

KAMILA SKOCZYLAS-CISZEWSKA, MARCIN KOLASA

## O PIASKACH BOGUCICKICH

(Tabl. XLIII — XLIV i 7 fig.)

### *The Bogucice — sands (Cracow area)*

(Pl. XLIII — XLIV and 7 fig.)

**Streszczenie.** Autorzy zajęli się charakterystyką piasków bogucickich, a dla porównania zbadali kilka próbek równowiekowych piasków ilasto-piaszczystej facji grabowieckiej. Opisali odsłonięcia, dali opis petrograficzny piasków i zajęli się szczegółowo ich uziarnieniem. Na podstawie zebranego materiału ustalili warunki sedymentacji i doszli do wniosku, że piaski bogucickie zawdzięczają swoje wykształcenie prawdopodobnie piaskowcom istebniańskim, natomiast na genezę warstw grabowieckich miał w pierwszym rzędzie wpływ mechanizm sedymentacji. Na zakończenie autorzy omówili możliwości wykorzystania przemysłowego badanych piasków.

#### WSTĘP

Pod nazwą piasków bogucickich znane są występowania piasków, budujących wzgórze pomiędzy linią kolejową biegnącą z Bieżanowa do Wieliczki oraz linią kolejową Kraków — Tarnów. Wzgórze to wznosi się do wysokości 272 m n.p.m. i na nim jest rozbudowana częściowo wieś Bogucice, od której piaski otrzymały nazwę wprowadzoną do literatury.

Piaski tego samego typu znane są z Krzyszkowic położonych na SW od Bogucic, a jeszcze dalej na zachód występują w Rajsku, skąd w literaturze są cytowane jako „piaski z Rajska”. Pierwotnie stanowiły one prawdopodobnie nieprzerwaną pokrywę, która dzisiaj jest częściowo rozmyta, częściowo ukryta pod utworami czwartorzędowymi, z którymi piaski bogucickie niekiedy się mieszają (fig. 1).

W kierunku wschodnim odsłaniają się piaski bogucickie w Wieliczce, gdzie stanowią wschodnie przedłużenie wzgórza Bogucic, następnie na południe od Węgrzec w pięknych odkrywkach ciągnących się nieprzerwanie przez Małą Wieś, wreszcie na południe stąd w Zabawie. Ponadto podobne piaski występują w wielu punktach zatoki gdowskiej. Stąd na wschód odpowiedniki wiekowe piasków bogucickich wykształcone są w innej facji, mianowicie jako ily i piaski, najczęściej ułożone naprzemiennie w cienkich ławicach. Określane są one nazwą warstw grabowieckich (N i e d Ź w i e d z k i 1884). Ponieważ stanowią one utwory jednowiekowe i są jedynie inaczej pod względem facjalnym wykształcone, można więc raczej mówić o „facji bogucickiej” i „facji grabowieckiej”. Dlatego też

poza piaskami bogucickimi zbadano dla porównania kilka próbek piasków facji grabowieckiej pobranych w Chodenicach koło Bochni i w Mokrzy-skach koło Brzeska.

Piaski bogucickie i warstwy grabowieckie zaliczane są do tortonu, do środkowego jego poziomu zwanego piętnem grabowieckim (Nowak 1947, Krach 1947, 1958).

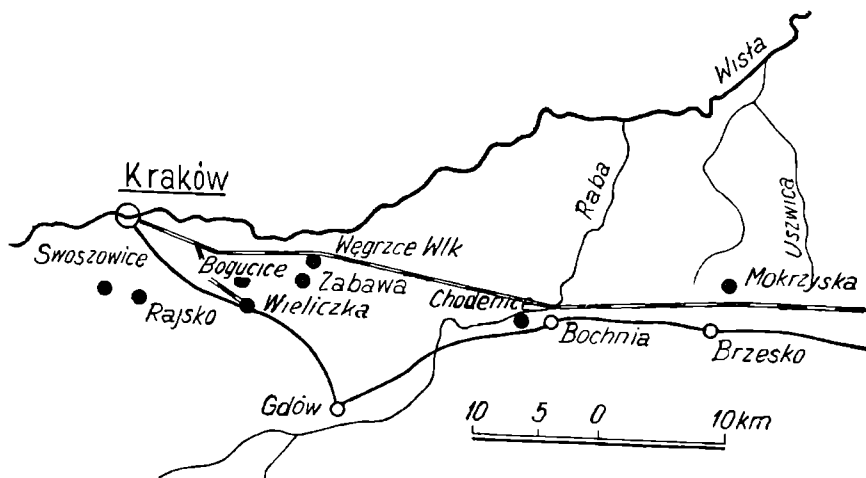


Fig. 1. Rozmieszczenie punktów pobrania prób piasków facji bogucickiej i grabowieckiej

Fig. 1. Map showing the position of samples collected from the Bogucice and Grabowiec sands

Wśród utworów tych występuje często fauna. Szczególnie piaski bogucickie zawierają liczne okruchy, zwykle drobno zmielone, lecz niekiedy można znaleźć wiele okazów oznaczalnych. Liszka (1933) podaje pełną listę opracowanej przez siebie fauny pochodzącej z piasków bogucickich, która zawiera ponad 120 gatunków. Są to głównie ślimaki, małże oraz mszywioly. Fauna przedstawia zespół wskazujący ogólnie na tortoński wiek osadów.

#### OPIS ODSŁONIEŃ

##### R a j s k o

Na terenie wsi Rajska odsłonięć piasków miocenkich jest dzisiaj niewiele. Próbkę pobrane zostały z dwóch punktów. Jednym z nich jest mała piaskownia położona na południowy zachód od zabudowań dawnego folwanku. Piaskownia ta znajduje się na wysokości 310 m. Występują w niej grube ławice jasnożółtawych piasków, zupełnie poziomo ułożone. Uziarnienie we wszystkich ławicach jest na ogół jednakowe. Pobrano stąd próbkę  $R_1$ . Drugą próbkę ( $R_2$ ) wzięto z małego odsłonięcia położonego na północnych stokach wzgórza na lewym zboczu ścieku, spływającego spod zakrętu drogi biegnącej do Swoszowic (poniżej dawnych fortyfikacji).

Opisy innych odsłonięć piasków w Rajsce oraz uwagi na temat charakteru ich występowania znajdujemy w pracach Niedźwiedzkiego

(1884) i Friedberga (1906). W tej ostatniej pracy autor opisuje odkrywkę piasków przy skrzyżowaniu dróg biegnących do Swoszowic i Świątnik, dzisiaj prawie zupełnie niewidoczną. Występują tu piaski z soczewkami ilów i zlepieńców oraz warstwy żwiru. Ławice piasków, jak na załączonym w tej pracy rysunku podano, mają miąższość 1 do 2 m. Ławice te przedzielają wkładki ilów około 10 cm grubości oraz ławica zwięzłego, wapnistego piaskowca o miąższości 30 cm. O występowaniu takich wkładek i płaskich soczewek piaskowcowych w piaskach z Rajską pisze również Niedźwiedzki, podkreślając, że materiał ich jest grubszy niż piasków, w których występują. Obserwację tę mieliśmy sposobność potwierdzić w niektórych innych punktach występowania piasków boguckich.

### Bogucice

Dobre rozmieszczenie odkrywek, jak również i położenie samych piasków sprawiły, że podstawowy materiał do badań został pobrany w Bogucicach (fig. 2). Zebrano stąd 29 próbek z 3 odsłoneń.

Odkrywka nr 1 położona na południe od przystanku Biezanów-Drożdżownia odsłania piaski barwy jasnożółtawej, rdzawo smugowane, co robi wrażenie uwarstwienia. Wydaje się, że małe to odsłonięcie znajduje się w jednej ławie piaszczystej o jednakowym uziarnieniu. Piaski te są najbardziej spągową częścią w profilu Bogucic. Z tego miejsca pobrano próbkę B<sub>1</sub>.

Odsłonięcie, które opisuje Friedberg (l.c.) znajdowało się obok zakrętu toru kolejowego. Obecnie jest ono zakryte osuwiskiem i widoczne są jedynie piaskowce zwięzłe u samych stóp wzgórza. Friedberg podaje, że odkrywka była niezwykle duża i ciągnęła się na znacznej przestrzeni. Obserwował on szereg ławic piasków poziomo ułożonych. Wśród niektórych ławic występowały soczewki ilów, warstewki miękkiego muszlowego i wkładki piaskowców. W ilach górnej partii odkrywki zauważył słabe nachylenie ku północnemu zachodowi. Wspomina on dalej, że w części wschodniej tego odsłonięcia zaznacza się nachylenie do 25°, które tłumaczy obsunięciem się tych warstw.

Odkrywka nr 2 (fig. 3) jest to piaskownia, z której dla celów lokalnych ludność wybiera piasek do zapraw murarskich. Z mapy topograficznej wynika, że piaskownia ta znajduje się na wysokości 230—240 m.

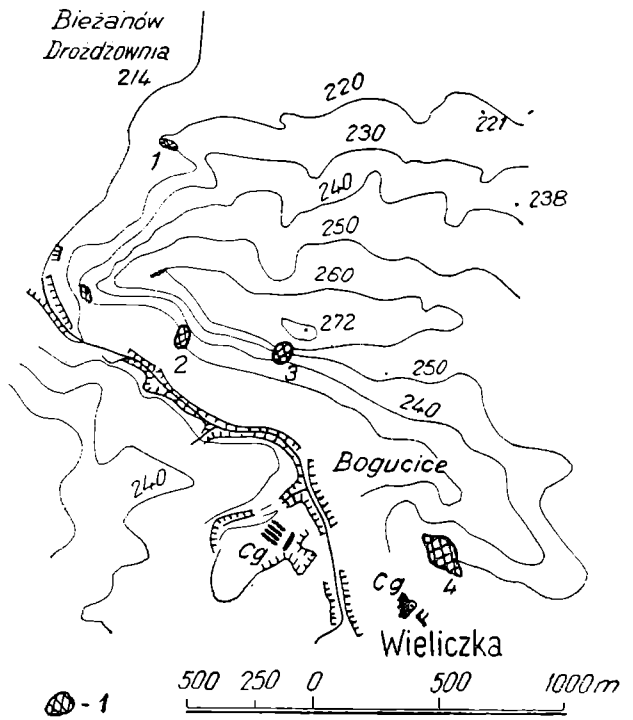


Fig. 2. Rozmieszczenie odkrywek piasków bogucickich w Bogucicach i Wieliczce; 1 — odkrywki

Fig. 2. The outcrops of Bogucice sands at Bogucice and Wieliczka; 1 — outcrops

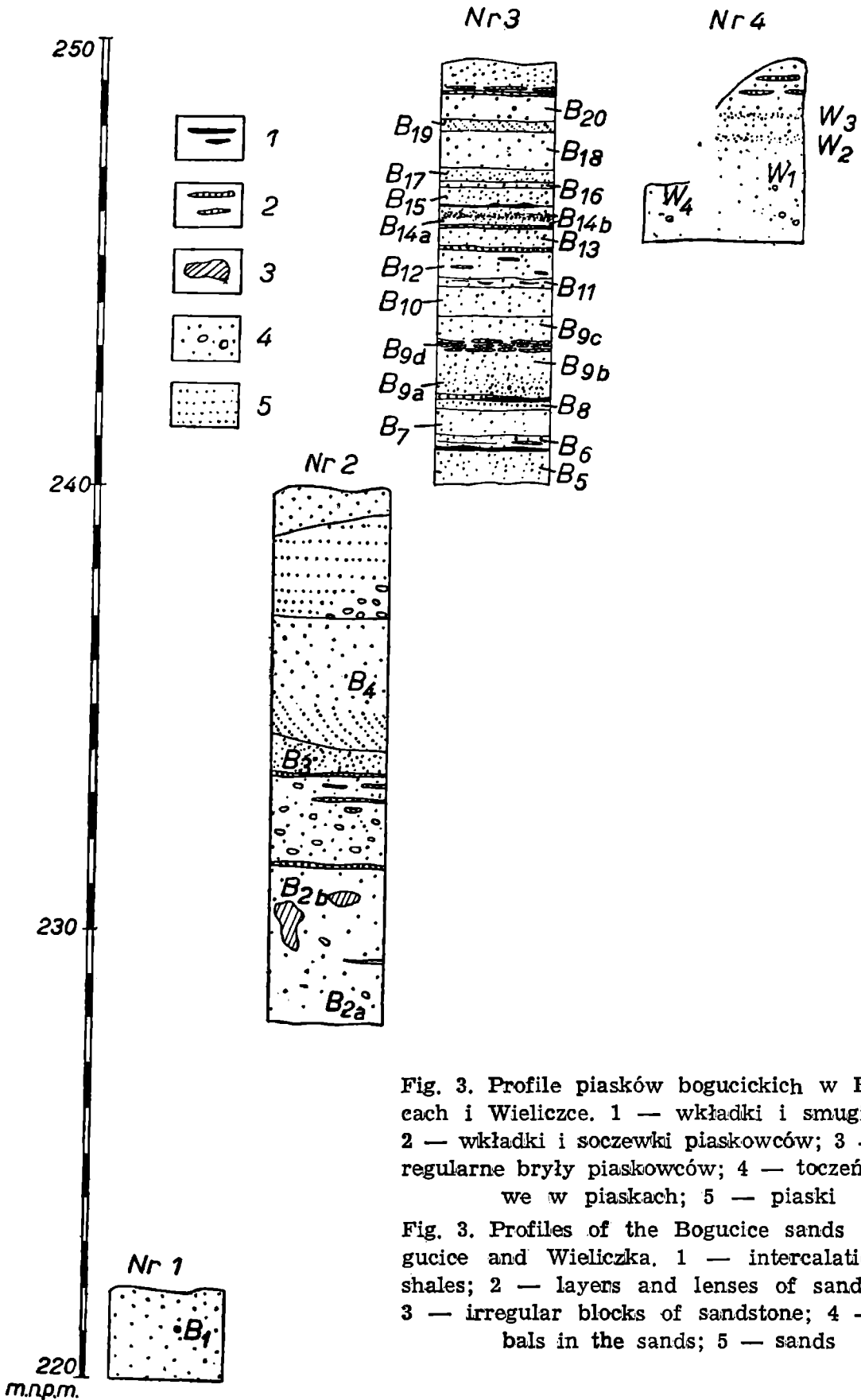


Fig. 3. Profile piasków bogucickich w Bogucicach i Wieliczce. 1 — wkładki i smugi ilów; 2 — wkładki i soczewki piaskowców; 3 — nieregularne bryły piaskowców; 4 — toczne ilowe w piaskach; 5 — piaski

