

MARIAN KAMIENSKI, CZESŁAW PESZAT, JACEK RUTKOWSKI

## LITOLOGIA PIASKOWCÓW GRODZISKICH (KARPATY FLISZOWE)

(Tabl. I—IV, i 11 fig.)

### *The Lithology of Grodischt Sandstone in the Flysch Carpathians*

(Pl. I—IV and 11 figs.)

**Treść:** Badaniami objęto piaskowce grodziskie, które scharakteryzowano na 50 próbkach pobranych z różnych odsłoneń na obszarze Karpat fliszowych między Bielskiem na zachodzie i Leskiem na wschodzie. Na podstawie badań litologicznych wyróżniono w obrębie piaskowców grodziskich następujące odmiany: piaskowce wapniste, wapienie piaszczyste, piaskowce bezwapniste i piaskowce o spoiwie mieszanym, wapnisto-krzemionkowo-ilastym. W badaniach litologicznych uwzględniono ilościowy skład mineralny, zawartość węglanu wapnia, podstawowe własności fizyczne i techniczne oraz uziarnienie wyróżnionych odmian piaskowców. Przedyskutowano też ich znaczenie surowcowe jako kamienia drogowego.

#### WSTĘP

Prace mające na celu scharakteryzowanie podstawowych własności litologicznych piaskowców pochodzących z różnych poziomów Karpat fliszowych objęły między innymi piaskowce grodziskie. Wydają się one szczególnie interesujące ze względu na zmienność, którą będziemy się starali uwypuklić na podstawie wyników badań.

Piaskowce, a raczej warstwy grodziskie były przedmiotem szeregu prac i artykułów geologicznych, w których znajdujemy dane odnoszące się do ich pozycji stratygraficznej, zmienności facjalnej, warunków sedymentacji, stosunków paleogeograficznych itd. Nie będziemy ich tutaj omawiać, odsyłając czytelnika w razie potrzeby do odnośnych publikacji, a zwrócimy jedynie uwagę na bardziej syntetyczne ujęcia, które będą stanowić podstawę dla dalszych naszych rozważań. Uwzględnimy też w razie potrzeby te prace, które szczególnie odnoszą się do regionów lub miejscowości, skąd zostały przez nas pobrane próbki do badań laboratoryjnych.

M. Książkiewicz (1951 a) podkreśla przynależność warstw grodziskich bądź do hoterywu, bądź do baremu. Określa je jako jasne, zwykle gruboławicowe piaskowce wapniste, przeławiczone popielatymi łupkami marglistymi lub marglami. Towarzyszą im również zlepieńce z dużymi otoczkami wapieni sztramberskich i paleozoicznych, gnejsów, węgla kamiennych, a także piaskowce płytowe, drobnoziarniste, z żyłami kalcytu. Razem z piaskowcami grodziskimi występują często jasne, porowate,

dobrze uławiczone skały gezowe, złożone ze spikul gąbek, kwarcu detrytycznego oraz glaukonitu i spoiwa wapnistego lub opalowego. Przechodzą one niekiedy w niebieskawe rogowce spongiolitowe.

Według M. Książkiewicza (l. c.) warstwy grodziskie rozwinięte są dobrze w Karpatach polskich w zachodniej części Śląska Cieszyńskiego, rozciągają się poza tym od Skawy ku wschodowi w dwóch pasach, a to północnym przez okolice Wieliczki w kierunku okolicy Brzeska i południowym przez Lanckoronę, okolice Myslenic do Żegociny.

Wspomniany wyżej autor (1951 b) omawiając warstwy grodziskie na arkuszu Wadowice podaje, że występują one zarówno w serii podśląskiej, jak i śląskiej, ale znacznie silniejszy ich rozwój zaznacza się w serii podśląskiej. Wyróżnia on w obrębie warstw grodziskich trzy charakterystyczne zespoły, które jednak są trudne do wydzielenia kartograficznego.

Zespół pierwszy odznacza się przewagą gruboławicowych i gruboziarnistych piaskowców. Towarzyszą im zlepieńce z egzotykami. Piaskowce cienkoławicowe i łupki margliste występują tutaj podrzędnie. Przykładem może być odsłonięcie w Woźnikach, gdzie omawiany zespół dobrze jest rozwinięty. Zbliża się do niego zespół gruboławicowych piaskowców o podobnych cechach, odznaczający się występowaniem ostryg. Piaskowce te, zwane ostrygowymi, znane są np. z Lanckorony lub Barwałdu.

Zespół drugi wykazuje przewagę piaskowców cienkoławicowych, płytowych, nieco mikowych, z żyłkami kalcytu. Łupki w zespole tym są dobrze rozwinięte. Zlepieńce występują również, ale o małej miąższości ławic. Zespół ten, jak podaje M. Książkiewicz, jest bardziej powszechny w porównaniu z zespołem pierwszym.

Trzeci zespół najslabiej reprezentowany jest wśród warstw grodziskich i odznacza się przewagą łupków marglistych.

Zespół pierwszy według M. Książkiewicza występuje wyłącznie w serii podśląskiej, zespół drugi w serii śląskiej, ale również i w serii podśląskiej, zespół trzeci najprawdopodobniej należy tylko do serii śląskiej. Zespołowi pierwszemu towarzyszą zawsze gezy, w zespole drugim gezy występują często, ale nie zawsze.

W piaskowcach grodziskich serii śląskiej grubość ziarn, jak podaje M. Książkiewicz, jest mniejsza niż w piaskowcach grodziskich serii podśląskiej, a zlepieńce są w serii śląskiej rzadsze i o mniejszych otoczkach. Skłania to wymienionego autora do wniosku, że warstwy grodziskie serii śląskiej osadzały się w porównaniu z warstwami grodziskimi serii podśląskiej dalej od brzegu.

K. Skoczylas-Ciszewska (1960) opisując warstwy grodziskie strefy żegocińskiej zauważa, że nie odbiegają one od typu litologicznego znanego ze Śląska Cieszyńskiego. Wykształcone są one tutaj jako piaskowce gruboziarniste i zlepieńce o miąższości ławic od 30 cm do 1 m oraz piaskowce drobnoziarniste, bardzo zwarte, silnie wapniste, występujące w ławicach cienkich o miąższości przeważnie poniżej 25 cm.

L. Koszarski (1961 a) streszczając wyniki swoich obserwacji nad stosunkiem warstw grodziskich do wierzowskich w Karpatach środkowych wyróżnia w jednostce śląskiej dwa ich odrębne kompleksy, z których dolny występuje w spagu łupków wierzowskich i reprezentuje hoteryw lub hoteryw-dolny barem, górny natomiast znajduje się wśród łupków wierzowskich i odpowiada baremowi (wyższemu?) lub baremo-aptowi. Wspomniane kompleksy autor ten określa jako dolne i górne piaskowce (warstwy) grodziskie, zaznaczając, że w większości profilów tylko jeden

z tych kompleksów jest rozwinięty. L. Koszarski wymienia szereg punktów, gdzie piaskowce grodziskie podścielone są miękkimi, blaszkowatymi, ilastymi łupkami wierzowskimi z syderytami, w których spągu dopiero ukazują się łupki z piaskowcami typu cieszyńskiego. Te więc piaskowce grodziskie należałoby zaliczyć według założeń wymienionego autora do jego górnego kompleksu. Odsłania się on między innymi koło Sanoka (Międzybrodzie, Liszna). W kompleksie tym wyróżnia tutaj L. Koszarski trzy oddziały, obejmujące, idąc od spągu: 1) piaskowce płytowe z fauną baremską z Lisznej, 2) cienkie piaskowce skorupowe z 40—50% łupków i 3) piaskowce gruboławicowe, grubo- i drobnoziarniste, czasem z wkładkami gez.

W obszarach bardziej wschodnich, a mianowicie w Bieszczadach, piaskowce grodziskie serii śląskiej opisuje z łuski Bystrego (na S od Baligrodu) A. Ślącza (1959). Jest to kompleks o grubości około 130 m piaskowców gruboławicowych, rzadziej średnioławicowych, barwy na ogół szarej, niekiedy niebieskawej. Piaskowce te mają spoiwo ilasto-wapniste, czasem syderytoczno-ilasto-wapniste. Składają się z ziarn kwarcu (do 1 cm) obtoczonego, także w mniejszych ilościach z białych ziarn, być może zwietrzałych skaleni, z miki, fragmentów łupków, zwęglonych okruców flory i bardzo rzadkich szczątków fauny. Można wśród piaskowców wyróżnić odmiany bardzo twarde i odmiany mniej twarde, które wietrzejąc łatwo się rozsypują. Łupki wśród ławic piaskowców odgrywają rolę podrzędną. Są one jasno- i ciemnoszare, wapniste.

Porównując piaskowce grodziskie z łuski Bystrego z analogicznymi piaskowcami Karpat zachodnich A. Ślącza zwraca uwagę na pewne ich cechy wspólne, jak tnący przełam, wapnistość, niebieskawe barwy skały świeżej, wiśniowe przy wietrzeniu itd. Różnica polega na braku w piaskowcach łuski Bystrego zlepieńców. Usiłuje to autor tłumaczyć odleglejszym źródłem dostarczania materiału, ewentualnie brakiem materiału grubszego na obszarze, skąd prądy materiał ten wносиły. Uderza też, jak podkreśla autor, w omawianym terenie wśród piaskowców grodziskich brak odmian płytowych, występujących zawsze w okolicy Sanoka i w Karpatach zachodnich.

Z omówionych wyżej obszarów zostały pobrane próbki piaskowców grodziskich do badań petrograficznych, poza tym uwzględniono w rejonie Bielska jeden z punktów ich występowania (miejscowość Janowice), stwierdzony przez dr W. Nowak oraz piaskowce grodziskie znajdujące się w rejonach Wieliczki i Bochni-Brzeska, wyznaczone na szczegółowych mapach geologicznych przez J. Burtan i K. Skoczylas-Ciszewską. W rejonie Wieliczki występują dość liczne piaskowce warstw geozowych, które jednak pominiemy w naszym opracowaniu, opisali je bowiem ostatnio M. Kita-Badał, J. Badał, L. Bober (1961).

Badania nasze objęły niemal cały obszar Karpat fliszowych w granicach Polski. Zostały one przeprowadzone z inicjatywy Katedry Żłóż Surowców Skałnych AGH i na zlecenie Instytutu Geologicznego, przy współudziale Prof. dr K. Skoczylas-Ciszewskiej, której uprzejmie dziękujemy za pomoc w pobraniu próbek i cenne uwagi dotyczące występowania piaskowców grodziskich w poszczególnych odsłonięciach. Dziękujemy również współpracownikom Katedry Żłóż Surowców Skałnych AGH, a to mgr E. Krauss, mgr inż. M. Buczek i technikowi F. Podoleckiemu za pomoc w ustaleniu niektórych własności fizycznych i chemicznych badanych skał.

CHARAKTERYSTYKA PUNKTÓW POBRANIA PRÓBEK

Badaniami objęte zostały następujące punkty występowania piaskowców grodziskich (fig. 1):

- w rejonie Bielska-Białej: Janowice,
- w rejonie Wadowic-Lanckorony: Woźniki, Barwałd Górny, Lanckorona,
- w rejonie Wieliczki: Mogilany, Koźmice Wielkie, Podolany,
- w rejonie Bochni-Brzeska: Żegocina, Porąbka Uszewska,
- w rejonie Jasła: Stępina,
- w rejonie Sanoka-Leska: Międzybrodzie, Bystre.

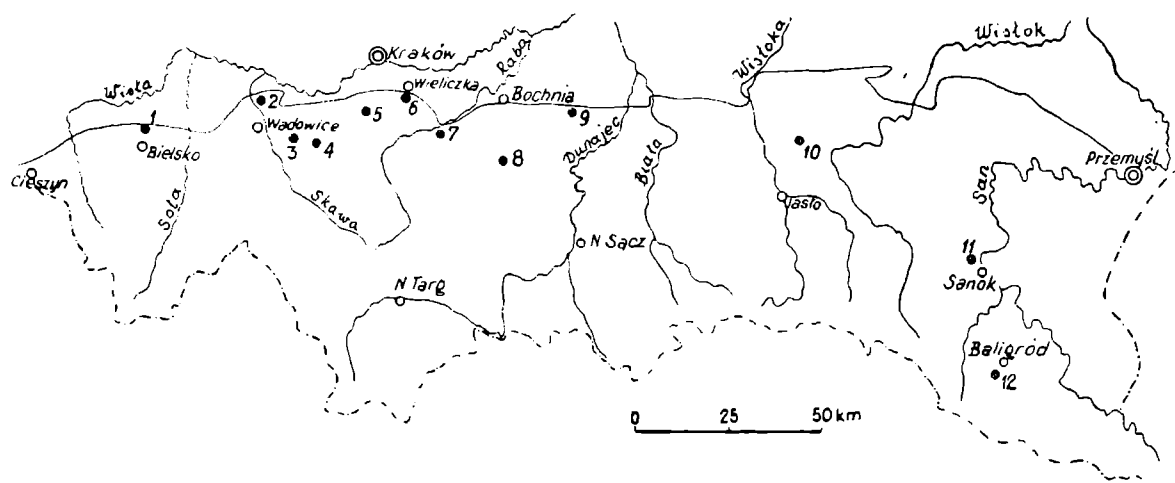


Fig. 1. Rozmieszczenie punktów pobrania próbek piaskowców grodziskich: 1 — Janowice; 2 — Woźniki; 3 — Barwałd Górny; 4 — Lanckorona; 5 — Mogilany; 6 — Koźmice Wielkie; 7 — Podolany; 8 — Żegocina; 9 — Porąbka Uszewska; 10 — Stępina; 11 — Międzybrodzie; 12 — Bystre

Fig. 1. Distribution of sampling points of Grodziska sandstone: 1 — Janowice; 2 — Woźniki; 3 — Barwałd Górny; 4 — Lanckorona; 5 — Mogilany; 6 — Koźmice Wielkie; 7 — Podolany; 8 — Żegocina; 9 — Porąbka Uszewska; 10 — Stępina; 11 — Międzybrodzie; 12 — Bystre

Ogółem zebrano 50 próbek. Pobierano je z reguły ze środka ławic cienkich lub w przypadku występowania ławic grubszych, a zwłaszcza z ławic, w których zaznaczało się zmienne uziarnienie, ze spagu i stropu lub też ze spagu, środka i stropu ławicy.

Większość próbek zebrano z kamieniołomów. Zaznaczyć jednak należy, że wiele z tych kamieniołomów, w których w latach ubiegłych eksploatowano piaskowce grodziskie, jest obecnie nieczynnych i zasypanych rumowiskiem. Część próbek pochodzi z odsłoneń naturalnych, z których nie zawsze można było wykonać szkice, a pobrane próbki mają wówczas charakter odosobniony.

### Janowice koło Bestwiny (rejon Bielska-Białej)

Jak już uprzednio podano, w miejscowości tej dr W. Nowak<sup>1</sup> stwierdził występowanie warstw grodziskich zaliczając je do jednostki podśląskiej. Odkrywka naturalna znajduje się na lewym brzegu małego

<sup>1</sup> Mapa dołączona do pracy doktorskiej pt. Geologia brzegu między Wisłą a Sołą (Karpaty Bielskie). Maszynopis, Kraków 1960.

potoku, płynącego w kierunku Bestwiny, w odległości około 1 km na NW od koty 334. Seria grodziska jest tutaj wykształcona w facji łupkowo-piaskowcowej. Łupki margliste są twarde, barwy ciemnoszarej. Wśród nich występują cienkie ławice piaskowców w odstępach 5—15 cm, rzadziej większych. Wkładki piaskowców są bardzo cienkie, najczęściej 2—4 cm grubości. W omawianym odsłonięciu widoczne są tylko dwie ławice grubsze, z których jedna ma 10 cm, druga 50 cm miąższości. Piaskowiec z ławicy 10-centymetrowej barwy ciemnoszarej jest bardzo drobnoziarnisty o spoiwie wapnistym, zwięzły, o słabo zaznaczającej się laminacji. Pobrana stąd próbka ma nr 1. Ławicę o miąższości 50 cm stanowi piaskowiec gruboziarnisty, zlepieńcowaty. Ziarn żwirowych jest bardzo dużo i często średnice tych ziarn dochodzą do 4 mm. Wśród ziarn kwarcu oprócz przejrzystych występują także charakterystyczne dla tych piaskowców odmiany różowe. W spoiwie występuje węglan wapnia. Pobrana ze środka ławicy próbka została oznaczona jako nr 2. Próbkę nr 3 wzięto z ławicy 3 cm grubej. Jest to piaskowiec bardzo drobnoziarnisty, silnie wapnisty, barwy ciemnoszarej.

Ogólny upad warstw skierowany jest ku SE pod kątem 37°. Wzajemny układ ławic piaskowców i łupków ilustruje fig. 2.

#### Woźniki (rejon Wadowic-Lanckorony)

W miejscowości tej znajduje się stary kamieniołom od 30 lat nieczynny. Został on opisany przez M. Książkiewicza (1951 b). Autor ten podaje, że piaskowce występują tutaj w ławicach 1,5—2 m grubych, prze-

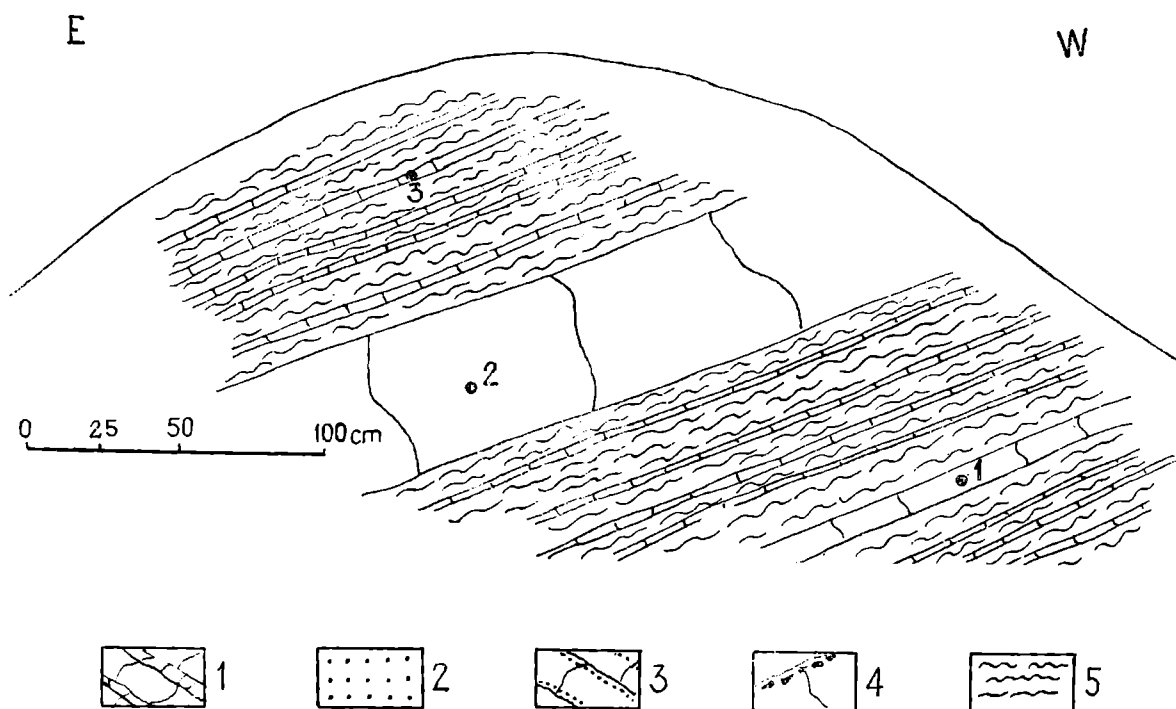


Fig. 2. Fragment odsłonięcia w Janowicach koło Bestwiny: 1 — piaskowiec, 2 — zlepienie; 3 — smugi żwirku w piaskowcach; 4 — toczenie iltu w piaskowcach; 5 — łupki

Fig. 2. Fragment of outcrop of Janowice near Bestwina: 1 — sandstone; 2 — conglomerates; 3 — streaks of grit in sandstone; 4 — rounded clay boulders in sandstones; 5 — shales

gradzanych łupkami ciemnoszarymi. Piaskowce są gruboziarniste i zlepieńcowate. Spoiwa jest nie dużo. Prócz kwarcu zdarzają się ziarna wapienia sztramberskiego. Omawiane piaskowce grodziskie z Woźnik, jak stwierdza autor występują w serii podśląskiej. Do tej samej serii zresztą należą i piaskowce grodziskie z dwóch następnych odsłonieć, które zostaną poniżej omówione, a mianowicie z Barwałdu Górnego i Lanckorony.

W czasie pobierania przez nas próbek kamieniołom w Woźnikach był już w dużym stopniu zasnuty. Wyraźnie widać jedynie jedną ławicę piaskowca o grubości około 2 m. Jest to piaskowiec wapnisty gruboziarnisty, zlepieńcowaty, z rzadko rozrzuconymi większymi ziarnami kwarcu, które często dochodzą do 5 mm średnicy. W ławicy tej zaznacza się wyraźnie frakcjonalne warstwowanie. Środkowa część ławicy składa się z grubych ziarn kwarcu i tworzy zlepieniec. Z ławicy tej pobrano dwie próbki do badań. Próbka nr 4 pochodzi ze spągowej części ławicy i przedstawia piaskowiec gruboziarnisty, nierównoziarnisty, zlepieńcowaty. Próbka nr 5 została pobrana z partii stropowej, gdzie piaskowiec ma znaczną domieszkę ziarn frakcji żwirowej. Próbka nr 6 pochodzi z luźnego bloku piaskowca drobnoziarnistego, zwięzłego, o bogatym spoiwie węglanowym, barwy ciemnoszarej. Układ widocznych warstw ilustruje fig. 3. Wśród zwałów widać przeważnie łupki margliste i ułamki piaskowców cienkoławicowych, wapnistych, najczęściej z żyłkami kalcytu.

