu koryta Wisły (fig. 2).

Na całym badanym terenie seria piasków dolnych jest przykryta przez osady piaszczysto-żwirowe serii górnej.

Akumulacja serii górnej sięgała do 60 m nad poziom współczesnego koryta Wisły. Największą miąższość posiada ta seria w skarpie doliny Wisły (fig. 1, odsł. 1 i 12), gdzie we wcięciu drogi polnej odsłaniają się od dołu piaski grubo- i średnioziarniste, słabo wysortowane, z przewarstwieniami żwirów o stosunkowo dużych średnicach (do 25 cm). Żwiry tworzą poziome warstwy od 0,5 do 1 m miąższości. Ku górze warstwy żwirów są coraz cieńsze. Na wysokości około 14 m od podstawy odsłonięcia żwiry są drobne (maks. średnice 5 cm), a miąższości warstw nie przekraczają 40 cm. Na tej wysokości przeważa już materiał piaszczysty. W górnej części odsłonięcia (25 m od dołu) w piaskach pojawiają się wkładki ilaste. Ogólna miąższość serii „żwirów mieszanych“ wynosi tu 30 m. Spąg odsłonięcia znajduje się na wysokości 2-4 m nad poziomem współczesnej Wisły.

W odsłonięciu nr 11 występują średnioziarniste piaski poziomo warstwowane, z wkładkami drobnych żwirów, o średnicach maksymalnych 3 cm. Jest to górna część akumulacji serii górnej, żwirowo-piaszczystej, tej samej co w odsłonięciu nr 1. Kilkanaście metrów na północ od odsłonięcia nr 11, we wcięciu erozyjnym, seria górna spoczywa bezpośrednio na łupkach cieszyńskich.

Seria górna, żwirowo-piaszczysta, występuje również w odsłonięciach nr 2, 3, 6, 7, 8, 9, i 13, położonych na wzgórzach między Ogrodzonia i Kisielowem, na S od Skoczowa i w miejscowości Pogórz (fig. 1). Są to małe piaskownie, w których występują piaski średnio- i gruboziarniste, rdzawe, niezbyt dobrze wysortowane, z wkładkami żwirów zawierających otoczaki skał fliszowych i skandynawskich.

W odsłonięciach nr 3 i 7 pod serią górną żwirowo-piaszczystą odsłania się seria piasków dolnych.

W odsłonięciu nr 3, położonym na wzgórzu na wschód od Ogrodzonej, serię dolną tworzą piaski drobnoziarniste jasne, dobrze wysortowane.

Warstwy tej serii, ułożone pod kątem około 30°, przykryte są uwarstwionymi poziomo osadami żwirowo-piaszczystymi serii górnej.

W odsłonięciu nr 7 pod warstwą serii „żwirów mieszanych“ występują piaski drobnoziarniste o uwarstwieniu poziomym. Kontakt serii górnej z warstwą piasków dolnych jest wyraźnie niezgodny. Powierzchnia stropowa piasków dolnych jest nierówna, leżą na niej osady żwirowo-piaszczyste serii górnej, w których występują niewielkie soczewki piasków drobnoziarnistych, pochodzących z rozmycia piasków dolnych.

Najpełniejszy profil geologiczny serii piasków dolnych i serii „żwirów mieszanych“ na Pogórz Cieszyńskim znajduje się w piaskowni w Łączce (nr 5). Piaskownia ta, nie opisana dotychczas, znajduje się na

południe od Skoczowa, między Łączką i Kisielowem, na pd.-zachodnim stoku wzgórza o wysokości 351 m n.p.m. Piaskownia ma około 26 m długości i około 5 m szerokości. Dłuższa oś przebiega z północy na południe.

W części północnej piaskowni w Łączce znajdują się dwie serie, wyraźnie od siebie rozgraniczone, różniące się strukturą i teksturą. W dolnej serii (fig. 3, warstwa 3) występują drobne, dobrze wysortowane piaski o zabarwieniu jasnożółtym. W tej serii można obserwować inwo-

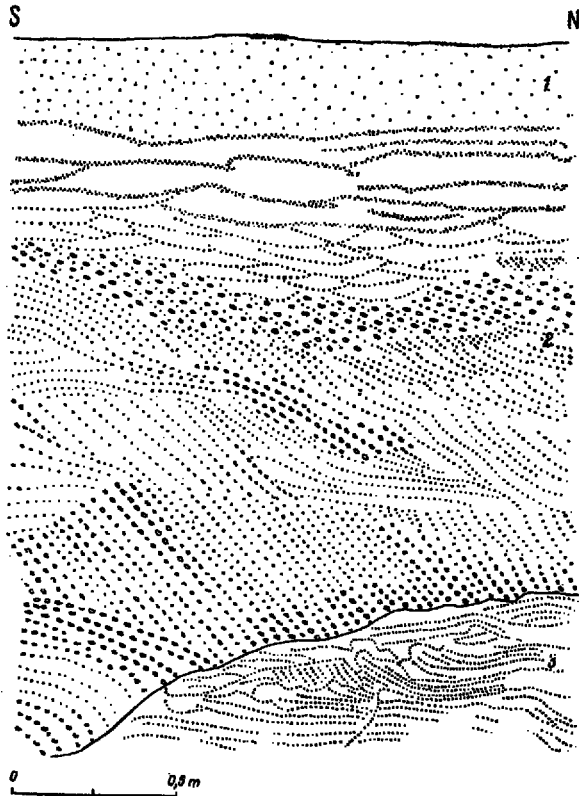


Fig. 3

Szkic odsłonięcia w północnej części piaskowni w Łączce (odsł. nr 5)

1 warstwa zwietrzeliny, 2 rdzawe warstwowane piaski średnio- i gruboziarniste z wkładkami żwirów — seria „żwirów mieszanych”, 3 piaski drobnoziarniste dobrze wysortowane ze strukturami peryglacialnymi — seria piasków dolnych

A sketch of the exposure in the northern part of the sand pit at Łączka (outcrop No. 5)

1 waste layer, 2 bedded, rusty sands, medium- or coarse-grained, with gravel intercalations — "mixed gravels" series, 3 fine-grained, well sorted sands with periglacial structures — lower sands series



lucje peryglacjalne świadczące o procesach mrozowych. Powierzchnia stropowa tej serii jest nierówna. Na kontakcie serii piasków dolnych z wyżej leżącą serią żwirowo-piaszczystą (fig. 3, warstwa 2) można stwierdzić wyraźne ślady rozmycia i zmianę charakteru sedymentacji. Na drobnoziarnistych piaskach serii dolnej leżą warstwy serii górnej o przewadze frakcji żwirowej, które stopniowo ku górze przechodzą znowu w osad o przewadze frakcji piaszczystej. Seria górna wykształcona jest w postaci soczewek zbudowanych z materiału gruboziarnistego, piaszczysto-żwirowego. Wewnątrz soczewek żwiry i piaski ułożone są skośnie do poziomu w drobne warstewki. Ku górze uwarstwienie serii zmienia się stopniowo, a w części stropowej obserwować można poziomy układ warstw z lekko zaznaczającymi się ripplemarkami prądowymi.

Profil ściany w południowej części piaskowni przedstawiony jest na figurze 4. Od góry, pod warstwą zwietrzliny (1), występuje materiał żwirowo-piaszczysty o miąższości około 1 m, poziomo warstwowany z drobnymi ripplemarkami (fig. 4, warstwa D).

Poniżej znajduje się warstwa przejściowa (fig. 4, warstwa C) żwirowo-piaszczysta (miąższość warstwy C w tej części odsłonięcia wynosi ok. 1 m). Piasek jest tu średnio- i gruboziarnisty, warstwowany, jasno-żółty, przemyty, z dużą ilością ziaren skaleni i minerałów ciemnych. Skośne uwarstwienie tej serii wskazuje na kierunek spływu wód z północy na południe.

Warstwa przejściowa na terenie piaskowni ma miąższość zmienną od 0 do 2 m, a w miejscach, w których warstwa przejściowa nie występuje, seria górna (D) leży bezpośrednio na serii piasków dolnych (jak na fig. 3). Warstwa przejściowa zawiera żwiry o nieco innym składzie petrograficznym niż serie niżej i wyżej leżące. Skład petrograficzny wszystkich opisanych warstw będzie omówiony szczegółowo w następnym rozdziale.

Pod warstwą przejściową znajduje się seria piasków dolnych, która w południowej części piaskowni dzieli się na dwa poziomy: warstwę A i warstwę B (fig. 4). Kontakt tej serii z warstwą przejściową jest niezgodny. Na powierzchni stropowej piasków dolnych można obserwować niewielkie zagłębienia wypełnione żwirami warstwy przejściowej.