Fig. 3. Profiles of the Bogucice sands at Bogucice and Wieliczka. 1 — intercalations of shales; 2 — layers and lenses of sandstones; 3 — irregular blocks of sandstone; 4 — clay bals in the sands; 5 — sands

Poniżej podstawy piaskowni odsłaniają się na stoku piaski, w których często i w różnym ułożeniu występują scementowane płaskury piaskowców. Profil tutaj przedstawia się następująco: na piaskach średnioziarnistych leży ława piasku gruboziarnistego o miąższości 2,5 m, z rozrzuconymi ziarnami żwirów. Ograniczona jest ona w stropie i spągu od innych ław piaskowych prawie poziomo ułożonymi wkładkami piaskowców (zlepów piaskowych), które nie tworzą zwartych i ciągłych ławic, lecz rozpadają się na oderwane od siebie fragmenty. Niekiedy widać, że taki fragment wyraźnie wyklinowuje się, to znowu, że wkładka piaskowca uległa pęknięciu na szereg części. W dolnej części ławy omawianego piasku gruboziarnistego spotyka się liczne płaskie soczewki piaskowcowe. Soczewki te w wyższej partii są ułożone prawie poziomo. W części spągowej natomiast układ ich jest jakby zaburzony, z wyraźną tendencją zapadania ku południowemu wschodowi. Robi to wrażenie przekątnego uwarstwienia najbardziej spągowej części ławy. Grubość tych wkładek jest mała i wynosi przeciętnie 5—12 cm, wyjątkowo więcej<sup>1</sup>.

Właściwa piaskownia stanowi strop opisanego profilu. W spągu widać tutaj ławicę piasku 3,5 m grubości z rozrzuconymi tu i ówdzie gałkami iłów oraz nieregularnych kształtów zlepami piaszczystymi o średnicy 30—70 cm. Bardzo niespokojne warunki osadzania przedstawia nadległa ława piasku oddzielona od poprzedniej cienką wkładką piaskowca słabo spojonego. Ta ława piasków przepelniona jest toczeńcami i gałkami iłowymi oraz płaskimi soczewkami piaskowców. Toczeńce iłowe są dwójakiego pochodzenia. Jedne z nich są niewątpliwie iłami chodenickimi, znajdującymi się na wtórnym złożu. Są one zwietrzałe, jasnożółte, z zachowaną pierwotną teksturą łupkową. Inne mają barwę ciemno-oliwkową i nie różnią się od iłów łupkowych oddzielających poszczególne ławice piasków. Wymiary toczeńców i gałek iłowych są różne, najczęściej o średnicy 5—10 cm, lecz są także i mniejsze. Podobnie wykształcona jest ławica wyżej leżąca z tym, że występują w niej cienkie płaskie soczewki piaskowców. Następną w górę ławica składa się z piasków czystych, bez toczeńców iłowych o miąższości około 1 m w części zachodniej, a 50 cm w części wschodniej. Dalsza nadległa ława piasków ma 3 m miąższości. W jej spągu zaznacza się wyraźne przekątne uwarstwienie, które zanika mniej więcej w połowie grubości ławy. Wyższa z kolei ławica piasków przedstawia znowu osad o niespokojnych warunkach sedymentacji. Na ścianie wschodniej przepelniona jest toczeńcami iłowymi. W spągowej części występują płaskury piaskowców, które układają się poziomo. W kierunku północnym i zachodnim toczeńce zanikają, a w piaskach zaznacza się słabe warstwowanie poziome.

Opisana seria piasków przedstawia osady o żywo zmieniających się warunkach sedymentacji, niekiedy w obrębie jednej ławicy. Obecność toczeńców iłowych w niektórych ławach piaskowych świadczy o wzmożonej erozji, która w tym czasie objęła oprócz fliszu także iły piętra opolskiego, a nawet zaledwie osadzone iły serii bogucickiej. Musiały więc zachodzić zmiany w pobliskiej strefie brzegowej. Miąższość ławic

---

<sup>1</sup> W czasie druku tej pracy odsłonięcie powyższe zostało przez eksploatację w znacznym stopniu powiększone.

w porównaniu z innymi poznanymi profilami piasków bogucickich jest tutaj szczególnie duża.

W odkrywce nr 2 pobrano do badań 4 próbki, a to: B<sub>2</sub>—B<sub>5</sub>.

W następnej ku wschodowi piaskowni (odkrywka nr 3, fig. 3) odsłaniają się piaski stanowiące strop odkrywki nr 2. Grubość ławic piasków jest różna. Ławice o większej miąższości występują zazwyczaj w partiach spągowych odkrywki, ku górze stają się cieńsze. Cienkie wkładki ilów (1—5 cm) barwy ciemnooliwkowej oddzielają zwykle ławice piasków od siebie.

Najgrubsza ławica występująca w części spągowej odkrywki (B<sub>9a-d</sub>) ma miąższość 1,75 m. Jest ona o tyle charakterystyczna, że wielkość ziarna piasku maleje ku górze. Powyżej środkowej części tej ławy występuje kilka wkładek piaskowcowych o grubości 5—8 cm. Stanowią one osad różnoziarnisty o znacznej domieszce ziarna grubszego i ułamków skorup. Wkładki te burzą klasyczny cykl frakcjonalnego warstwowania, które się w tej ławie zaznacza.

Interesująca jest również ławica piasków leżąca powyżej, oznaczona w profilu schematycznym tej odkrywki znakiem B<sub>12</sub>. Widoczne są w niej smugi z większymi ziarnami kwarcu o wymiarach żwirku i okruchami skorup. Ponadto w ławicy rozmieszczone są rzadko małe soczewki ilów. Ku zachodowi i wschodowi smugi te i soczewki zanikają i obserwuje się już piaski czyste z równomiernie rozrzuconymi żwirkami.

Pewnymi charakterystycznymi cechami wyróżnia się jeszcze kilka innych ławic w stropowej partii odkrywki. W jednej z nich zaznacza się różnica w uziarnieniu polegająca na występowaniu w stropie i spągu piasków drobnoziarnistych, a w części środkowej piasków o ziarnie grubszym wraz z ułamkami skorup. W innej ławicy (B<sub>19</sub>) uwydatnia się przekątne warstwowanie. Jeszcze wyżej w profilu powtarzają się ławice piasków od 10—85 cm miąższości, niekiedy przedzielone 2—3 cm wkładkami ilów lub wkładkami i płaskimi soczewkami piaskowców (Tabl. XLIII fig. 2).

Barwa opisywanych piasków jest na ogół jasna; czasem występują rdzawe smugi. Ogółem z odkrywki tej wzięto do badań 19 próbek, od B<sub>6</sub>—B<sub>21</sub>, przy czym z niektórych ławic pobrano dwie lub trzy próby, oznaczając je dodatkowo małymi literami.

### Wieliczka — piaskownia

Piaski podobnie jak w Bogucicach są tutaj ułożone zupełnie poziomo. Jak wynika z mapy topograficznej, piaskownia (odkrywka nr 4, fig. 3) znajduje się na wysokości około 245—250 m. Z piaskowni tej do niedawna brano piasek na podsadzkę w kopalni soli w Wieliczce. Dzisiaj zachowane są jedynie szczątki ścian tej piaskowni o wysokości 1—4 m. Wzięto stąd 4 próbki (W<sub>1</sub>—W<sub>4</sub>) z tym, że próbki W<sub>1</sub>—W<sub>3</sub> zostały pobrane w profilu pionowym od dołu ku górze, a próbka W<sub>4</sub> odpowiada mniej więcej w profilu poziomym próbce W<sub>1</sub>.

Piaski te, jak widać w odsłonięciu, są różnoziarniste, z grubszym ziarnem bądź równomiernie rozrzuconym, bądź też tworzącym smugi. W tym ostatnim przypadku domieszane są niekiedy także szczątki skorup. Płaskie soczewki zwięzłych piaskowców występują jedynie w stropowej części. W partii spągowej zdarzają się gałki ilowe.

Piaski bogucickie z Wieliczki, jak to z ich bezwzględego położenia wynika, odpowiadają stropowym ławicom piasków z Bogucic w odkrywce nr 3. Mimo niedużej odległości nie można powiązać obydwóch tych profilów, ponieważ w resztkach ścian piaskowni widoczna jest jedna ława piasku o przeszło 3 m miąższości, gdy natomiast w Bogucicach na tej samej wysokości występuje kilka ławic o różnym mechanizmie sedymentacji. Jak widać więc, zmiany w uławiceniu piasków zaznaczają się nie tylko w profilu pionowym, ale także w profilu poziomym .

### Węgrzce — Mała Wieś — Zabawa

Wzdłuż potoku, który płynie przez powyższe wsie w kierunku północnym ku Wiśle, odsłaniają się na wschodnim brzegu jego doliny piaski typu bogucickiego (fig. 4).

Od Węgrzec Wielkich w górę potoku aż do drogi prowadzącej z Wieliczki do Niepołomic odkrywki występują z małymi przerwami prawie na całej długości profilu. Ponadto po pewnej przerwie odsłonięcia tych piasków spotyka się w Zabawie. Na całej długości profilu ściany odkrywek wynoszą 5—10 m, a w Zabawie nawet 15 m.

Warstwy piasków są ułożone zupełnie poziomo. Idąc więc potokiem w górę przechodzi się profil przecinając warstwy skośnie i coraz to wyższych poziomów. Pierwsze odsłonięcie spotyka się powyżej stawu, znajdującego się między Węgrzcami a Małą Wsią. Znajduje się ono na wysokości około 215 m n.p.m. Na tej samej wysokości i nieco niżej występuje kilka dalszych odsłonieć w sąsiednim parowie. Odkrywki tutaj są jednak małe i nie pozwalają dostrzec sposobu uwarstwienia piasków. Dopiero następne odkrywki w górę potoku odsłaniają wyraźne ławice piasków o różnej miąższości. Przeważnie bardziej miąższe, od 1 do 2 m, znajdują się w spągu, wyżej ławice mają 50—70 cm; a jeszcze wyżej 10—30 cm. Najczęściej ławy piaskowe są od siebie oddzielone kilkucentymetrowymi wkładkami ilów, które ku stropowi nie tylko powtarzają się częściej w związku z malejącą miąższością ławic piaskowych, lecz równocześnie zyskują na grubości, dochodząc do kilkunastu cm.

Dalej ku południowi, a za tym w górę potoku, widać, że miąższość całej serii piasków wzrasta, bo coraz wyżej sięgają w profilu pionowym grube ławice piasków i coraz wyżej nad nimi zaczynają występować ławice cienkie z wkładkami ilów. W Zabawie tak cienkiego przeławicania się piasków i ilów nie zaobserwowano. Jest to zupełnie jasne, ponieważ zbliżamy się do brzegów łąd, skąd pochodzi materiał okruchowy.

Piaski są w obrębie łąw na ogół jednolite pod względem uziarnienia, przeważnie średnio- lub drobnoziarniste, niekiedy z domieszką ziarna grubszego. W porównaniu z piaskami z Bogucic ziarno grube jest częściej równomiernie w ławicy rozmieszczone, rzadziej spotyka się nagromadzenie grubszych ziarn w postaci smug.