E

W

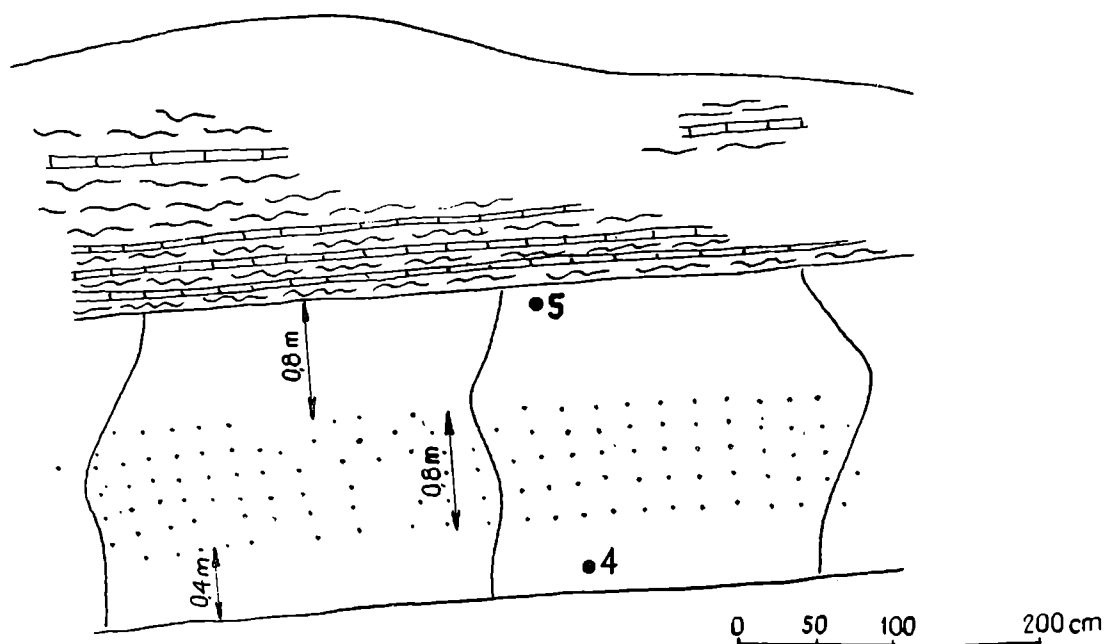


Fig. 3. Fragment kamieniołomu w Woźnikach. Oznaczenia jak na fig. 2  
Fig. 3. Fragment of quarry at Woźniki. Denotations as in fig. 2

### Barwałd Górny (rejon Wadowic-Lanckorony)

Wzięto tutaj pod uwagę stary kamieniołom, w którym według M. Książkiewicza (1951 b) występują piaskowce ostrygowe stanowiące odmianę warstw grodziskich. Te same piaskowce ostrygowe zostaną opisane z następnego odsłonięcia w Lanckoronie.

W Barwałdzie Górnym wspomniany kamieniołom położony jest wśród wsi, w odległości około 1 km od szosy Wadowice-Kałwaria Zebrzydowska. Szczególną cechą odsłaniających się tutaj piaskowców jest brak węglanu wapnia w spoiwie większości ławic. Nawet niektóre piaskowce cienko-ławicowe pozbawione są  $\text{CaCO}_3$ . Stąd też odsłaniające się tu piaskowce, a zwłaszcza gruboławicowe, są kruche i rozsypliwe. Jedynie w najniższej, widocznej w tej chwili w kamieniołomie ławicy piaskowiec jest zwięzły, gruboziarnisty, silnie wapnisty. Miąższość ławicy dochodzi do 3 m. Z jej dolnej części została pobrana próbka nr 7. Powyżej leży ławica 3,5 m miąższości piaskowca gruboziarnistego pozbawionego węglanu wapnia, kruchego i rozsypliwego. Również następną ku stropowi ławicę o grubości 3 m stanowi piaskowiec gruboziarnisty, kruchy i bezwapienny. W stropowej jego partii występują liczne gęsto ułożone toczące ilowe barwy ciemnej, prawie czarnej. Mają one kształty przeważnie owalne o wymiarach kilkunastu centymetrów. Z obu tych ławic nie pobrano próbek. Zebrano natomiast do badań materiał z ławic nadległych. Dolna z tych ławic o grubości 80 cm zbudowana jest z piaskowca gruboziarnistego o wyraźnym warstwowaniu frakcjonalnym. W środkowej części występuje smuga drobnoziarnistego zlepieńca. Próbka nr 8 pochodzi ze spągu ławicy, gdzie piaskowiec jest gruboziarnisty, rozsypliwy, barwy żółtordzawej. Ze stropowej części wzięto próbkę nr 9. Tutaj piaskowiec jest również gruboziarnisty, lecz zlepieńcowaty, z rozrzuconymi większymi ziarnami kwarcu, układającymi się często smugowo. Powyżej opisanej ławicy występuje cienka wkładka ciemnoszarych łupków a ponad nią ławica piaskowca, który odznacza się frakcjonalnym warstwowaniem wielokrotnym. W samym spągu występuje piaskowiec gruboziarnisty z widocznymi makroskopowo ziarnami skaleni, rozsypliwy, skąd wzięto próbkę nr 10. Powyżej występuje smuga zlepieńca o ziarnach do 1 cm średnicy. Środkową część ławicy stanowi piaskowiec gruboziarnisty, zlepieńcowaty, z zaznaczającą się słabo laminacją, a w stropowej części powtarza się znowu zlepieniec. Ławica ma 1 m miąższości. Powyżej leży kompleks łupków z cienkimi wkładkami piaskowców do 10 cm grubości, również nie zawierających węglanu wapnia w spoiwie. Z jednej z tych cienkich ławic wzięto próbkę nr 11. Cała seria zapada w kierunku SW pod kątem  $42^\circ$ . Układ piaskowców wziętych do badań przedstawia fig. 4.

#### Lanckorona (rejon Wadowic-Lanckorony)

W małym kamieniołomie (fig. 5) położonym w południowo-wschodnim krańcu Lanckorony, przy drodze do Leśnicy, widać piaskowce i zlepieńce grodziskie typu ostrygowych w ławicach na przemian sypkich i zwięzłych. Warstwy zapadają na południe pod kątem  $46^\circ$ . Kamieniołom ten został założony, jak podaje M. Książkiewicz, w r. 1936. Na sypkich zlepieńcach znajdujących się w spągu odsłoniętego kompleksu leży ławica piaskowca zwięzłego z rozrzuconymi grubszymi ziarnami kwarcu. Grubość ławicy wynosi około 80 cm. Piaskowiec w całej ławicy jest gruboziarnisty i nierównoziarnisty, zlepieńcowaty, barwy szarobrunatnej. Zebrano stąd dwie próbki. Próbka nr 12 pochodzi ze spągu, próbka nr 13 ze stropu ławicy. Nad nią leży piaskowiec zlepieńcowaty zupełnie sypki. Powyżej występuje ławica piaskowca zwięzłego, średnio — lecz nierównoziarnistego. Jej miąższość zmienia się od 0,7 m do 1,1 m. Próbkę nr 14 wzięto ze spągu tej ławicy, próbkę nr 15 z jej stropu. Tutaj ziarno jest nieco

drobniejsze. W górnej części ławicy zaznacza się wyraźna oddzielność płytowa. Dzięki niej, jak i odpowiedniej zwięzłości, właśnie ten piaskowiec jest tutaj w tej chwili przede wszystkim eksploatowany, zresztą na bardzo małą skalę. W jego stropie leży gruboziarnisty zwięzły zlepieniec.

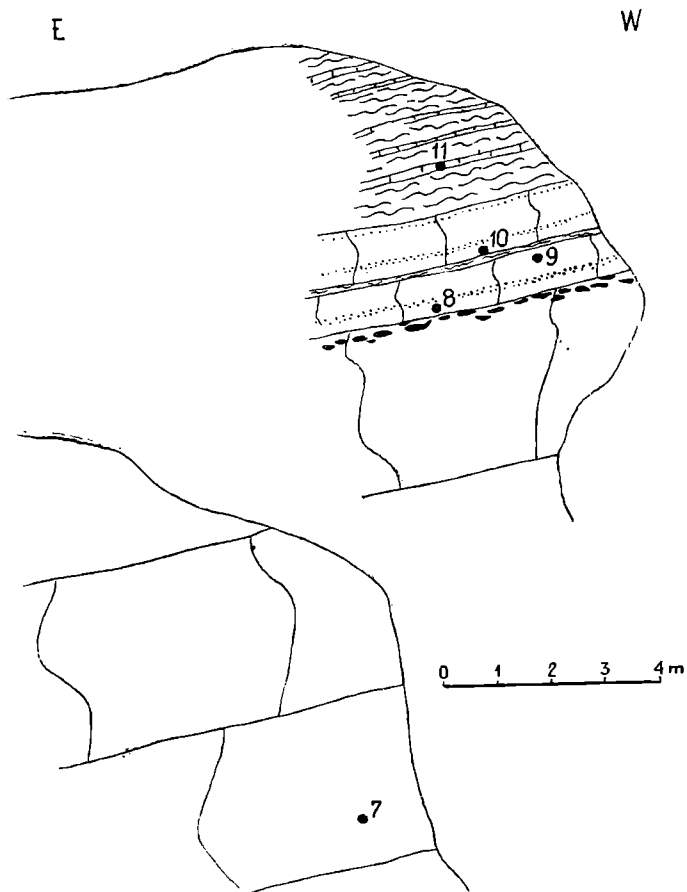


Fig. 4. Fragment ściany kamieniołomu w Barwałdzie Górnym. Oznaczenie jak na fig. 2

Fig. 4. Fragment of the wall of the quarry at Barwałd Górny. Denotations as in fig. 2

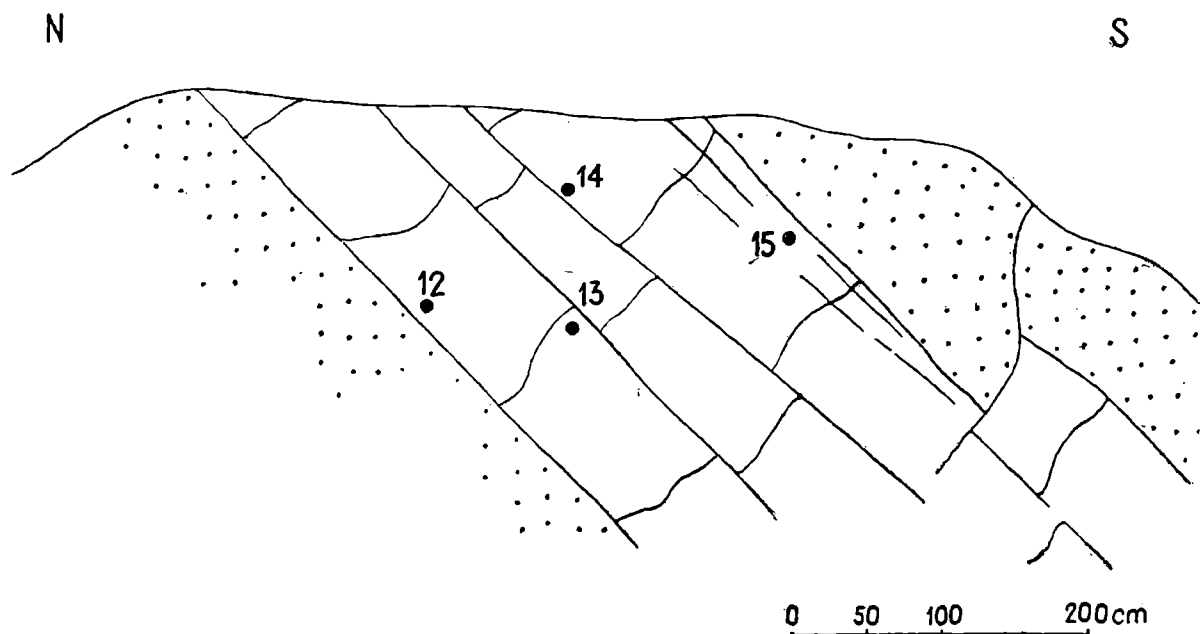


Fig. 5. Fragment małego łomu w Lanckoronie. Oznaczenia jak na fig. 2

Fig. 5. Fragment of small quarry at Lanckorona. Denotations as fig. 2



## Mogilany (rejon Wieliczki)

Mały łomik położony jest w pobliżu szosy Kraków—Zakopane, na zachód od niej i około 600 m na północ od kościoła w Mogilanach. Jest on od dawna nieczynny i w całości prawie zarośnięty. Pobrano tutaj jedną próbkę, a to nr 16 z ławicy tylko częściowo odsłaniającej się. Jest to piaskowiec gruboziarnisty, zwięzły, wapnisty.

## Koźmice Wielkie (rejon Wieliczki)

Kamieniołom w piaskowcach grodziskich (fig. 6) położony jest około 600 m na zachód od drogi biegnącej do Brzeczowic. Odsłaniają się tutaj piaskowce średnio- i cienkoławicowe. Grubość ławic wynosi od 5 cm do 45 cm. Przedzielone są one wkładkami łupkowymi różnej grubości.

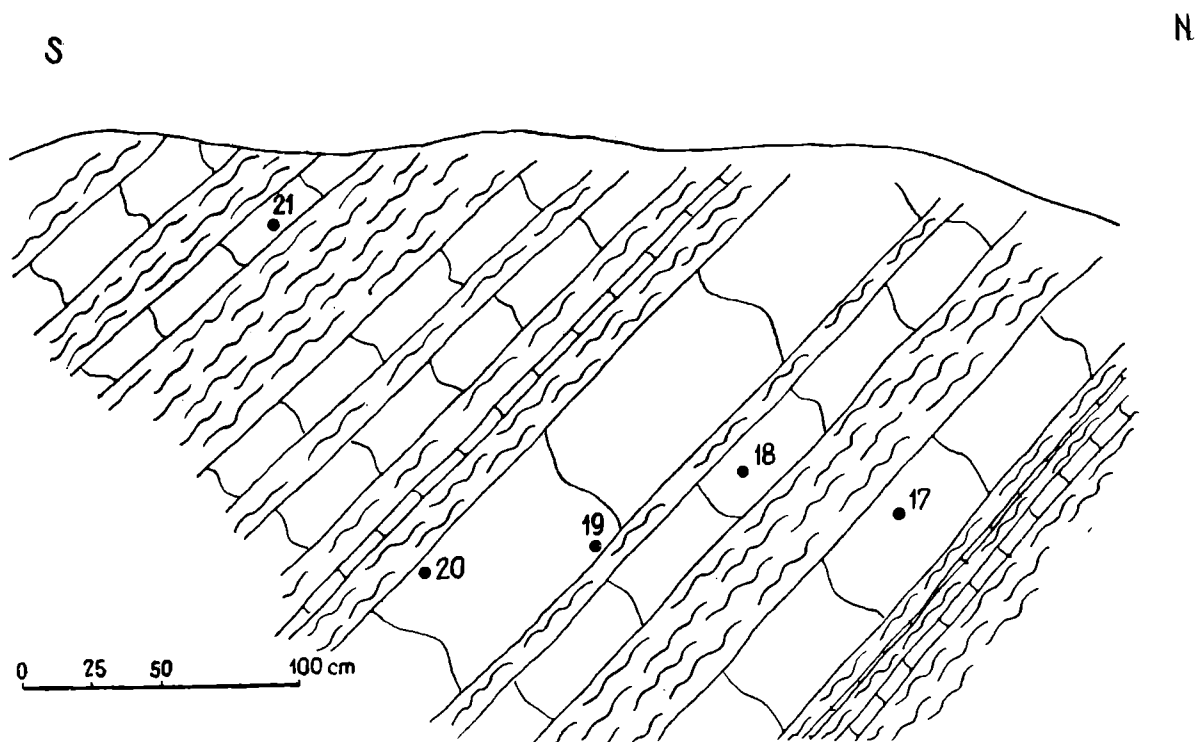


Fig. 6. Fragment kamieniołomu w Koźmicach Wielkich. Oznaczenia jak na fig. 2  
Fig. 6. Fragment of quarry at Koźmice Wielkie. Denotations as in fig. 2

Warstwy zapadają w kierunku południowo-wschodnim pod kątem około  $45^\circ$ . Zostały one, podobnie jak i piaskowce grodziskie z następnego punktu, a mianowicie z Podolan, zaliczone na szczegółowej mapie geologicznej przez J. Burtana do serii śląskiej.

W dolnej części odsłonięcia skupione są ławice grubsze, w stropowej części występują ławice cieńsze wśród bardziej mięjszych wkładek łupkowych. Piaskowce partii spągowej są bardzo zwięzłe, wapniste, grubo-, średnio- i drobnoziarniste. Próbką nr 17 pochodzi ze środka ławicy 30 cm grubej. Piaskowiec ten barwy szarej o średnim ziarnie jest silnie wapnisty. Próbką nr 18 wzięta została również ze środkowej części ławicy o grubości 20 cm, gdzie piaskowiec jest szczególnie bogaty w węglan wapnia, bardzo drobnoziarnisty, o ciemnoszarej barwie. Kolejno dwie dalsze próbki pochodzą z ławicy o miąższości 45 cm. Zaznacza się w niej zmniej-

szenie wielkości ziarna od spągu ku stropowi. Próbkę nr 19 pobrana została ze spągu, a próbkę nr 20 ze stropu ławicy. Z stropowej części odsłonięcia pobrano próbkę nr 21 z piaskowca cienkoławicowego, drobnoziarnistego, wapnistego, o barwie ciemnoszarej. Grubość ławicy wynosi 12 cm. Piaskowce cienkoławicowe tej partii odkrywki są często laminowane sieczką roślinną. Jedne z nich są zwietrzałe i rozsypliwe, inne natomiast są bardzo zwarte i zbite. Laminacja występuje szczególnie wyraźnie w stropie i spągu ławic cienkich. W związku z tym rozpadają się one na cienkie i drobne płytki.

### Podolany (rejon Wieliczki)

Stary zarzucony i dzisiaj zupełnie zarośnięty łom (fig. 7) położony jest w Podolanach około 200 m na wschód od szosy Gdów-Łapanów. Odsłaniają się tutaj utwory zaliczone przez J. Burtana do warstw grodziskich, przypominające pod względem litologicznym łupki cieszyńskie. Piaskowce strzałkowe występują w bardzo cienkich ławicach od 1 do 3 cm wśród łupków marglistych. Widoczne są tu jedynie dwie ławice piaskowców nieco grubsze. Z tych właśnie ławic zostały pobrane próbki do badań. Próbkę nr 22 została wzięta z ławicy piaskowca o miąższości 18 cm. Piaskowiec ten jest gruboziarnisty, bardzo zwarty, wapnisty, z żyłkami kalcytu. Próbkę nr 23 pochodzi z ławicy 12 cm grubej, a sam piaskowiec jest bardzo drobnoziarnisty, właściwie mułowiec, o szczególnie dużej zawartości węgla wapnia. Barwa skały jest bardzo ciemna, szara.