Warstwa B o miąższości 1,75-2 m ma bardzo charakterystyczną budowę. Występują tu cienkie warstewki piasku średnioziarnistego o miąższości 1-2 cm, ułożonych pod kątem około  $30^\circ$  do poziomu. Uwarstwienie to, na ogół bardzo regularne, można obserwować w odsłonięciu na długości około 12 m. W warstwie tej brak jest wkładek żwirowych, a piasek jest bardzo dobrze wysortowany. Uwarstwienie tego typu nie występuje na ogół w osadach rzecznych. Nie umieścił go w schemacie warstwowań powstałych w środowisku wodnym Anderson (1931). Przykłady form warstwowania, podobne do zaobserwowanych w odsłonięciu pia-

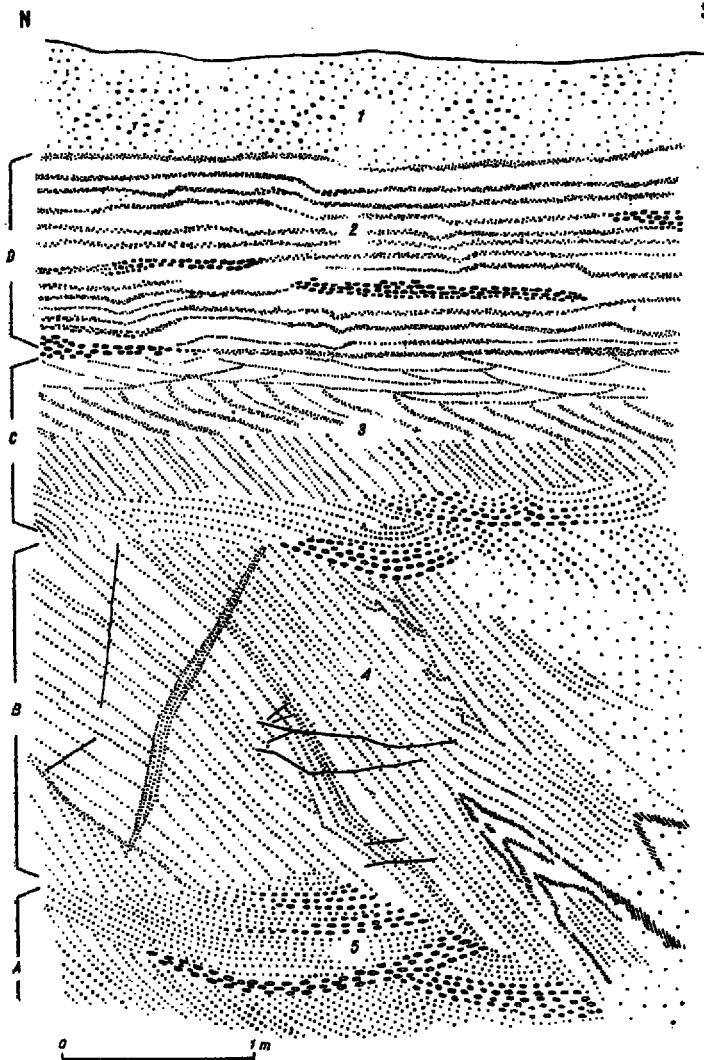


Fig. 4

Profil serii piasków dolnych i „żwirów mieszanych” w południowej części piaskowni w Łączce (odśł. nr 5)

1 warstwa zwietrzliny, 2 rdzawe piaski średnioziarniste warstwowane z wkładkami żwirów — seria „żwirów mieszanych” (D), 3 piaski średnio- i gruboziarniste z wkładkami żwirów — warstwa przejściowa (C), 4 piaski średnioziarniste dobrze wysortowane — seria piasków dolnych (B), 5 piaski średnio- i gruboziarniste z wkładkami żwirów — seria piasków dolnych (A)

Profile of the lower sands and "mixed gravels" series from the southern part of the sand pit at Łączka (outcrop No. 5)

1 waste layer, 2 bedded, rusty sands, medium-grained, with gravel intercalations — "mixed gravels" series (D), 3 medium or coarse-grained sands with gravel intercalations — passage series (C), 4 medium-grained, well sorted sands — lower sands series (B), 5 medium or coarse-grained sands with gravel intercalations — lower sands series (A)

skówni w Łączce, znajdują się natomiast w literaturze omawiającej tekstury osadów pochodzenia eolicznego (Metody izużenia osadočných porod — 1957, Dylíkova 1958).

Pod warstwą B leży osad żwirowo-piaszczysty (fig. 4, warstwa A) o miąższości powyżej 1,5 m (na fig. 4 widoczna jest tylko górna część tej warstwy), powstały niewątpliwie wskutek działalności wód płynących. Jest to seria piaszczysta z soczewkami żwirów zawierających otoczaki skał północnych i karpaccich. Spąg tej serii nie jest znany.

Opisane powyżej odsłonięcie w Łączce jest interesującym obiektem, gdyż jest to jedyne na badanym terenie miejsce, gdzie można obserwować pierwotną powierzchnię stropową serii piasków dolnych.

Na specjalną uwagę zasługują zaobserwowane tutaj zjawiska peryglacialne występujące w serii piasków dolnych. Poza inwolucjami, znalezionymi w północnej części piaskowni (fig. 3, seria A), zanotowano występowanie form peryglacialnych również w południowej części piaskowni. W odległości około 12 m na północ od ścianki piaskowni, której fragment jest przedstawiony na figurze 4, występują w piaskach drobnoziarnistych, pod warstwą przejściową, inwolucje peryglacialne i drobne przesunięcia warstewek (fig. 5). Formy te, podobnie jak żyła piaskowa w warstwie B (fig. 4), powstały prawdopodobnie w strefie przypowierzchniowej serii piasków dolnych w warunkach klimatu peryglacialnego.

Podobne formy peryglacialne opisali Šibrava i Kroutilík (1957a) w osadach jeziorno-lodowcowych z okolic Hlučina i Opavy.

W odsłonięciu nr 4 znajdującym się na wzgórzu o wysokości 351 m n.p.m., a więc na wysokości odpowiadającej opisanej powyżej piaskowni (nr 5), występuje seria piasków o miąższości około 8 m, poziomo warstwowanych z wkładkami żwirów mieszanych. Osad ten zaliczyć zatem należy do żwirowo-piaszczystej serii górnej.

Odsłonięcie nr 10 jest najbardziej na południe wysuniętym w dorzeczu górnej Wisły stanowiskiem, gdzie występują serie zawierające żwiry mieszane. W piaskowni, pod serią żwirowo-piaszczystą z rzadkimi lecz niewątpliwymi otoczakami skał skandynawskich, występują drobnoziarniste jasnożółte piaski poziomo warstwowane, dobrze wysegregowane, odpowiadające serii piasków dolnych. Tak jak w innych opisanych odsłonięciach (nr 3, 5 i 7), kontakt obu serii jest niezgodny. Na powierzchni stropowej piasków dolnych widoczne są ślady rozmycia. W południowej części piaskowni powyżej serii „żwirów mieszanych“ (górnej) występuje warstwa gliny rzecznej o miąższości 1,5 m. Ku północnemu wschodowi w odsłonięciu warstwa gliny cienieje.

Odsłonięcie (nr 10) leży w obrębie „stożka Ustronia“ (Książkiewicz 1935). Osady serii piasków dolnych i „żwirów mieszanych“ leżą tu stratygraficznie niżej glin napływowych tworzących w okolicy wsi Ko-

zakowice „stożek Ustronia“ i są częścią starszego, wyższego pierwotnie, poziomu akumulacyjnego, którego część spągowa nie została w tym miejscu zniszczona przez procesy erozji (fig. 3, przekrój II).

Jak wynika z opisanych obserwacji, charakter sedymentacji serii piasków dolnych wskazuje, że powstały one głównie w środowisku wodnym. Prąd, który je osadził, był spokojny. Przewaga materiału piaszczystego o bardzo drobnej frakcji (diagramy składu granulometrycznego serii

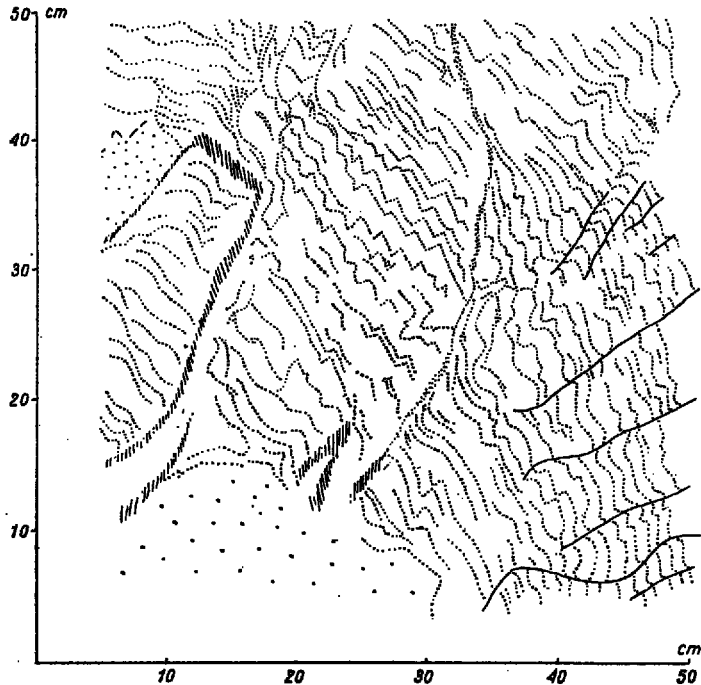


Fig. 5

Inwolucje peryglacjalne i zjawiska kriotektoniczne w serii piasków dolnych w odsłonięciu nr 5 (piaskownia w Łączce)

Periglacial involutions and cryotectonic structures in the lower sands series in outcrop 5 (sand pit at Łączka)

piasków dolnych podano na fig. 7), rzadkie wkładki żwirowe i regularne uwarstwienie wskazują na przebieg sedymentacji odpowiadający środkowemu biegowi rzeki.

W stropie serii piasków dolnych powstały w końcowej fazie ich sedymentacji zjawiska peryglacjalne (fig. 3 i 5).

Seria górna „żwirów mieszanych“ leży bądź na serii piasków dolnych (odśł. 3, 5, 7 i 10), bądź na podłożu fliszowym (odśł. 11). Im bliżej

osi współczesnej doliny Wisły, tym spąg serii „żwirów mieszanych“ leży niżej. W odsłonięciu 10 osady tej serii leżą na wysokości współczesnego tarasu holoceńskiego doliny Wisły.