W niektórych odkrywkach można zauważyć charakterystyczne dla danej ławicy zjawiska. Jedna z ławic spągowych o miąższości około 2 m ma piaski wyraźnie nierównoziarniste (próbka WZ<sub>3</sub>), ze znaczną domieszką ziarn grubszych. Mniej więcej w połowie ławicy bez zmiany w charakterze osadu uwydatniają się smugi sieczki roślinnej, której okruchy są płasko ułożone. Taki układ wskazuje na spokojny sposób

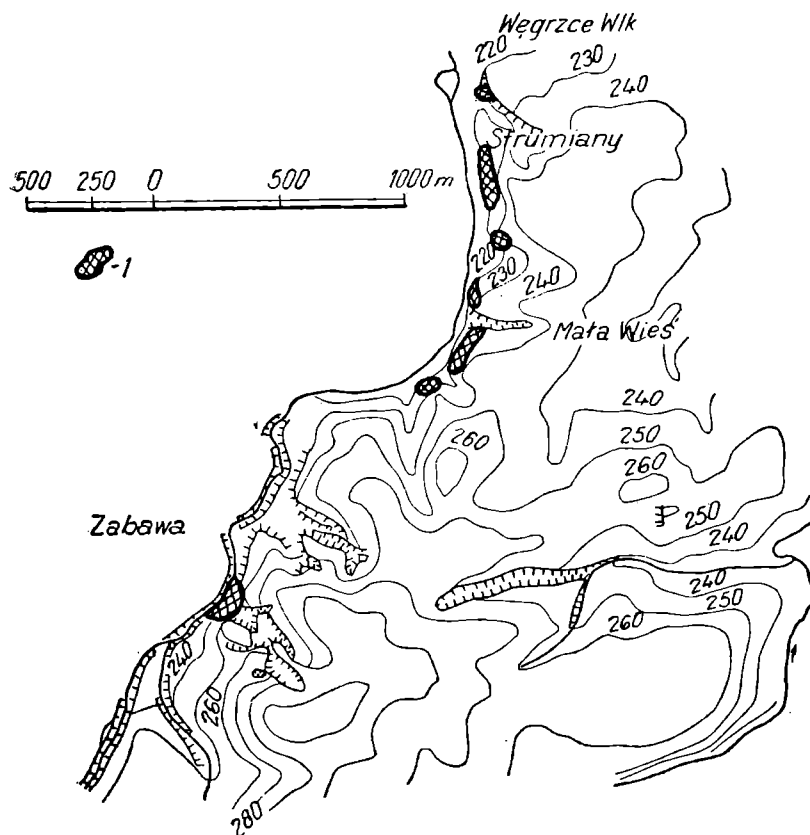


Fig. 4. Rozmieszczenie odkrywek piasków bogucickich w profilu Węgrzce—Zabawa. 1 — Odkrywki piasku  
Fig. 4. Outcrops of the Bogucice sands in the profile Węgrzce—Zabawa. 1 — Outrops of sand

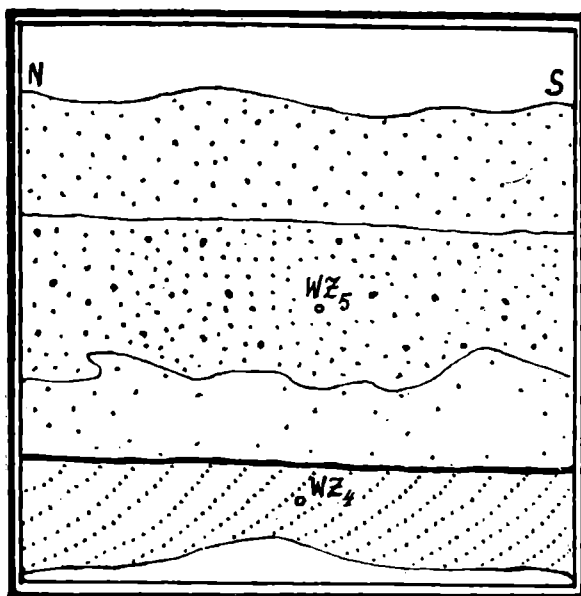


Fig. 5. Rozmyta powierzchnia w piaskach bogucickich Mała Wieś k. Węgrzec  
Fig. 5. Wash-out in the Bogucice sands at Mała Wieś



osadzania się nie tylko samej siczki roślinnej, ale także i piasków. W innym odcinku profilu występują poziomo ułożone płaskury piaskowców (Tabl. XLIII, fig. 1). Układają się one warstwowo, a miąższość ich jest tutaj nieco większa niż w Bogucicach, wynosi bowiem 15—30 cm. Tworzą one wystające ze ściany piasków półki i grzędy.

Ciekawe odsłonięcie piasków znajduje się na wysokim zboczu na północ od wspomnianej drogi z Wieliczki do Niepołomic. W odkrywce tej odsłaniają się na wysokości około 235 m trzy ławice piasków. Dolna ławica, której spągu nie widać, zbudowana jest z piasków drobnoziarnistych przekątnie uwarstwionych. Trzycentymetrowa wkładka ilów oddziela ją od ławicy nadległej, której miąższość wynosi dwa metry. W tej ławicy w spągu występują piaski drobnoziarniste, które kończą się nierówną, rozmytą powierzchnią (fig 5). Bezpośrednio na tej powierzchni osadzone są piaski znacznie grubiej ziarniste. Różnica w uziarnieniu jest doskonale gołym okiem widoczna. Widać więc, że cykl sedymentacyjny został w pewnym okresie przerwany, kolejno nastąpiło rozmycie dopiero co osadzonych piasków, po czym bezpośrednio na tej rozmytej powierzchni osadziły się piaski o ziarnie grubszym. Górna, trzecia ławica złożona jest znów z piasków drobnoziarnistych.

Odkrywka piasków bogucickich w Zabawie jest bardzo duża (Tabl. XLIV). Ma ona długość około 80 m i wysokość do 15 m. Także tutaj potwarza się następstwo warstw od grubych ławic piasków w partii spągowej ku nieco cieńszym w stropie. Ławice oddzielone są bardzo cienkimi wkładkami łupków, czasem do 1 cm grubości. W piaskach zaznaczają się tu i ówdzie wkładki piaskowców o nierównej miąższości, wyklinowujące się, to znów ponownie występujące w postaci płaskich soczewek. Wkładki te znajdują się zwykle w środku ławicy piasku lub na granicy dwóch ławic. Często występują też w dwóch poziomach. Bezwzględna wysokość piasków odsłoniętych w Zabawie wynosi około 235—250 m.

Ogólnie można powiedzieć, że piaski bogucickie w profilu Węgrzce—Zabawa tworzą niejako dużą soczewę o miąższości wzrastającej w kierunku południowym, a malejącej ku północy. Biorąc pod uwagę wysokość bezwzględną odsłoneń piasków w Małej Wsi i Zabawie można ocenić, że ogólna miąższość ich w południowej części profilu, a więc w Zabawie, wynosi 40—50 m. Cienkie ławice piasków oraz ich regularne przewarstwienia ilami łupkowymi, co obserwujemy w stropie północnych odsłoneń, wyglądem swym zbliżają się bardzo do facji grabowieckiej. W Bogucicach nie obserwowano tak cienkich i łupkami przekładanych piasków. Profil w Węgrzcach — Zabawie o kierunku N — S wskazuje na przejścia w kierunku północnym facji bogucickiej w grabowiecką.

Z profilu Węgrzce — Zabawa pobrano do badań 7 próbek oznaczonych znakiem WZ<sub>1</sub>—WZ<sub>7</sub> w kolejności z północy na południe.

## Chod en i c e

Próbki z piasków facji grabowieckiej zostały wzięte przede wszystkim w Chodenicach. Odsłaniają się one w starej gliniance przy cegielni położonej obok szybu Trinitatis. Cegłę wyrabiano z ilów chodeniczkich (piętro opolskie), w których zasadniczo znajduje się wyrobisko. Północną

ścianę budują warstwy grabowieckie wykształcone typowo. Cienkie ławice jasnożółtych piasków o miąższości 15—45 cm są na przemian ułożone z marglistymi łałami łupkowymi barwy ciemnoszarej. Iły łupkowe są stosunkowo dobrze zdiagenezowane i często zrosnięte z ławicą piasków słabozwięzłych. Zarówno w niektórych ławicach piasków, jak prawie z reguły w łupkach, występuje wyraźna laminacja, polegająca na cienkich kilkumilimetrowych smugach materiału grubiej ziarnistego. Smugi te zwykle są silniej zabarwione limonitem i odbijają się dobrze od reszty skały. W piaskach obserwuje się znaczne ilości muskowitu rozrzuconego nierównomiernie w skale, w łupkach muskowit występuje w mniejszej ilości i gromadzi się zazwyczaj na powierzchniach oddzielności. W spągu serii grabowieckiej występuje tutaj zwięzła ławica piaskowca przypominająca wkładki i soczewki zwięzłe, opisane z piasków bogucickich. Z profilu w Chodenicach zbadano 4 próbki.

### M o k r z y s k a

Wykształcenie warstw grabowieckich w Mokrzykach koło Brzeska jest analogiczne do opisanych z Chodenic. Także i tutaj występują cienkie ławice piasków i łałów łupkowych o jeszcze wyraźniej uwydatniającej się laminacji. W partii spągowej widocznej w odsłonięciach przy drodze do Szczepanowa spotyka się piaski o grubszych ławicach i grubszym ziarnie.

Z terenu Mokrzyk wzięto do badań 4 próbki, a to 2 z odkrywki przy drodze do Szczepanowa i 2 z odsłonięcia znajdującego się w środku wsi. Próbki oznaczone zostały jako M<sub>1</sub>—M<sub>4</sub>.

### PETROGRAFICZNA CHARAKTERYSTYKA PIASKÓW

Skład mineralny piasków można najlepiej określić w szlifach mikroskopowych wykonanych z piaskowców (zlepów piaszczystych). Są to zdiagenezowane części ławic piaskowych, często o grubszym ziarnie w porównaniu do luźnych piasków, w których występują.

Próbka z Bogucic (B<sub>9d</sub>) przedstawia piaskowiec wyraźnie nierównozziarnisty. Przeważają ziarna kwarcu o średnicy 0,3—0,5 mm. Rzadziej występują ziarna o średnicy 1 mm, a wyjątkowo dochodzą do 3 mm. Kwarc średnio- i drobnoziarnisty jest na ogół dobrze obtoczony. Ziarna kwarcu wykazują bądź proste, bądź faliste znikanie światła.

Skalenie występują w małej ilości, przeważnie w ziarnach zaokrąglonych, na ogół świeżych. Przeważają skalenie potasowe, zwłaszcza mikroklin, rzadziej obserwuje się plagioklasy. Okruchy skał obcych, a to piaskowców, kwarcytów i łupków krzemionkowych występują w dobrze obtoczonych ziarnach o większych wymiarach. Znaczną domieszkę w skale stanowią szczątki organiczne (małże, ślimaki, litotamnia). Glaukonit, zawsze świeży, występuje sporadycznie. Spoiwo skały jest wapniste, przeważnie przekryształizowane, podstawowe.

Próbka B<sub>13a</sub> także z Bogucic przedstawia nieco odmienny rodzaj piaskowca. Jest on równozziarnisty, o średnicy ziarn najczęściej 0,1—0,2 mm, czasem 0,4 mm. Ziarna kwarcu są prawie wyłącznie ostrokrawędziste, o prostym lub falistym znikaniu światła. Skalenie potasowe

i plagioklasy występują w ziarnach o tych samych wymiarach co kwarc. Tu i ówdzie widoczne są blaszki muskowitu, a także biotyту. Okruchy skał obcych jak również okruchy skorup są rzadsze. Spoiwo jest wapniste, przekrystalizowane, podstawowe.

Szlif wykonany z piaskowca z Chodenic (Ch<sub>o</sub>) nie wykazał większych różnic w stosunku do poprzednio opisanych. Jest to piaskowiec różnoziarnisty, o spoiwie wapiennym, częściowo przekrystalizowanym. Ziarna kwarcu, częściowo obtoczone, częściowo ostrokrawędziste mają średnicę 0,1—0,3 mm, wyjątkowo 0,4 mm. W skale występują również skałenie, okruchy skał obcych i rzadko łyszczyki oraz glaukonit, z reguły świeży.

Ilościowy skład mineralny omówionych powyżej piaskowców przedstawia się następująco:

	B <sub>9d</sub> %	B <sub>13a</sub> %	Ch <sub>o</sub> %
kwarc	44,5	49,2	42,5
skaleń potasowy	5,7	1,8	2,7
plagioklaz	0,3	—	0,7
muskwit	0,1	0,4	0,8
biotyt	0,2	0,6	0,6
glaukonit	0,2	0,9	0,3
okruchy skał obcych	9,0	5,4	9,7
szczątki organiczne	7,5	1,2	2,4
spoiwo	32,5	40,5	40,3

Poza tym wykonano szlify i zbadano mikroskopowo piaski stosunkowo dobrze spojone o wyraźnej laminacji, występujące w Chodenicach. Laminacja uwydatnia się wielkością ziarn kwarcu. Smuga grubsza ma ziarno o średnicy przeważnie 0,1—0,2 mm, dochodzącej wyjątkowo do 0,4 mm, smuga drobniejsza wykazuje ziarna o średnicy 0,05—0,1 mm. Spoiwo tych piasków (piaskowców bardzo rozsypliwych, rozcierających się w palcach) jest wapnisto-ilaste, silnie zanieczyszczone tlenkami żelaza. Domieszkę w skale stanowi względnie znaczna ilość muskowitu, którego drobne łuseczki układają się kierunkowo, zgodnie z uwarstwieniem.

Luźne piaski bogucickie, a także piaski facji grabowieckiej, poza uziarnieniem, o którym będzie mowa w następnym rozdziale, nie wykazują większych różnic. Są to przeważnie ziarna kwarcu szklatego, znacznie rzadziej mlecznego. Stosunek ziarn ostrokrawędzistych do średnio- i dobrze obtoczonych we wszystkich punktach obserwacyjnych jest na ogół bardzo zbliżony. Przeciętnie występuje w piaskach 50—60% ziarn ostrokrawędzistych, 30—45% średnio obtoczonych i 5—10% dobrze obtoczonych. Stosunek ten utrzymuje się w różnych frakcjach badanych piasków z tym, że w nielicznie reprezentowanych frakcjach grubszych spotyka się, co jest zrozumiałe, częściej ziarna dobrze obtoczone. W tych grubszych frakcjach szczególnie dobrze obtoczone są okruchy skał obcych, które jedynie tutaj można było obserwować. W drobniejszych

frakcjach widoczne są ziarna skaleni, rzadziej łyśczyków, wyjątkowo glaukonitu.

Omawiane piaski zostały pod względem chemicznym zbadane na zawartość niektórych składników, a to  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Okazuje się, że są one w znacznym stopniu zanieczyszczone. Ilość  $\text{SiO}_2$  w luźnych piaskach facji bogucickiej waha się w granicach 77—86%, w piaskach facji grabowieckiej wahania są nieco większe i wynoszą 73—93%. Szczególnie mało krzemionki zawierają piaski z Chodenic, stosunkowo dużo piaski z Mokrzyšk.

Bardzo zmienną domieszkę w badanych piaskach stanowi węglan wapnia. Pochodzi on przede wszystkim z roztarcia i zmielenia skorup małży i ślimaków występujących w formie okruchów w różnej ilości nawet w obrębie tej samej ławicy, o czym uprzednio była mowa.