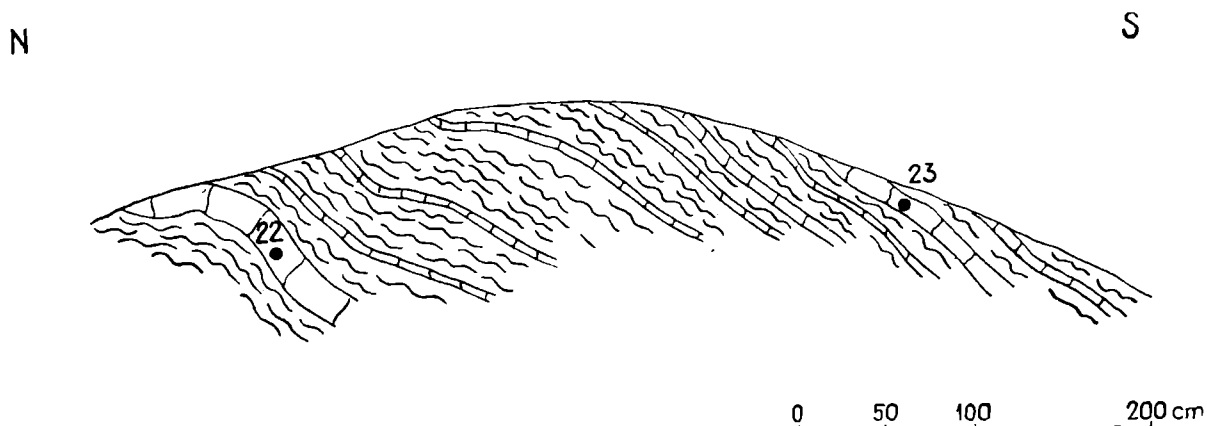


Fig. 7. Fragment ściany odsłonięcia w Podolanach. Oznaczenia jak na fig. 2  
Fig. 7. Fragment of the wall of an outcrop at Podolany. Denotations as in fig. 2

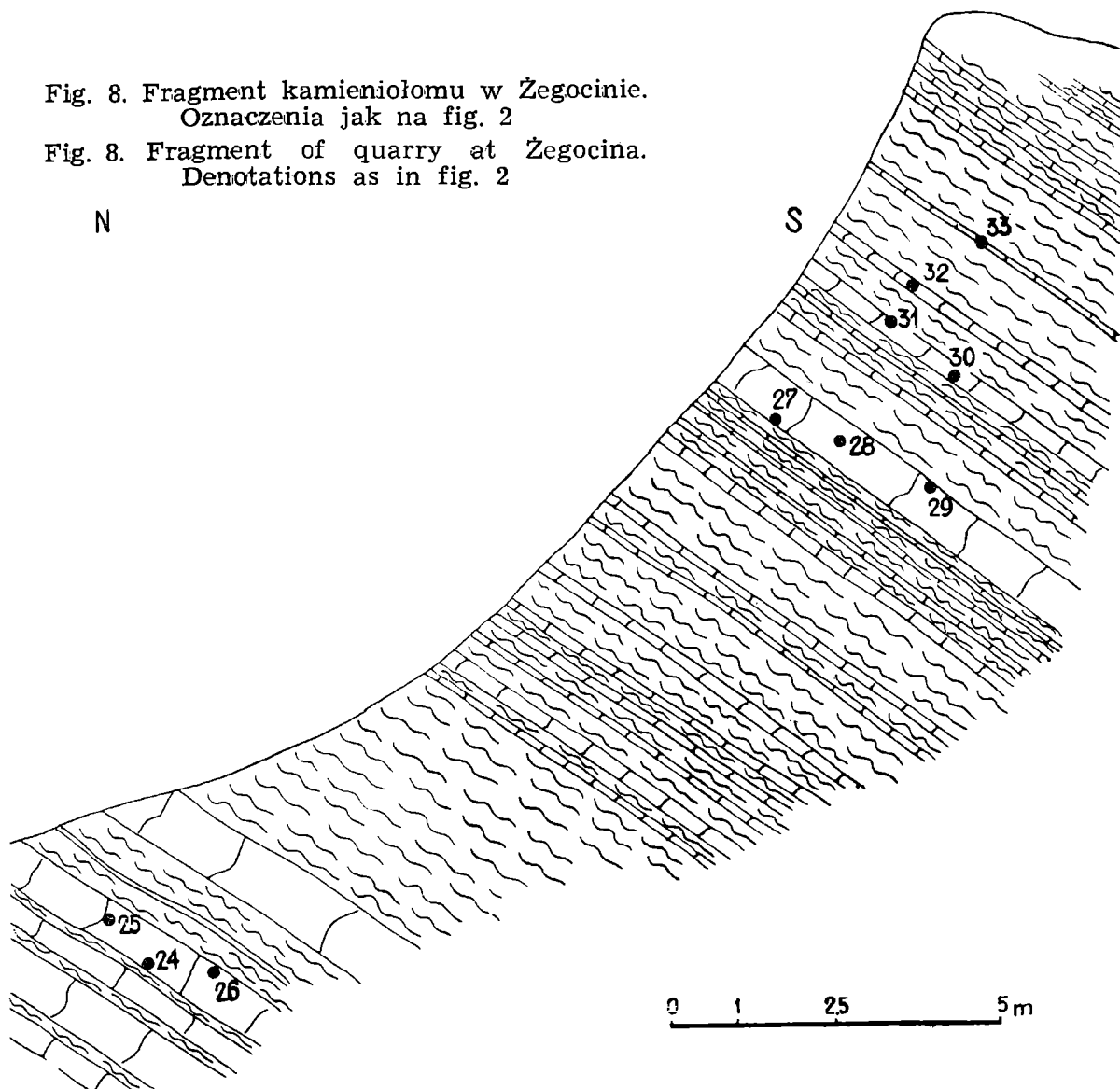
### Żegocina (rejon Bochni-Brzeska)

Znany kamieniołom opisany już przez V. Uhliga (1883) znajduje się mniej więcej w środku wsi, przy szosie biegnącej z Bochni do Limanowej. Kamieniołom ten dostarczał przez przeszło 70 lat kamienia do budowy dróg na potrzeby powiatu. Obecnie od dwóch lat jest on nieczynny w związku ze stopniowym zanikaniem wkładów piaskowcowych, a wzrostem ilości łupków. Dostępne obserwacji są w tej chwili górne partie występującego tu kompleksu piaskowców grodziskich, należących według K. Skoczylasa-Ciszewskiej (1960) do serii śląskiej. Część spągowa jest zasypana zwałami łupków.

Część górna kompleksu składa się z naprzemianległych piaskowców cienkoławicowych, rzadziej średnioławicowych i łupków marglistych. Najczęściej występują ławice od 8 do 25 cm grubości, rzadziej cieńsze 3—5 cm i grubsze 30—40 cm. Spotyka się również pojedyncze ławice o miąższości 80 cm i więcej.

Fig. 8. Fragment kamieniołomu w Żegocinie.  
Oznaczenia jak na fig. 2

Fig. 8. Fragment of quarry at Żegocina.  
Denotations as in fig. 2



Piaskowce cienkoławicowe są przeważnie drobnoziarniste, niekiedy z laminacją występującą w stropie ławicy. Zdarzają się ławice o wyraźnym frakcyjnym warstwowaniu, przeważnie normalnym, lecz także i złożonym. Ponadto występują ławice o warstwowaniu przekątnym. Piaskowce są bardzo zwięzłe o bogatym spoiwie wapiennym. Na świeżym przełamie barwa piaskowców jest niebieskawoszara, wietrzejąc przechodzi w zabarwienie rdzawe. Piaskowce te posiadają cienką korę zwiertelinową. Warstwy zapadają w normalnym ułożeniu ku południowi pod kątem  $45^\circ$ .

Z kamieniołomu tego pobrano 10 próbek do badań laboratoryjnych (fig. 8). Z ławicy o grubości 70 cm wzięto 3 próbki, mianowicie z jej spągu próbkę nr 24, ze środka — nr 25 i ze stropu — nr 26. Od gruboziarnistego i zlepieńcowatego piaskowca w spągu przechodzi przez piaskowiec średnioziarnisty z rzadko rozrzuconymi ziarnami frakcji żwir-

kowej w piaskowiec bardzo drobnoziarnisty w stropie. W ławicy dalszej w górę profilu o grubości 70 cm uziarnienie układa się nieco inaczej. Próbka nr 27 ze spągu przedstawia piaskowiec grubo- i nierównoziarnisty. Próbka nr 28 ze środka ławicy jest piaskowcem drobnoziarnistym, lecz próbka nr 29 ze stropu reprezentuje znów piaskowiec o ziarnie grubym. Kolejne dalsze próbki pochodzą z ławicy 30 cm grubej. Próbka nr 30 pochodzi z jej spągu, z piaskowca gruboziarnistego, próbka zaś nr 31 ze stropu, z piaskowca drobnoziarnistego, szczególnie bogatego w spoiwo węglanowe. Próbkę nr 32 wzięto z ławicy 18 cm grubej, którą tworzy skała bardzo drobnoziarnista, laminowana i silnie wapnista. Wreszcie z cienkiej ławicy o miąższości 8 cm pobrano próbkę nr 33. Tworzy ją piaskowiec średnioziarnisty, wapnisty. Dwie ostatnio wymienione próbki pobrane zostały ze środka ławic.

#### Porąbka Uszewska (rejon Bochni-Brzeska)

W miejscowości tej od wielu lat były sezonowo czynne małe łomy założone w piaskowcach grodziskich, wyróżnionych przez K. Skoczylas-Ciszeuską na szczegółowej mapie geologicznej w obrębie serii śląskiej. Ze względu na znaczne ilości wkładek łupkowych eksploatacja przerzucała się szybko z jednego miejsca w drugie. Przed kilku laty czynny był tutaj kamieniołom położony na zachodnich zboczach doliny potoku płynącego przez wieś w odległości około 300 m w kierunku północno-zachodnim od kościoła. Łom ten jest obecnie zupełnie zasypany zwietrzeliną i rumoszem skalnym. Ostatnio otworzono nowe małe wyrobisko w odległości około 300 m od poprzedniego. W obu łomach występują dwie odmiany piaskowców. Pierwsza odmiana to piaskowce cienkoławicowe do 20 cm grube, średnioziarniste, zawierające dużo węglanu wapnia, barwy ciemnoszarej z odcieniem niebieskawym. Próbka nr 34 pochodzi z tych piaskowców. Drugą odmianę stanowią piaskowce gruboławicowe o miąższości około 1 m, bardziej gruboziarniste, lub drobnoziarniste zlepierce o ziarnach przeciętnie 2—3 cm średnicy. Ziarna kwarcu są przeważnie przejrzyste, rzadziej różowe. Piaskowce są zwięzłe, wapniste, gdy są świeże, mają barwę niebieskoszarą. Z tych ostatnich piaskowców pobrana została próbka nr 35.

#### Stępina (rejon Jasła)

Kamieniołom w Stępinie założony w piaskowcach grodziskich znajduje się na północnych zboczach wzgórza, kilkadziesiąt metrów od drogi biegnącej nad potokiem przez wieś. Piaskowce są tutaj eksploatowane na trzech poziomach, o wysokości ścian około 8 m, dla celów drogowych. Próbki do badań zostały pobrane ze wschodniej części kamieniołomu. Bieg warstw ma średni kierunek 58 S 24°.

Piaskowce są przeważnie gruboławicowe o miąższości 1,4—4,0 m. Są one przedzielone bądź cienkimi wkładkami łupków, bądź grubszymi pakietami łupkowymi, wśród których występują wkładki cienkoławicowych piaskowców, najczęściej o grubości 12—20 cm.

Próbki do badań pobrano z dwóch ławic w łącznej ilości 7. Z ławicy około 4 m grubości, występującej w spągowych partiach 2 poziomu eksploatacyjnego, wzięto 5 próbek. W ławicy tej zaznacza się miejscami oddzielność równoległa do uławicenia tak, że odnosi się wrażenie, że są

dwie, nawet trzy ławice oddzielne. W innym miejscu ta oddzielność zanika całkowicie. Podkreśla ją w pewnym stopniu także frakcjonalne warstwowanie, które w ławicy tej powtarza się wielokrotnie. Cykl sedymentacyjny zaczyna się zlepiancami o średnicy ziarn 0,5—1,0 cm, wśród których pojedyncze ziarna mogą dochodzić do 3 cm. Poza ziarnami kwarcu, które często są ostrokrawędziste lub słabo obtoczone, spotyka się stosunkowo często obtoczone okruchy wapieni sztramberskich. Stopniowo zlepianie ten przechodzi w piaskowiec zlepiancowaty. Na wysokości 1/3 ławicy powtarza się smuga zlepianca ponownie. Nad tą smugą zaznacza się miejscami oddzielność ławicowa. Powyżej na wysokości 2/3 miąższości ławicy występują jeszcze raz zlepiance. Próbkę nr 36 wzięto z piaskowca grubo- i nierównoziarnistego tuż ponad smugą zlepianca spagowego, próbkę nr 37 z piaskowca średnioziarnistego, spod drugiej smugi zlepianca. Próbką nr 38 pochodzi mniej więcej ze środka całej grubości ławicy, gdzie piaskowiec jest gruboziarnisty z rzadko rozrzuconymi ziarnami kwarcu frakcji żwirkowej. Próbkę nr 39 wzięto w połowie odległości pomiędzy trzecią smugą zlepiancową a stropem ławicy, z piaskowca gruboziarnistego, zlepiancowatego, a ostatnią próbką nr 40 — ze stropu ławicy, gdzie piaskowiec ma ziarno średnie, a nawet drobne.

Następna w górę ławica piaskowca ma 1,4 m grubości. Jest to zasadniczo piaskowiec średnioziarnisty. W spagu występuje smuga o średnicy ziarna 0,5—1,0 cm, wyjątkowo dochodzącej do 2 cm. Nieco powyżej połowy grubości ławicy pojawia się cienka wyklinowująca się smuga zlepianca. W górnej części ławicy występują płaskie soczewki ciemnych łupków. Z ławicy tej pochodzą 2 próbki, mianowicie próbka nr 41 ze środka dolnej połowy miąższości ławicy, próbka nr 42 ze stropu.

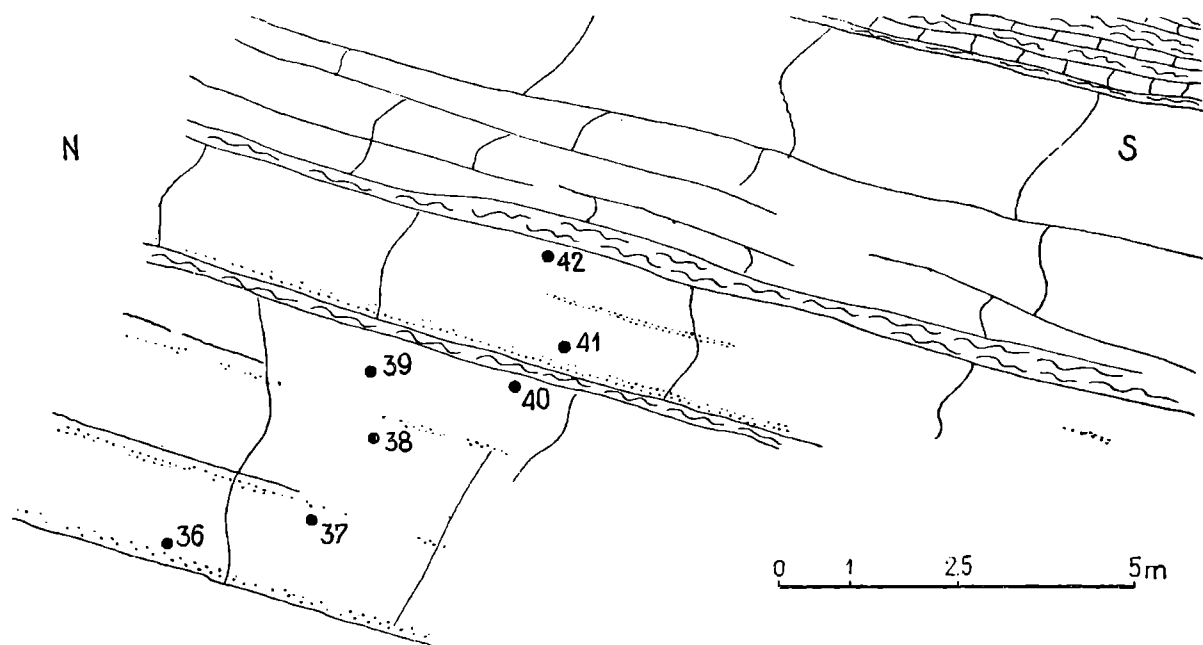


Fig. 9. Fragment kamieniołomu w Stępinie. Oznaczenia jak na fig. 2

Fig. 9. Fragment of quarry at Stępinia. Denotations as in fig. 2

Wszystkie piaskowce mają na świeżo zabarwienie niebieskawoszare. Są one wapieniste i zwięzłe. W partiach zlepiancowych zaznacza się niekiedy rozsypliwość na skutek mniejszej ilości spoiwa. Ziarna kwarcu są przeważnie przezroczyste lub mleczne, rzadziej różowe. Okruchy węgla

o wymiarach 1—2 cm gromadzą się przeważnie w stropowych partiach ławicy. W niektórych ławicach można obserwować warstwowanie przekątne o małym nachyleniu. Punkty pobrania próbek ilustruje fig. 9.

### Międzybrodzie (rejon Sanoka - Leska)

Jak to już we wstępie podano, L. Koszarski (1961 b) w obszarze tym wyróżnia w jednostce śląskiej trzy oddziały warstw grodziskich. Dolny oddział odsłania się dość słabo w punkcie nazwanym „Międzybrodzie-las”, gdzie wzdłuż ścieżki leśnej widoczne są luźne bloki piaskowców dwóch odmian: 1) piaskowce drobnoziarniste, zwięzłe, o spoiwie wapnistym, występujące w ławicach o charakterze płytowym oraz 2) piaskowce grubo- i cienkoławicowe, drobnoziarniste, o spoiwie ilasto-krzemionkowym. Z odmiany cienkoławicowej pochodzi próbka nr 43.

Międzybrodzie-Iłowate jest punktem drugim. Seria grodziska jest tu dobrze odsłonięta. Piaskowce gruboławicowe tworzą w morfologii wyraźną skałkę. Widoczne są również w korycie Sanu. W północnej części wzgórza sąsiadującego ze skałką odsłaniają się warstwy łupkowo-piaskowcowe zaliczone do środkowego oddziału piaskowców grodziskich. Przeważają tu piaskowce cienkoławicowe, skorupowate. Ponadto występują drobnoziarniste zlepierce oraz podrzędnie piaskowce cienkoławicowe bez zaznaczającej się oddzielności skorupowej. Z tej ostatniej odmiany pochodzi próbka nr 44. Jest to piaskowiec średnio- i nierównoziarnisty, silnie wapnisty, barwy ciemnej, prawie czarnej. Próbkę nr 45 została pobrana z piaskowca skorupowatego. Można go raczej określić jako mułowiec silnie wapnisty o przekątnej i zaburzonej laminacji, barwy brunatnoszarej.

Piaskowce grodziskie górnego oddziału według podziału L. Koszarskiego występują w starym kamieniołomie, założonym w samej skałce oraz w brzegu Sanu. Kompleks ten składa się z piaskowców gruboławicowych, grubo- i drobnoziarnistych. Z luźnego bloku piaskowca o grubości ławicy powyżej 2 m pochodzi próbka nr 46. Piaskowiec jest drobnoziarnisty, kruchy, o barwie szarobrunatnej. Próbkę nr 47 wzięto z piaskowca odsłaniającego się w korycie Sanu, około 70 m powyżej wspomnianej skałki. Piaskowiec ten jest średnio- i nierównoziarnisty, ze znaczną domieszką ziarn grubych.

### Bystre (rejon Sanoka - Leska)

Piaskowce grodziskie odsłaniają się w profilu potoku Jabłonka, około 300 m na północ od mostu, przez który przechodzi droga biegnąca wzdłuż doliny. Jak to już podano za A. Słaczka (1959) we wstępie, kompleks piaskowców grodziskich składa się przeważnie z piaskowców gruboławicowych, rzadziej średnioławicowych. Około 40 m od stropu kompleksu grodziskiego mierzonych w odległości poziomej została pobrana próbka nr 48 ze środka ławicy piaskowca o grubości około 1 m. Piaskowiec jest drobno-, lecz nierównoziarnisty. Zawiera nieco węgla wapnia w spoiwie. Posuwając się 10 m w górę serii pobrano próbkę nr 49 z górnej części ławicy o miąższości powyżej 1 m. Piaskowiec ten odznacza się ziarnem bardzo drobnym ze znaczną domieszką ziarn grubszych i stąd jest wyraźnie nierównoziarnisty. Jest to piaskowiec zwięzły, słabo wapnisty, o barwie ciemnoszarej. Wreszcie próbka nr 50 pochodzi z ławicy cienkiej

15 cm miąższej, leżącej bezpośrednio na ławicy poprzedniej. Piaskowiec jest bardzo nierównoziarnisty z przewagą ziarn drobnych, słabo wapnisty, barwy ciemnej, prawie czarnej.

#### SKŁAD MINERALNY PIASKOWCÓW GRODZISKICH

Piaskowce grodziskie zmieniają się dość znacznie pod względem ilości poszczególnych składników mineralnych, a także pod względem ilości i charakteru spoiwa. Jakościowy skład mineralny jest jednak bardzo podobny we wszystkich badanych próbkach, co upoważnia do łącznego jego omówienia.

Podstawowym składnikiem wielu badanych próbek jest kwarc. Jego zawartość zmienia się jednak w bardzo szerokich granicach od kilku do prawie 80%. Stopień obtoczenia ziarn kwarcu jest różny. Obok osobników dobrze obtoczonych, przeważających we frakcji grubszej, występują również ziarna średnio obtoczone i ostrokrawędziste. Te ostatnie, co jest jasne, są charakterystyczne dla frakcji drobnych. Należy zauważyć, że procesy korozji, jak również obserwowane niekiedy zjawiska regeneracji ziarn kwarcu zatarły w pewnych przypadkach pierwotny kształt ziarn, utrudniając badanie stopnia ich obtoczenia. Poszczególne ziarna kwarcu wykazują zarówno normalne, jak i faliste znikanie światła. Te ostatnie spotyka się częściej u osobników większych. Niekiedy jest również widoczne znikanie mozaikowe. Obok ziarn kwarcu czystych występują również ziarna odznaczające się znaczną ilością bliżej nieoznaczalnych wrostków.