Akumulację serii górnej poprzedziła faza intensywnej erozji, której wynikiem było częściowe zniszczenie serii piasków dolnych. Pierwotna wysokość akumulacji stożka serii piasków dolnych sięgała około 50 m n.p.m. współczesnej Wisły. W osi doliny Wisły rozcięcie erozyjne sięgało co najmniej poziomu współczesnego tarasu dennego.

Wysokość stropu serii „żwirów mieszanych“ nad poziom Wisły wynosi obecnie w okolicy Skoczowa około 60 m.

#### SKŁAD PETROGRAFICZNY ŻWIRÓW MIESZANYCH NA POGÓRZU CIESZYŃSKIM

Skład petrograficzny żwirów mieszanych, występujących w seriach czwartorzędowych Pogorza Cieszyńskiego, ilustruje tabela 1. Została ona zestawiona na podstawie analizy petrograficznej i przeliczeń otoczek z próbek zebranych z serii górnej „żwirów mieszanych“ oraz z wkładek żwirowych w serii piasków dolnych (średnice ziarna badanego  $> 0,5$  cm).

Tabela (Chart) 1

Skład petrograficzny żwirów mieszanych  
Petrographic composition of mixed gravels

Lp.	Objaśnienia	Otoczaki skał krystalicznych		Otoczaki kwarcowe		Otoczaki wapienne		Otoczaki fliszowe	
		Ilość szt.	%	Ilość szt.	%	Ilość szt.	%	Ilość szt.	%
1	Seria górna odsł. 10	2	0,8	28	11,1	—	—	221	88,1
2	„ „ „ 1	2	1,1	50	28,2	—	—	125	70,7
3	„ „ „ 8	4	1,6	63	35,4	—	—	190	73,0
4	„ „ „ 12	10	2,5	128	32,1	—	—	260	65,4
5	„ „ „ 11	10	3,2	93	29,8	—	—	209	67,0
6	„ „ „ 6	14	4,3	124	38,7	—	—	182	57,0
7	„ „ „ 9	18	4,7	151	35,0	—	—	225	60,3
8	„ dolna „ 5	27	6,3	171	40,0	—	—	230	53,7
9	W-wa przejściowa od. 5	45	10,0	161	35,7	211	46,9	33	7,3

Lokalizacja odsłoneń, z których zebrano próbki, podana jest na figurze 1.

Próbki żwirów do analizy petrograficznej uzyskano przez odsianie materiału piaszczysto-żwirowego, zebranego ze ściany odsłoneń z po-

wierzchni 0,5 m  $\times$  0,5 m do głębokości 25 cm, przez sito o średnicy oczek 0,5 cm. Uzyskany w ten sposób żwir podzielono na grupy petrograficzne wymienione w tabeli 1, przeliczono i dokonano pomiaru średnic otoczków w każdej grupie petrograficznej.

Próbki zawierały po 200 do 400 otoczków każda. W tabeli 1 podano ilości oraz procent każdego rodzaju otoczków w danej próbce.

Wszystkie otoczki podzielono na 4 główne grupy:

1. *Otoczki skał krystalicznych* — do tej grupy zaliczono wszystkie skały pochodzenia skandynawskiego: granity, porfiry, różowe kwarcyty oraz b. rzadkie gnejsy. Materiał żwirowy wchodzący w skład tej grupy jest przeważnie silnie zwietrzały.

Obok eratyków, w grupie tej mogły znaleźć się również egzotyki karpackie, występujące w skałach fliszowych Beskidu Śląskiego. Ponieważ jednak we współczesnych żwirach Wisły ilość egzotyków wynosi, według przeliczeń autorki dokonanych na kamieńcach, średnio 0,1%, nie mogły one wpłynąć zasadniczo na wyniki przedstawione w tabeli 1. Nie należy się spodziewać zwiększenia się ilości egzotyków w żwirach plejstocenijskich Wisły, gdyż w profilu serii fliszowej jej dorzecza nie występują w większej ilości warstwy egzotykowe, które mogłyby mieć wpływ na procentową zawartość skał krystalicznych w żwirach akumulacyjnych Wisły jakiegokolwiek wieku.

Średnice otoczków w tej grupie wahają się około 1 cm.

2. *Otoczki kwarcowe* — składają się z dobrze, lub bardzo dobrze obtoczonych, mlecznych, niekiedy zabarwionych, kwarców. Grupa ta zawiera również występujące bardzo rzadko krzemienie (< 1%). Otoczki zaliczone do tej grupy pochodzą w większości, podobnie jak żwiry grupy 1-szej, z osadów glacialnych i są produktami wietrzenia skał krystalicznych. Średnice otoczków wahają się od 0,5 do 1 cm.

3. *Otoczki wapienne* — w żwirach mieszanych nie występują w ogóle. Wyłącznie w warstwie przejściowej (tab. 1, p. 9) występują słabo obtoczone okruchy wapieni pochodzące z serii wapieni cieszyńskich. Można by je zaliczyć wraz z grupą 4-tą do skał pochodzenia lokalnego, wydzielono je jednak dla lepszego scharakteryzowania składu petrograficznego żwirów mieszanych. Średnice otoczków wapiennych w warstwie przejściowej wynoszą średnio 3 cm.

4. *Otoczki fliszowe* — składają się ze skał pochodzących z Beskidów Śląskich, przyniesionych na Pogórze z południa przez rzeki karpackie. Pod względem petrograficznym są to głównie piaskowce, rzadziej łupki. Materiał jest dobrze zachowany. Średnice otoczków są bardzo różne i zależą od usytuowania żwirów w stosunku do współczesnej doliny Wisły. Próbki pobrane z odsłoneń położonych na południe od Skoczowa, w skarpie doliny Wisły (odsł. 1, 7, 8 i 9), mają średnie średnice

w granicach od 4 do 5 cm, natomiast w żwirach występujących w Łączce i Ogrodzonej (odsl. 2, 4, 5, 6) średnie średnice są mniejsze od 3 cm.

Tabela 1 od pozycji 1-szej do 7-mej zestawiona jest według wzrastających zawartości skał pochodzenia północnego w żwirach mieszanych serii górnej. Próbka nr 8 pochodzi ze żwirów piaskowni w Łączce (fig. 4, warstwa A), natomiast próbka nr 9 z warstwy przejściowej występującej w tym samym odsłonięciu (nr 5).

Zestawienie składu petrograficznego otoczków ze żwirów mieszanych (seria górna) w tabeli 1 wskazuje, że wahania w procentowym składzie różnych typów otoczków na całym badanym terenie są niewielkie. Ilość materiału krystalicznego nie przekracza 5% całego składu próbki.

Na uwagę zasługuje również fakt, że wszystkie znalezione otoczki należą do najodporniejszych skał skandynawskich i reprezentują przeważnie typy przewodnie<sup>1</sup>.

Materiał krystaliczny jest na ogół zwietrzały, poza skałami najbardziej odpornymi jak np. porfiry i kwarcyty. Na daleko posunięty proces wietrzenia eratyków w żwirach mieszanych zwrócił uwagę również Książkiewicz (op. cit., str. 4).

Drugą grupę w składzie petrograficznym żwirów mieszanych stanowią pod względem ilości otoczki kwarcowe. Duża stosunkowo (średnio 28%) zawartość otoczków kwarcu w żwirach mieszanych wskazuje na znaczne zubożenie materiału pochodzenia glacialnego w skały ulegające łatwo procesom wietrzenia, a wzbogacenie w składniki odporne. W żwirach mieszanych otoczki kwarcowe będące produktem wietrzenia skał krystalicznych kilkakrotnie przekraczają ilość tych skał.

Największy procent w zawartości żwirów mieszanych posiadają otoczki fliszowe, przy czym ich ilość maleje stopniowo w miarę oddalania się od brzegu Beskidów, jak również w miarę oddalania się od współczesnej doliny Wisły. Dolina ta była więc w czasie sedymentacji serii górnej rynną, którą dostarczane były na przedgórze żwiry fliszowe.

Dla porównania składu petrograficznego żwirów mieszanych terenów Pogorza Cieszyńskiego z typowymi osadami morenowymi na podkarpaciu wykonano analizę składu petrograficznego otoczków dobrze zachowanej gliny morenowej z Woźnik pod Wadowicami (Książkiewicz 1951, Madeyska 1960). Morena z Woźnik występuje w skarpie doliny Skawy, pod serią żwirów rzecznych i warstwą lessu w postaci glin szaro-żółtych, wapnistych z dużą ilością głązów.

Odległość moreny woźnickiej od Skoczowa jest dość znaczna (ok. 50 km), jednakże jest to jedyny możliwy do porównań materiał na tere-

<sup>1</sup> Otoczki skał przewodnich występujące w żwirach mieszanych reprezentują typy pochodzące z dna Bałtyku, wysp Alandzkich i środkowej Szwecji (Dalarne, Smaland). Brak głązów pochodzących z Finlandii i zachodniej Skandynawii.

nie przedgórze Beskidów Śląskich, gdyż inne położone bliżej znane miejsca występowania glin morenowych (Cieszyn — Göttinger 1909, Kęty — Jahn 1952) zawierają osady bardzo silnie zwiętrzałe.

Próbkę do analizy otrzymano przez odsianie 0,25 m<sup>3</sup> gliny morenowej przez sito (średnica oczek — 0,5 cm).

Tabela (Chart) 2

Skład petrograficzny otoczków moreny w Woźnikach koło Wadowic  
Petrographic composition of pebbles of the moraine at Woźniki near Wadowice

	Ilość szt.	%
Otoczaki skał krystalicznych	39	8,0
Otoczaki kwarcowe	65	13,0
Otoczaki piaskowcowe niefliszowe	128	25,8
Otoczaki wapienne	266	53,2
	498	100

Przedstawiony powyżej skład petrograficzny niezwiętrzałej, dobrze zachowanej gliny morenowej wskazuje na znaczne różnice w zestawieniu z wynikami analizy petrograficznej żwirów mieszanych. Największą i zasadniczą różnicą jest występowanie w morenie powyżej 50% wapieni. Wapienie te pochodzą głównie z Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, położonej w niewielkiej odległości na północ od Wadowic. Poza tym znaleziono 2 otoczki wapienia skandynawskiego. Otoczki piaskowcowe pochodzą z osadów paleozoicznych i mezozoicznych terenów położonych na północ od Karpat. Otoczków skał fliszowych nie rozpoznano.