Ilość  $\text{CaCO}_3$  w luźnych piaskach facji bogucickiej, ogólnie rzecz biorąc, waha się w szerokich granicach od 0,6 do 13%.

Piaski z Rajśka są szczególnie ubogie w  $\text{CaCO}_3$ , którego ilość nie dochodzi do 1%. Piaski w Bogucicach wykazują wahania od 5 do 13%, przy czym różnice zaznaczają się nawet w obrębie jednej i tej samej ławicy. Przykładem tego może być ławica oznaczona jako B<sub>9</sub>, w której zanotowano ilość  $\text{CaCO}_3$  w spągu 7,0, w partii środkowej 12,7, w stropie 8,9%. Wyjątkowo piaski w Bogucicach wykazują małą ilość  $\text{CaCO}_3$ , jak np. w odkrywce nr 1, gdzie wynosi zaledwie 0,6%.

Podobnie małą ilość  $\text{CaCO}_3$  stwierdzić można w piaskach w Wieliczce, gdzie waha się ona od 0,6 do 4,5%.

Ta niska zawartość  $\text{CaCO}_3$ , jak to wskazują obserwacje terenowe, związana jest przede wszystkim z bardzo małą ilością lub brakiem wapiennych szczątków organicznych, a być może też w pewnym stopniu odgrywa tutaj rolę wtórne wymywanie węglanu wapnia.

W profilu Węgrzce — Zabawa ilość  $\text{CaCO}_3$  jest dość wyrównana i wynosi 5,3—7,0%.

W piaskach facji grabowieckiej zaznacza się duża różnica w ilości  $\text{CaCO}_3$  między Chodenicami i Mokrzyškami, co wpływa na zmienną ilość  $\text{SiO}_2$ , o czym uprzednio była mowa. W Chodenicach zawartość  $\text{CaCO}_3$  wynosi 7,2—12,7%, w Mokrzyškach przeważnie poniżej 1%.

Węglan wapnia we wkładkach piaskowców (zlepów) występuje zwykle w większych ilościach i dochodzi nawet do 30%.

Zawartość  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w badanych piaskach wynosi od 0,6 do 1%. Większą nieco ilość stwierdzono w Rajśku (1,26%) i w Chodenicach (1,72%).

#### UZIARNIENIE PIASKÓW

Uziarnienie piasków jak również stopień wysortowania oznaczono metodą sitową. Zastosowano znormalizowane sita DIN o następującym zestawie: 2,0, 1,0, 0,75, 0,6, 0,5, 0,4, 0,3, 0,25, 0,2, 0,15, 0,12, 0,1, 0,09, 0,075, 0,06 mm. Każdą próbkę przesiewano na wytrząsaczu mechanicznym przez 15 minut. Dla próbek piasku zawierających znaczniejsze ilości frakcji pyłowych, poniżej 0,06 mm, zastosowano dodatkowo metodę areometryczną *Cassagrande* w interpretacji *M. Prószyńskiego*. Próbkę do analizy sitowej brano według zaleceń *Twenhofela* i *Ty-*

lera (1941) o wadze 40 g. Dla każdej frakcji obliczono jej procentową wartość wagową w stosunku do całości próbki.

W ten sposób przebadano 2 próbki z Rajska, 24 próbek z Bogucic, 4 z Wieliczki, 7 z profilu Węgrzce-Zabawa, 4 z Chodenic i 4 z Mokrzysk. W sumie zbadano uziarnienie w 37 próbkach z piasków facji bogucickiej i w 8 próbkach z facji grabowieckiej.

Otrzymane wyniki dla każdej próbki oddzielnie zestawiono dwoma metodami graficznymi: metodą krzywych częstotliwości, przedstawionych w postaci wykresów słupkowych i metodą krzywych kumulacyjnych (sumacyjnych).

Wykresy słupkowe skonstruowano w najczęściej stosowany sposób, wyznaczając na osi rzędnych równe odcinki dla poszczególnych frakcji bez uwzględniania rzeczywistej wartości odległości liniowych odpowiadających przedziałom tych frakcji, jak również wartości powierzchniowych pól odpowiadających tym odcinkom. Na osi odciętych podano procentową ilość każdej frakcji. Mimo że tak przedstawione wykresy mają tylko wartość względną i mogą służyć jako materiał porównawczy wyłącznie przy tych samych warunkach badania, to przecież ich wielką zaletą jest obrazowy i łatwo czytelny sposób przedstawienia uziarnienia materiału okrusowego. W ostatnich czasach powszechnie stosowaną metodą graficznego i cyfrowego określenia jakości osadu luźnego jest metoda krzywych kumulacyjnych, zwanych także sumacyjnymi (Trask 1932, Pettijohn 1949, Niggli 1952, Twenhofel i Tyler 1941 i inni). Poza tym metoda ta stosowana jest również z różnymi modyfikacjami w normach technicznych, jak np. w technologii betonu, mechanice gruntów itd.

Z wykreślonych krzywych kumulacyjnych otrzymano wartości medianów ( $M$ ) i kwartili ( $Q_1$  i  $Q_3$ ) oraz obliczono współczynnik wysortowania ( $S_0$ ).

Z zestawionych w tabeli 1 wykresów słupkowych wynika, że badane piaski ogólnie rzecz biorąc mają wiele cech wspólnych lub bardzo zbliżonych, choć w niektórych przypadkach występują pewne różnice, które poniżej ujmujemy.

Wspólną cechą przeważającej ilości próbek badanych piasków jest ich szeroki rozsiew. Szczegóły w tym względzie uwidocznione są w tabeli I i II. Ogólnie można powiedzieć, że piaski facji bogucickiej obejmują w zasadzie zakres frakcji piaszczystych z tym, że na 37 badanych próbek 14 wykracza poza 2 mm. Piaski facji bogucickiej w nieznacznej ilości przypadków wykazują ziarno poniżej 0,06 mm. Tylko jedna z próbek, pochodząca z profilu Węgrzce — Zabawa (próbka  $WZ_1$ ), zachowuje się zupełnie odmiennie, odznaczając się dużą zawartością frakcji mniejszych od 0,06 mm, a to w ilości 63,5%.

Podobnie do tej ostatniej próbki przedstawiają się piaski facji grabowieckiej z Chodenic, w których frakcje mniejsze od 0,06 mm wahają się w granicach 28,0 — 70,3%. Różnica uwydatnia się jednak w górnej granicy rozsiewu, która w piaskach z Chodenic dochodzi do 0,6 mm, gdy w piasku  $WZ_1$  dochodzi do 1,0 mm.

Piaski facji grabowieckiej z Mokrzysk zasadniczo różnią się od piasków tej samej facji z Chodenic, wykazując brak frakcji poniżej 0,06 mm, a więc pod tym względem zbliżone są do piasków facji bogucickiej. Wy-

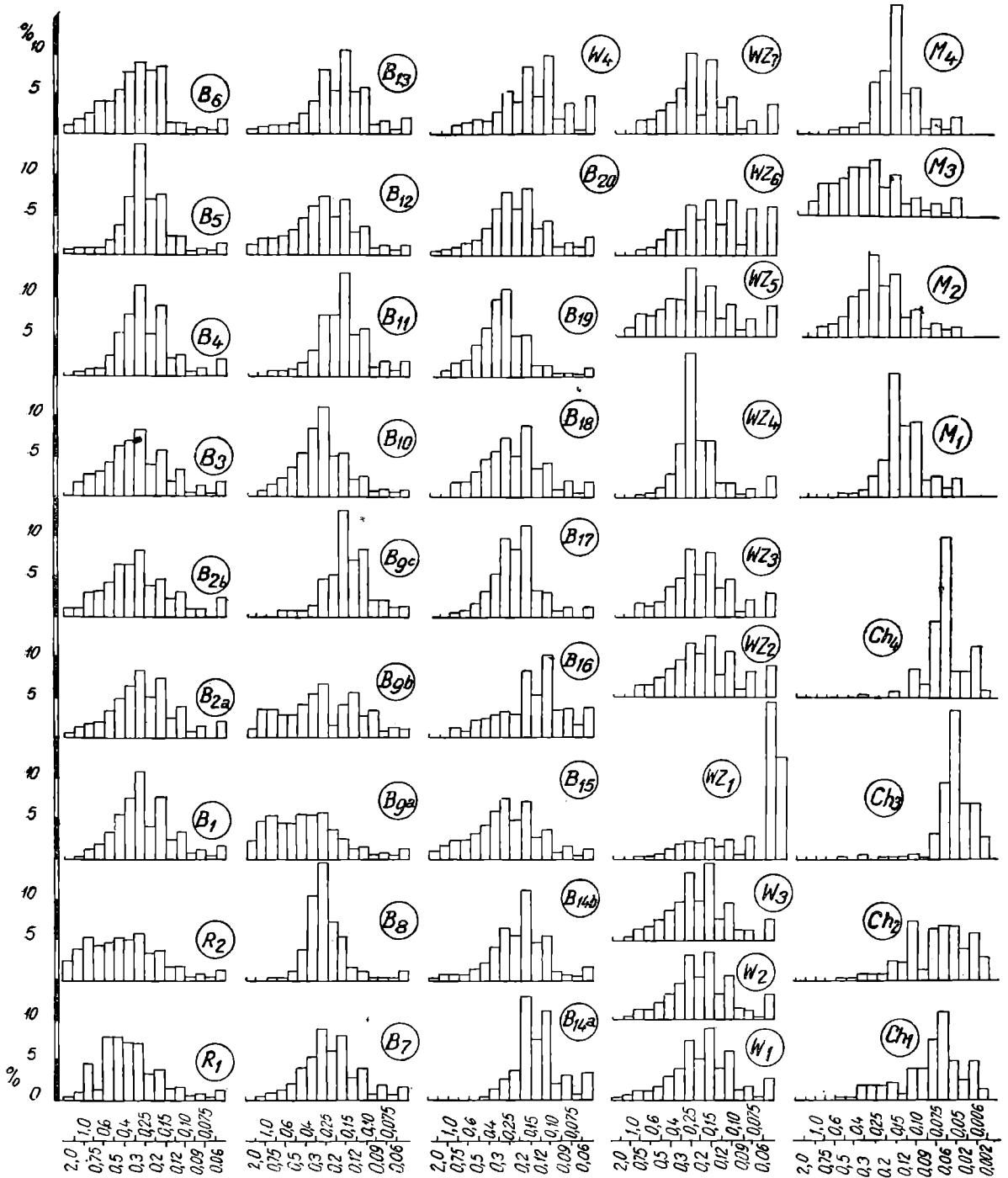


Tabela 1. Wykresy słupkowe uziarnienia badanych piasków

Table 1. Histograms of the Bogucice and Grabowiec sands

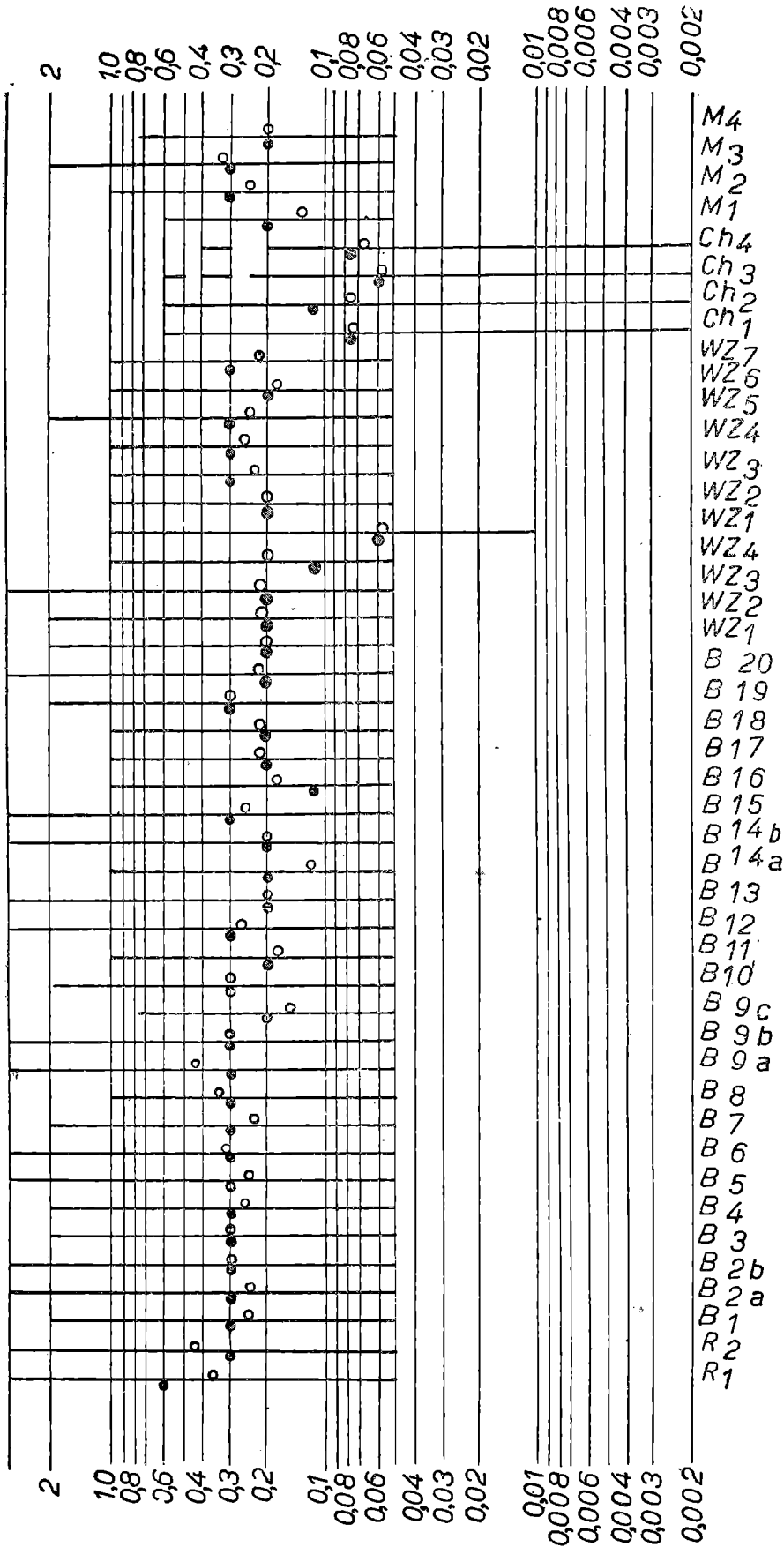


Tabela 2. Zestawienie rozsiewu, medianów (○) i frakcji podstawowych (●) badanych piasków

Table 2. Mechanical composition, medians (○) and modal classes (●) of the Bogucice and Grabowiec sands

(Errata: próby B<sub>5</sub>, B<sub>9c</sub>, B<sub>10</sub> — pod liniami poziomymi powinny być kółka pełne czarne.)