Zmienność w składzie mineralnym badanych piaskowców została przedstawiona w tabeli 1. Daje nam ona obraz, między innymi, zmienności w ilości kwarcu obserwowanego w poszczególnych szlifach mikroskopowych, reprezentujących bądź odpowiednie ławice, bądź ich części. Okazuje się, że zmienność w ilości kwarcu nie charakteryzuje jakiegoś ściśle określonego odsłonięcia, nie jest też ona właściwością jakiegoś geograficznego regionu występowania piaskowców grodziskich czy też jednostek geologicznych. W tym względzie trudno dopatrzeć się jakiejś konsekwencji, której nie obserwuje się również we wzajemnym stosunku ilościowym między poszczególnymi składnikami mineralnymi piaskowców grodziskich. W kilku przypadkach zanotowano spadek ilości kwarcu w obrębie tej samej ławicy, zaznaczający się od spągu ku stropowi. Zjawisko to zaobserwowano np. w 80 cm grubej ławicy w Barwałdzie, gdzie w spągu ilość kwarcu wynosiła 77,5%, w stropie 66,8%. To samo stwierdzono w dwóch ławicach w Żegocinie, przy czym w jednej z ławic o miąższości 30 cm ilość kwarcu w spągu wynosiła 53,9%, w stropie zaledwie 8,8%. W drugiej ławicy 70-centymetrowej z Żegociny kwarc został stwierdzony od spągu ku stropowi kolejno w ilości 65,2%, 37,9% i 17,2%. Zaobserwowano jednak i zjawisko odwrotne, polegające na zwiększaniu się ilości kwarcu w partii stropowej ławicy w porównaniu ze spągiem. W większości jednak przypadków trudno się dopatrzeć zależności między zawartością kwarcu a miejscem pobrania próbki w obrębie ławicy.

Jeśli weźmiemy pod uwagę średnią zawartość kwarcu stwierdzoną w próbkach pochodzących z tego samego odsłonięcia, to okazuje się, że najwyższe ilości kwarcu zaobserwowano w odsłonięciach piaskowców w Barwałdzie Górnym koło Wadowic oraz w Bystrem koło Baligrodu.

W pierwszym przypadku średnia z pięciu próbek (szlifów) wynosi 70,5%, w przypadku drugim średnia z trzech próbek została ustalona na 68,3%.

W niektórych odsłonięciach zaznaczają się szczególnie duże wahania w zawartości kwarcu i to w ławicach sąsiadujących ze sobą. Przykładem może być odsłonięcie w Janowicach, gdzie w jednej ławicy kwarc występuje w ilości 8,1%, w drugiej — 55,6%. To samo zjawisko obserwujemy np. w Podolanach, gdzie zależnie od ławicy kwarc waha się w ilości od 9,7% do 60,8%, lub np. w Żegocinie, gdzie skrajne ilości kwarcu wynoszą 4,5% i 70,2%.

Zmienność w zawartości kwarcu pozostaje przede wszystkim w związku z ilością  $\text{CaCO}_3$ , która jest w piaskowcach grodziskich wyrazem ilości okruchów wapieni w skale, jej spoiwa węglanowego, a także szczątków organicznych, choć te ostatnie przeważnie występują w małych ilościach.

Ważny składnik badanych piaskowców stanowią okruchy skał obcych, których ilość, jak to widać z załączonej tabeli, zmienia się w bardzo szerokich granicach. Tę szczególnie dużą zmienność stwierdzono w piaskowcach z Janowic, z Międzybrodzia, a także z Żegociny, choć w tej miejscowości wahania są mniejsze.

Pod względem strukturalnym można wśród detrytu wapiennego wyróżnić kilka odmian. Najczęściej obserwowano wapienie o strukturze mikrokryształicznej (pelitycznej). Obok nich spotykano również odmiany drobnodetrytyczne i organodetrytyczne, a rzadziej wapienie piaszczyste. Okruchy wapieni są często impregnowane drobno rozsiałym pirytem, który miejscami tworzy większe gruzelkowate skupienia. Większość okruchów wapieni jest dobrze obtoczona. Można to obserwować prawie we wszystkich ziarnach, o ile nie uległy one w większym stopniu rekrystalizacji.

Obok detrytu wapiennego występują również okruchy różnych skał metamorficznych, jak kwarcyty i łupki łyszczykowe, skały kwarcowo-łyszczykowe i kwarcowo-skaleniowe. Ze skał magmowych spotykano okruchy granitu. Skały osadowe reprezentowane są wśród omawianych okruchów obok wapieni oraz przez różnego rodzaju drobnoziarniste skały krzemionkowe oraz rzadziej przez piaskowce. W niektórych szlifach mikroskopowych obserwowano okruchy węgla kamiennego.

W poszczególnych odsłonięciach i badanych próbkach zaznacza się zmienność w ilości okruchów skał obcych (poza okruchami wapieni), a także ich rodzaju. W Janowicach większa ilość okruchów została stwierdzona w próbce nr 2. Są to przede wszystkim duże ziarna kwarcytów zmetamorfizowanych oraz kwarców żylnych. Obserwuje się też pojedyncze okruchy skał krzemionkowych oraz piaskowców. W Woźnikach próbka nr 5 reprezentuje większą ilość okruchów. Obok skał krzemionkowych i kwarcytów widoczne są tutaj okruchy granitów. W Barwałdzie Górnym wszystkie badane próbki wykazały podobne ilości okruchów skał obcych, a ich średnia wynosi 3,4%. Występują wśród nich skały krzemionkowe, kwarcyty, kwarc żylny i granity, rzadziej łupki metamorficzne, często kwarcowe. Granity wykazują bardzo różny stan zachowania. W próbce nr 11 stwierdzono szczególnie silnie zwiędzale ich odmiany. W Lanckoronie największą ilość okruchów stwierdzono w próbce nr 12. Znajdują się wśród nich silnie wapniste piaskowce, rzadziej kwarcyty, granity i skały krzemionkowe.

W Mogilanach piaskowce grodziskie wykazały bardzo małe ilości okruchów. Są to skały krzemionkowe i kwarcyty zmetamorfizowane.



Tabela 1 (Table 1)

Zestawienie składu mineralnego i niektórych własności piaskowców grodziskich  
Mineral composition and some properties of the Grodzisch sandstones

Nr No	Kwarc Quartz	Skalenie Feldspars	Okruchy wapieni Limestones fragments	Okruchy skał innych Others rocks fragments	Muskowit Muscovite	Biotyt Biotite	Glaukonit Glauconite	Piryt Pyrite	Minerały akcesoryczne Accessory minerals	Szczątki organiczne Organic debris	Spoiwo Cement	CaCO <sub>3</sub> %	Ciężar właściwy Specific weight G/cm <sup>3</sup>	Ciężar objętościowy Volume weight G/cm <sup>3</sup>	Nasiakli- wość wag. Absorption of water %	Porowatość Porosity %
I. Rejon Bielska-Białej																
a) Janowice																
1	8,1	0,2	30,1	0,2	—	—	0,1	0,5	—	14,4	46,4	82,2	2,71	2,69	0,27	0,74
2	55,6	—	4,9	7,1	—	—	—	0,4	—	—	32,0	38,0	2,68	2,64	0,43	1,49
3	45,4	1,4	9,6	1,8	—	—	—	0,4	0,1	0,9	40,4	49,3	2,67	2,64	0,41	1,12
II. Rejon Wadowic-Lanckorony																
a) Woźniki																
4	55,3	2,6	2,7	2,7	0,2	—	—	0,2	0,1	0,4	35,8	27,9	2,65	2,54	1,58	4,15
5	61,2	1,9	0,8	6,2	—	—	—	—	0,1	1,5	28,3	25,9	2,64	2,48	2,42	6,06
6	38,9	2,0	4,3	1,5	—	0,2	—	1,2	0,2	1,4	50,3	46,9	2,72	2,66	0,46	2,21
b) Barwałd Górny																
7	47,8	5,4	0,3	3,9	—	—	—	0,2	0,1	3,8	38,5	32,8	2,68	2,64	0,40	1,49
8	77,5	1,4	—	3,4	—	—	—	—	0,2	—	17,5	—	2,63	2,07	7,06	21,29
9	66,8	1,9	—	2,9	0,3	0,5	—	0,4	0,2	—	27,0	—	2,64	2,20	4,07	16,67
10	75,5	6,4	—	2,7	—	—	—	0,5	0,2	—	14,7	0,8	2,65	2,14	5,51	19,25
11	62,3	10,1	—	4,7	—	—	—	—	—	—	22,9	2,0	2,63	2,14	6,57	18,63
c) Lanckorona																
12	45,5	1,2	0,4	7,1	—	—	0,1	0,1	0,1	1,7	43,8	38,8	2,69	2,53	1,68	5,95
13	56,7	1,3	1,6	5,0	—	—	—	—	0,1	2,9	31,9	27,5	2,66	2,52	1,86	5,26
14	61,9	3,3	2,2	2,1	—	—	—	0,2	—	2,4	27,9	27,9	2,67	2,51	1,86	5,99
15	44,0	4,7	3,1	1,6	—	—	0,1	0,1	—	3,5	42,9	42,5	2,67	2,60	0,89	2,62
III. Rejon Wieliczki																
a) Mogilany																
16	66,0	2,0	1,3	0,3	—	—	0,1	0,6	—	1,7	28,0	21,8	2,66	2,62	0,56	1,50
b) Koźmice Wielkie																
17	56,9	3,9	0,6	2,4	—	—	—	0,5	—	2,1	33,6	32,6	2,64	2,62	0,38	0,76
18	17,8	1,4	4,7	3,2	0,1	—	0,1	1,2	—	9,4	62,1	72,1	2,67	2,61	0,41	1,12
19	49,6	0,9	5,2	1,2	—	—	0,6	0,7	—	1,4	40,4	41,9	2,67	2,63	0,56	1,50
20	56,6	2,5	2,3	0,9	—	—	0,1	1,0	—	1,5	35,1	37,3	2,65	2,61	0,57	1,51
21	32,0	1,0	4,9	1,7	0,1	—	0,1	0,3	0,1	4,4	55,4	58,0	2,68	2,65	0,40	1,12
c) Podolany																
22	60,8	1,1	1,6	5,2	—	—	—	0,5	—	—	30,8	42,4	2,69	2,64	0,49	1,86
23	9,7	0,9	5,4	0,8	—	—	0,3	0,5	—	3,5	78,9	83,4	2,72	2,67	0,61	1,84

Nr No	Kwarc Quartz	Skalenie Feldspars	Okruchy wapieni Limestones fragments	Okruchy skał innych Others rocks fragments	Muskowit Muscovite	Biotyt Biotite	Glaukonit Glaukonite	Piryt Pyrite	Minerały akceso- ryczne Accessory minerals	Szczątki organiczne Organic debris	Spoiwo Cement	CaCO <sub>3</sub> %	Ciężar właściwy Specific weight G/cm <sup>3</sup>	Ciężar objętości- owy Volume weight G/cm <sup>3</sup>	Nasiąkli- wość wag. Absorption of water %	Porowatość Porosity %
IV. Rejon Bochni-Brzeska																
a) Żegocina																
24	65,2	0,6	1,3	0,8	0,1	—	—	0,1	0,2	0,1	31,6	33,0	2,71	2,65	0,31	2,21
25	37,9	0,4	9,1	2,9	—	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	48,3	60,1	2,66	2,61	0,28	0,75
26	17,2	0,2	15,5	0,1	—	—	0,4	0,4	—	0,9	65,3	74,5	2,68	2,65	0,35	1,12
27	70,2	0,4	1,3	0,7	—	—	—	0,6	—	1,4	25,4	25,0	2,66	2,64	0,26	0,75
28	11,4	0,9	8,5	0,9	—	—	0,4	0,1	—	1,1	76,7	77,5	2,71	2,66	0,40	1,85
29	65,5	0,6	0,9	2,5	—	—	—	1,0	0,1	0,1	29,3	31,5	2,64	2,62	0,28	0,76
30	53,9	0,3	2,0	3,2	—	—	—	0,6	—	1,3	38,7	30,3	2,68	2,64	0,55	1,49
31	8,8	0,2	10,0	0,1	—	0,1	0,2	0,3	0,2	2,8	77,3	73,9	2,69	2,65	0,36	1,49
32	4,5	0,2	3,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,1	0,3	89,7	81,9	2,66	2,62	0,52	1,50
33	40,3	2,1	3,7	2,6	0,1	—	—	0,6	—	0,2	50,4	42,8	2,66	2,62	0,43	1,50
b) Porąbka Uszewska																
34	36,8	2,8	5,5	3,7	—	0,1	—	0,1	0,1	0,5	50,4	44,8	2,67	2,64	0,40	1,12
35	42,9	1,6	1,7	5,8	—	—	—	0,1	—	1,8	46,1	37,6	2,65	2,58	0,93	2,64
V. Rejon Jasła																
a) Stępina																
36	57,6	0,4	2,1	6,7	0,1	—	0,1	0,1	0,1	0,2	32,6	28,7	2,64	2,61	0,43	1,14
37	53,3	0,9	2,3	1,7	—	—	0,1	0,3	—	0,3	41,1	42,0	2,67	2,65	0,28	0,75
38	56,8	0,2	4,8	3,1	—	—	0,1	0,1	0,3	0,8	33,8	31,1	2,65	2,63	0,27	0,75
39	53,3	0,7	4,3	1,2	—	—	—	0,3	—	1,3	38,9	34,8	2,65	2,62	0,41	1,13
40	50,7	2,7	2,8	3,5	0,1	—	—	0,1	0,1	0,1	39,9	33,1	2,64	2,62	0,28	0,76
41	57,8	0,4	2,5	4,1	—	—	0,1	1,0	—	0,1	34,0	28,3	2,65	2,60	0,70	1,89
42	43,5	1,2	5,9	2,4	0,1	—	—	0,6	—	0,3	46,0	41,2	2,65	2,60	0,72	1,89
VI. Rejon Sanoka-Leska																
a) Międzybrodzie																
43	71,3	1,0	—	1,4	0,2	—	1,2	—	0,2	—	24,7	—	2,63	2,13	6,14	19,01
44	26,7	0,1	29,6	4,4	—	—	1,2	0,6	—	5,6	30,8	46,9	2,89	2,84	0,16	1,73
45	49,1	3,2	2,6	4,8	4,0	1,1	3,6	0,2	—	1,0	30,4	23,2	2,64	2,58	0,47	2,27
46	79,1	1,2	—	1,0	—	—	0,3	0,2	0,3	1,1	16,8	0,8	2,64	2,20	5,35	16,66
47	66,8	1,0	1,5	2,9	—	—	0,4	—	—	5,0	22,4	9,8	2,65	2,50	1,67	5,66
b) Bystre																
48	75,2	0,5	2,1	3,0	—	0,1	—	—	0,2	0,8	18,1	8,1	2,65	2,54	1,52	4,15
49	63,3	0,8	5,6	3,1	—	—	0,4	—	0,1	0,3	26,4	8,6	2,65	2,54	1,45	4,15
50	66,3	1,8	0,6	10,4	—	—	—	—	—	1,3	19,6	11,7	2,66	2,64	0,25	0,75

W Koźmicach obok wymienionych powyżej okruchów zauważono poza tym łupki łyszczykowe i piaskowce wapienste. W Podolanach większe ilości okruchów wykazała próbka nr 22. Są to kwarcyty, łupki kwarcowo-łyszczykowe i piaskowce. W Żegocinie ilość okruchów jest raczej nieduża. Tylko niektóre próbki jak np. nr 30 i 25 wykazały większe ilości, około 3%. Wśród okruchów obserwowano piaskowce krzemionkowe, kwarcyty, gnejsy muskowitzowe i ślady węgla kamiennego. W Porąbce Uszewskiej widoczne są okruchy kwarcytów, skał krzemionkowych, granitów i różnych skał metamorficznych. W Stępinie, gdzie zaznaczają się dość znaczne wahania w ilości okruchów, znajdują się wśród nich kwarcyty, gnejsy, łupki łyszczykowe, drobnoziarniste skały krzemionkowe i rzadziej granity. W Międzybrodziu okruchy stanowią skały krzemionkowe, kwarcyty, rzadziej łupki zsylikowane i piaskowce. W Bystrem wśród okruchów zauważono kwarcyty, skały krzemionkowe, łupki kwarcowo-łyszczykowe, piaskowce, rzadziej granity.

Zawartość skaleni w piaskowcach grodziskich jest bardzo zmienna. Ilustrują to odpowiednie liczby w załączonej tabeli. Szczególnie duże ich ilości wykazują niektóre próbki z Barwałdu, a zwłaszcza próbka nr 11, reprezentująca ławicę cienką o miąższości 10 cm. Wśród skaleni spotyka się zarówno skalenie potasowe (mikroklin, ortoklaz), jak i plagioklasy. Ich stan zachowania jest też bardzo różny. Obok osobników świeżych znajdują się ziarna zwietrzałe z widocznymi produktami rozkładu, powodującymi zmętnienie i zatarcie prążków bliźniaczych.

Z innych składników należy wymienić muskowitz i biotyt. Występują one jednak tylko w niektórych próbkach, i to w minimalnej ilości, nie odgrywając w budowie skały większej roli. Podobnie bez większego znaczenia są minerały akcesoryczne, obserwowane w szlifach mikroskopowych. Przeważnie są to ziarna cyrkonu, granatu i turmalinu. Spotyka się je tylko w niektórych preparatach, i to w ilości nie przekraczającej 0,2—0,3%. Glaukonit stwierdzono również tylko w niektórych szlifach, i to zazwyczaj w ilości bardzo nikłej.

Prawie we wszystkich próbkach występują szczątki organiczne zbudowane z węglanu wapnia. Ich zawartość może dochodzić do kilku procent. Przeważnie są to różne kalcytowe fragmenty szkarłupni, małży, ślimaków itd. Obok nich obserwuje się otwornice wapienne, a także nieoznaczalny detryt organiczny. Niekiedy szczątki organiczne są zniszczone na skutek rekrystalizacji. Wewnątrz szczątków organicznych występuje czasem drobno rozsiany piryt.

Spoivo badanych skał jest zmienne zarówno pod względem ilości, jak i charakteru. Posiada ono zasadniczy wpływ na rodzaj i własności piaskowców grodziskich, dlatego też zostanie jeszcze szerzej omówione w dalszej części niniejszego opracowania.

#### CHARAKTERYSTYCZNE ODMIANY PIASKOWCÓW GRODZISKICH

Badania petrograficzne prowadzone na próbkach pobranych z licznych punktów występowania piaskowców grodziskich (eliminując serię gezową) pozwoliły stwierdzić, że mamy tutaj do czynienia z kilkoma odmianami skał (Tablice 1—4). Mogą one być wydzielone przede wszystkim na podstawie obecności oraz ilości węglanu wapnia oznaczonego w drodze chemicznej. Zawartość  $\text{CaCO}_3$  waha się w bardzo szerokich granicach,

osiągając niekiedy takie ilości, że już należy mówić nie o piaskowcach, ale o wapieniach. Jako wartość graniczną między tymi utworami przyjęto 50%  $\text{CaCO}_3$ . Okazuje się, że najpospolitszą odmianą wśród piaskowców grodziskich jest piaskowiec wapnisty. Poza tym reprezentowane są wapienie piaszczyste oraz piaskowce bezwapniste i wreszcie piaskowce o spoiwie mieszanym, wapnisto-krzemionkowo-ilastym. Te ostatnie można wyróżnić przez oznaczenie węglanu wapnia i odpowiednie badania mikroskopowe.

Jak to wynika z załączonej tabeli 1, w tych samych odsłonięciach często możemy obserwować różne odmiany piaskowców grodziskich, które zresztą zazwyczaj tworzą przejścia między sobą. Przejścia te widzimy niekiedy w obrębie tej samej ławicy, która może wykazywać zależnie od miejsca pobrania próbki — od spągu do stropu — różne ilości węglanu wapnia, a więc i różne ilości innych składników, przede wszystkim kwarcu.

Należy na tym miejscu zauważyć, że różnice pomiędzy zawartością węglanu wapnia określoną na drodze chemicznej a ilością spoiwa wapienistego, okruchów wapieni i wapiennych szczątków organicznych, stwierdzonych planimetrycznie na drodze mikroskopowej, spowodowane są zanieczyszczeniami występującymi w spoiwie i w okruchach wapiennych, a także faktem, że wyniki planimetryczne dotyczą tylko małego wycinka skały, natomiast wyniki analizy chemicznej odnoszą się do średniej ze znacznie większej próbki. Staje się więc jasne, że nie zawsze wyniki analizy chemicznej i planimetrycznej są zgodne.

### P i a s k o w c e w a p n i s t e

Jak to już powyżej wspomniano, najpospolitszy i najbardziej charakterystyczny wśród piaskowców grodziskich jest piaskowiec wapnisty. Zawartość spoiwa jest we wszystkich próbkach stosunkowo wysoka i wynosi średnio 36,9%, przy wahaniach od 25,4 do 50,6%. Równocześnie piaskowce te posiadają znaczną ilość  $\text{CaCO}_3$ , która wynosi średnio 34,7%, wahając się od 21,8 do 49,3%. Spoiwo ma zazwyczaj charakter podstawowy, a węglan wapnia rozwinięty jest w postaci ziarnistego kalcytu, którego wielkość ziarn może w niektórych przypadkach dochodzić do 2 mm. Największe ziarna kalcytu obserwuje się zazwyczaj w spoiwie piaskowców gruboziarnistych i zlepieńcowatych, w pozostałych są one przeważnie mniejsze. W niektórych jednak przypadkach w piaskowcach średnio- i drobnoziarnistych wielkość ziarn kalcytu w spoiwie przekracza wielkość ziarn materiału detrytycznego. Wolne przestrzenie między składnikami detrytycznymi wypełniają bądź pojedyncze ziarna kalcytu, bądź też agregaty ziarn kalcytu wykazujące różną orientację optyczną. Bardzo często pojedyncze ziarna kalcytu są zmętniałe i słabo przezroczyste. Zmętnienia te spowodowane są zazwyczaj obecnością silnie rozprószonej substancji ilastej oraz relikdami niecałkowicie przekryształizowanego węglanu wapnia. Jest rzeczą charakterystyczną, że intensywność zmętnienia jest w wielu przypadkach uzależniona od wielkości ziarn kalcytu. Im ziarna są większe, tym ilość zanieczyszczeń jest mniejsza. Kalcyt występujący w spoiwie wykazuje bardzo często romboedryczne spękania oraz prążki polisyntetycznych zbliźniaczeń, widocznych szczególnie dobrze na dużych ziarnach.