Różnice w zawartości otoczków skał krystalicznych i otoczków kwarcowych są również znaczne. Spośród skał krystalicznych przeważają skały mało odporne: gnejsy i łupki krystaliczne. Ilość skał krystalicznych w morenie przekracza kilkakrotnie ilość tych samych skał w żwirach mieszanych. Równocześnie zawartość otoczków kwarcowych jest dwukrotnie niższa w morenie niż w żwirach mieszanych.

Na ogół moreny posiadają skład petrograficzny otoczków ściśle uzależniony od budowy geologicznej podłoża. Morena z Woźnik wykazuje podobną zależność. Gлина morenowa przyniesiona przez łądolód w okolice Skoczowa musiała więc zawierać, poza materiałem skandynawskim, przede wszystkim skały Wyżyny Śląsko-Krakowskiej, a więc skały osadowe karbońskie i triasowe.

Na figurze 6 przedstawiono wykresy składu petrograficznego żwirów mieszanych Pogórza Cieszyńskiego w porównaniu ze składem petrograficznym otoczków moreny w Woźnikach. Wykresy te wskazują na



znaczące zubożenie żwirów mieszanych w otoczaki skał małoodpornych w stosunku do niezwiertzałych osadów glacialnych.

Obtroczenie żwirów mieszanych w serii górnej jest na ogół dobre, zwłaszcza otoczaki skandynawskie i kwarcowe posiadają znaczny stopień obtroczenia. Tabela 3 podaje orientacyjne dane odnoszące się do stopnia obtroczenia żwirów w zależności od ich pochodzenia. W grupie skał pochodzenia lokalnego uwzględniono otoczaki skał fliszowych,

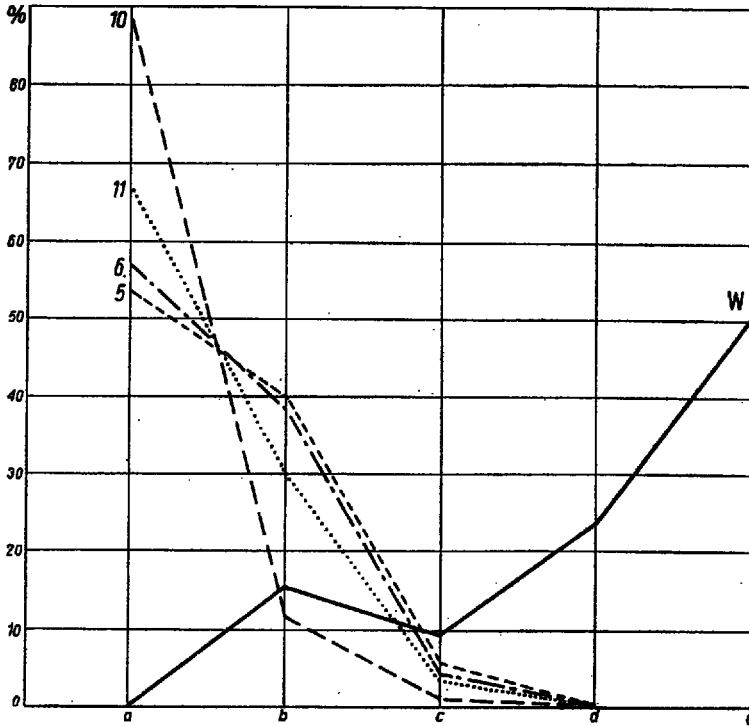


Fig. 6

Krzywe składu petrograficznego żwirów moreny z Woźnik oraz żwirów mieszanych z terenu Pogórza Cieszyńskiego

W morena z Woźnik; pozostałe krzywe — seria „żwirów mieszanych” z poszczególnych odsłoneń (fig. 1); a otoczaki fliszowe, b otoczaki kwarcowe; c otoczaki skał krystalicznych, d otoczaki piaskowcowe niefliszowe; e otoczaki wapienne. Lokalizacja odsłoneń na fig. 1

Morainic gravel petrographic composition curves from Woźniki and curves of mixed gravels from the Cieszyn Upland

W moraine from Woźniki; other curves refer to "mixed gravels" from the particular outcrops (fig. 1); a Flysch pebbles, b quartz pebbles; c crystalline rock pebbles, d non-Flysch sandstone pebbles, e limestone pebbles. Outcrops localisation on the fig. 1

w grupie skał pochodzenia północnego otoczaki skandynawskie i kwarcowe. Dane zostały zestawione dla próbki pobranej z serii górnej w piaskowni w Łączce (nr 5).

Tabela (Chart) 3

Obtczenie żwirów mieszanych w zależności od ich pochodzenia  
Roundness of mixed gravels controlled by their origin

	Otoczaki dobrze obt. %	Otoczaki średnio obt. %	Otoczaki słabo obt. %
Skały pochodzenia lokalnego	35	61	93
Skały pochodzenia północnego	65	39	7
<b>S u m a</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Przytoczone powyżej wyniki badań składu petrograficznego żwirów mieszanych wchodzących w skład serii akumulacyjnych Pogórza Cieszyńskiego (seria piasków dolnych, seria górna żwirowo-piaszczysta) wskazują na to, że serie te różnią się znacznie od typowych osadów glacialnych. Zupełny brak w materiale pochodzenia północnego otoczek skał małoodpornych, przy równoczesnym względnym wzbogaceniu żwirów w skały odporne, świadczy o tym, że osady te przeszły przez okres długotrwałego wietrzenia<sup>2</sup>. W zestawieniu z wynikami prac z innych terenów Polski (Krygowski 1956), gdzie osady niewątpliwie fluwioglacjalne, niezwięzłe, występujące w związku z utworami morenowymi, zawierają zawsze pełny asortyment petrograficzny skał występujących w morenie, wydaje się mało prawdopodobny pogląd przyjęty dotychczas o fluwioglacjalnym pochodzeniu żwirów mieszanych (Książkiewicz 1935).

Daloko posunięty stopień zubożenia żwirów mieszanych w składniki mniej odporne wskazuje, że wody Wisły i jej dopływów, które rozmywały osady morenowe, musiały rozmywać osad już silnie zwięzły (zbyt krótki transport na terenie Pogórza nie mógł być wystarczający, aby doprowadzić do tak znacznego zubożenia żwirów mieszanych). Z drugiej strony dobry stan zachowania piaskowców i łupków flisz-

<sup>2</sup> Podobne wyniki analizy petrograficznej żwirów mieszanych okolic Sambora i Dobromila otrzymał H. Teisseyre (1938, str. 27). Píše on: „Podczas gdy w morenach przeważa materiał lodowcowy, w żwirach mieszanych otoczaki skał karpackich tworzą z reguły 95-99% całego żwirowiska”. Pomimo tak małej zawartości skał pochodzenia glacialnego, uważa Teisseyre żwiry mieszane za osady fluwioglacjalne.

wych, znajdujących się w żwirach mieszanych (w niektórych poziomach zachowały się niezwiertzałe wapienie cieszyńskie), wyłącza możliwość, by wietrzenie mogło nastąpić po osadzeniu się serii, w skład których wchodziły żwiry mieszane.

SKŁAD GRANULOMETRYCZNY SERII PIASKÓW DOLNYCH  
I „ŻWIRÓW MIESZANYCH”

Dla lepszego poznania charakteru sedymentacji serii piasków dolnych i serii górnej „żwirów mieszanych” przeprowadzono analizy składu granulometrycznego piasków obu serii oraz wykonano pomiary maksymalnych wielkości średnic otoczków żwirów w nich występujących.

Diagramy uzyskane z analiz granulometrycznych zestawiono na figurach 7 i 8. Próbkę do analiz pobrano ze ścianki odsłonięcia w jednej warstwie, z powierzchni  $0,25 \times 0,25$  m. Analizę wykonano przy pomocy kompletu sit: 0,06 mm, 0,075 mm, 0,10 mm ... itd.

Diagramy składu granulometrycznego serii piasków dolnych przedstawiono na figurze 7. Charakteryzują się one na ogół drobną frakcją (0,06-0,1 mm — fig. 7, diagram III i IV). Próbkę pobrana ze stropowej

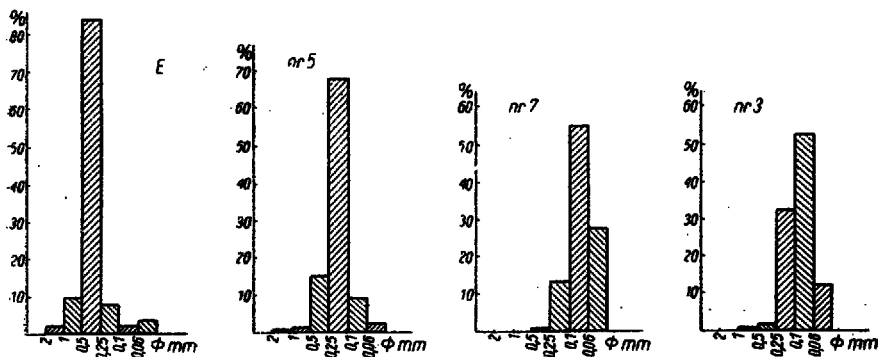


Fig. 7

Diagramy składu granulometrycznego serii piasków dolnych z różnych odsłonień (fig. 1). E diagram piasków eolicznych według Krygowskiego

Granulometric composition diagrams of the lower sands series from various outcrops (fig. 1). E Eolian sands diagram after Krygowski

części serii piasków dolnych w piaskowni w Łączce (warstwa B) wskazuje na wysoki stopień wysortowania, zbliżony do wysortowania jakie posiadają piaski eoliczne (fig. 7, diagram II).