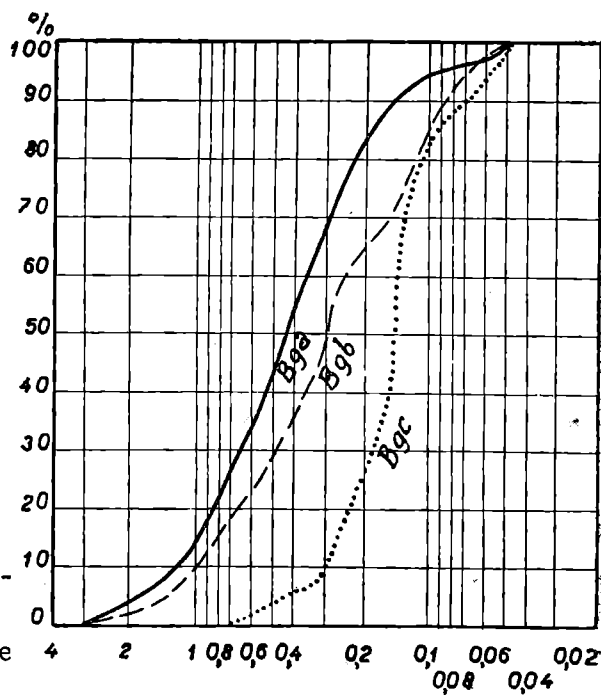


Fig. 6. Przykłady krzywych kumulacyjnych piasków bogucickich

Fig. 6. Cumulative curves of the Bogucice sands

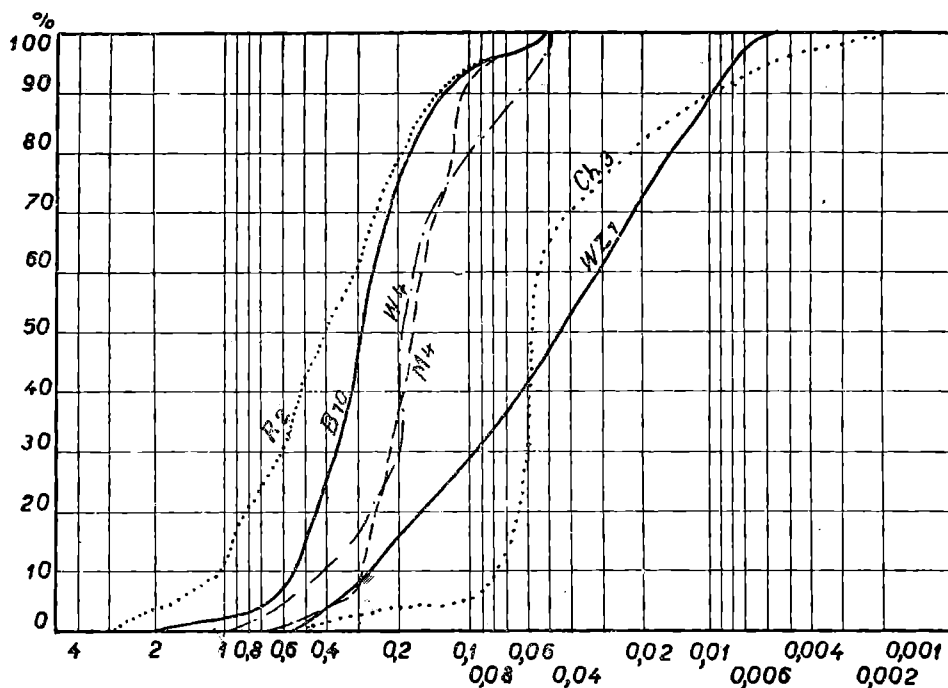


Fig. 7. Przykłady krzywych kumulacyjnych piasków bogucickich i piasków z warstw grabowieckich

Fig. 7. Cumulative curves of the Bogucice and Grabowiec sands



kazują jedynie w porównaniu do tych ostatnich nieco mniejszy rozsiew.

Rozsiew ziarn badanych piasków uwydatnia się również dobrze w krzywych kumulacyjnych, z których dla przykładu jedynie kilka łączamy do tekstu (fig. 6 i 7).

Dalszą cechą wspólną większości badanych piasków są ich frakcje podstawowe uwydatniające się w wykresach słupkowych. W piaskach bogucickich na 37 próbek 20 wykazuje frakcję podstawową 0,30 mm, a 13 próbek 0,20 mm. Jedynie 4 próbki różnią się tymi wielkościami, przy czym frakcję podstawową 0,12 mm posiadają 2 próbki, 0,6 mm — 1 próbka i 0,06 mm — 1 próbka.

Piaski facji grabowieckiej z Mokrzyck zblizają się frakcją podstawową do piasków bogucickich, wykazując wielkość 0,30 — 0,20 mm, natomiast piaski tej samej facji z Chodenic różnią się w sposób zasadniczy, mając frakcję podstawową w granicach 0,12 — 0,06 mm.

Median w poszczególnych próbkach piasków bogucickich waha się w granicach 0,43 — 0,13 mm. Wyjątek stanowi próbka WZ<sub>1</sub> z profilu Węgrzce — Zabawa, w której median wynosi 0,058 mm. Ten sam wyjątek podkreśliliśmy przy omawianiu rozsiewu ziarna, a zaznacza się on też we frakcji podstawowej. Podobne jak piaskach bogucickich wartości medianów wykazują piaski facji grabowieckiej z Mokrzyck, a to w granicach 0,32 — 0,14 mm. Natomiast piaski z Chodenic mają median odmienny, wahający się od 0,075 do 0,058 mm.

W dalszych rozważaniach starano się powiązać położenie medianu w stosunku do frakcji podstawowej (tab. 2). Jak to było do przewidzenia median nie musi się pokrywać z frakcją podstawową, tym bardziej że w omawianych piaskach frakcja podstawowa nie jest symetrycznie umiejscowiona w krzywej rozsiewu i często posiada tylko nieznaczną przewagę nad innymi frakcjami. Wśród piasków bogucickich 15 próbek posiada tę samą lub bardzo zbliżoną wartość medianu i frakcji podstawowej, a 17 próbek posiada median mniejszy, a zatem przesunięty w kierunku do ziarna drobniejszego. Zaledwie 5 próbek posiada median większy w porównaniu do frakcji podstawowej. W piaskach facji grabowieckiej położenie medianu w stosunku do frakcji podstawowej układa się mniej więcej podobnie.

O stopniu wysortowania badanych piasków dają nam z jednej strony pojęcie wykresy słupkowe, z drugiej strony liczbową oceną w tym względzie jest współczynnik wysortowania ( $S_0$ ). W różnych piaskach ulega on daleko idącym wahaniom. Piasek idealnie wysortowany składający się tylko z jednej frakcji miałby współczynnik  $S_0 = 1$ . Wszystkie zatem wartości tego współczynnika większe od 1 wskazują na gorsze wysortowanie.

W literaturze na temat współczynnika wysortowania spotyka się dosyć ogólnikowe uwagi. Głównie podawana jest opinia Trask'a (1932), przyjęta również przez Krumbaina i Sloss'a (1951), którzy stwierdzają, że  $S_0$  mniejsze od 2,5 przedstawia osady morskie dobrze wysortowane, 2,5 — 4,0 osady średnio wysortowane, powyżej 4,0 osady źle wysortowane. Natomiast jeśli  $S_0$  wynosi 3,0 wówczas sedyment jest normalnie wysortowany. Pettijohn (1949) uważa powyższe współczynniki za zbyt wysokie i podaje opinię Stetson'a, który stwierdza, że



Jak dotąd w opracowaniach geologicznych, a także w normach technicznych mediany i współczynniki wysortowania używane są raczej wyjątkowo, a częściej piaski określane są w sposób ogólny, jako grubo, średnio, drobnoziarniste itp. Z tego też powodu przeprowadziliśmy próbę odpowiedniego zakwalifikowania badanych piasków pod tym kątem widzenia. Stosowane są w tym względzie różne klasyfikacje. W pracy tej uwzględniliśmy schemat podany ostatnio w literaturze polskiej przez P a c o w s k ą (1955), który przedstawia się następująco:

piasek bardzo gruboziarnisty	2,0 — 1,0	mm
„ gruboziarnisty	1,0 — 0,5	„
„ średnioziarnisty	0,5 — 0,25	„
„ drobnoziarnisty	0,25 — 0,10	„
„ bardzo drobnoziarnisty	0,10 — 0,06	„

Zaklasyfikowanie naszych piasków do wymienionych grup nie okazało się jednak proste. Załączona tabela 3 podaje materiał liczbowy po zesumowaniu poszczególnych frakcji według powyższego schematu. Pierwsza trudność wystąpiła z zagadnieniem co ma stanowić podstawę zaliczenia danych piasków do odpowiedniej grupy, czy frakcja podstawowa bez względu na jej wartość, czy też tylko taka frakcja podstawowa, która przekracza co najmniej 50%, jak to ujmują niektóre normy techniczne, a na co zwraca też uwagę P e t t i j o h n i N i g g l i (l. c.). W badanych piaskach, jak widać z tabeli 3, frakcja podstawowa rzadko osiąga lub przekracza tę wartość. Dalsza trudność wynikła z braku wyraźnych kryteriów dla oceny piasków równo- i różnoziarnistych.

Gdyby jako kryterium klasyfikacji przyjąć frakcję podstawową w ilości ponad 50%, wówczas większość badanych piasków należałoby zakwalifikować jako różnoziarniste. Chcąc jednak mimo wszystko ściślej określić rodzaj uziarnienia, choć zdawano sobie sprawę ze względnej wartości takiej oceny, wzięto pod uwagę frakcję podstawową bez względu na jej wielkość. Jako dodatkowe kryterium uwzględniono mediany i to wówczas, gdy dwie frakcje sąsiadujące ze sobą wykazywały tę samą lub bardzo zbliżoną wartość. W tych przypadkach mediany decydował o zaklasyfikowaniu piasków. Okazuje się, że piaski facji bogucickiej w takim ujęciu stanowią odmiany na ogół średnio- i drobnoziarniste. Podobnie zachowują się piaski facji grabowieckiej z Mokrzysek. Natomiast piaski tej samej facji z Chodenic zostały określone jako piaski bardzo drobnoziarniste pyliste lub nawet jako pyły piaszczyste.

#### UWAGI O WARUNKACH SEDYMENTACJI

Utwory piętra grabowieckiego, a zatem i piaski bogucickie leżą, jak to z wielu punktów obserwacji wynika, na sfałdowanych łańcach łupkowych piętra opolskiego (formacja solonośna, łańce chodenickie). Są one ułożone na ogół poziomo, a pewne zaburzenia wykazują te utwory w pobliżu brzegu Karpat (np. okolicy Bochni), spowodowane dokończającymi ruchami orogennymi tej strefy.

Niedźwiedzki (1884) podaje, że piaski w Bogucicach zapadają ku północy pod bardzo słabym kątem, mniejszym od 5°. Uważa on, że jest to pierwotne pochylenie piasków analogiczne do pochyłego ułożenia warstw w nasypach deltowych. Ponadto o północnym lub północno-

-wschodnim nachyleniu piasków bogucickich wnioskuje on z położenia spągu piasków na różnych bezwzględnych wysokościach obserwowanych przez niego w Rajsku i Kossocicach. Friedberg (1906) jednak zaznacza, że piaski w Rajsku leżą wyraźnie poziomo. Natomiast w Bogucicach stwierdza wprawdzie, że znajdujące się w spągu ławice piaskowca są poziomo ułożone, lecz w wyższych partiach zbiega widzi bardzo słabe nachylenie w tym przypadku ku północnemu-zachodowi, co uwidacznia na szkicu.

We wszystkich przez nas obserwowanych punktach występowania piasków bogucickich, a więc i w Bogucicach, widzieliśmy poziome ułożenie ławic piasków. Nigdzie nie zauważyliśmy nachyleń tych warstw. Rysunek podany przez Friedberga (l. c.) nasuwa przypuszczenie, że pochły układ warstw może być tu wynikiem zjawisk zboczowych tym więcej, że sam autor mówi o osuwaniu się piasków i znacznych nawet obrywach na dosyć stromych zboczach tej partii wzgórza bogucickiego.