Spoiwu kalcytowemu towarzyszą z reguły procesy korozji składników detrytycznych. Najsilniej procesom tym ulegają okruchy wapieni oraz szczątki organiczne, które w pewnych przypadkach ulegają całkowitej rekrytalizacji i przechodzą do otaczającego spoiwa, wzbogacając tym samym jego ilość.

Składnikiem ulegającym korozji są również skalenie, przy czym im są one silniej zwietrzałe, tym proces ten zaznacza się intensywniej, dając często w ostatecznym efekcie charakterystyczne formy szkieletowe. Ziarna kwarcu również ulegają procesowi korozji, stąd też często ich krawędzie są nierówne i postrzępione.

Do omawianej odmiany piaskowców wapnistych należą wszystkie próbki z Woźnik, Lanckorony, Mogilan, Porąbki Uszewskiej i Stęminy, większość próbek z Janowic, Koźmic Wielkich i Żegociny oraz niektóre próbki z Barwałdu Górnego i Międzybrodzia. W Bystrem piaskowce wapniste w naszym rozumieniu nie występują.

Jedna próbka, a mianowicie nr 44 z Międzybrodzia, odbiega i to znacznie, swym charakterem od pozostałych piaskowców wapnistych. Różnica polega na wykształceniu spoiwa. Zbudowane jest ono wprawdzie z ziarnistego kalcytu i ma charakter podstawowy, towarzyszy mu jednak syderyt, a miejscami również dolomit. Kalcyt tworzy różnej wielkości skupienia wypełniające przestrzenie między składnikami okruchowymi, złożone z drobnych ziarn wykształconych ksenomorficznie, rzadko przekraczających 0,1 mm średnicy. Syderyt wykształcony w formie hipidiomorficznej lub idiomorficznej rozsiany jest w obrębie skupień kalcytowych bądź też często występuje samodzielnie. Przeciętna wielkość ziarn syderytu waha się w granicach 0,05—0,1 mm. Spoiwu syderytowemu towarzyszą niekiedy brunatne związki żelaza. Dolomit obserwowany jest raczej rzadko. Tworzy on gniazdowate skupienia złożone z dobrze wykształconych romboedrow, których średnice dochodzą do 0,15 mm.

### Wapienie piaszczyste

Wapienie piaszczyste, jako druga z wyróżnionych odmian, stwierdzone zostały w znacznie mniejszej ilości badanych próbek. Występują one z reguły łącznie z piaskowcami wapnistymi, niekiedy w obrębie tej samej ławicy. Odznaczają się one bardzo dużą węglanowością przy średniej zawartości  $\text{CaCO}_3$  — 73,8% i wahaniach od 58,0 do 83,4%. Jest ona spowodowana dwoma zasadniczymi składnikami, a mianowicie spoiwem oraz okruchami wapieni, w znacznie mniejszym stopniu szczątkami organicznymi. Na podstawie zawartości wymienionych składników można mówić o dwóch skrajnych ogniwach tych wapieni. Pierwsze z nich odznacza się szczególnie dużą zawartością spoiwa, czego przykładem może być próbka nr 32 z Żegociny, w której stwierdzono 89,7% spoiwa i tylko 3,9% okruchów wapieni. Drugim skrajnym ogniwem jest próbka nr 1 z Janowic, wykazująca 46,4% spoiwa i 30,1% okruchów wapieni. Pozostałe badane próbki wapieni piaszczystych zajmują pośrednie miejsca między wymienionymi ogniwami.

Wykształcenie spoiwa kalcytowego w wapieniach piaszczystych, zawsze o charakterze podstawowym, uzależnione jest od wielkości materiału detrytycznego. W przypadku gdy okruchy wapieni i ziarna kwarcu odznaczają się małymi wymiarami, spoiwo jest drobnokrystaliczne, a nawet

bardzo drobnokrystaliczne. W odmianach o nieco większym ziarnie materiału detrytycznego mamy do czynienia ze spoiwem średniokrystalicznym, czasem drobnokrystalicznym. Znaczna ilość spoiwa w wapieniach piaszczystych spowodowana jest niewątpliwie oprócz warunków sedymentacji procesem rekrytalizacji. W wyniku tego procesu najdrobniejsze frakcje okruchów wapiennych, jak również szczątki organiczne zostały niekiedy całkowicie zresorbowane, a tym samym spowodowały zwiększenie zawartości spoiwa.

Skały o szczególnie dużej ilości węglanu wapnia, które określiliśmy jako wapienie piaszczyste, stwierdzono w Janowicach, Koźmicach, Podolanach i Żegocinie. Ich cienkie ławice o miąższości do 20 cm mają jednolity charakter, natomiast ławice grubsze z Żegociny, o miąższości 30—70 cm, wykazały zmienne ilości węglanu wapnia w różnych próbkach pobranych w obrębie tej samej ławicy między jej spągiem i stropem. Jedna z ławic obserwowana w Żegocinie o miąższości 70 cm zawierała w spągu 33,0, w środkowej części 60,4, a w stropie 74,5%  $\text{CaCO}_3$ . Inna ławica z tej samej miejscowości o takiej samej miąższości wykazała od spągu ku stropowi kolejno 25,0, 77,5 i 31,0%  $\text{CaCO}_3$ . Okazuje się, że tylko niektóre części omawianych ławic przybierają charakter wapieni piaszczystych, gdy pozostałe raczej muszą być określone jako piaskowce wapniste.

### Piaskowce bezwapniste

Piaskowce te występują wyjątkowo wśród warstw grodziskich. Zostały one stwierdzone przede wszystkim w Barwałdzie Górnym, a także w Międzybrodzu. Odznaczają się one brakiem lub znikomą tylko (0,8—2,0%) ilością węglanu wapnia. Mają one w przeciwieństwie do poprzednio omówionych odmian znacznie uboższe spoiwo, którego średnia zawartość wynosi 20,6% przy wahaniach od 14,7 do 27,0%. Spoiwo to zbudowane jest z substancji ilastej z domieszką węglanu wapnia i związków żelaza. Zupełnie wyjątkowo obserwowano tu również spoiwo ilasto-krzemionkowe (próbka nr 46). Spoiwo w piaskowcach bezwapnistych nie wypełnia jednak całkowicie wolnych przestrzeni między składnikami detrytycznymi, stąd też wyróżniają się one szczególnie dużą porowatością. W badanych piaskowcach obserwuje się zjawisko korozji ziarn kwarcu i innych składników detrytycznych, poza tym, jak wykazały analizy chemiczne, w niektórych próbkach znajdują się nieznaczne ilości węglanu wapnia. Powyższe fakty być może świadczą o tym, że pierwotnie spoiwo miało nieco inny skład i złożone było podobnie jak w innych odmianach piaskowców grodziskich z węglanu wapnia. Jednak składnik ten w wyniku procesów wtórnych został odprowadzony, a rolę spoiwa pełnią tutaj tylko nierozpuszczalne najdrobniejsze residua. Piaskowce bezwapniste reprezentują ławice różnej miąższości. Np. w Barwałdzie Górnym stwierdzono, że ławice bezwapniste piaskowca wynoszą z jednej strony 1 m, z drugiej strony zaledwie 10 cm. Uderzające jest jednak to, że w odsłonięciu w Barwałdzie Górnym nie wszystkie ławice reprezentują piaskowce bezwapniste. W jego niższej części została stwierdzona ławica 3-metrowa, w której ilość  $\text{CaCO}_3$  wynosi 32,8%. Wynikałoby z tego, że proces odwapnienia, o ile taki przyjmujemy, nie przebiegał równomiernie w całym odsłonięciu i objął tylko niektóre ławice piaskowców. Nie można więc wykluczyć i wpływu warunków sedymentacyjnych, których wynikiem było bardzo nierównomierne doprowadzenie węglanu wapnia do osadu.

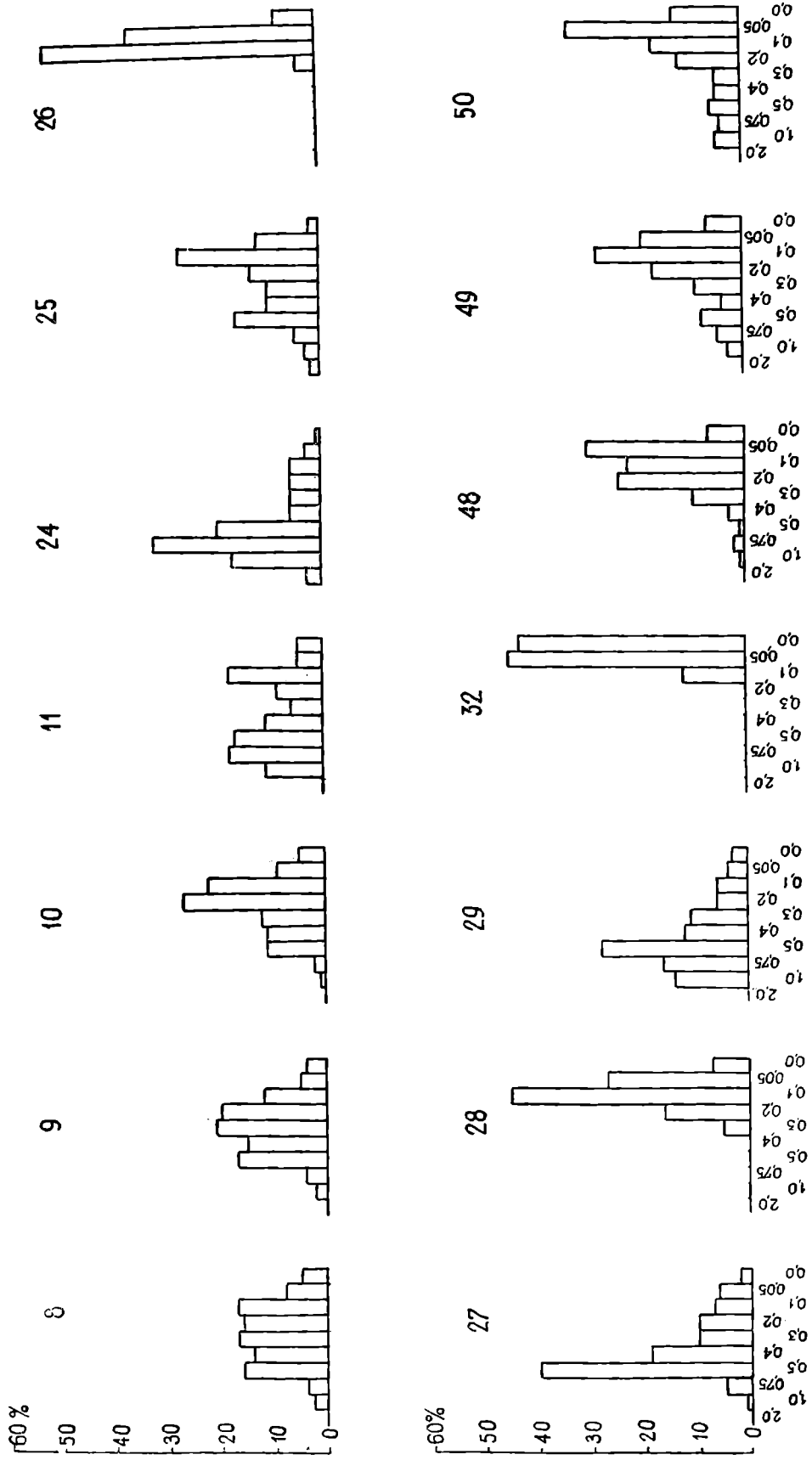


Fig. 10. Histogramy uziarnienia piaskowców grodziskich ustalonego mikroskopowo. Numeracja zgodna z tekstem i tabl. I

Fig. 11. Histograms of the grainings of Grodzisch sandstone, from microscopic determinations. Numeration conformable to the text and Table I

## Piaskowce o spoiwie wapnisto-krzemionkowo-ilastym

Piaskowce te występowaniem swym ograniczają się przede wszystkim do profilu Bystrego koło Baligrodu, a wyjątkowo obserwowano je w Międzybrodziu koło Sanoka. Zawartość  $\text{CaCO}_3$  stwierdzona analitycznie wynosi tutaj średnio 9,6% przy wahaniach od 8,1% do 11,7%. Spoiwo w omawianych piaskowcach w porównaniu do typowych piaskowców wapnistych jest raczej ubogie, średnia jego ilość wynosi 21,6 przy wahaniach w granicach 18,1—26,4%. Ma ono charakter kontaktowo-porowy,

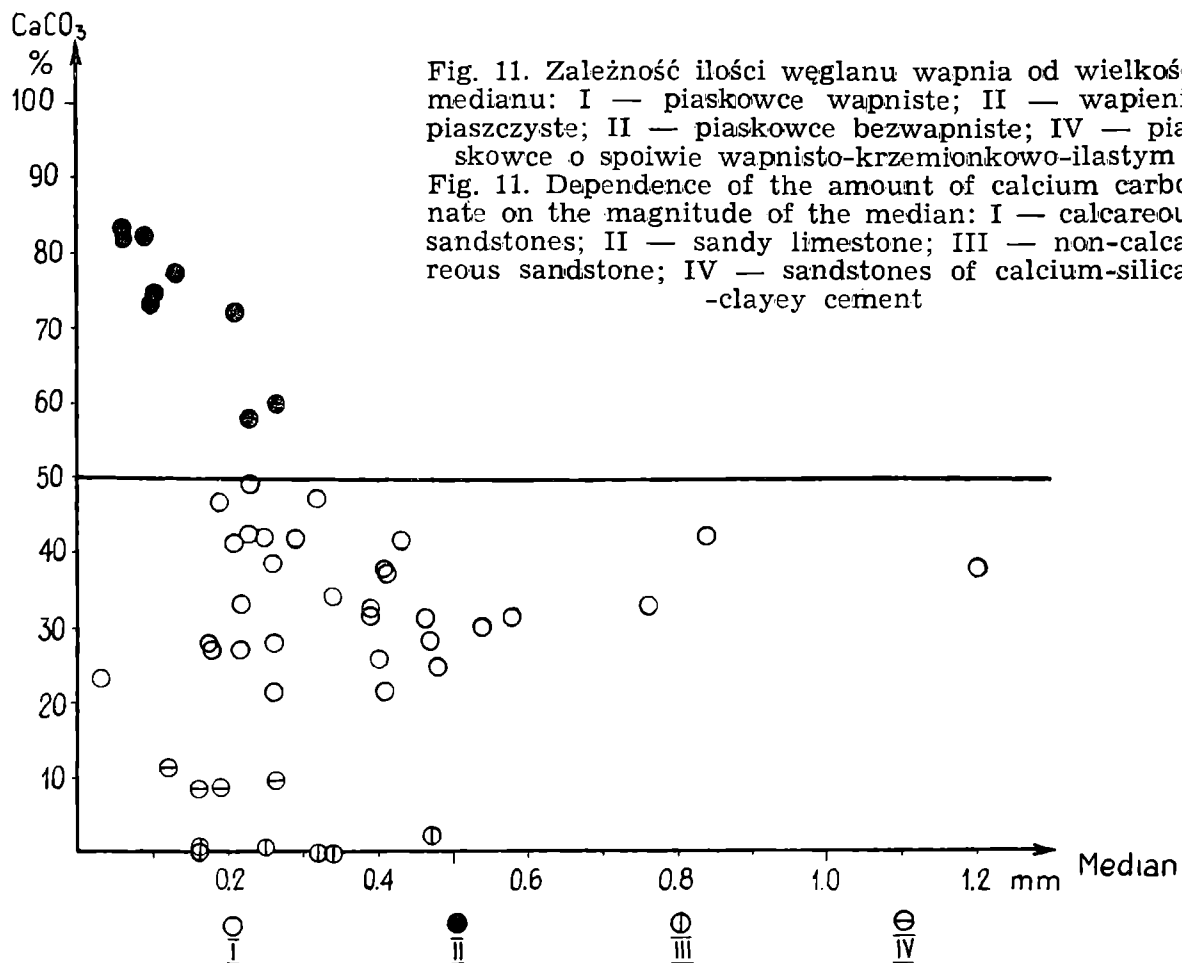


Fig. 11. Zależność ilości węglanu wapnia od wielkości medianu: I — piaskowce wapniste; II — wapienie piaszczyste; III — piaskowce bezwapniste; IV — piaskowce o spoiwie wapnisto-krzemionkowo-ilastym

Fig. 11. Dependence of the amount of calcium carbonate on the magnitude of the median: I — calcareous sandstones; II — sandy limestone; III — non-calcareous sandstone; IV — sandstones of calcium-silica-clayey cement

miejscami podstawowy. Węglan wapnia rozwinięty jest tu w postaci bądź pojedynczych większych ziarn, bądź też ziarnistych skupień, wypełniających w formie spoiwa wolne przestrzenie między składnikami detrytycznymi. Im bardziej jest ono drobnokrystaliczne, tym gęściej przetkane substancją ilastą. Krzemionka rozwinięta jest w spoiwie w formie bardzo drobnodziarnistych skupień chalcedonowo-opalowych, wyjątkowo też w postaci bardzo cienkich obwódek regeneracyjnych wiążących wówczas sąsiadujące ze sobą ziarna kwarcu.

### WYNIKI BADAŃ GRANULOMETRYCZNYCH

Celem scharakteryzowania uziarnienia piaskowców i wapieni wchodzących w skład serii grodziskiej przeprowadzono na 50 szlifach mikro-



skopowych analizy granulometryczne, poza tym 19 próbek poddano analizie granulometrycznej metodą sitową. W badaniach mikroskopowych skład granulometryczny ustalono uwzględniając kwarc, skalenie i okruchy skał obcych. Nie uwzględniono tutaj okruchów wapieni, które również siłą rzeczy zostały wyeliminowane w analizie sitowej ze względu na konieczność stosowania między innymi kwasu solnego dla rozdrobnienia badanych skał. Uzyskane wyniki uziarnienia przy zastosowaniu dwóch wymienionych metod nie są porównywalne ze sobą, niemniej jednak dają nam one obraz zmienności składu granulometrycznego, jaka się zaznacza w obrębie piaskowców i wapieni piaszczystych warstw grodziskich.

Celem zilustrowania zmienności uziarnienia ustalonego na drodze mikroskopowej załączamy jego histogramy (fig. 10) dla piaskowców z trzech odsłoneń, reprezentujących różne jego odmiany, a mianowicie z Barwałdu Górnego (piaskowce bezwapniste), z Zegociny (piaskowce wapniste i wapienie piaszczyste) i z Bystrego (piaskowce o spoiwie wapnisto-krzemionkowo-ilastym). Zmienność uziarnienia obrazują również dobrze obliczone na podstawie krzywych kumulacyjnych mediany, kwartyle i współczynniki wysortowania. Ich wyniki ujęte zbiorczo dla poszczególnych odsłoneń przedstawiają tabele 2 i 3.

Chcąc podkreślić zmienność uziarnienia w zależności od wydzielonych odmian skał serii grodziskiej, i to bez względu na miejsce pobrania próbek, zestawiono dla nich oddzielnie mediany, kwartyle i współczynniki wysortowania. Zmienność tę przedstawia tabela 4.

Największą zmienność w uziarnieniu wykazują piaskowce wapniste, co widoczne jest wyraźnie na przedstawionej tabeli. Jeżeli jednak wyeliminuje się próbki o odosobnionych cechach, a to szczególnie drobnoziarnistą próbkę nr 45, a także bardzo gruboziarniste próbki nr 2, 22, 24, to się okaże, że mamy przeważnie do czynienia ze skałami średnio- i gruboziarnistymi, rzadko drobnoziarnistymi, których median waha się w granicach od 0,18 do 0,58 mm. Widoczne jest to szczególnie dobrze na załączonym rysunku (fig. 11), w którym przedstawiono związek pomiędzy wielkością ziarna wyrażoną poprzez median, a ilością  $\text{CaCO}_3$  zawartą w badanych próbkach. W porównaniu z piaskowcami wapnistymi wszystkie inne odmiany badanych skał serii grodziskiej wykazują mniejsze wahania medianu, a w wapieniach piaszczystych zaznacza się szczególnie dobrze jego zależność od ilości  $\text{CaCO}_3$ . Polega ona na tym, że w miarę zmniejszania się medianu wzrasta ilość węglanu wapnia.

Dla celów porównawczych starano się odrębnie określić skład granulometryczny okruchów wapieni. Przeprowadzono w związku z tym badania na 14 szlifach mikroskopowych. Można na tej podstawie wysunąć ogólny wniosek, że okruchy wapieni przypominają uziarnienie pozostałych składników detrytycznych z tym, że często zaznacza się brak bardzo drobnych okruchów (poniżej 0,05 mm), które zapewne uległy rekryształizacji. Wskutek tego współczynniki wysortowania okruchów wapieni są przeważnie mniejsze w porównaniu z pozostałymi składnikami.