W kilku przypadkach znaleziono w tym poziomie, w drobnych dobrze wysortowanych piaskach, pojedyncze otoczki kwarcowe lub fliszowe o średnicy do 2 cm.

Diagramy składu granulometrycznego piasków z serii „żwirów mieszanych“ (górnej) nie odbiegają zasadniczo od diagramów piasków rzecznych. Charakteryzują się one przewagą frakcji od 0,25 do 0,50 mm. Najlepsze wysortowanie wykazuje próbka w odsłonięciu nr 10 (fig. 8, diagram I). Warstwy serii górnej, leżące bezpośrednio na piaskach dolnych, posiadają zazwyczaj domieszkę piasku drobniejszego (fig. 8, diagram III).

Maksymalne średnice otoczków w serii „żwirów mieszanych“ i piasków dolnych nie przekraczają 0,5 m. Największe średnice posiadają w tych osadach otoczki skał fliszowych. W odsłonięciu 1, w spągu serii

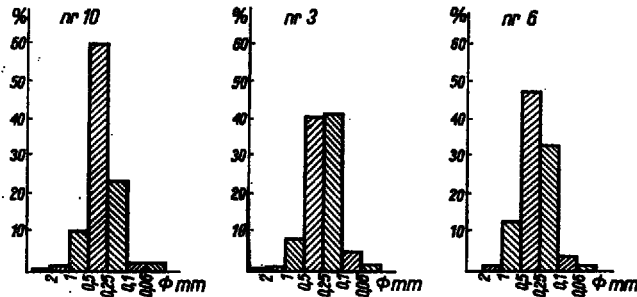


Fig. 8

Diagramy składu granulometrycznego piasków z serii „żwirów mieszanych“ z różnych odsłoneń (fig. 1)

Granulometric composition diagrams of sands of the "mixed gravels" series from various outcrops (fig. 1)

„żwirów mieszanych“, maksymalne średnice otoczków fliszowych dochodzą do 30 cm. Podobnie duże otoczki fliszowe (do 25 cm) znajdują się w odsłonięciach nr 3, 7 i 8. W pozostałych odsłonięciach maksymalne średnice otoczków fliszowych sięgają 15 cm.

Średnice otoczków pochodzenia skandynawskiego sięgają maksymalnie 10 cm. Wyjątkowo w piaskowni w Łączce (nr 5) w serii „żwirów mieszanych“ znaleziono otoczek skandynawski o średnicy 23 cm.

W serii piasków dolnych wielkości otoczków są jeszcze mniejsze. W piaskowni w Łączce otoczki fliszowe sięgają 5 cm średnicy, otoczki pochodzenia północnego 2 cm.

Stwierdzone niskie wartości maksymalnych średnic otoczków skał pochodzenia północnego są ważne dla ustalenia genezy serii piasków dolnych i „żwirów mieszanych“.

W materiale pochodzenia glacialnego znajduje się zawsze duży procent skał o znacznych rozmiarach, przekraczających nawet 1 m średnicy.

W osadach pochodzenia glacialnego na przedgórzu Karpat notowano również występowanie dużych głazów narzutowych. Klímaszewski (1948) podaje, że wielkości głazów na przedgórzu sięgają 2,5 m średnicy, a głazy o wielkości 1,0-1,5 m są często spotykane. Teisseyre (1938) wspomina o głazach dochodzących do 1 m średnicy.

Autorka w czasie swoich prac na Pogórze obserwowwała w Wilmowicach koło Dziedzic głazy przekraczające 1 m średnicy, a skały północne w morenie w Woźnikach pod Wadowicami mają średnice dochodzące do 1,5 m (Madeyska 1960).

Z powyższego wynika, że materiał pochodzenia lodowcowego na przedgórzu Karpat zawiera duże głazy, podobnie jak osady morenowe terenów północnej i środkowej Polski.

Brak w żwirach mieszanych dużych głazów pochodzenia glacialnego przemawia przeciwko tezie, jakoby powstały one z bezpośredniego mieszania się materiału pochodzącego z topniejącego lądolodu z materiałem niesionym przez rzeki Beskidów Śląskich. Lodowiec pokrywający w plejstocenie Pogórze Cieszyńskie musiał zawierać, podobnie jak na innych terenach Podkarpacia, głazy o dużych średnicach, powinnyby więc one znaleźć się w seriach „żwirów mieszanych“ i piasków dolnych.

#### OBTOCZENIE ZIAREN PIASKU W SERII „ŻWIRÓW MIESZANYCH“ I PIASKÓW DOLNYCH

Wstępny przegląd ziaren piasku z serii piasków dolnych i „żwirów mieszanych“ pod mikroskopem wykazał, że występuje wśród nich duża ilość ziaren dobrze obtoczonych. W celu więc uzupełnienia badań wykonano dodatkowo pomiary współczynnika obtoczenia piasków obu serii.

Do badań współczynnika obtoczenia piasków wzięto ziarna wyłącznie kwarcowe o średnicach 0,5-0,75 mm. Dla każdej próbki obliczono współczynniki obtoczenia 150 ziaren. Do wykonania pomiarów posłużono się 30-krotnymi powiększeniami fotograficznymi.

Przy obliczeniach zastosowano wzór Wadella (Pettijohn 1957) i po przemnożeniu wyniku przez 1000 otrzymano współczynniki obtoczenia ziaren w postaci liczb trzycyfrowych.

Wartości współczynników obtoczenia ziaren w danej próbce zaliczono następnie do 5 klas, według podziału Pettijohna (1957)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Wartości współczynników obtoczenia ziaren dla 5 klas, według podziału F. J. Pettijohna (1957):

Klasa I — ziarna graniaste	(wartości współcz. obt.	0-150)
Klasa II — ziarna słabo wygładzone	( „ „ „	150-250)
Klasa III — ziarna słabo obtoczone	( „ „ „	250-400)
Klasa IV — ziarna obtoczone	( „ „ „	400-600)
Klasa V — ziarna dobrze obtoczone	( „ „ „	600-1000)

Po dokonaniu podziału wykreślono krzywe procentowej zawartości ziaren w poszczególnych klasach obtoczenia dla badanych próbek. Dla niektórych próbek wykreślono dodatkowo diagramy procentowej zawartości ziaren w przedziałach wartości współczynnika obtoczenia 0-50, 50-100, 100-150 ... itd.

Na figurze 9 podano krzywe zawartości ziaren w klasach, według podziału Pettijohna (op. cit.), z próbek piasków pobranych z serii piasków dolnych (krzywe 5A i 5B) oraz z serii „żwirów mieszanych“ (krzywe 1, 3, 8, 10).

Krzywe współczynników obtoczenia dla piasków występujących w serii „żwirów mieszanych“ przedstawione na figurze 9 wskazują na to, że dominującą rolę odgrywają w nich ziarna w III klasie Pettijohna.

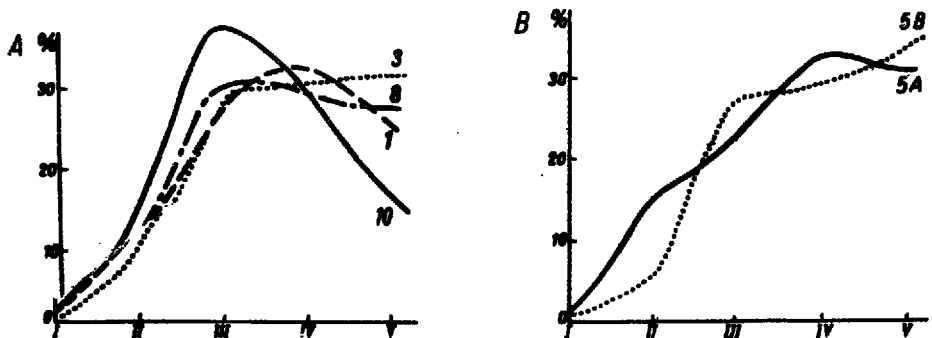


Fig. 9

Krzywe zawartości ziaren kwarcu w 5-ciu klasach obtoczenia (wg Pettijohna 1957) serii „żwirów mieszanych“ (A) oraz serii piasków dolnych (B) w różnych odsłonięciach (fig. 1)

Quartz grains distribution curves for 5 classes of roundness (after Pettijohn 1957) in the "mixed gravels" series (A) and in the lower sands series (B) in various outcrops (fig. 1)

Ilość tych ziaren przekracza 30% składu całej próbki. Obok ziaren kwarcowych słabo obtoczonych, znajduje się w próbkach również duży procent kwarców o dobrym obtoczeniu w klasie V Pettijohna. Ziarna te są prawie idealnie kuliste. Równocześnie w serii „żwirów mieszanych“ występuje minimalna ilość ziaren o współczynnikach obtoczenia 0-150 (I klasa Pettijohna).

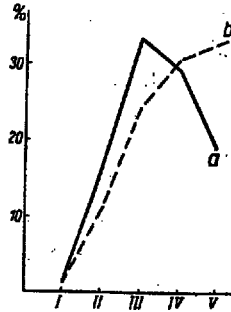
Seria piasków dolnych (fig. 9, krzywe 5A i 5B) charakteryzuje się wyższymi współczynnikami obtoczenia ziaren, aniżeli piaski serii „żwirów mieszanych“. W serii piasków dolnych dominują ziarna obtoczone i dobrze obtoczone (IV i V klasa).