Interesujące uwagi nasuwają się co do połączenia spągu piasków bogucickich. W Bogucicach najniżej odsłaniające się piaski widoczne w północnej odkrywce znajdują się na wysokości 220 m. Spągu piasków tutaj nie widać, lecz Friedberg przypuszcza, że łyły nie określając ich wieku znajdują się blisko pod powierzchnią. W Wieliczce natomiast spąg znajduje się na wysokości około 245 m. Wnosimy to na podstawie odsłonięcia w cegielni koło dworca kolejowego w Wieliczce, gdzie warstwy piętka opolskiego dochodzą w przybliżeniu do podanej wysokości. W profilu Węgrzce-Zabawa, w pobliżu Węgrzec odsłonięcia piasków występują już na wysokości 215 m, a spąg piasków również nie jest tutaj widoczny. W Zabawie, a więc w południowej części profilu, znajdują się piaski na wysokości 235—250 m. Niedźwiędzki (1884) podaje, że spąg piasków pomiędzy Rajskiem i Swoszowicami znajduje się na wysokości 280 m n.p.m. W kierunku północno-wschodnim, w Kossocicach, spąg ten obserwował niżej, na 240 m wysokości bezwzględnej.

Z powyższego zestawienia wynika, że spąg piasków w Wieliczce i Kossocicach znajduje się mniej więcej na tej samej wysokości, zbliżoną wysokość zajmują piaski w Bogucicach i koło Węgrzec, lecz leżą tu najniżej, natomiast najwyższą wysokość bezwzględną spągu piasków obserwuje się pomiędzy Rajskiem a Swoszowicami. Różnice wysokości bezwzględnego położenia spągu piasków wynoszą co najmniej 65—70 m. Wskazuje to na silne urzeźbienie powierzchni obszaru położonego między Swoszowicami i Zabawą. Szczególnie śmiała deniwelacja zaznacza się na tak niewielkim obszarze jak odcinek między piaskownią zachodnią w Bogucicach i w Wieliczce i wynosi ona tutaj co najmniej 25 m. Rzeźba ta jest niewątpliwie dziełem erozji wód lądowych, które poza fliszem rozmywały tutaj także sfałdowane i wynurzone utwory piętka opolskiego. Być może więc, że mamy tu do czynienia z fragmentami jakiejś doliny rzecznej zatopionej wodami zalewu grabowieckiego.

Na tym nierównym, urzeźbionym terenie, położonym w strefie pobliskiej brzegom morza, doszło do osadzenia się piasków bogucickich. Wobec poziomego ułożenia piasków stanowią piaski z zachodnich odsłonień w Bogucicach jak również z północnego odcinka profilu Węgrzce-Zabawa piaski najstarsze, w Rajsku, gdzie leżą najwyżej, najmłodsze.

Szereg obserwacji dokonanych przede wszystkim w Bogucicach i Małej Wsi mówi o warunkach sedymentacji tych piasków. Naprzemianległość grubych ławic piaskowych i cienkich wkładek ilów odcinających się ostrą granicą od piasków podkreśla wyraźną rytmikę sedymentacji. Charakter uziarnienia piasków stosunkowo słabo wysortowanych wskazuje na to, że piaski te osadzały się w wielkiej masie i szybko, w warunkach nie sprzyjających selekcji i obróbce, które istnieją, jak podaje K r u m b e i n i S l o s s (1951), w strefie litoralnej. A zatem piaski te osadzać się musiały już poza tą strefą. Następne cechy takie, jak brak uwarstwienia w obrębie większości ławic, w innych smugowanie równoległe, wreszcie warstwowanie przekątne lub frakcjonalne jak również zjawiska rozmycia, każą wnioskować, że piaski osadzały się w różnych głębokościach przy zmieniających się rodzajach prądów rozprzodających materiał okruchowy. Dno basenu morskiego w tej strefie ulegało stałemu, chociaż może nie równomiernemu obniżaniu, stwarzając możliwości znacznego narastania osadów.

Powyższy obraz cech sedymentacyjnych piasków bogucickich przypomina w pewnym stopniu warunki określające mechanizm sedymentacji utworów fliszowych (K s i ą ż k i e w i c z 1954). Nie jest to czymś niezwykłym, gdy się zważy, że zalew grabowiecki jest związany z ostatnimi fazami ruchów fałdowych w Karpatach zachodnich. Wzmozżona erozja na pobliskim, stale dźwigającym się lądzie, zanurzanie się brzeżnych stref pod wody morza grabowieckiego, towarzyszące tym ruchom wstrząsy sejsmiczne mogły powodować zmiany prądów dennych i ich charakteru oraz wywołać tworzenie się także prądów zawieszinowych o mniejszym lub większym zasięgu.

Sam charakter piasków facji bogucickiej, o podobnym uziarnieniu i wysortowaniu na całym obszarze ich występowania, skłania do przyjęcia jako skał macierzystych takich serii fliszowych, które by się składały z piaskowców o ziarnie co najmniej tej samej grubości, ewentualnie nieco grubszym, jeżeli się uwzględni rozdrobnienie materiału w czasie erozji i transportu. Piaskowce te nie mogły być bardzo zwięzłe, lecz takie, które łatwo rozsypywały się na części składowe. Gdyby było inaczej, musiałyby się zachować w piaskach, w tak niewielkiej odległości od brzegów okruchy skały wyjściowej. Okruchy skał obcych obserwowano wprawdzie w szlifach, ale stanowią one składniki pierwotne (kwarcyty, łupki kwarcytowe) piaskowców fliszowych. Mówi o tym także ich doskonale obtoczony kształt w porównaniu z gorzej obtoczonymi ziarnami kwarcu.

Wydaje się, że taką serią fliszową mogły być piaskowce istebniańskie. Dzisiaj główne masy tych piaskowców są oddalone od brzegu karpackiego, lecz w czasie zalewu morza grabowieckiego mogły one stanowić jeszcze dosyć znaczną pokrywę starszych utworów spiętrzonych u czoła płaszczowiny śląskiej w okolicy Wieliczki. Brak lepszej obróbki ziarn kwarcu wyklucza raczej możliwość dostarczenia go przez rzeki z dalszych obszarów lądu. Mało mamy materiału porównawczego w odniesieniu do uziarnienia piaskowców fliszowych, jeśli jednak porównamy pod tym względem piaski bogucickie z charakterystyką piaskowców istebniańskich podaną przez K s i ą ż k i e w i c z a (l. c.), okaże się, że piaski bogucickie w dużym stopniu co do uziarnienia odpowiadają tym pias-

kowcom. Szeroki rozsiew i występowanie wielu frakcji równocześnie, średni i gorszy od średniego współczynnik wysortowania oraz wartości medianów w piaskowcach istebniańskich są zgodne z odpowiednimi własnościami piasków bogucickich.

Unoszone od brzegów morza prądami o prawdopodobnie małej sile transportowej piaski szybko wypadały i osadzały się dając fację, którą nazywamy piaskami bogucickimi. Frakcje najdrobniejsze były unoszone i osadzane dalej. Tak można by sądzić na podstawie profilu Węgrzce-Zabawa, gdzie najbardziej północne osady stanowią już pyły piaszczyste. Profil ten jest i z tego względu bardzo interesujący, że, jak już poprzednio wspomniano, w różnych punktach tego profilu obserwuje się w stropowych partiach piasków zazębienie się z facją grabowiecką, ilasto-piaszczystą.

Nasuwa się ogólnie uwaga, że piaski bogucickie swoje wykształcenie facjalne zawdzięczają w pierwszym rzędzie materiałowi wyjściowemu, tj. prawdopodobnie piaskowcom istebniańskim, w drugim dopiero rzędzie mechanizmowi sedymentacji.

Żwiry w Rajsku, o których mówi Friedberg (l. c.), mogą ewentualnie zawierać otoczaki innych bardziej zwięzłych skał karpackich, nie zmienia to jednak zasadniczego charakteru samych piasków występujących w tak dużej masie. Wskazuje jedynie na lokalnie zaznaczający się silniejszy wpływ ładu. Odkrywki ze żwirami nie mieliśmy możliwości obserwować.

Piaski facji grabowieckiej były w naszym opracowaniu jedynie ubocznie potraktowane. Pod względem uziarnienia występują duże różnice między piaskami z Chodenic i Mokrzyck. Wspólną cechą jest ich wykształcenie facjalne wyrażające się naprzemianległym ułożeniem stosunkowo cienkich ławic piasków i iłów oraz laminacją występującą zarówno w piaskach, jak i iłach. Ten sposób wykształcenia jest niewątpliwie wynikiem prądów zawieszinowych. Rozprowadzały one — jak z porównania tych dwóch punktów występowania wynika — różny materiał okruchochy.

Piaski z Chodenic odznaczają się bardzo drobnym ziarnem, często o znacznej lub nawet przeważającej ilości pyłów. W szlifach mikroskopowych, a również gołym okiem widoczne są znaczne ilości łyszczyków zarówno w piaskach, jak i w iłach. Piaski, a zwłaszcza ily zawierają dużą ilość węgla wapnia tak, że można je określić jako margle ilaste. Te wszystkie własności piasków z Chodenic nasuwają przypuszczenie, że skałami fliszowymi, które głównie dostarczyły materiału do powstania serii grabowieckiej w Chodenicach mogły być warstwy krośnieńskie. Z porównania różnych własności piasków z Chodenic z charakterystyką piaskowców czy mułowców krośnieńskich podaną przez Obuchowicza (1957) wypływa duże podobieństwo obydwóch tych utworów.

Piaski z Mokrzyck mają inny pod względem uziarnienia charakter, zbliżając się do piasków bogucickich, lecz ze względu na sposób osadzenia stanowią wraz z serią osadów z Chodenic tę samą fację utworów. Sądzymy więc, że w przeciwieństwie do piasków bogucickich główne rysy facjalne serii grabowieckiej pochodzą w pierwszym rzędzie od mechanizmu sedymentacji, natomiast wpływ rodzaju skał fliszowych dostarczających materiału dla tych osadów jest zupełnie drugorzędny.

## MOŻLIWOŚCI UŻYTKOWANIA PIASKÓW BOGUCICKICH

Istnieją czynniki geologiczne i chemiczne, które w wysokim stopniu umniejszają możliwości gospodarczego wykorzystania piasków bogucickich. Do pierwszych czynników zaliczyć należy wkładki zwięzłych piaskowców, które utrudniają masową eksploatację, a także wkładki i soczewki ilaste występujące nierównomiernie w piaskach. Zaznaczające się smugi z nagromadzonymi okruchami wapiennych skorup stanowią również niekorzystną cechę. Spośród negatywnych czynników chemicznych wysuwa się na plan pierwszy mała ilość  $\text{SiO}_2$  dochodząca w badanych piaskach wyjątkowo do 86%.

Wyniki naszych badań nie dają jednak pełnej oceny piasków bogucickich jako surowca o znaczeniu przemysłowym. Zakres badań, który miał przede wszystkim na celu charakterystykę petrograficzno-geologiczną piasków, często odbiega od tych wymogów, jakie stawiają różnego rodzaju normy techniczne. Nasze więc wyniki mają w tym względzie, tylko charakter orientacyjny.

W przemyśle szklarskim badane piaski bogucickie pod względem uziarnienia nie wzbudzają zastrzeżeń. Natomiast dyskwalifikuje je bardzo niska ilość  $\text{SiO}_2$ . Ujemną cechą stanowi również względnie znaczna zawartość  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , wynosząca powyżej 0,6%, ograniczająca możliwość zastosowania piasków tylko przy wyrobie ciemnych butelek, izolatorów telefonicznych itd.

Dla celów formierskich badane piaski nie wzbudzają zainteresowania ze względu na niską zawartość  $\text{SiO}_2$ , znaczną ilość  $\text{CaCO}_3$ , złe naogół obtoczenie ziarn kwarcu i nie najlepszy stopień wysortowania.

Piaski bogucickie mogłyby być ostatecznie wykorzystane w przemyśle budowlanym. Na uwagę zasługuje tutaj w zasadzie brak zanieczyszczeń organicznych, brak siarczanów i siarczków, jak również korzystna objętość wolnych przestrzeni między ziarnami. Należy też tutaj zauważyć, że dla celów budowlanych piaski te na małą, raczej lokalną skalę są w Bogucicach eksploatowane.

Zapewne też badane piaski mogłyby znaleźć zastosowanie w budownictwie drogowym. Decydującym czynnikiem jest tutaj wielkość ziarna jak również stopień wysortowania z uwagi na kształtowanie się wodoprzepuszczalności i wysokości włoskowatego podciągania wody. Uziarnienie jak i wysortowanie piasków przedstawiono w załączonych tabelach.

W przemyśle wyrobów wapienno-piaskowych jako podstawowy surowiec stosowany jest piasek kwarcowy o zawartości co najmniej 90%  $\text{SiO}_2$ . Dopuszczalne jest stosowanie piasków z mniejszą ilością krzemionki, nawet do 85%, pod warunkiem jednak, że pozostałe 15% będą stanowiły niezbyt szkodliwe domieszki mineralne, np. okruchy wapieni, oraz że przed zastosowaniem takich piasków będą z nimi przeprowadzone odpowiednie próby. W piaskach bogucickich, jak to wyżej zaznaczono, zawartość  $\text{SiO}_2$  waha się w granicach od 77 do 86%, a więc osiąga zaledwie ulgową granicę określoną normami. Istotną domieszkę stanowi węglan wapnia, pochodzący z roztartych okruchów skorup. Należałoby więc zgodnie z podanymi uwagami przeprowadzić szczegółowe badania technologiczne nad możliwością użycia piasków bogucickich w produkcji cegły wapienno-piaskowej.

## WNIOSKI KOŃCOWE

Piaski bogucickie w swoim typowym wykształceniu występują w obszarze od Rajska przez Bogucice do Małej Wsi koło Węgrzec Wielkich.

W stosunku do warstw grabowieckich, ilasto-piaszczystych, stanowią one odrębną fację piaszczystą w środkowym poziomie tortonu.