#### WŁASNOŚCI FIZYCZNE BADANYCH SKAŁ

Spośród własności fizycznych wzięto pod uwagę kilka, które wydawały się szczególnie ważne. Uwzględniono więc ciężar właściwy i objętościowy, porowatość i nasiąkliwość. Własności te w skałach serii grodziskiej są

bardzo zmienne i w dużym stopniu uzależnione od ilości węgla wapnia. Granice tych zmienności są dość charakterystyczne dla poszczególnych odmian litologicznych, o których powyżej była mowa. Nasunęła się jednak możliwość wydzielenia w obrębie piaskowców wapnistych dwóch odrębnych typów, różniących się między sobą nasiąkliwością, a także ciężarem objętościowym i porowatością. Zostanie to jeszcze w dalszej części opracowania podkreślone. Zmienności własności fizycznych przedstawia tabela 5.

W podanej tabeli nie uwzględniono próbki nr 44, odznaczającej się odmiennym rodzajem spoiwa w odróżnieniu od innych badanych próbek.

Tabela 2 (Table 2)

Uziarnienie badanych skał  
z uwzględnieniem poszczególnych odsłoneń określoną metodą mikroskopową  
Graining of investigated rocks accounting for particular outcrops,  
determined by microscopic method

	Median (M)	Kwartyl 1 (Q <sub>1</sub> )	Kwartyl 3 (Q <sub>3</sub> )	Współczynnik wysortowania (S <sub>0</sub> )
Janowice	0,09 — 1,20	0,24 — 1,75	0,06 — 0,70	1,37 — 2,00
Woźniki	0,18 — 0,40	0,27 — 0,83	0,09 — 0,13	1,50 — 2,52
Barwałd Górny	0,25 — 0,47	0,40 — 0,82	0,14 — 0,23	1,46 — 2,08
Lanckorona	0,18 — 0,26	0,37 — 0,62	0,08 — 0,18	1,52 — 2,21
Mogilany	0,41	0,75	0,28	1,64
Koźmice Wielkie	0,21 — 0,43	0,29 — 0,55	0,11 — 0,35	1,24 — 1,78
Podolany	0,06 — 0,81	0,08 — 1,15	0,03 — 0,56	1,44 — 1,63
Żegocina	0,06 — 0,76	0,08 — 0,95	0,03 — 0,45	1,32 — 2,45
Porąbka Uszew- ska	0,25 — 0,42	0,43 — 0,69	0,14 — 0,22	1,75 — 1,77
Stępina	0,21 — 0,47	0,29 — 0,88	0,11 — 0,20	1,62 — 2,15
Międzybrodzie	0,03 — 0,32	0,06 — 0,78	0,02 — 0,17	1,48 — 2,14
Bystre	0,12 — 0,19	0,27 — 0,30	0,06 — 0,10	1,73 — 2,24

Tabela 3 (Table 3)

Uziarnienie badanych skał  
z uwzględnieniem poszczególnych odsłoneń określoną metodą sitową  
Graining of investigated rocks accounting for particular outcrops,  
determined by sieve method

	Median (M)	Kwartyl 1 (Q <sub>1</sub> )	Kwartyl 3 (Q <sub>3</sub> )	Współczynnik wysortowania (S <sub>0</sub> )
Barwałd Górny	0,29 — 0,68	0,49 — 0,91	0,21 — 0,44	1,44 — 1,81
Lanckorona	0,38 — 0,59	0,57 — 0,82	0,22 — 0,25	1,61 — 1,81
Żegocina	0,09 — 0,49	0,17 — 0,67	0,08 — 0,37	1,32 — 1,46
Stępina	0,17 — 0,65	0,24 — 0,90	0,11 — 0,31	1,38 — 1,70
Międzybrodzie	0,08 — 0,35	0,14 — 0,63	0,04 — 0,21	1,48 — 1,91

Tabela 4 (Table 4)

Uziarnienie wyróżnionych odmian badanych skał określoną metodą mikroskopową  
Graining of distinguished varieties of the investigated rocks  
determined by microscopic method

	Median (M)	Kwartyl 1 (Q <sub>1</sub> )	Kwartyl 3 (Q <sub>3</sub> )	Współczynnik wysortowania (S <sub>0</sub> )
Piaskowce wapniste Calcareous sandstones	0,03 — 1,20	0,06 — 1,35	0,02 — 0,70	1,24 — 2,52
Wapień piaszczyste Sandy limestones	0,06 — 0,32	0,08 — 0,78	0,03 — 0,17	1,32 — 2,14
Piaskowce bezwapniste Non-calcareous sandstones	0,16 — 0,47	0,22 — 0,82	0,10 — 0,23	1,46 — 2,08
Piaskowce o spoiwie wapnisto-krzemionkowo-ilastym Sandstones of calcium-silica-clayey cement	0,12 — 0,26	0,27 — 0,40	0,06 — 0,14	1,58 — 2,24

Spoiwo to, jak to wyżej podano, ma domieszkę syderytu i w związku z tym niektóre własności fizyczne odbiegają, i to w sposób zasadniczy, od własności pozostałych próbek. Szczególnie wysoki jest ciężar właściwy, który wynosi 2,89. Ciężar objętościowy wynosi 2,84; nasiąkliwość 0,16% wag.; porowatość 1,73%; CaCO<sub>3</sub> ustalono w próbce nr 44 w ilości 46,9%.

Przechodząc do analizy wyników podanych w tabeli należy stwierdzić, że wapień piaszczyste w związku z najwyższą zawartością węglanu wapnia odznaczają się najwyższym średnim ciężarem właściwym i objętościowym. Nasiąkliwość i porowatość są w tych odmianach skał górzyskich najniższe. Nasiąkliwość średnio wynosi 0,38% wag., porowatość 1,33%.

Piaskowce wapniste, stanowiące najważniejszą i najpospolitszą odmianę litologiczną badanej serii, wykazują znacznie większą zmienność własności fizycznych niż wapień piaszczyste. Szczególnie dotyczy to ciężaru objętościowego, a więc również nasiąkliwości i porowatości. Na tej podstawie można omawiane skały, o czym już wspomniano, rozdzielić na dwa typy, w których własności fizyczne będą do siebie zbliżone, a ich zmienność niewielka. Pierwszy z nich, bardziej pospolity, odznacza się niską nasiąkliwością, średnio wynoszącą 0,47% wag. i wahającą się w granicach 0,26—0,93% wag. Odpowiednio w typie tym są większe ciężary objętościowe (średnio 2,62) i niższe porowatości (średnio 1,47%).

Drugi typ piaskowców wapnistych odznacza się większą nasiąkliwością (średnio 1,88% wag.), mniejszym ciężarem objętościowym (średnio 2,52), i większą porowatością (średnio 5,48%). W tym typie piaskowców wapnistych zawartość CaCO<sub>3</sub> (średnio 29,6%) jest niższa w porównaniu z wydzielonym typem pierwszym (średnio 35,7%). Piaskowce o tych własnościach fizycznych w porównaniu z wyżej omówionymi piaskowcami wap-

Tabela 5 (Table 5)

Zmienność własności fizycznych i ilości CaCO<sub>3</sub> badanych skał  
 Variability of physical properties and of CaCO<sub>3</sub> amount of the investigated rocks

	Ciężar właściwy Specific weight G/cm <sup>3</sup>	Ciężar objętościowy Weight by volume G/cm <sup>3</sup>	Nasiąkliwość % wag. Absorption of water weight - %	Porowatość Porosity %	CaCO <sub>3</sub> %
Piaskowce wapniste, wszystkie próbki średnio wahania	2,66 2,64 — 2,72	2,60 2,48 — 2,66	0,71 0,26 — 2,42	2,14 0,75 — 6,06	34,7 21,8 — 49,3
Piaskowce wapniste o małej nasiąkliwości średnio wahania	2,66 2,64 — 2,72	2,62 2,58 — 2,66	0,47 0,26 — 0,93	1,47 0,75 — 2,64	35,7 21,8 — 49,3
Piaskowce wapniste o większej nasiąkliwości średnio wahania	2,66 2,64 — 2,69	2,52 2,48 — 2,54	1,88 1,58 — 2,42	5,48 4,15 — 6,06	29,6 25,9 — 38,8
Wapienie piaszczyste średnio wahania	2,69 2,66 — 2,72	2,64 2,64 — 2,69	0,38 0,27 — 0,61	1,33 0,75 — 1,85	73,8 58,0 — 83,4
Piaskowce bezwapniste średnio wahania	2,64 2,63 — 2,65	2,15 2,07 — 2,20	5,78 4,07 — 7,06	18,59 16,66 — 21,29	0,6 0,0 — 2,0
Piaskowce o spoiwie wapnisto krzemionkowo-ilastym średnio wahania	2,65 2,65 — 2,66	2,56 2,54 — 2,64	1,22 0,25 — 1,67	3,68 0,75 — 5,66	9,6 8,1 — 11,7

nistymi (typ pierwszy) są znacznie rzadziej reprezentowane. Stwierdzono je w większości próbek pochodzących z Woźnik (nr 4 i 5) i Lanckorony (nr 12, 13 i 14).

Zupełnie odmienne własności wykazują piaskowce bezwapniste. Przy braku lub minimalnej zawartości  $\text{CaCO}_3$  (średnio 0,6%) w ich próbkach wykazano niski ciężar właściwy (średnio 2,64), najniższy spośród wszystkich badanych skał ciężar objętościowy (średnio 2,15) i najwyższą nasiąkliwość (średnio 5,78% wag.) oraz porowatość (średnio 18,59%).

Piaskowce o spoiwie wapnisto-krzemionkowo-ilastym odznaczają się różnymi własnościami fizycznymi. Większość z nich swoją nasiąkliwością, porowatością, a także ciężarem objętościowym przypomina typ piaskowców wapnistych o większej nasiąkliwości. Jedynie piaskowiec z Bystrego oznaczony jako nr 50 wyróżnia się wyższym ciężarem objętościowym, a niską nasiąkliwością i porowatością, zbliżając się swoimi własnościami fizycznymi do drugiego wyróżnionego typu piaskowców wapnistych.

#### WARTOŚĆ UŻYTKOWA BADANYCH SKAŁ

Przeprowadzone obserwacje terenowe oraz analiza wyników uzyskanych na podstawie badań laboratoryjnych pozwalają na wypowiedzenie kilku uwag dotyczących oceny wartości surowcowej piaskowców grodziskich, jak również możliwości ich dalszego wykorzystania.

Dotychczas eksploatacja piaskowców grodziskich odbywała się na ogół na bardzo małą skalę, ograniczając się do miejscowości położonych w obrębie kilku arkuszy map w skali 1 : 100 000. Na arkuszu Wadowice (stare cięcie) czynne były dawniej małe łomy w Woźnikach, Lanckoronie, Barwałdzie Górnym, Harbutowicach itd.

Na arkuszu Wieliczka skoncentrowanych było wiele — mniejszych i większych — łomów piaskowców grodziskich, tworząc wraz z piaskowcami warstw geozowych dość charakterystyczny swego czasu teren drobnego przemysłu kamieniarskiego. Wymienić tu można takie miejscowości, jak Sygneczów, Koźmice Wielkie, Wrząsowice, Biskupice, Mogilany, Podolany itd.

Na arkuszu Bochnia od dawna znany był łom piaskowców grodziskich średniej wielkości w Zegocinie. Poza tym na wymienionym arkuszu sezonowo eksploatowano te piaskowce w małych wyrobiskach w Porąbce Uszewskiej, a ongiś czynny był też mały łom, dzisiaj zupełnie zasnuty, w Okocimiu przy drodze z Brzeska do Tymowej.

W bardziej wschodniej części Karpat należy jeszcze wspomnieć o dość dużym swego czasu kamieniołomie w Stępinie koło Frysztaku na arkuszu Strzyżów i małym wyrobisku w Międzybrodziu na arkuszu Sanok, położonym przy drodze z Sanoka do Mrzygłodu.

Dotychczasowe zastosowanie piaskowców grodziskich ograniczało się do kruszywa drogowego i pod tym względem na szczególną uwagę zasługiwał kamieniołom w Zegocinie i w Stępinie, gdzie produkcja miała charakter bardziej przemysłowy. W innych wymienionych miejscowościach eksploatacja miała znaczenie lokalne i sezonowe, pokrywając w skromnym zakresie przede wszystkim zapotrzebowanie wsi na kamień stosowany na podmurówkę oraz na tłuczeń drogowy. W jednym tylko kamieniołomie, mianowicie w Barwałdzie Górnym produkcja obejmowała bloki budowlane, wysyłane między innymi do Wadowic i rzekomo do Krakowa.

Własności techniczne  
Technological properties

Miejscowość Locality	Odmiana skały Type of rock	Ciężar właściwy Specific weight G/cm <sup>3</sup>	Ciężar objętościowy Volume weight G/cm <sup>3</sup>	Poro- wa- tość Porosity %	Nasią- kliwość wag. Water Absorption weight %	Mrozood- porność Frost resistance
Żegocina	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,72	2,71	0,37	0,27	
Żegocina	wapień piaszczysty sandy limestone	2,70	2,68	0,74	0,27	+
Żegocina	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,69	2,64	1,86	0,60	+
Żegocina	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,72	2,68	1,47	0,23	+
Żegocina	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone					+
Stępina	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,68	2,58	3,73	0,82	+
Stępina	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,68	2,58	3,73	0,77	+
Porąbka Uszewska	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,70	2,65	1,85	0,52	+
Porąbka Uszewska	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,68	2,65	1,12	0,32	+
Porąbka Uszewska	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,67	2,64	1,12	0,40	+
Lanc- korona	piaskowiec wapnisty calcareous sandstone	2,66	2,52	5,26	1,86	
Bystre	piaskowiec o spoiwie wap- nisto-krzemionkowo-ilastym sandstone of calcium-silica- -clayey cement	2,65	2,54	4,15	1,32	
Bystre	piaskowiec o spoiwie wap- nisto-krzemionkowo-ilastym sandstone of calcium-silica- -clayey cement	2,66	2,64	0,75	0,25	+

Załączona tabela 6 daje nam obraz podstawowych własności technicznych różnych odmian piaskowców grodziskich. Dotyczą one przede wszystkim najważniejszej i najpospolitszej odmiany, którą określamy jako piaskowce wapniste o małej nasiąkliwości. One przede wszystkim stanowią przedmiot eksploatacji, niekiedy łącznie z towarzyszącymi im wapieniami piaszczystymi. Ich stosunkowo niska nasiąkliwość jest cechą dodatnią i wraz z innymi własnościami, a zwłaszcza wytrzymałością na ściskanie, klasyfikuje je jako dobry materiał do wyrobu kruszywa drogowego. Wyeliminować należy z naszych rozważań wyniki badania Dro-

Tabela 6 (Table 6)

piaskowców grodziskich  
of the Grodzitsch sandstones

Zwięzłość (Page) impact strength (Page)	Wytrzymałość na ściskanie Resistance to pressure			Ścieralność w bębnie Devala Abrasion resistance (Deval) %	CaCO <sub>3</sub> %	Badania wykonał* Analyzed by
	W stanie powietrzno- suchym Aire dried state kG/cm <sup>2</sup>	Po nasyceniu wodą After water saturation kG/cm <sup>2</sup>	Po zamro- żeniu After refrigerating kG/cm <sup>2</sup>			
	1725			3,2		1
	963			3,6	75,3	2 i 3
	895			3,5	34,6	2 i 3
	956			3,5	42,7	2 i 3
14	713	540	600			3
8	787	713	680			3
8	806	697	733	2,6		3
				2,5		
18	943	933	623			3
				3,9		
	1153				45,3	2 i 3
				3,8		
	1203				44,8	2 i 3
				3,6		
	580				27,5	2
	800				8,1	2
	1890				11,7	2

\* 1 Drogowy Instytut Badawczy 1929 r.

2 Katedra Złóż Surowców Skalnych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

3 Katedra Budowy Dróg i Ulic Politechniki Krakowskiej.

gowego Instytutu Badawczego z roku 1929, które wykazały 1725 kG/cm<sup>2</sup> wytrzymałości na ściskanie piaskowca grodziskiego z Żegociny. Piaskowiec ten o tak wysokiej wytrzymałości nie jest typowy dla złoża w Żegocinie i musi być traktowany jako wyjątkowy. Nowsze badania wykonane w Katedrze Złóż Surowców Skalnych AGH i w Katedrze Budowy Dróg i Ulic Politechniki Krakowskiej wykazały, że piaskowce wapienste

z wymienionej miejscowości mają wytrzymałość niższą, wahającą się w granicach 700—960 kG/cm<sup>2</sup>. Wartość 960 kG/cm<sup>2</sup> osiągają również wapienie piaszczyste z tego złoża. Wahania wytrzymałości na ściskanie piaskowców wapnistych ze Stępniny mieszczą się w granicach podanych dla Żegociny, natomiast te same piaskowce z Porąbki Uszewskiej koło Brzeska wykazują niekiedy wartości wyższe, dochodzące do 1200 kG/cm<sup>2</sup>.

Odmienne własności wykazują piaskowce wapniste, odznaczające się większą nasiąkliwością, co jest na ogół cechą skał grodziskich z Woźnik i Lanckorony. Jedna z próbek z Lanckorony, która posiada ciężar objętościowy 2,52 i w związku z tym wyższą nasiąkliwość i porowatość, wykazała wytrzymałość na ściskanie 580 kG/cm<sup>2</sup>.

Brak jest danych technicznych piaskowców bezwapnistych z Barwałdu Górnego, w każdym razie ich wytrzymałość na ściskanie jest niska. Nie ma też bardziej szczegółowej charakterystyki technicznej piaskowców o spoiwie wapnisto-krzemionkowo-ilastym, które zostały poznane przede wszystkim w łusce Bystrego koło Baligrodu. Do tej pory nie były te piaskowce eksploatowane. Jedna z badanych przez nas próbek piaskowca cienkoławicowego dała szczególnie wysoki wynik, a mianowicie 1890 kG/cm<sup>2</sup>, druga próbka reprezentująca piaskowiec o miąższości 1 m wykazała 800 kG/cm<sup>2</sup>. Wartości te w tej chwili należy uważać jedynie za orientacyjne.

Ogólnie należy stwierdzić, że piaskowce grodziskie nie mogą stanowić podstawy do poważniejszych projektów eksploatacyjnych w Karpatach. Przyczyną tego są niekorzystne warunki złożowe polegające na występowaniu znacznej ilości łupków towarzyszących piaskowcom grodziskim. Kamieniołom w Żegocinie, wprawdzie po długoletniej eksploatacji kruszywa, został ostatnio zamknięty na skutek zaniku większych pakietów piaskowcowych. Łom w Stępinie, mimo pokładanych nadziei, z braku odpowiednio dużych zasobów prosperuje jedynie na małą skalę. Inne małe łomy są w tej chwili tylko wyjątkowo czynne. Oczywiście, istnieją możliwości znalezienia nowych złóż bardziej atrakcyjnych, ale eksploatacja piaskowców grodziskich jako kamienia drogowego zapewne mogłaby mieć charakter ograniczony jedynie do skali przemysłu terenowego.

Nie można wykluczyć większych zasobów piaskowców grodziskich w łusce Bystrego, wśród których, jak to stwierdza A. Ślącziński (l.c.), łupki odgrywają podrzędną rolę. W tym terenie jednak bardziej atrakcyjne wydają się piaskowce istebniańskie górne, odmienne własnościami technicznymi od piaskowców istebniańskich Karpat środkowych i zachodnich i stanowiące na ogół interesujący materiał drogowy.

Zupełnie bez znaczenia są piaskowce bezwapniste, które swego czasu były obiektem eksploatacji na niewielką skalę dla celów budowlanych w Barwałdzie Górnym. Małe ich rozprzestrzenienie, słabe własności techniczne, a także obecność w pobliżu o wiele lepszych odmian piaskowców istebniańskich i godulskich powodują, że nie mogą one wzbudzać zainteresowania.

#### UWAGI KONCOWE

Podsumowując rozważania z poprzednich rozdziałów należy stwierdzić, że badaniami zostały objęte różne odsłonięcia naturalne i sztuczne piaskowców grodziskich, znajdujących się na obszarze między Bielskiem na zachodzie i Leskiem na wschodzie. Łącznie zbadano 50 próbek, starając się w sposób ilościowy odtworzyć ich najważniejsze cechy lito-



logiczne, obejmujące skład mineralny, podstawowe własności chemiczne, fizyczne i techniczne oraz uziarnienie. To ostatnie zostało określone przede wszystkim w drodze mikroskopowej, a w niektórych próbkach również w drodze analizy sitowej.

Na podstawie dotychczasowych badań geologicznych było wiadomym, że powszechnie występującą odmianą wśród piaskowców grodziskich są piaskowce wapniste o zmiennej ilości węglanu wapnia, a wyjątkowo tylko pozbawione tego składnika (Barwałd Górny). Badania bardziej szczegółowe oparte na określeniu ilości węglanu wapnia, obserwacjach mikroskopowych i własnościach fizycznych pozwoliły wyróżnić i bliżej scharakteryzować w obrębie piaskowców grodziskich następujące odmiany:

1. Piaskowce wapniste, występujące na całym badanym obszarze polskich Karpat fliszowych z wyjątkiem Bieszczad (łuski Bystrego). Na podstawie różnic zaznaczających się we własnościach fizycznych można wśród tej odmiany wydzielić najbardziej pospolite piaskowce, odznaczające się małą nasiąkliwością, oraz piaskowce o większej nasiąkliwości. Te ostatnie ograniczają się swoim występowaniem do niektórych próbek z rejonu Wadowic (Woźniki, Lanckorona). Odznaczają się one przeciętnie mniejszą ilością węglanu wapnia.