Porównanie dwóch krzywych współczynników obtoczenia (fig. 10), średniej dla serii „żwirów mieszanych“ (krzywa *a*) i średniej dla serii piasków dolnych (krzywa *b*), wskazuje na odmienny ich przebieg. Dla piasków z serii „żwirów mieszanych“ maksimum zawartości ziaren przypada na ziarna w klasie III i następnie krzywa stopniowo opada, dla serii piasków dolnych ilość ziaren w poszczególnych klasach obtoczenia wzrasta od klas najniższych do klas najwyższego stopnia obtoczenia.

Fig. 10

Krzywe średnich zawartości ziaren kwarcu w 5-ciu klasach obtoczenia (wg Pettijohna 1957)  
*a* krzywa z piasków serii „żwirów mieszanych“,  
*b* krzywa z serii piasków dolnych

Curves of average distribution of quartz grains for 5 classes of roundness (after Pettijohn 1957)  
*a* curve of sands of the "mixed gravels" series,  
*b* curve of the lower sands series



Dla wytłumaczenia tej różnicy w przebiegu krzywych współczynników obtoczenia dla obu serii, należy wyjaśnić, skąd mógł pochodzić materiał piaszczysty występujący w seriach plejstocenijskich Pogorza Cieszyńskiego?

Materiał ten mógł pochodzić:

- a) ze zwięzłych skał fliszowych Beskidów Śląskich,
- b) z osadów glacialnych pozostawionych na Podkarpaciu przez lądolód północny.

Współczynniki obtoczenia piasków pochodzących z osadów fliszowych nie były dotychczas na większą skalę badane. Jedynie Radomski (1956), w pracach nad sedymentacją fliszu podhalańskiego, wydzielił 3 typy ziaren w piaskowcach fliszowych w zależności od ich stopnia obtoczenia. Współczynniki obtoczenia, według tego autora, dla frakcji 0,6 mm wynoszą 0,45-2,26. Współczynniki obtoczenia ziaren kwarcowych w piaskowcach fliszu podhalańskiego są więc niskie.

W pracach magisterskich Horowskiego (1955) i Nawary (1955) znajdują się również wzmianki dotyczące stopnia obtoczenia ziaren piasku w piaskowcach fliszowych. Wymienieni autorzy przeprowadzili badania mikroskopowe szlifów z piaskowców różnych serii fliszowych Beskidu Śląskiego. Stwierdzili oni, że ziarna kwarcowe wchodzące w skład piaskowców karpaccyjskich są w przeważnej części ziarnami graniastymi.

Krygowski (1958) przedstawił charakterystykę ziaren w piaskowcach ciężkowickich z okolic Bochni. Według tego autora (Krygowski opisał ziarna większe niż te, które opracował Radomski), na ziarna obto-

czone przypada 3,2% całego składu próbki, na ziarna średnio obtoczone 81,7%, a na ziarna graniaste 15,1%.

Publikacje na temat stopnia obtoczenia piasków pochodzenia glacialnego (Dorywalski 1954, Krygowski 1955, 1956 i 1958) dowodzą, że ziarna kwarcowe w osadach lodowcowych ulegały, nawet po bardzo długim transporcie, tylko częściowemu obtoczeniu. Krygowski (1958) podaje, że około 80% wszystkich ziaren w osadach glacialnych charakteryzuje się średnim stopniem obtoczenia.

Z powyższych danych wynika, że zarówno skały fliszowe jak i osady glacialne posiadają głównie ziarna o słabym lub średnim obtoczeniu (III klasa wg Pettijohna), a więc takie, jakie przeważają w serii „żwirów mieszanych“.

W serii piasków dolnych występują jednak w dużej ilości ziarna dobrze obtoczone. Jakże więc może być źródło piasków o tak wysokim stopniu obtoczenia? Dobrze obtoczone ziarno związane jest zazwyczaj z piaskami wydmyowymi (Krygowski 1956). Fakt ten, jak również wyniki badań granulometrycznych oraz obserwacje struktur i tekstur przedstawione w niniejszej pracy wykazują, że seria piasków dolnych przeszła przez okres długotrwałej obróbki eolicznej. Poza dobrym obtoczeniem ziaren kwarcowych przemawiają za tym: charakterystyczne uwarstwienie serii piasków dolnych (fig. 4) oraz diagramy składu granulometrycznego tych osadów (fig. 7).

Dla potwierdzenia powyższego wniosku przeprowadzono uzupełniające badania powierzchni ziaren piasków. Wykazały one, że większość ziaren w próbkach posiada powierzchnie matowe (powyżej 50% ogólnej ilości ziaren jest całkiem matowa), a ziarna najlepiej obtoczone mają powierzchnie o typowej obróbce eolicznej.

W piaskach serii „żwirów mieszanych“ znajduje się również dość znaczna ilość ziaren dobrze obtoczonych (fig. 9, krzywa 3). Pochodzą one z rozmycia serii piasków dolnych i występują w serii „żwirów mieszanych“ na drugorzędym złożu.

#### WIEK SERII PIASKÓW DOLNYCH I „ŻWIRÓW MIESZANYCH” POGÓRZA CIESZYŃSKIEGO

Na Pogórzu Cieszyńskim można wyróżnić dwie serie akumulacyjne zawierające obok składników fliszowych materiał pochodzenia skandy-nawskiego. Są to: 1) seria piasków dolnych, 2) seria górna „żwirów mieszanych“. Obie te serie oddzielone są od siebie wyraźną przerwą sedymentacyjną.

Występujące w obu seriach żwiry mieszane nie są osadem związanym bezpośrednio ze zlodowaceniem krakowskim. Stopień zubożenia



materiału północnego w składniki słabo odporne wskazuje na to, że osady pochodzenia glacialnego, przed tym nim dostały się do żwirów mieszanych, uległy długotrwałemu procesowi wietrzenia.

Brak w osadach czwartorzędowych w okolicy Skoczowa pewnych poziomów stratygraficznych (np. osadów z florą) uniemożliwia przeprowadzenie w chwili obecnej ścisłego powiązania serii piasków dolnych i „żwirów mieszanych“ ze zlodowaczeniami na Niżu. Powiązanie to można przeprowadzić jedynie pośrednio.

Korelacja serii piasków dolnych i „żwirów mieszanych“ z osadami przedgórza Karpat położonymi na wschód od górnej Wisły jest niemożliwa, gdyż nie występują na tych terenach w bezpośrednim sąsiedztwie (doliny Soły i Skawy) osady podobne. Natomiast duże podobieństwo do serii plejstocenijskich Pogórza Cieszyńskiego posiadają osady czwartorzędowe, występujące na terenach Czechosłowacji, w dorzeczu górnej Odry.

W 1954 r. w pracy zbiorowej (Žebera, Šibrava, Macoun, Pokorný & Ambrož) opisano tzw. utwory jeziorno-lodowcowe z okolicy Ostrawy. Z opisu i fotografii są one podobne do serii piasków dolnych. Osad ten autorowie uważają za utwór powstały w jeziorze, które istniało w dorzeczu górnej Odry, w czasie zlodowacenia Riss 2.

Šibrava i Kroutilik (1957b) wyróżnili w okolicach Opawy 2 poziomy osadów jeziorno-lodowcowych przedzielone moreną. Morenę tę i oba poziomy piasków wiążą autorzy ze zlodowaczeniem saalskim (Riss wg terminologii alpejskiej).

Pod dolnym poziomem utworów jeziorno-lodowcowych znajduje się poziom żwirów fluwioglacialnych, które Šibrava i Kroutilik zaliczają do zlodowacenia Elstery (Mindel).

Na osadach jeziorno-lodowcowych leżą osady fluwioglacialne, szeroko rozprzestrzenione na terenach Moraw, które autorzy czechosłowaccy (Žebera 1955 i in.) zaliczają do okresu recesji zlodowacenia Riss 2. Są one podobne do serii górnej okolic Skoczowa. Nie jest jednak możliwe, opierając się wyłącznie na tych opisach, z całą pewnością wiązać te osady z serią „żwirów mieszanych“ Pogórza Cieszyńskiego.

Dla bliższego określenia wieku serii piasków dolnych i „żwirów mieszanych“ należy wyjaśnić ich stosunek do osadów tzw. „stożka Ustronia“. Autorka wysunęła przypuszczenie (1957), co potwierdziły ostatnio inne badania (Birkenmajer i Środoń 1960), że poziom „stożka Ustronia“ należy paralelizować z osadami młodoplejstocenijskimi Karpat i przedgórza, ściśle ze zlodowaczeniem bałtyckim. Stożek ten jest w chwili obecnej jeszcze dobrze rozwiniętym, wyraźnym poziomem akumulacyjnym, stosunkowo mało zniszczonym. Seria „żwirów mieszanych“ natomiast występuje współcześnie tylko we fragmentach, będących resztką szeroko kiedyś rozwiniętej pokrywy. Świadczy to o daleko posuniętym procesie

denudacji i erozji, jaka miała miejsce po okresie akumulacji serii „żwirów mieszanych“.

Sytuacja morfologiczna obszaru pomiędzy Ustroniem a Skoczowem, tj. obszaru pomiędzy brzegiem Beskidu Śląskiego i pasmem wzgórz zbudowanym z wapieni cieszyńskich, przebiegającym w kierunku SW od Skoczowa, spowodowała, że na terenie tym mającym charakter płaskiej kotliny, wynikiem każdego procesu sedymentacji było powstanie stożka akumulacyjnego. Seria „żwirów mieszanych“ wykształciła się pierwotnie również w postaci stożka u ujścia Wisły z Beskidów na Pogórze Cieszyńskie. Stożek ten miał rozmiary większe niż „stożek Ustronia“. Wysokość stropu serii „żwirów mieszanych“ nad poziom współczesnego koryta Wisły dochodzi na S od Skoczowa do 60 m. Maksymalne wysokości „stożka Ustronia“ sięgają tylko 20 m nad poziom współczesnej Wisły w okolicy Ustronia.