Piaski bogucickie są w większości różnoziarniste. Można je też określić jako średnio- i drobnoziarniste. Podobnym uziarnieniem odznaczają się piaski facji grabowieckiej z Mokrzyck, natomiast piaski tej samej facji z Chodenic są bardzo drobnoziarniste ze znaczną domieszką pyłów, a nawet stanowią pyły zapiaszczone.

Piaski bogucickie leżą transgresywnie na nierównej powierzchni utworów piętra opolskiego. Deniwelacje dochodzą do 70 m. Ich uławicenie we wszystkich badanych punktach jest poziome. Ostra granica między piaskami a wkładkami ilów, przeważnie brak uwarstwienia w obrębie ławic, lekkie smugowanie w innych ławicach, to znów warstwowanie przekątne, rozmycia ławic piasków i wreszcie ślady frakcjonalnego warstwowania świadczą o cyklicznym powtarzaniu się okresów masowego roznoszenia piasków prądami różnego rodzaju i kierunku. Charakter uziarnienia piasków stosunkowo słabo wysortowanych wskazuje na warunki nie sprzyjające selekcji i obróbce. Warunki sedymentacji przypominają w pewnym stopniu mechanizm sedymentacji utworów fliszowych.

Jednolity na ogół charakter piasków na całym obszarze ich występowania prowadzi do wniosku, że materiału do utworzenia piasków bogucickich dostarczyła jedna seria fliszowa. Przypuszczać należy, że były to warstwy istebniańskie.

Odrębny typ przedstawiają warstwy facji grabowieckiej i związane z nimi piaski. W Chodenicach zaznacza się pewne podobieństwo do warstw krośnieńskich, które mogły dostarczyć materiału tworzącym się osadom grabowieckim w tym rejonie. Piaski z Mokrzyck pod względem uziarnienia upodabniają się do typowych piasków bogucickich. Wnosimy, że w przeciwieństwie do piasków bogucickich, które zawdzięczają swoje wykształcenie przede wszystkim materiałowi wyjściowemu, na genezę warstw grabowieckich (iły margliste, piaski) miał wpływ w pierwszym rzędzie mechanizm sedymentacji, natomiast wpływ rodzaju skał fliszowych ma tutaj drugorzędne znaczenie.

Czynniki geologiczne i skład chemiczny, a przede wszystkim niska zawartość  $\text{SiO}_2$  umniejszają wartość piasków bogucickich jako surowca o znaczeniu przemysłowym. Mogą one być ostatecznie na małą skalę wykorzystane w budownictwie i drogownictwie. Piaski facji grabowieckiej nie mają żadnego znaczenia.

---

Panu prof. dr Marianowi K a m i e ń s k i e m u za poddanie nam tematu pracy jak również za żywe zainteresowanie w czasie jej wykonywania składamy serdeczne podziękowanie.



WYKAZ LITERATURY

REFERENCES

1. Friedberg W. (1906), Młodszy miocen Galicyi zachodniej i jego fauna. Spraw. Kom. Fizj. Ak. Um. 40, Kraków.
2. Krach W. (1947), Ostatni zalew morski w Polsce. *Wszechświat*. (1947), Kraków.
3. Krach W. (1958), Stratygrafia miocenu górnej Odry i Wisły. *Kwart. Geol.* 2/1, Warszawa.
4. Krumbein W. C. & Sloss L. L. (1951), Stratigraphy and Sedimentation. San Francisco, California.
5. Książkiewicz M. (1954), Uwarstwienie frakcyjne i laminowane we fliszu karpackim. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 22/4, Kraków.
6. Liszka St. (1933), Fauna piasków bogucickich w okolicy Wieliczki. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 9, Kraków.
7. Niedźwiedzki J. (1884), Über die Salzformation von Wieliczka und Bochnia. Lemberg.
8. Niggli P. (1952), Gesteine und Minerallagerstätten. 2. B. Basel.
9. Nowak J. (1947), Miocen północnej krawędzi Karpat. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 17, Kraków.
10. Obuchowicz Zb. (1957), Wstępne badania nad rozpoziomowaniem warstw krośnieńskich (oligocen) centralnej depresji karpackiej. *Biul.* 115, *Inst. Geol.*, Warszawa.
11. Pacowska J. (1955), Zagadnienia podziału i terminologii utworów czwartorzędowych Polski. *Biul.* 70. *Inst. Geol.*, Warszawa.
12. Pettijohn F. J. (1949), Sedimentary Rocks. New York.
13. Trask P. B. (1932), Origin and environment of source sediments of petroleum. Gulf Pub. Co., Houston, Texas.
14. Twenhofel W. H. & Tyler S. A. (1941), Methods of Study of Sediments. New York and London.

SUMMARY

Abstract. The authors are describing the Bogucice sands (Sub-Carpathian Miocene). Descriptions of outcrops, and a petrographic description of the sands are given in the paper, as well as a detailed mechanical analysis of the sands. For comparison some samples of sands of the Grabowiec beds have been also analysed. The authors describe the sedimentation of the Bogucice sands and states that the probable source rock of the Bogucice sands were the Istebna Beds (Upper Cretaceous of the Carpathian Flysch). The facial development of the Grabowiec Beds was very strongly influenced by the sedimentary environment. The paper contain also remarks on the economic value of the Bogucice sands.

The Bogucice sands (middle Tortonian, „the Grabowiec stage”) occur on the area situated between Biezanów and Wieliczka, and south of Węgrzce at Mała Wieś and Zabawa villages. Similar sands occur at Rajsko, where they are known under the name of the „Rajsko sands”, and in the vicinity of Gdów. Eastward of this area the sediments corresponding in age with the Bogucice sands are developed in a facies of clays and sands often alternating in thin beds (sands and clays) and are called the Grabowiec Beds.

The authors propose the introduction of the names „Bogucice facies” and „Grabowiec facies” for these sediments of the same age. Some samples of sands of the Grabowiec facies collected at Chodenice near Bochnia and at Mokrzyska near Brzesko have been examined for comparison with the Bogucice sands.

At Rajsko the sand beds are 1 to 2 metres thick and are lying horizontally. Thin layers or lenses of shales and thin sandstone beds are present in the sands. Gravel layers occur in some of the sand beds.

The best profile of the sands is exposed at Bogucice. Thick beds ranging up to 3,5 metres are present in the lower part of the profile, while at the top the thickness of beds amounts from 30 to 80 cm. Thin intercalations of olive-green shales are separating the sand beds. Thin layers and small flat lenses of sandstone are also present. They occur either inside the sand bed, forming sometimes several horizons, or they separate the sand beds. Clay balls are present in some beds in the lower part of the profile.

Generally no bedding is present within the individual beds. Coarse grains and fragments of shells are disseminated in the whole profile of the bed. However a part of beds display lamination caused by accumulation of coarse grains and organic debris. Current bedding appears sometimes, and in rare cases graded bedding has been observed. The boundaries between sand beds and shale layers are sharply marked. The sands have a light yellow colour with occasional rusty bands. The beds are lying horizontally.

The sands exposed at Wieliczka are corresponding to the upper part of the profile at Bogucice. However exact correlation of beds exposed in the both profiles is not possible, because of lateral variation of the complex. Also here the beds are lying horizontally.

Another section of the Bogucice sands is exposed in the valley of a stream flowing northward by the villages Zabawa, Mała Wieś and Węgrzce. Sand beds 1 to 2 metres thick are found in the lower part of the profile. In the upper part of the profile the thickness of sand beds decreases, while the thickness of shale layers increases and amounts several cm. The thickness of the whole complex increases southward.

In the profile between the localities Węgrzce and Zabawa the sands form a large lense, thicker at its southern end: at Zabawa the total thickness of the sands amounts to 40 or 50 metres. Thin beds of sand intercalating with shales are present at the top of the profile at Mała Wieś. This lithologic association is resembling the Grabowiec facies. Thus the Grabowiec and Bogucice facies are intertonguing in the northern part of the top of the complex.

The mineral composition has been studied in thin sections made of samples collected from consolidated sandstones at Bogucice. The sandstones are composed of quartz, feldspars (chiefly kali-feldspars, plagioclases are rare), and particles of quartzites, quartz shists and sandstones. The fine and medium sand grains are poorly rounded, but coarse sand grains, feldspars and rock particles are well rounded. Organic debris occur in large quantity in some samples. Muscovite and biotite flakes are rare. Occasionally glauconite is present. The cement is of the basal type, and is composed of crystalline calcite.

The sandstones from Chodenice are similar to the described sandstones from Bogucice. A part of the poorly cemented sands occurring at Chodenice display a distinct lamination consisting in differences of the size of sand grains in the individual laminae. The cement of these sands is composed of clay, and calcareous and ferruginous matter. Musco-

vite is common there. The mica flakes are arranged parallel to the lamination.

The unconsolidated sands of the both facies are similar. They are composed chiefly of quartz grains. The bulk of the quartz is transparent, but milky quartz grains are common. About 50 to 60 per cent of grains are angular, 30 to 45 per cent of grains are subrounded, and 5 to 10 per cent are well rounded.

The content of silica is low in the investigated sands. In the Bogucice sands the silica content amounts 77 per cent to 86 per cent, and in the sands of the Grabowiec facies it varies from 73 to 93 per cent.

The calcium carbonate content in the sands is very variable. The sands occurring at Bogucice, Węgrzce, Mała Wieś and Zabawa contain 5,0 to 13,0 per cent of  $\text{CaCO}_3$ . At Wieliczka the sands are less calcareous, and their calcium carbonate content does not exceed 4,5 per cent. The sands from Rajska and Mokrzycka contain less than 1 per cent of calcium carbonate. The sandstones contain a larger amount of  $\text{CaCO}_3$ , ranging up to 30 per cent. The calcium carbonate was provided chiefly by abrasion of calcareous shells.

The  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  content varies from 0,6 to 1,0 per cent. However slightly larger values have been stated at Rajska (1,26 per cent) and at Chodenice (1,72 per cent).

The size distribution of grains and sorting of the sands have been determined by sieve analysis. Samples containing a large amount of material in the silt grade have been analysed with the use of the areometric method of Cassagrande and Prószyński. Thirty eight samples of sands of the Bogucice facies and eight samples of sands of the Grabowiec facies have been analysed. The results are presented as histograms and cumulative curves (table 1, fig. 6 and 7).

The bulk of the samples show poor sorting. In general the sands of the Bogucice facies falls within the sand grade and the admixture of grains with diameters greater than 2 mm is not important. These sands contain rarely the silt grade (diameters of grains less than 0,06 mm). Exceptionally, the sample  $\text{WZ}_1$  contains 63,5 per cent of the silt grade.

The sands from Chodenice contain a large amount of silt ranging from 28,0 to 70,3 per cent, while the sands from Mokrzycka do not contain silt.

The modal grades are 0,20 mm and 0,30 mm in the sands of the Bogucice facies, and in the sands from Mokrzycka of the Grabowiec facies. The sands from Chodenice of the Grabowiec facies have the modal grade 0,12 — 0,06 mm.

The median diameters of grains varies from 0,43 to 0,13 mm in the sands of the Bogucice facies, with the exception of the sample  $\text{WZ}_1$  in which the median diameter of grains is 0,058 mm. The median diameter of grains in the sands from Mokrzycka varies from 0,32 mm to 0,14 mm and is similar to those of the sands of the Bogucice facies. On the contrary the median diameters of grains in the sands from Chodenice have values from 0,075 to 0,058 mm.

Sorting of the analysed samples is presented by mean of histograms and sorting coefficients  $S_0$ . The sorting coefficients have values from 1,24 to 2,0 in the sands of the Bogucice facies, with the exception of the

sample WZ<sub>1</sub> in which the sorting coefficient have the value 2,78. The values of the sorting coefficient of the sands of the Grabowiec facies from Chodenice and Mokrzyska are varying from 1,18 to 1,64.

The classification of the Bogucice sands has been established on the basis of the following grade scale introduced recently by J. Pacowska (1955):

very coarse sand	diameters of grains	2,0 — 1,0 mm
coarse sand	„ „	1,0 — 0,5 mm
medium sand	„ „	0,5 — 0,25 mm
fine sand	„ „	0,25 — 0,10 mm
very fine sand	„ „	0,10 — 0,06 mm

The size distribution of grains of the Bogucice sands according to this grade scale is presented on Table 3. However some difficulties arose in connection with the problem of classification of the sands. The question has been whether the sands should be classified either on the basis of their modal grade independently of its value, or only in the case when the modal grade constitutes 50 per cent of the sample or more. The latter point of view is adopted by certain authors and some technical norms.

The modal grade rarely exceeds the 50 per cent value in the analysed sands. Another difficulty has been caused by the lack of criteria for determination of uniformly and non uniformly grained sands. If the modal classes exceeding the 50 per cent value should be chosen as the basis for classification the bulk of the sands should be determined as non-uniformly grained. However for purpose of a classification showing the differences between the samples, the modal grade has been adopted as the basis of classification with no respect to the value of the mode. The median diameter has been used as a criterium of classification, if the size distribution showed two grades with a value very close to that of the mode.

In such a classification the Bogucice sands are determined as medium grained and fine grained. The sands of the Grabowiec facies are medium- and fine grained at Mokrzyska, while very fine grained silty sands and sandy silts occur at Chodenice.

The sediments of the Grabowiec stage (middle Tortonian) are lying unconformably on the folded clays of the Opole stage (lower Tortonian). The Grabowiec formation is lying horizontally, however some disturbances occur near the marginal zone of the Carpathians.

Differences of the height of the base of the Bogucice sands above sea level are ranging up to 70 metres. This fact seems to indicate a strong fluvial erosion of the underlying Flysch and lower Tortonian sediments, preceding the deposition of the sediments of the middle Tortonian.