2. Wapienie piaszczyste występujące razem z piaskowcami wapnistymi w niektórych odsłonięciach zachodniej części objętego badaniami obszaru. Jako wapienie piaszczyste określono te skały, które w swym składzie chemicznym zawierały co najmniej 50%  $\text{CaCO}_3$ . Wyróżniają się wśród nich dwa skrajne ogniwa, z których pierwsze ogniwo odznacza się szczególnie dużą zawartością spoiwa węglanowego (wapniste), drugie zaś dużą ilością okruchów wapiennych. Ogniwa pośrednie mają zmienną ilość spoiwa i tych okruchów.

3. Piaskowce bezwapniste, reprezentowane przede wszystkim w odsłonięciu w Barwałdzie Górnym koło Wadowic, których genezę zapewne należy wiązać z procesem wylugowania węglanu wapnia, choć nie można tutaj wyeliminować również wpływu lokalnych warunków sedymentacyjnych. Na mniejszą skalę obserwowano piaskowce bezwapniste również w Międzybrodziu koło Sanoka.

4. Piaskowce o spoiwie mieszanym, wapnisto-krzemionkowo-ilastym, stwierdzone przede wszystkim w łusce Bystrego, a także razem z innymi odmianami w Międzybrodziu koło Sanoka.

M. Książkiewicz (1960) przedstawiając paleogeografię polskich Karpat fliszowych omówił również kierunki transportu i obszary macierzyste (źródłowe) zaznaczające się w hoterywie, baremie i dolnym apcie, z których transportowany był materiał piaskowców grodziskich.

Sam skład ziarnowy tych piaskowców, jak to można wnosić na podstawie naszych wyników badań, nie daje możliwości uzupełnienia dotychczasowych wiadomości odnośnie do kierunków transportu materiału klastycznego. W każdym badanym odsłonięciu uwydatniają się choć różne, to jednak dość duże zmienności w zakresie uziarnienia, co jest cechą charakterystyczną wszystkich na ogół piaskowców fliszu karpackiego. Jest to zresztą zgodne z obserwacjami terenowymi pozwalającymi wyróżnić w obrębie piaskowców grodziskich różne rodzaje warstwowania, jak warstwowanie frakcjonalne normalne, często wielokrotne, warstwowanie laminowane, niekiedy warstwowanie złożone, a czasem przekątne.

Przeważająca część opisywanych piaskowców grodziskich powstała z materiału klastycznego, w którym na specjalną uwagę zasługuje detryt

wapienny. Ten ostatni w pierwotnym osadzie występował w postaci okruchów różnej wielkości aż do szlamu wapiennego włącznie. Obecnie stwierdzana ilość okruchów wapiennych w poszczególnych odsłonięciach czy ławicach nie odzwierciedla w pełni ich pierwotnych ilości, obserwowany bowiem proces rekrytalizacji doprowadził do częściowego ich zniszczenia i przejścia węglanu wapnia do spoiwa. Nie można więc na podstawie ilości okruchów ustalić obszaru źródłowego węglanowego materiału detrytycznego. Gdy się jednak weźmie pod uwagę ogólną ilość węglanu wapnia, to uderza fakt, że na wschód od Żegociny nie stwierdzono odmian piaskowców grodziskich o szczególnie dużej zawartości węglanu wapnia, które zostały określone jako wapienie piaszczyste. W Stępinie koło Frysztaku ilość  $\text{CaCO}_3$  w ławicach piaskowców nie przekracza 42%, a w Bystrem w Bieszczadach 11,7%.

Ciekawe są również średnie ilości węglanu wapnia stwierdzone w poszczególnych odsłonięciach. Jeśli wyeliminujemy odsłonięcie w Barwałdzie Górnym, gdzie występują piaskowce bezwapniste, a także Mogilany, gdzie pobrano tylko jedną próbkę do badań laboratoryjnych, to w pozostałych odsłonięciach, idąc od zachodu ku wschodowi, średnia stwierdzona ilość  $\text{CaCO}_3$  w piaskowcach grodziskich jest następująca:

	%
Janowice	56,5
Woźniki	33,6
Lanckorona	34,2
Koźmice Wielkie	48,4
Podolany	62,9
Żegocina	53,1
Porąbka Uszewska	41,2
Stępina	34,2
Międzybrodzie	16,1
Bystre	9,5

Okazuje się, że od Podolan na wschód średnie te konsekwentnie maleją, a w rejonie Sanoka—Leska są wyraźnie mniejsze. Ten spadek przeciętnej ilości węglanu wapnia zdaje się wskazywać, że w części zachodniej materiał węglanowy dostarczany był do osadu piaskowców grodziskich w znacznie większym stopniu, niż to miało miejsce na wschodzie. Może to być wytłumaczone odleglejszym źródłem tego materiału, bądź zmieniającym się petrograficznie ku wschodowi obszarem źródłowym, co może się też wiązać do pewnego stopnia z wiekiem piaskowców grodziskich, reprezentujących na wschodzie przypuszczalnie młodsze nieco ogniwa kredy dolnej.

Spośród wymienionych odmian piaskowców grodziskich jako materiał na kruszywo drogowe zasługują na uwagę ze względu na odpowiednie własności techniczne piaskowce wapniste, mające większy ciężar objętościowy i małą nasiąkliwość, a także występujące niekiedy z nimi wapienie piaszczyste. Znaczne ilości łupków towarzyszących tym skałom stanowią jednak na ogół niekorzystne warunki złożowe, utrudniające eksploatację na skalę przemysłową. Rola użytkowa piaskowców o spoiwie wapnisto-krzemionkowo-ilastym nie jest jeszcze przy braku doświadczenia w eksploatacji dostatecznie wyjaśniona.

*Katedra Złóż Surowców Skalnych  
Akademii Górniczo-Hutniczej  
w Krakowie*

WYKAZ LITERATURY

REFERENCES

- Drogowy Instytut Badawczy (1929), Wyniki badań laboratoryjnych materiałów kamiennych... Warszawa.
- Kita-Badak M., Badak J., Bober L. (1961), O możliwości wykorzystania piaskowców warstw gezowych z okolic Wieliczki. *Kwart. geol.*, 5, z. 3, Warszawa.
- Koszarski L. (1961 a), O stosunku warstw grodziskich do wierzowskich w Karpatach Środkowych. *Kwart. geol.*, 5, z. 4, Warszawa.
- Koszarski L. (1961 b), Brzeżne spiętrzenie jednostki śląskiej i jednostka podśląska w przekroju Sanu na odcinku Sanok—Międzybrodzie. *Przew. XXXIV Zjazdu Polsk. Tow. Geol.*, Sanok 25—28 czerwca 1961, Warszawa.
- Książkiewicz M. (1951 a), Kreda Karpat Zewnętrznych. *Reg. Geologia Polski*, I, z. 1, Kraków.
- Książkiewicz M. (1951 b), Objaśnienie arkusza Wadowice, Warszawa.
- Książkiewicz M. (1960), Zarys paleogeografii polskich Karpat fliszowych. *Pr. Inst. Geol.*, 30, cz. 2, Warszawa.
- Skoczyła-Ciszewska K. (1960), Budowa geologiczna strefy żegocińskiej. *Acta geol. pol.*, 10, z. 4, Warszawa.
- Ślaczka A. (1959), Stratygrafia serii śląskiej łuski Bystrego na południe od Baligrodu. *Biul. Inst. Geol.*, nr 131, Warszawa.
- Uhlig V. (1883), Beiträge zur Geologie der westgalizischen Karpathen. *Jb. Geol. Anst.*, 33, z. 3, Wien.

SUMMARY

**Abstract.** The Grodischt sandstones were investigated and characterized on 50 samples taken from different outcrops in the area of Flysch Carpathians between Bielsko in the west and Lesko in the east. Lithological investigations enabled to distinguish within Grodischt sandstones the following varieties: calcareous sandstones, sandy limestones, non-calcareous sandstones and sandstones of mixed calcium-silica-clayey cement. Particular attention was paid in these investigations to the quantitative mineral composition, the calcium carbonate content, the essential physical and technical properties, and the graining of the discriminated varieties of sandstones. Their utility for road construction was fully considered too.

Works aimed at characterizing the essential lithological properties of sandstones proceeding from different levels of the Flysch Carpathians included among others the Grodischt sandstones. M. Książkiewicz (1951 a), laying stress on the belonging of these beds either to the Hauterivian or Barremian, determines them as light, usually thick bedded calcareous sandstones, interbedded with grey marly shales or marls. They are accompanied by conglomerates with big pebbles of Stramberg and Paleozoic limestones, gneisses and mineral coals, as well as by platy fine-grained sandstones with calcite veins. Together with the Grodischt sandstones there often occur light, porous gaisic rocks, composed of sponge spicules, detritic quartz, glauconite and calcareous or opaline cement. They sometimes pass into bluish spongolite hornstones. It follows from the results obtained by the mentioned author and other Carpathian

geologists that Grodischt beds occur both in the Silesian and Subsilesian units.

The investigations concentrated upon Grodischt sandstones from which 50 samples were taken in different natural and artificial outcrops in an area lying between Bielsko in the west and Lesko in the east. The distribution of points at which samples for laboratory tests were taken is shown on the enclosed sketch (fig. 1).

The lithological investigations were carried on with the view of representing quantitatively the most important lithological features of the Grodischt sandstones, including their mineral composition, essential chemical, physical and technical properties, and graining. Sandstones of gaisic layers were not taken into account in these investigations, since they have been lately described from the vicinity of Wieliczka by M. Kita-Badak, J. Badak and L. Bober (1961).

The quantitative mineral composition, calcium carbonate content and essential physical properties are listed in Table 1 as a result of tests carried out in 50 samples of Grodischt sandstones.

The investigated sandstones show rather marked differences with regard to the amount of mineral components and to the amount of cement. The character of the cement is different too. Quartz is the essential component of many of the analysed samples. However, its quantity greatly varies, ranging from several to 30 per cent. Quartz grains have a different degree of rounding. Besides of well rounded individuals, prevailing in the coarser fraction, there also occur grains moderately rounded and sharp-edged. The latter, obviously, are typical of fine fractions. It should be noted that corrosion processes as well as phenomena of quartz grain regeneration sometimes observed have in certain cases obliterated the primary shape of grains, making difficult to establish the degree of their rounding.

The variability in the amount of quartz often recorded even in the same bank, is not characteristic of any definitely determined outcrop, neither being the property of any geographic region or geologic units. In this regard it is difficult to detect any consequence in the mutual quantitative relation between particular mineral components of the Grodischt sandstones.

The variability in quartz content is first of all related to the amount of calcium carbonate, which in the Grodischt sandstones depends on the amount of limestone fragments present in the rock, on the carbonate cement and organic remains.

Fragments of foreign rocks constitute an important component, their amount being most variable as is to be seen in the enclosed Table 1. Calcareous detritus, within which several varieties can be distinguished, plays an important role among them. Limestones of microcrystalline (pelitic) structure are the most common. Besides them there occur fine-detritic and organodetritic varieties, more rarely sandy limestones. Limestone fragments are often impregnated with finely disseminated pyrite, which sometimes forms larger aggregations. The majority of limestone fragments is well rounded. This can be observed on almost all grains which have not been too strongly affected by recrystallization.

In addition to calcareous detritus there also occur, generally in small amounts, fragments of various other rocks, e. g. of metamorphic rocks, such as quartzites and mica-schists, quartz-felspar and quartz-micaceous rocks. Among igneous rocks fragments of granite have been encountered.

Apart from limestones, sedimentary rocks are represented among the considered fragments by fine-grained siliceous rocks, less commonly by sandstones. In certain thin slides fragments of coal were observed too.

Among other components of the Grodischt sandstones mention should be made of feldspars occurring in rather small amounts, only exceptionally reaching 10 per cent, and of micas and glauconite. The two latter do not play any important role in the building of these rocks.

Almost in all samples the presence of organic remains formed of calcium carbonate has been ascertained. Their content may amount to several per cent. They mostly represent fragments of echinoderms, lamellibranchs, gastropods and others. Apart from them calcareous foraminifers and an indeterminable organic detritus are also to be observed.

The cement of the investigated rocks is variable as well quantitatively as with regard to its character. It has a most important effect on the kind and properties of the Grodischt sandstones, and will, therefore be more fully considered in the further part of this paper.

Petrographic investigations enabled to establish among the Grodischt sandstones the occurrence of several rock varieties. They can be distinguished first of all on the basis of calcium carbonate amount. This greatly varies, sometimes being so high that we are met with the fact of dealing no more with sandstones but with limestones. The boundary value between these beds was accepted as 50 per cent  $\text{CaCO}_3$ . Calcareous sandstone proves to be the most common variety. There also occur sandy limestones, and non-calcareous sandstones, as well as sandstones of mixed, calcium-silica-clayey cement. The latter can be discriminated on the background of results of calcium carbonate determinations and of respective microscopic examinations.

Different varieties of Grodischt sandstones are sometimes to be observed in the same outcrops; they can also be gradually passing one into another. In some instances these passages are being visible even within the same bank, which can show, depending on the point of sampling from bottom to top, different amounts of calcium carbonate, accordingly of other components too, first of all of quartz.

As was mentioned above, calcareous sandstone is the most common and most typical among the Grodischt sandstones. Its cement has usually the character of basal cement where as calcium carbonate is developed in the form of crystalline calcite, the grain size of which amounts in certain instances to 2 mm. Calcite cement is accompanied as a rule by processes of corrosion of detritic components. These processes affect most strongly limestone fragments and organic remains, which in certain cases are submitted to recrystallization and pass to the surrounding cement, enriching its amount.

The variety of calcareous sandstones occurs in the whole area of Polish Flysch Carpathians with the exception of the Bieszczady range (Bystre scales). In certain samples, e. g. from Międzybrodzie near Sanok calcite cement is accompanied by siderite and dolomite.

Sandy limestones are distinguished by a very high calcium carbonate content, which in a particular instance amounted to 83,4 per cent. This is caused by two essential components: cement and fragments of limestones, in a much lower degree by organic remains. Relying upon the content of the mentioned components two extremal types of these limestones are to be considered. The first is characterized by a particularly

high amount of cement, which is exemplified by a sample from Żegocina near Bochnia containing 89,7 per cent cement and only 3,9 per cent of limestone fragments. The second extremal type is represented by sample No. 1 from Janowice in the region of Bielsko-Biała, showing 30.1 per cent of limestone fragments. The other samples of the investigated sandy limestones are intermediary between the mentioned extremal types.

Sandy limestones were ascertained merely in the western part of the considered area of the Flysch Carpathians, namely, in the outcrops at Janowice, Koźmice Wielkie, Podolany and Żegocina.

Non-calcareous sandstones only exceptionally occur among the Grodischt sandstones. They were established first of all at Barwałd Górny near Wadowice, and at Międzybrodzie near Sanok. They are distinguished by the absence or an only insignificant amount of calcium carbonate. Contrary to the previously examined varieties they are characterized by a much lower cement content. Their origin is probably related to the process of calcium carbonate leaching, although the influence of local sedimentary conditions should not be disregarded.

Sandstones of calcium-silica-clayey cement mainly occur in the scale of Bystre near Baligród; they were encountered, besides, merely at Międzybrodzie near Sanok. The cement in the examined sandstones is rather poor, being generally of contact-interstitial, and only exceptionally of basal character. Calcium carbonate is developed here either in the form of single larger grains or of granular aggregates filling up in the quality of cement the free spaces between detritic components. The more fine-crystalline the more densely it is interwoven with a clayey substance. Silica is developed in the form of very fine-grained chalcedony-opaline aggregates, exceptionally as very thin regeneration rims binding the neighbouring quartz grains.

In order to characterize the graining of sandstones and limestones forming part of the Grodischt series granulometric analyses were made on 50 microscopic sections, whereas 19 samples were put to granulometric analyses by sieve method. The grain composition in microscopic examinations was established with taking account of quartz, feldspars and fragments of foreign rocks. In neither analysis limestone fragments were being considered because of the necessity of applying (among others) hydrochloric acid to crumble the investigated rocks.

To illustrate the variability of graining established by microscopic examinations its histograms were subjoined (fig. 10) for sandstones from three outcrops representing its different varieties, namely, calcareous sandstones, sandy limestones, non-calcareous sandstones, and sandstones of calcium-silica-clayey cement. The variability of graining is also well reproduced by medians, quartiles and sorting coefficients computed from cumulation curves. The results taken collectively for the particular outcrops and distinguished varieties of the considered rocks are assembled in Tables 2, 3 and 4. It appears that calcareous sandstones show the greatest variability of graining. This is best to be seen on the enclosed drawing (fig. 11) illustrating the relation between the grain size expressed by the median and the amount of calcium carbonate. All other varieties of the investigated Grodischt rocks show smaller variations of the median as compared to calcareous sandstones, whereas in sandy limestones its dependence on the amount of calcium carbonate is particularly strongly marked.

For comparison, the grain composition of limestone fragments was separately determined. From the results obtained it appeared that limestone fragments have a very similar graining to that of the other detritic components, although they often lack very fine fragments (below 0.05 mm.), which have probably undergone recrystallization. For that reason sorting coefficients of limestone fragments are generally smaller as compared to the remaining components.

As regard physical properties, attention was paid to those which seemed to be particularly important. Thus, specific weight, weight by volume, porosity and absorption of water were being considered. These properties (Table 5) in the rocks of the Grodischt series are variable and highly depending upon the amount of calcium carbonate. The boundaries of these variations are rather characteristic for the particular lithological varieties considered above. However, it was possible to determine within calcareous sandstones two separate types differing from each other by water absorption, weight by volume and porosity. The first type, more common, is characterized by a low absorption of water (0.47 weight—%), the second type, occurring only in certain outcrops in the region of Wadowice—Lanckorona, shows a higher absorption of water, averaging 1.88 weight—%. In this type of calcareous sandstones the calcium carbonate content is lower as compared to the first of the distinguished types.

The grain composition of sandstones, as may be deduced from the results obtained, does not give the possibility of completing the present knowledge respecting the directions of transport of clastic material (see M. Książkiewicz 1960). In each of the investigated outcrops there appear, although different, but rather important variations in graining, which has already been considered. Most of the investigated Grodischt sandstones were formed of clastic material, in which calcareous detritus calls particular attention. In the primary deposit the latter occurred in the form of fragments of different size up to calcareous mud inclusively. The actually ascertained amount of calcareous fragments in the particular outcrops or banks does not fully represent their primary amount, since the observed process of recrystallization brought about their partial destruction and the passing of calcium carbonate to the cement. Thus, it is impossible to establish the source area of the detritic carbonate material basing on the amount of these fragments. However, when one considers the total amount of calcium carbonate, attention is drawn to the fact that east of Zegocina no varieties of Grodischt sandstones of particularly high calcium carbonate content (determined as sandy limestones) have been recorded. At Stepina near Jasło the amount of  $\text{CaCO}_3$  in sandstone banks does not exceed 42 per cent, in Bystre near Lesko — 11.7 per cent.

The mean amount of calcium carbonate ascertained in particular outcrops are likewise worth considering. It appears that from Podolany (region of Wieliczka) to the east these means consequently decrease, whereas in the region of Sanok—Lesko they are distinctly smaller. Figures given in the Polish text illustrate very well these variations of the mean calcium carbonate content. This decrease of the average amount of calcium carbonate seems to indicate that in the western part of the investigated area of the Flysch Carpathians the carbonate material was being supplied to the deposit of Grodischt sandstones in a much higher degree than in the east. This can be explained either by the further

situated source of this material, or by the fact that the source area is petrographically changing to the east, which too may be related in some measure with the age of the Grodischt sandstones, presumably representing in the east somewhat younger series of the Lower Cretaceous.

The present investigation closes with considerations on the utility of Grodischt sandstones, particularly as regards road construction. Their technical properties are illustrated by the data in Table 6 .