Poza różnicą wysokości obu poziomów akumulacyjnych różnią się one budową litologiczną. Seria „żwirów mieszanych“ zbudowana jest z osadów piaszczystych i piaszczysto-żwirowych, natomiast w serii akumulacyjnej „stożka Ustronia“ występują w spągu żwiry fliszowe (średnio 5 m miąższości), a w stropie gliny napływowe rzeczne z wkładkami drobnych żwirów.

„Stożek Ustronia“ utworzył się po okresie intensywnej erozji wgłębnej i bocznej, która doprowadziła do zniszczenia stożka zbudowanego z serii „żwirów mieszanych“ i wyerodowania głębokiej doliny Wisły. „Żwiry mieszane“ zachowały się tylko po południowej stronie pasa wzgórz skoczowskich, które stanowiły naturalną przeszkodę dla działalności erozyjnej Wisły. W osi doliny Wisły głębokość wcięcia erozyjnego z tego okresu przekraczała 60 m.

Akumulację serii „żwirów mieszanych“ poprzedziła akumulacja serii piasków dolnych, w której stropie stwierdzono występowanie zjawisk eolicznych i peryglacjalnych.

W monografii osadów wydmowych terenów Polski znajduje się wypowiedź Majdanowskiego (1958), że procesy eoliczne na terenach Polski zachodziły w plejstocenie często równocześnie z procesami peryglacjalnymi. Według tego autora zjawiska te należy wiązać z pełnym glaciałem.

Zjawiska eoliczne i peryglacjalne okolicy Skoczowa związane były zapewne genetycznie ze zlodowaceniem, którego morenę z okolicy Opawy opisali Šibrava i Kroutilik (1957b). Odpowiada ona według tych autorów zlodowaceniu Saali, czyli środkowopolskiemu.

Erozja, która miała miejsce po osadzeniu się około 50 m miąższości serii piasków dolnych, osiągnęła w dolinie Wisły poziom poniżej stropu tarasu holocenijskiego, na terenach oddalonych od doliny Wisły doprowadziła do znacznego zniszczenia serii piasków dolnych.

Sedymentacja serii „żwirów mieszanych“ przypada, w oparciu o powyższe rozważania, na okres pomiędzy zlodowaceniem bałtyckim i środkowopolskim, po fazie intensywnej erozji. Można by więc ten poziom akumulacyjny wiązać ze stadium Warty zlodowacenia środkowopolskiego.

Ze względu na rozmiar erozji, która poprzedziła sedymentację serii „żwirów mieszanych“, oraz ze względu na rozmiar akumulacji tej serii nie jest wyłączone, że poziom ten odpowiada sygnalizowanemu przez niektórych autorów zlodowaceniu terenów północnej Polski (Hałlicki 1957, zlodowacenie północnopolskie), które miało miejsce pomiędzy zlodowaceniem środkowopolskim i bałtyckim. Na podstawie przeprowadzonych badań, przebieg procesów geologicznych na Pogórzu Cieszyńskim po zlodowaceniu krakowskim można przedstawić następująco:

- |  |   |
|--|---|
| <p>1. Rozwój procesów erozji i denudacji. Wietrzenie serii glacialnych zlodowacenia krakowskiego. W efekcie nastąpiło prawie całkowite zniszczenie osadów morenowych i fluwioglacialnych. Pra-Wisła wcina się do poziomu współczesnego tarasu dennego.</p> | <p>Interglacjał mazowiecki</p>                                    |
| <p>2. Sedymentacja 50 m miąższości serii piasków dolnych. W skład serii weszły materiały pochodzące z Karpat oraz z rozmycia zwietrzałych osadów glacialnych.</p>  | <p>Transgresja lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego</p>        |
| <p>3. Pod koniec sedymentacji serii piasków dolnych nastąpiło oziębienie klimatu (zjawiska peryglacialne i eoliczne).</p>  | <p>Maksimum i recesja lądolodu zlodowacenia środkowopolskiego</p> |
| <p>4. Rozwój procesów erozji i denudacji. Rozcięcie serii piasków dolnych do poziomu współczesnego koryta Wisły.</p>   | <p>Interglacjał lub interstadiał</p>                              |
| <p>5. Akumulacja serii „żwirów mieszanych“ o miąższości 60 m.</p>  | <p>Zlodowacenie Polski Północnej</p>                              |
| <p>6. Nowa faza erozyjna, która doprowadziła do rozcięcia serii „żwirów mieszanych“ i wcięcia się Wisły do 9 m poniżej współczesnego jej koryta.</p>   | <p>Interglacjał eemski</p>  |
| <p>7. Akumulacja „stożka Ustronia“. Strop tego poziomu sięga 20 m w okolicy Ustronia, ku północy stopniowo się obniża do 7 m n.p. współczesnej Wisły.</p>  | <p>Zlodowacenie bałtyckie</p>                                     |

*Zakład Geologii Regionalnej Polski i Świata  
Uniwersytetu Warszawskiego  
Warszawa, w lutym 1961 r.*

#### LITERATURA CYTOWANA

- ANDERSON S. A. 1931. Om Aase of Terrasser inden for Susaa's Vandemraade og deres Vidnesbyrd om Isafsmeltingens (The eskers and terraces in the basin of river Susaa and their evidence of process of the ice waning). — Danm. Geol. Unders., II R., no. 54. København.

- BIRKENMAJER K. & ŚRODOŃ A. 1960. Interstadiał oryniacki w Karpatach (Aurignacian interstadial in the Carpathians). — *Biul. I.G. (Bull. Inst. Géol. Pol.)* 150. Warszawa.
- BORÓWKO-DEUŻAKOWA Z. & HALICKI B. 1957. Interglacjały Suwalszczyzny i terenów sąsiednich (Interglacial sections of the Suwałki region and of the adjacent territory). — *Acta Geol. Pol.*, vol. VII/4. Warszawa.
- DORYWALSKI M. 1954. Zastosowanie wskaźnika zaokrąglenia do badań peryglacialnych (Application de l'indice d'émoussé des galets aux recherches périglaciaires). — *Biul. Perygl. (Bull. Périgl.)*, nr 1. Łódź.
- DYLIKOWA A. 1958. Próba wyróżnienia faz rozwoju wydym w okolicach Łódzi (Phases du développement des dunes aux environs de Łódź). — *Studia geomorfologii dynamicznej. Łódzkie Tow. Nauk. Wydz. III. S. 3*, nr 54. Łódź.
- GÖTZINGER G. 1909. Geologische Studien im subbeskidischen Vorland auf Blatt Freistadt in Schlesien. — *Jb. Geol. R.-A.*, Bd. 59. Wien.
- HALICKI B. 1930. Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr (La glaciation quaternaire du versant nord de la Tatra). — *Spraw. P.I.G. (C.-R. Séanc. Serv. Géol. Pol.)*, t. V. Warszawa.
- 1948. O właściwej roli kwarcytu w żwirowiskach przedpola Tatr (Sur le rôle des quartzites dans les graviers de l'avant de la Tatra). — *Rocz. P.T.Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. XVII. Kraków.
- 1951. Czwartorzęd. — *Reg. Geologia Polski. T. I Karpaty*. Kraków.
- HANSLIK B. 1907. Die Eiszeit in den Schlesischen Beskiden. — *Mitt. Geogr. Ges.*, Bd. 50. Wien.
- HOROWSKI H. 1955. Zdjęcie geologiczne górnej części doliny Brennicy. Praca magisterska. *Arch. Zakł. Geol. Reg. U.W.* Warszawa.
- JAHN A. 1952. Profil utworów plejstocenijskich w Górach Kęckich koło Kęty (The profile of the Pleistocene deposits in Góry Kęckie near Kęty — Carpathians). — *Biul. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.)* 65. Warszawa.
- 1957. Przyczynki do znajomości teras karpaccich (Contributions to the knowledge of the Carpathian Terraces). — *Czas. Geogr.*, nr 28, z. 2.
- KLIMASZEWSKI M. 1948. Polskie Karpaty Zachodnie w okresie dyluwialnym (Polish Western Carpathians during the Pleistocene-epoch). — *Prace Wrocł. Tow. Nauk. (Trav. Soc. Sci. Wrocł.)*, ser. B, nr 7. Wrocław.
- KONIOR K. 1936. O profilu plejstocenijskim w Dziedzicach (Über ein Profil des Pleistozäns in Dziedzice). — *Starunia* 11. Kraków.
- 1939. O występowaniu warstw interglacialnych w Wilamowicach (Sur les couches interglaciaires à Wilamowice). — *Ibidem*, 18.
- KRYGOWSKI B. 1955. Granulometria w badaniach utworów czwartorzędowych w Polsce (Granulometric methods of investigation of Quaternary deposits in Poland). — *Biul. I.G. (Bull. Inst. Géol. Pol.)* 70. Warszawa.
- 1956. Z badań granulometrycznych nad utworami plejstocenijskimi w Polsce Zachodniej (Granulometric investigations of the Pleistocene of Western Poland). — *Ibidem*, 100.
- 1958. Niektóre dane o piaskach wydym śródlądowych na terenie Polski (Quelques données sur les sables des dunes continentales). — *Wydmy śródlądowe Polski*, cz. I. *Pol. Tow. Geogr.* Warszawa.
- KSIĄŻKIEWICZ M. 1935. Utwory czwartorzędowe Pogórza Cieszyńskiego (Über die Quartärbildungen im Teschener Hügellande). — *Prace Geol. Pol. Akad. Um. (Trav. Géol. Acad. Sci. Lettr. Pol.)*, nr 2. Kraków.
- 1951. Objasnienia do mapy geologicznej ark. Wadowice (Explanatory text sheet Wadowice). — *Wyd. P.I.G.* Warszawa.