The alternating deposition of thick sand beds and thin clay layers points out to a rhythmical sedimentation in the Bogucice facial region of the middle Tortonian sea. The size distribution of grains in the sands and their poor sorting indicate a high rate of deposition with insignificant abrasion and sorting of the clastic material. The lack of lamination in the major part of the beds, and the presence of graded bedding, cross-lamination and lamination in others, as well as the occurrence of

wash-outs indicate the presence of diverse currents which deposited the clastic material on various depth. The sea bottom was subject to continuous, but probably non uniform subsidence allowing thus the formation of thick deposits.

According to the presented description the sedimentation in the middle Tortonian sea was somewhat similar to the sedimentation of the Carpathian Flysch (Książkiewicz 1954). The transgression of the Grabowiec stage is contemporaneous with the last orogenic phases in the Western Carpathians. Accelerated erosion on the uplifted land, the subsidence of its marginal part invaded by the sea of the Grabowiec stage and accompanying seismic activity were able to cause the diversity of bottom currents and to produce turbidity currents.

The uniform size distribution of grains and sorting of the Bogucice sands as well as their general outlook imply the assumption that the source rock for the detritic material of the sands was a Flysch series composed of poorly cemented sandstones with grains coarser or similar to those of the Bogucice sands. The authors suggest that the probable source rock for the detritic material of the Bogucice sands may be the Istebna Beds (upper Cretaceous). The size distribution of grains in this series described by Książkiewicz (1954) is similar to those of the Bogucice sands.

Field observations and the mechanical composition of the sands suggest that the facial character of the Bogucice sands was determined chiefly by the nature of the source rocks. The influence of sedimentary environment was much less important.

The sands of the Grabowiec facies have been studied in less detailed manner than the Bogucice sands. The size distribution of grains in the sands at Chodenice and at Mokrzyńska is markedly different. A common feature of the sediments of the Grabowiec facies in this two localities is the alternation of thin beds of sands and clays. The authors assume that this sediments of the Grabowiec facies were deposited by the turbidity currents.

The sands from Chodenice are characterised by a very fine grain and a considerable content of silt. Both the sands and the clays contain much calcareous matter, and the clays are sometimes grading into clayly marls. Muscovite is sometimes common both in the sands and in clays. The authors assume that the source rock for the detritic material of the sediments of the Grabowiec facies at Chodenice may be the Flysch series of the Krosno Beds (Oligocene). The sands from Chodenice resemble the sandstones and siltstones of the Krosno Beds described by Obuchowicz (1957).

The sands from Mokrzyńska are composed of a material similar to those of the Bogucice sands, but they belong to the Grabowiec facies. The authors's opinion is that contrary to the Bogucice sands, the character of the Grabowiec facies was determined first by its sedimentary environment, while the nature of source rocks bore a much smaller impression on it.

Both geological and chemical features are diminishing the economic value of the Bogucice sands. Intercalations of consolidated sandstones make impossible a mass exploitation. Other disadvantageous features are

the presence of layers and lenses of clay and local accumulations of calcareous shell debris. The most important disfavoured chemical feature is the low content of silica. However the Bogucice sands can be used on a small scale in building and road construction. The sands of the Grabowiec facies have no economic value.

*Department of Non-Metallic Mineral Deposits  
School of Mining and Metallurgy in Cracow*

*translated by R. Unrug*

OBJAŚNIENIE TABLIC  
EXPLANATION OF PLATES

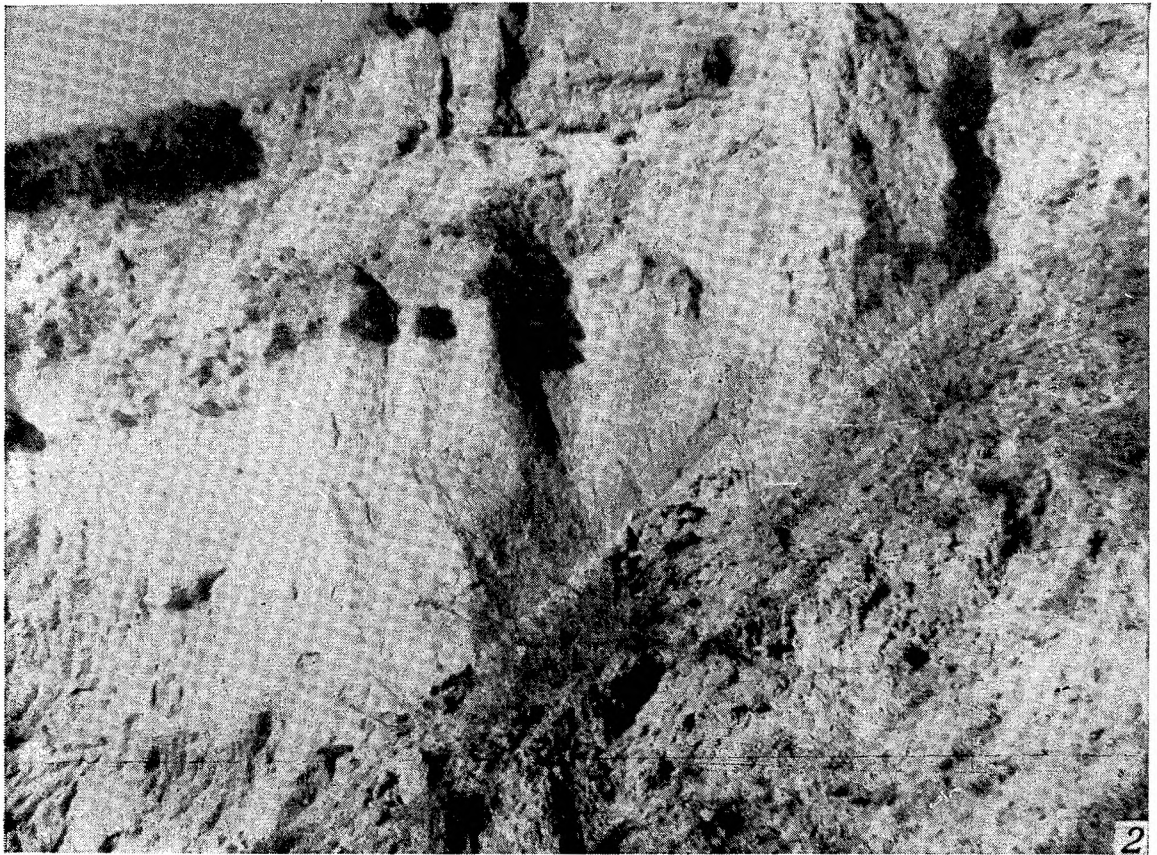
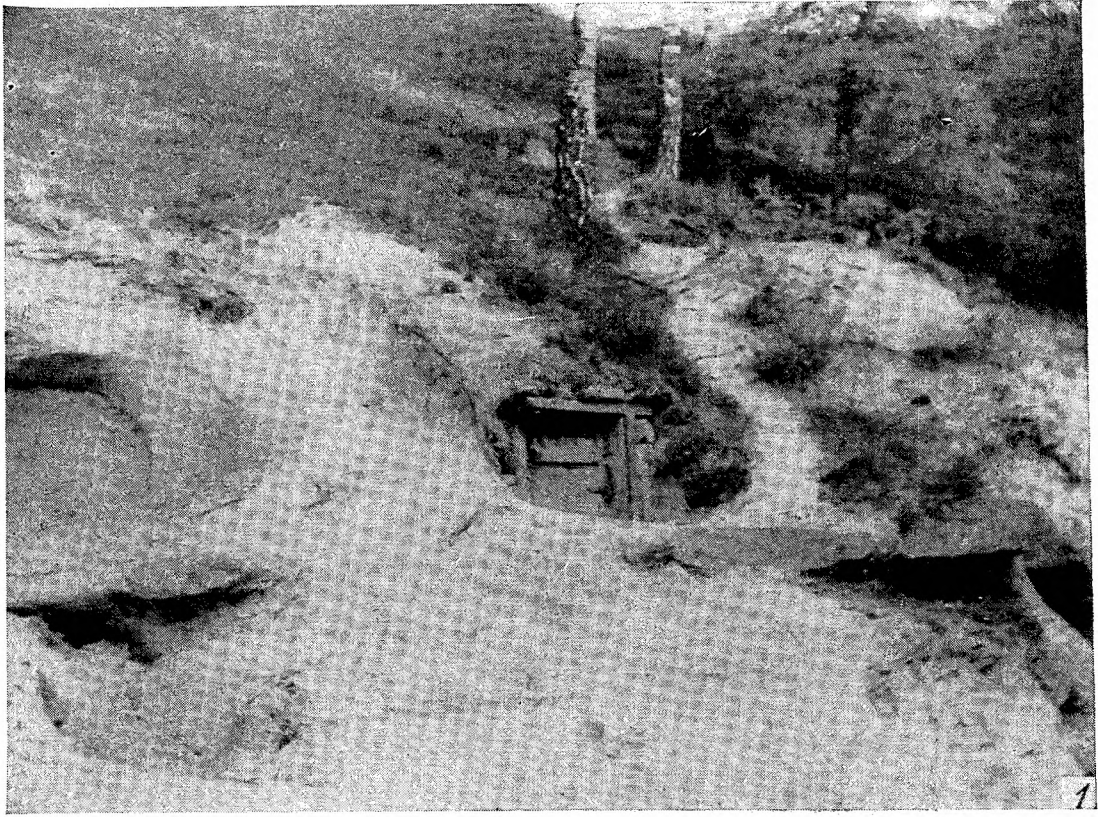
Tablica XLIII  
Plate XLIII

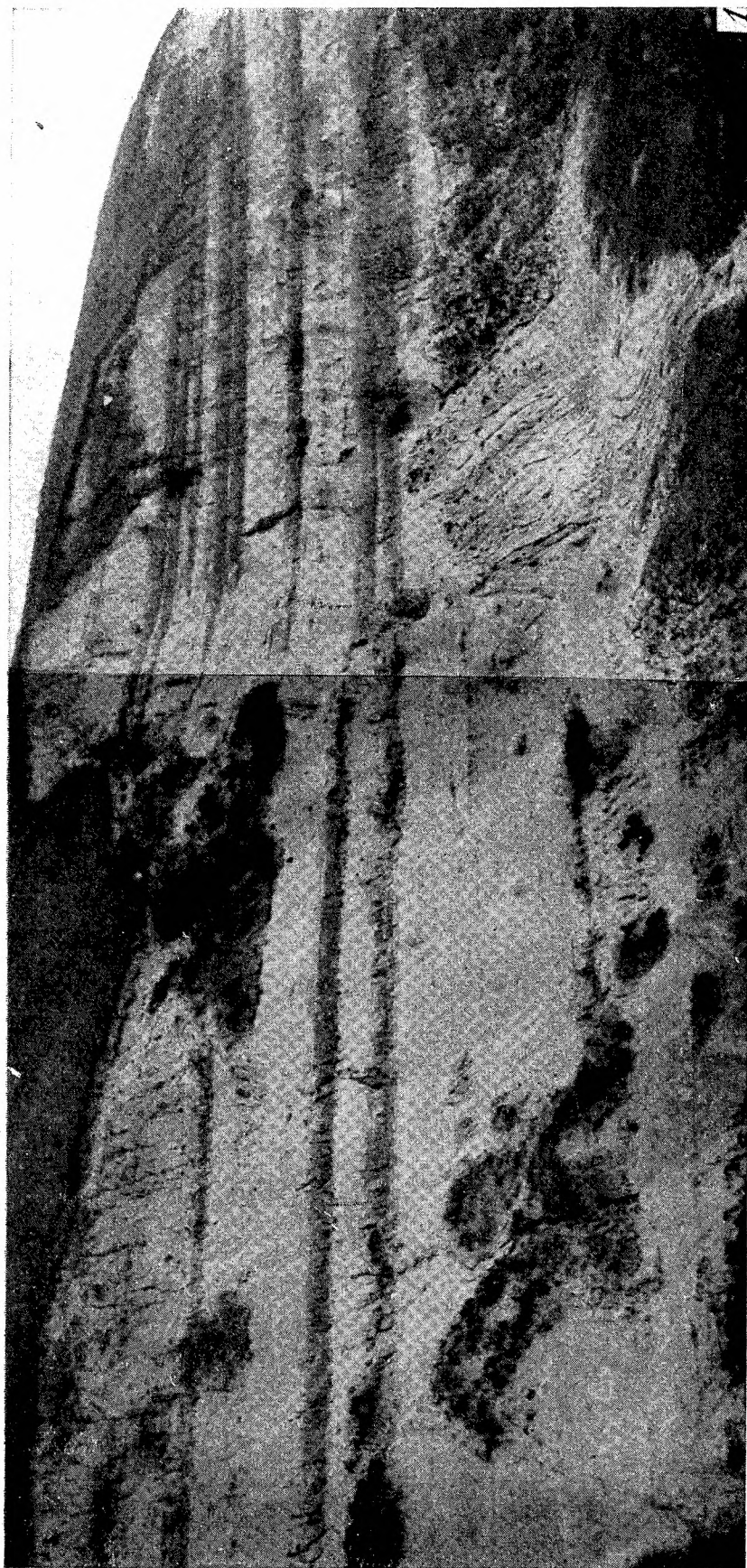
- Fig. 1. Wkładki piaskowców w piaskach bogucickich. Mała Wieś koło Węgrzec  
Fig. 2. Odkrywka piasków bogucickich w Bogucicach  
Fig. 1. Sandstone intercalations in the Bogucice sands at Mała Wieś  
Fig. 2. Outcrop of the Bogucice sands at Bogucice

Tablica XLIV  
Plate XLIV

- Odkrywka piasków bogucickich w Zabawie (fot. inż. M. Chandij)  
Outcrop of the Bogucice sands at Zabawa (Phot. Ing. M. Chandij)







K. Skoczylas-Ciszewska, M. Kolasa