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

OBJASNIENIA TABLIC I—IV  
EXPLANATION OF PLATES I—IV

Tablica (Plate) I

- Fig. 1. Piaskowiec wapnisty gruboziarnisty z Żegociny. Widoczne przekrystalizowane spoiwo kalcytowe. Nikole skrzyżowane,  $\times 35$   
Fig. 2. Piaskowiec wapnisty średnioziarnisty ze Stępiny. Nikole skrzyżowane,  $\times 35$   
Fig. 1. Calcareous coarse-grained sandstone from Żegocina. Recrystallized calcite cement. Crossed nicols,  $\times 35$   
Fig. 2. Calcareous medium-grained sandstone from Stępina. Crossed nicols,  $\times 35$

Tablica (Plate) II

- Fig. 1. Piaskowiec wapnisty drobnoziarnisty ze Stępiny. Nikole skrzyżowane,  $\times 35$   
Fig. 2. Piaskowiec bardzo drobnoziarnisty wapnisty (mułowiec) z Międzybrodzia. Nikole skrzyżowane,  $\times 35$   
Fig. 1. Fine grained calcareous sandstone from Stępina. Crossed nicole,  $\times 35$   
Fig. 2. Very fine-grained calcareous sandstone (mudstone) from Międzybrodzie. Crossed nicols,  $\times 35$

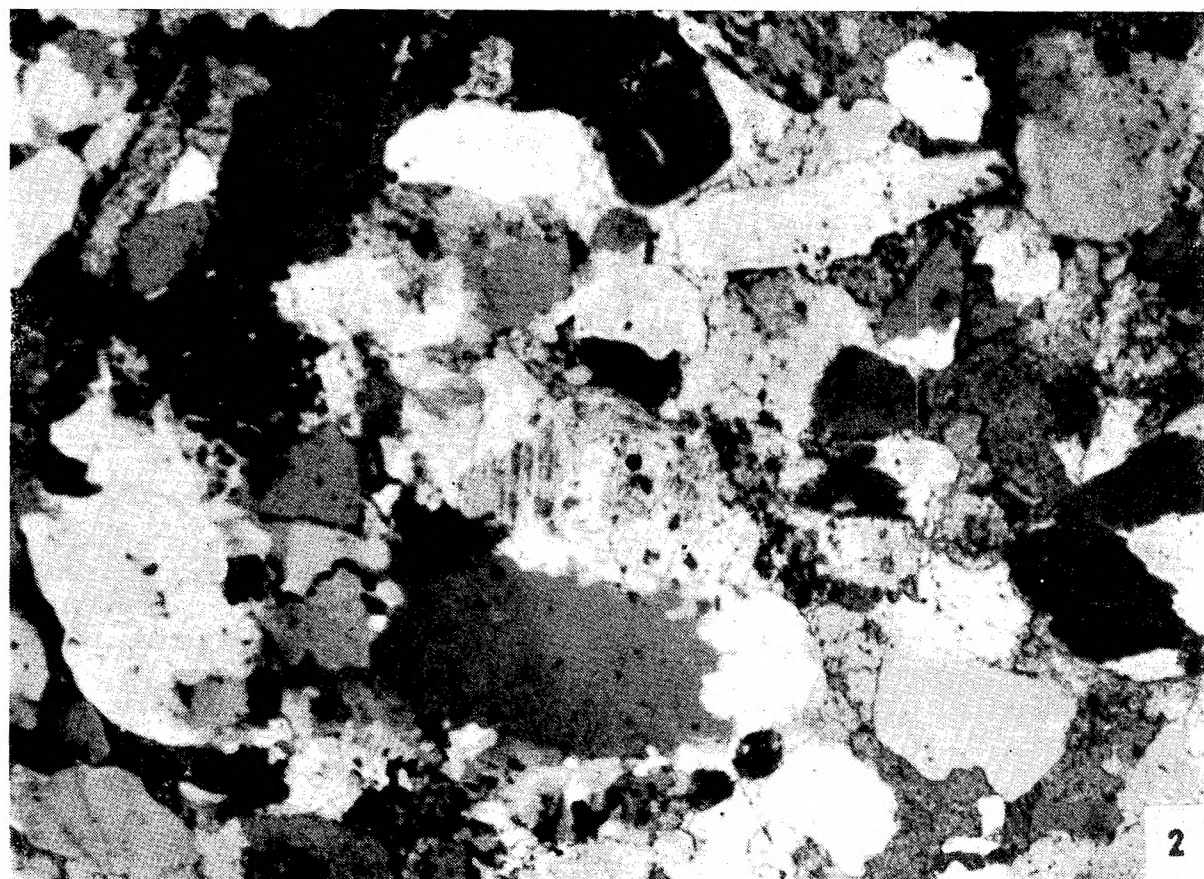
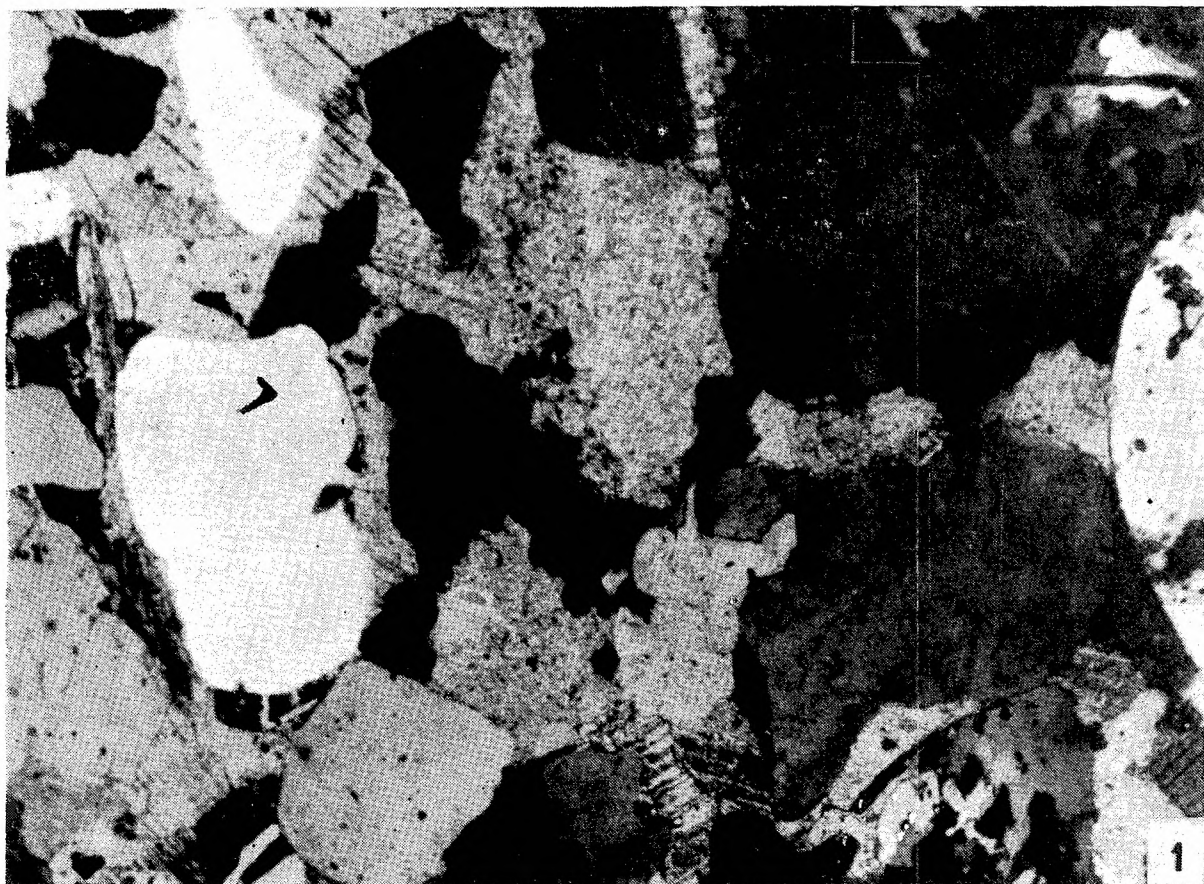
Tablica (Plate) III

- Fig. 1. Wapień piaszczysty z Janowic. Widoczne liczne okruchy wapieni. Nikole skrzyżowane,  $\times 35$   
Fig. 2. Wapień piaszczysty z Żegociny. Na tle bardzo bogatego spoiwa kalcytowego widoczne pojedyncze ziarna kwarcu. Nikole skrzyżowane,  $\times 90$   
Fig. 1. Sandy limestone from Janowice. Numerous fragments of limestones. Crossed nicols,  $\times 35$   
Fig. 2. Sandy limestone from Żegocina. On the background of very rich calcite cement, single quartz grains are visible. Crossed nicols,  $\times 90$

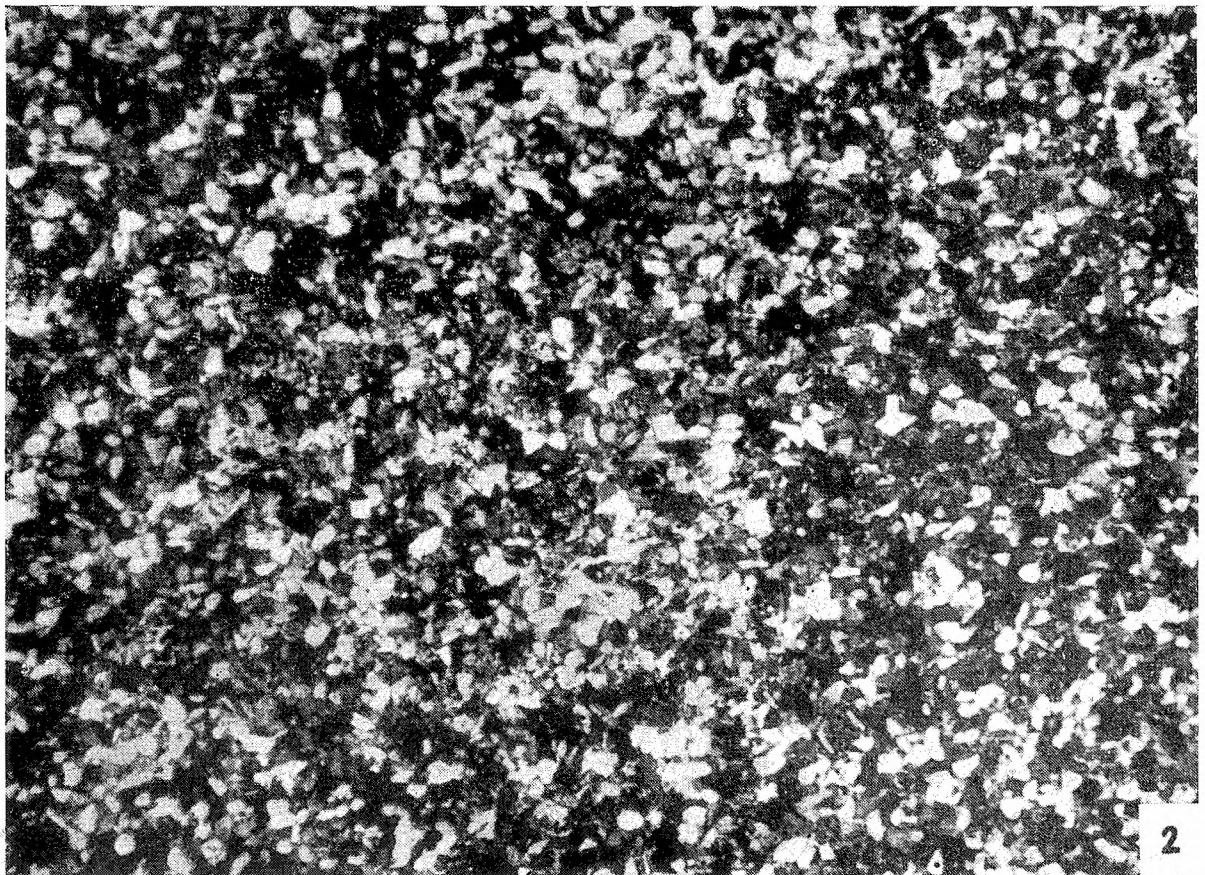
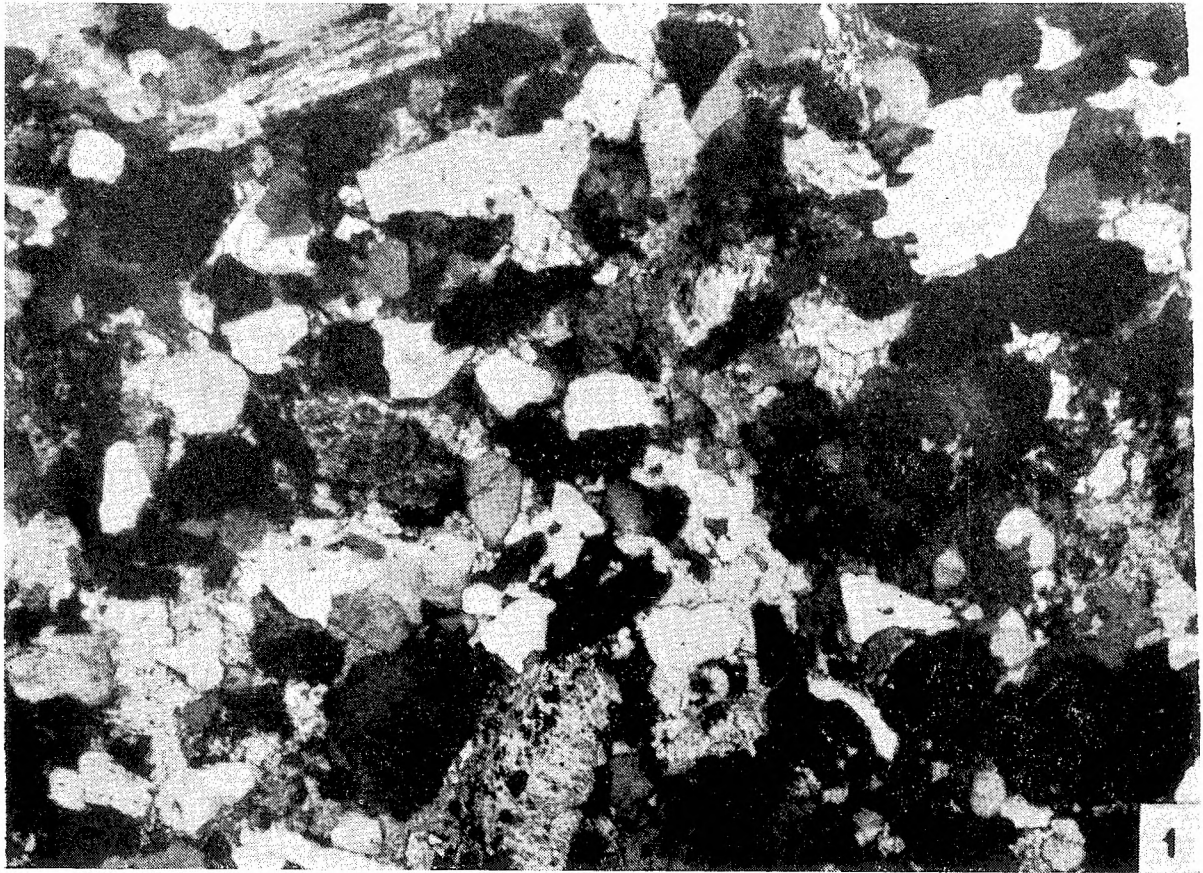
Tablica (Plate) IV

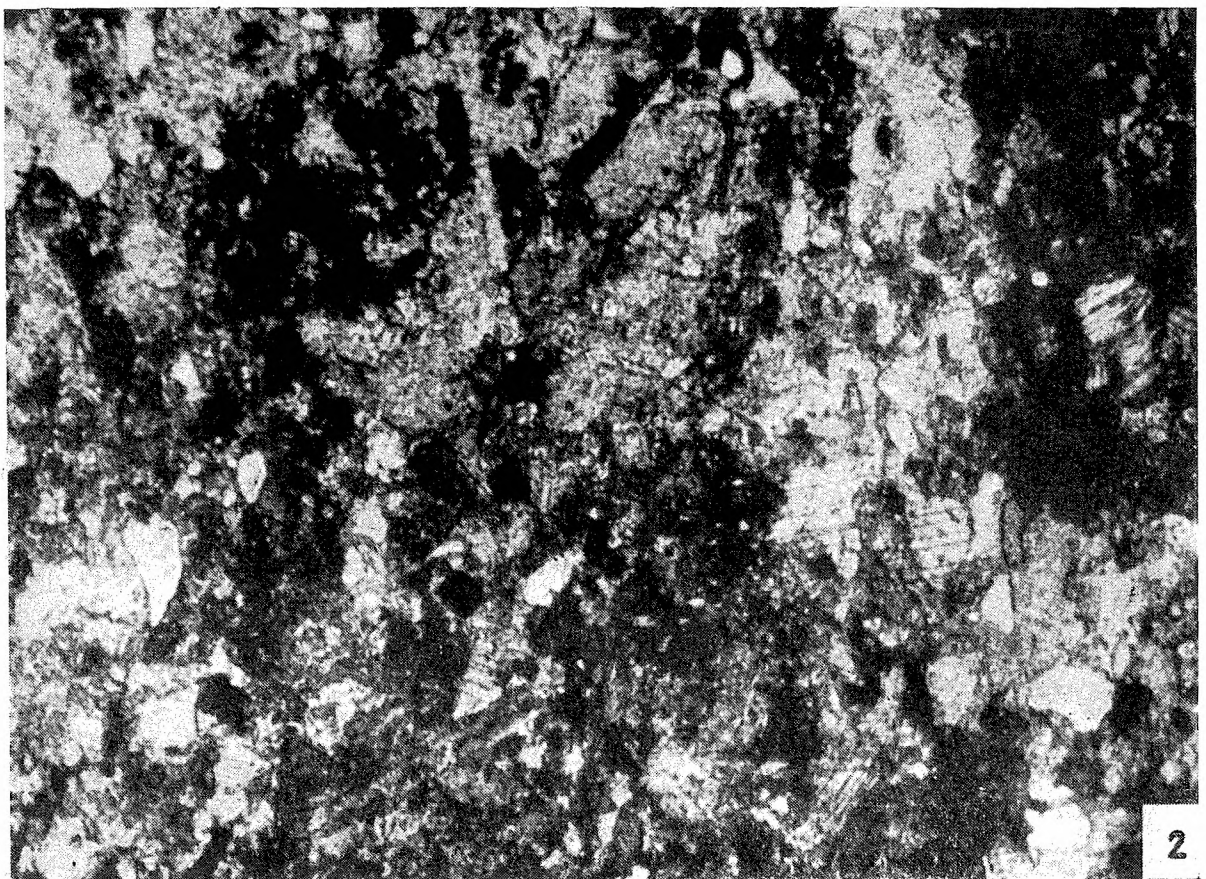
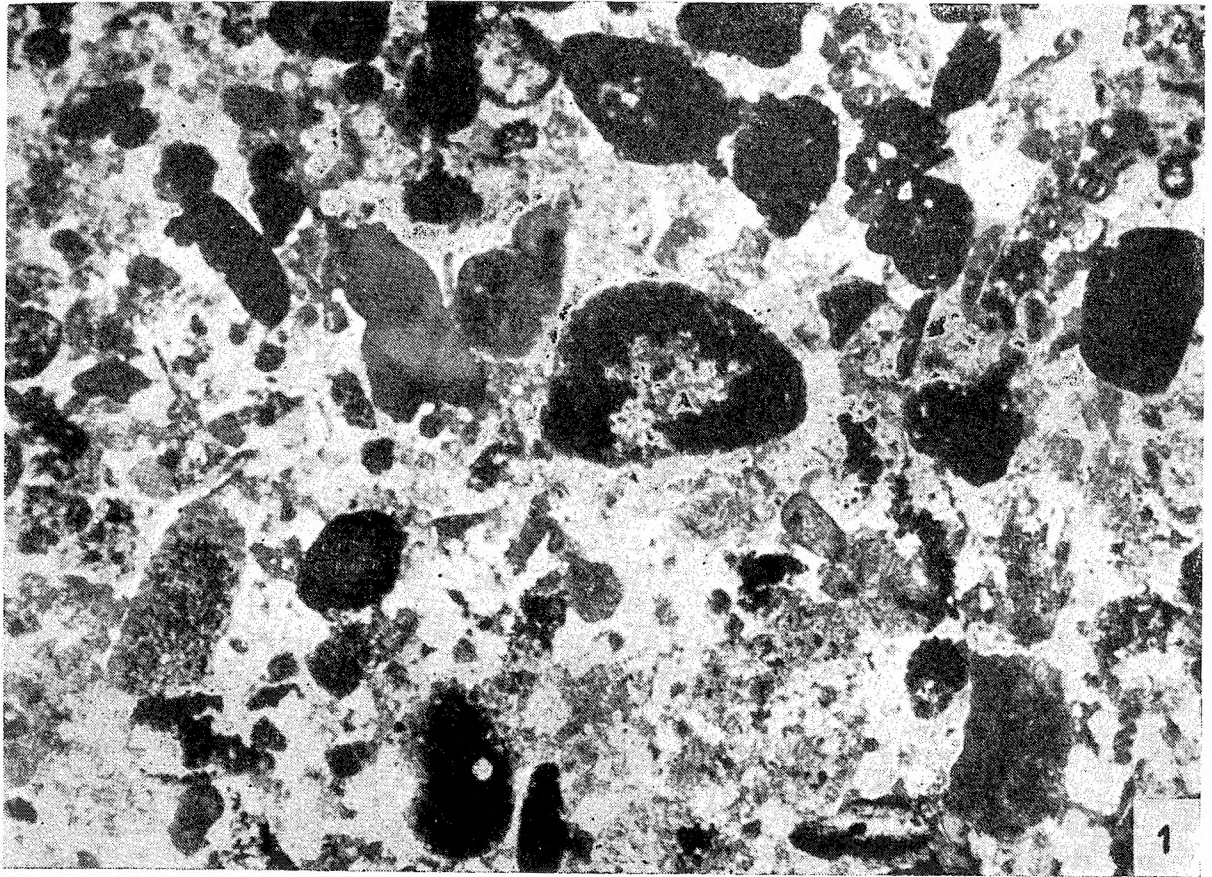
- Fig. 1. Piaskowiec bezwapnisty z Barwałdu Górnego. Nikole skrzyżowane,  $\times 35$   
Fig. 2. Piaskowiec o spoiwie wapnisto-krzemionkowo-ilastym z Bystrego. Nikole skrzyżowane,  $\times 35$   
Fig. 1. Non-calcareous sandstone from Barwałd Górny. Crossed nicols,  $\times 35$   
Fig. 2. Sandstone of calcium-silica-clayey cement from Bystre, Crossed nicols,  $\times 35$   
Mikrofotografie tablic I—IV wykonał dr J. Małecki  
The microphotographs of Plates I—IV were taken by Dr. J. Małecki





*M. Kamiński, C. Peszat, J. Rutkowski*





*M. Kamiński, C. Peszat, J. Rutkowski*