- MADEYSKA T. 1960. Osady pochodzenia lodowcowego okolicy Wadowic. Praca magisterska. Arch. Zakł. Geol. Reg. U.W. Warszawa.
- MAJDANOWSKI S. 1958. Zagadnienia klimatyczne okresów wydmowych w świetle glacialnych i postglacialnych zmian ogólnej cyrkulacji atmosferycznej w Europie Środkowej (Les problèmes climatiques des périodes de dunes par rapport aux variations glaciaires et postglaciaires de la circulation atmosphérique générale dans l'Europe Centrale). — *Wydmy śródlądowe Polski*, cz. I, Pol. Tow. Geogr. Warszawa.
- Metody izuczenia osadočných porod. (Praca zbiorowa). T.I. W.S.E. G.E.I. 1957. Moskva.
- NAWARA K. 1955. Zdjęcie geologiczne doliny Soły na odcinku Masłonków — Węgierska Górka. Praca magisterska. Arch. Zakł. Geol. Reg. U.W. Warszawa.
- PETTJOHN F. J. 1957. *Sedimentary Rocks*. New York.
- RADOMSKI A. 1958. Charakterystyka sedimentologiczna fliszu podhalańskiego (The sedimentological character of the Podhale flysch). — *Acta Geol. Pol.*, vol. VIII/3. Warszawa.
- STARKEL L. 1957. Rozwój morfologiczny progu Pogórza Karpackiego między Dębicą a Trzcianą (Morphological development of the escarpment of the Pogórze Karpackie between Dębica and Trzciana). — *Prace Geograficzne P.A.N.*, nr 11. Warszawa.
- STEHLIK O. 1956. Geomorfologické poměry povodí řeky Lučiny. — *Práce Brněnské Základny Československé Akademie Věd*. Sv. XXVII, s. 12. Brno.
- STUPNICKA E. & SZUMAŃSKI A. 1957. Dwudzielnosc młodoplejstocennskich poziomów zwirowych w Karpatach (Bipartition young Pleistocene gravel terrasses in the Polish Carpathians). — *Acta Geol. Pol.*, vol. VII/4. Warszawa.
- SIBRAVA V. & KROUTILIK V. 1957a. Peryglacialne zjawiska w okolicach Hlučina i Opawy (Periglacial phenomena in the region of Hlučín and Opava). — *Biul. Perygl.* (Bull. Périgl.), nr 5. Łódź.
- 1957b. Profil pleistocenními sedimenty v pískovně pod kopcem „Šibenák“ u Opavy (Profil der pleistozänen Sedimente in der Sandgrube unter der Anhöhe Šibenák bei Opava — Troppau). — *Přirodovědecký Sborník Ostravského Kraje*, XVIII. Brno.
- ŚRODOŃ A. 1952. Ostatni glacjał i postglacjał w Karpatach (Last glacial and postglacial in the Carpathians). — *Biul. P.I.G.* (Bull. Serv. Géol. Pol.) 67. Warszawa.
- TEISSEYRE H. 1938. Czwartorzęd na przedgórzu arkuszy Sambor i Dobromil (Quaternaire sur l'avant-pays des feuilles Sambor et Dobromil). — *Rocz. P.T. Geol.* (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. XVII. Kraków.
- ŽEBERA K. 1955. Ostravské proluvální suché delty (Die proluvialen Trockendelta aus dem Ostrava Gebiet). — *Věstn. Ustř. Ust. Geol.*, roč. XXX, č. 4. Praha.
- ŽEBERA K., ŠIBRAVA V., MACOUN J., POKORNÝ M. & AMBROŽ V. 1956. Zpráva o výzkumu a mapování čtvrtohorních pokryvných útvarů na Ostravsku v roce 1954 (Kurze Übersicht der grundlegenden Forschungsergebnisse der quartären Deckenformationen im Gebiet von Ostrau in den Jahren 1952-54). — *Anthropozoikum* 5. Praha.

Э. СТУПНИЦКА

**ГЕНЕЗИС И ВОЗРАСТ СМЕШАННОГО ГРАВИЯ  
НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕШИНСКОГО НАГОРЬЯ**

(Резюме)

Автор исследовала серии нижних песков и „смешанного гравия” в бассейне верхнего течения Вислы в окрестностях Сточова (фиг. 1 и 2). Эти отложения, в которых кроме карпатских пород находятся северные валуны, считались до настоящего времени гляциальными и флювиогляциальными отложениями связанными с краковским ледниковьем.

Автором проведены исследования структуры и текстуры (фиг. 3 и 4), а также петрографического состава вышеупомянутых серий (фиг. 6—10). Последний указывает на то, что входящий в состав отложений северный материал содержит значительно меньше слабоустойчивых пород чем типичные гляциальные отложения. Результаты исследований свидетельствуют о том, что нижние пески и „смешанный гравий” являются речными осадками, а ледниковый материал переотложен.

Анализ контакта нижних песков и „смешанного гравия” показал, что обе серии разделяет хорошо выраженный длительный седиментационный перерыв.

Серия нижних песков отложилась как аллювий во время продвижения к югу центрально-польского ледника. С этим ледниковьем связаны также наблюдаемые в кровле серии нижних песков перигляциальные и эоловые явления (фиг. 5).

Седиментация серии „смешанного гравия” связана с холодным периодом, в течение которого северная Польша была покрыта льдом. Этот период падает на время после центрально-польского и до начала балтийского ледниковья (стадия Варты или северно-польское ледниковье по Б. Галицкому).

E. STUPNICKA

**AGE AND ORIGIN OF MIXED GRAVELS IN THE CIESZYN UPLAND  
(SW POLAND)**

(Summary)

**ABSTRACT:** Mixed gravels which, besides Carpathian rocks also contain pebbles transported from the north, have so far been regarded as glacial and fluvioglacial deposits of the Cracovian (Mindel) glaciation. The writer's petrographic and granulometric investigations show them to be fluvial deposits formed during the Middle Polish (Riss) glaciation and during the period separating the Riss glaciation from the Baltic (Würm) glaciation.

The writer's studies embraced the Pleistocene deposits of the upper Vistula basin in the vicinity of Skoczów (fig. 1). The sand-gravel series, encountered on the left bank of the Vistula up to a height of 60 m. above the water level, contain pebbles of Carpathian as well as Scandinavian origin.

Mixed gravels are very common deposits within the Sub-Carpathian region. In the rich literature, dealing with the Quaternary sediments of the Carpathians and the Carpathian Foreland, mixed gravels have thus far been regarded as fluvioglacial deposits which were formed owing to the intermixing of Carpathian and glacial deposits during the melting of inland ice of the Cracovian (Mindel) glaciation.

The writer's studies of sediments containing mixed gravels from the vicinity of Skoczów included, besides a detailed description of the outcrops, also a petrographic analysis of the gravels, their granulometric measurements and an analysis of the roundness of the various components. The resulting data allowed a closer determination to be made of the age and origin of the mixed gravels here under consideration.

Two independent sand-gravel series, containing mixed gravels, occur within the upper Vistula basin. They were formed during two different stages of fluvial accumulation.

They are: 1) the lower, sandy series, with rare intercalations of fine mixed gravels — the lower sand series. Periglacial and eolian structures are observable in the top of this series, 2) the upper, sand-gravel series, resting on the uneven erosional surface of the lower series — the mixed gravels series.

The presence of periglacial forms in the top of the lower series indicates a marked cooling down of the climate. It occurred during the final stage of sedimentation in connection with the period of glaciation.

Pebbles of Scandinavian origin encountered in both series indicate that they were formed after the Cracovian (Mindel) glaciation when inland ice transported material from the north to the Sub-Carpathian region. An analysis of the petrographic percentage composition of rocks (chart 1) shows that unweathered Flysch gravels are the predominant component of mixed gravels. Quartzes predominate in material brought from the north; porphyries, granites and Scandinavian quartzites come next, but in considerably smaller amounts. As compared with the morainic boulder clays from the Foreland of the Beskidy Range (chart 2) the mixed gravels are distinctly poorer in unresistant elements of northern origin (fig. 6).

The impoverishment of mixed gravels in pebbles of readily weathering rocks is accompanied by their enrichment in quartz. This indicates that in both accumulation levels studied by the writer in the vicinity of Skoczów, sedimentation was preceded by a long period of

strong weathering of the glacial deposits brought by the Scandinavian inland ice to the Cieszyn Foreland. Hence both these series are younger than the Cracovian (Mindel) glaciation.

The lower sand series is a fluvial deposit, due to the intermixing of Flysch gravels — brought to the Foreland area by Carpathian streams — with gravels from strongly weathered glacial deposits. The periglacial structures, encountered in the top of this series, were formed towards the close of sedimentation in connection with the advance from the north of inland ice of the Middle Polish (Riss) glaciation.

The sedimentation of the “mixed gravels” series followed a period of strong erosion which had almost completely destroyed the lower sand series. The “mixed gravels” series was accumulated at a stage separating the Middle Polish (Riss) glaciation (lower sand series) from the Baltic (Würm) glaciation. The latter is responsible for the deposition of the so called Ustronie fan in the valley of the Vistula (figs. 1-2). The formation of the “mixed gravels” series, similarly as that of the lower sand series, may probably be accounted for by the glaciation of the northern parts of Polish territory, where, however, inland ice did not advance so far southwards.

*Laboratory of Regional Geology  
Warsaw University  
Warszawa, February 1961*

---