

M. TURNAU-MORAWSKA I K. ŁYDKA

STUDIA PETROGRAFICZNE NAD ARKOZĄ KWACZAŁSKĄ

(Tabl. XI)

Петрографические труды над квачальской аркозой

(Табл. XI)

Petrographic study of the arkose of Kwaczala

(Plate XI)

Wstęp

Potrzeba studiów petrograficznych utworów piaszczysto-żwirowych okolic Chrzanowa, znanych pod nazwą arkozy kwaczalskiej, nasuwała się już przed laty kilkudziesięciu — a zwłaszcza w okresie pierwszych badań dotyczących „egzotyków karpackich“ i dyskusji nad zagadnieniem Prakarpat. Ostatnie prace S. Siedleckiego (1951), prowadzące między innymi do ustalenia wieku i pozycji stratygraficznej arkozy kwaczalskiej, ponownie zwróciły zainteresowania petrografów na wymienione osady, bogate w mało odporny na wietrzenie chemiczne materiał detrytyczny, którego systematyczne i szczegółowe opracowanie może rozwiązać szereg zasadniczych zagadnień z dziedziny paleogeografii i sedymentologii.

Bogaty materiał skalny z wymienionych osadów arkozowych, a zwłaszcza z wkładek żwirowych, zebrany został ostatnio przez petrografów krakowskich i nie ulega wątpliwości, że materiał ten zostanie w niedługim czasie opracowany w sposób systematyczny i wyczerpujący. Artykuł niniejszy ma charakter uwag wstępnych i został z tego względu napisany, że w okresie naszej współpracy z dr St. Siedleckim zebrał się już dość znaczny materiał obserwacyjno-analityczny, wymagający utrwalenia. Potrzeba gromadzenia danych fizjograficznych z dziedziny petrografii skał polskich staje się już w tej chwili palącą dla uzyskania materiału do dzieł zarówno o charakterze dydaktycznym jak i syntetyczno-naukowym.

Dotychczasowe dane o petrografii arkozy kwaczalskiej są niewystarczające dla wyczerpującej charakterystyki tych skał i oparte są jedynie na obserwacjach makroskopowych. Do chwili ukazania się artykułu St. Siedleckiego z r. 1951 najwięcej materiału dla tej charakterystyki dostarczała nam praca St. Zarecznego (1894). Według tego autora najbardziej charakterystycznym i objętościowo przeważającym utworem serii arkozy kwaczalskiej jest gruboziarnisty i grubo uławicony piaskowiec arkozowy, zawierający smugi i gniazda czerwonych ilów oraz wkładki żwirów przeważnie kwarcowych. Piaskowiec jest barwy czerwono-szarej i zawiera, oprócz otoczonych ziarn kwarcu także zmienną ale zawsze znaczną ilość ziarn i okruchów czerwonego skalenia i blaszek białego

łyszczyku. Wśród otoczków w żwirowiskach widział Zaręczny „obok przeważających otoczków różnobarwnego kwarcu i rogowca także gruzły zwietrzałego granitu, gnejsu, jakichś brudnozielonych łyszczykowych piaskowców i krzemienistych łupków, ale ani śladu porfirów, melafirów ani też ich tufów“. Ten opis świadczy o szczegółowych obserwacjach terenowych autora, jest jednak rzeczą szczególną, że nie zauważył on otoczków skał wylewnych, które nierzadko już makroskopowo wśród żwirów arkozy kwaczalskiej zdradzają swój właściwy petrograficzny charakter. Zaręczny rozpoznał charakter spoiwa w niektórych seriach omawianego osadu, który jest na ogół słabo scementowany lub całkiem luźny. Píše on, że spoiwo jest ilaste, czasem żelaziste, nie wyróżnił natomiast wkładek o spoiwie wapiennym.

Do tej charakterystyki arkozy kwaczalskiej, podanej przez Zaręcznego, petrografowie nie dorzucili dotąd żadnych bliższych szczegółów. W „Tektonice Polski“ (1927) St. Kreutz w rozdziale pt. „Prakarpaty i ich związek z Karpatami“ podaje tylko drobną wzmiankę o tych utworach: „Arkozy krakowskie składają się przeważnie ze skałeni alkalicznych i kwarcu (Z. Rutowski). Skały pierwotne, które im dały początek musiały zatem zawierać przede wszystkim skałenie alkaliczne“. Praca St. Małkowskiego (1925) dotyczy problemu kaolinizacji arkoz, który to problem poruszany jest w związku ze studiami nad arkozą Zagłębia Pilzneńskiego.

W pracy St. Siedleckiego znajdujemy szczegółowe opisy odsłoneń serii arkozowej wraz z licznymi fotografiami. Nie będziemy tych opisów powtarzać, podkreślimy jedynie niektóre ważniejsze dla zagadnień sedymentologicznych obserwacje. Miąższość typowo rozwiniętej arkozy wynosi 100 do 150 m (Zaręczny podawał miąższość mniejszą, do 50 m). W składzie mineralnym obok kwarcu, ortoklazu i muskowitu stwierdza autor obecność biotyту tak, że „skała ma pozorny pokrój silnie zwietrzałego, rozsypującego się granitu“. W przeciwieństwie do Zaręcznego i innych geologów, stwierdza St. Siedlecki, że ziarna kwarcu i skałenia nie są wyraźnie obtoczone, nie wykazując śladów obróbki eolicznej. Spoiwo skały, na ogół skąpe, jest sercytowe, często z domieszką węglanu wapnia lub wodorotlenków żelaza. Serie typowej arkozy są wyraźnie gruboławicowe, miąższość ławic sięga kilku metrów. Zdarzają się lokalnie drobnowarstwowane łupki ilasto-piaszczyste. Czasem w obrębie ławic arkozy ukazuje się uwarstwienie przekątne. Charakterystyką osadu jest na ogół złe wysortowanie mechaniczne materiału, rzadkie są warstwy lub wkładki wśród warstw zbudowane ze składników przesegregowanych pod względem wielkości. W składzie petrograficznym żwirów stwierdza St. Siedlecki obecność, oprócz otoczków kwarcowych, także otoczków skał metamorficznych i magmowych, jak gnejsy, łupki krystaliczne, porfiry.

Wyniki mikroskopowych analiz petrograficznych

Materiał do analiz petrograficznych pobrany został z najbardziej charakterystycznych odsłoneń, a mianowicie z okolic wsi: Poręba, Alwernia, Kwaczała i Zagórze — przy czym próbki zbierane były przeważnie na wspólnych wycieczkach autorów z dr Siedleckim, niektóre okazy dostarczył nam uprzejmie dr Siedlecki ze zbiorów własnych.

Analizie petrograficznej mikroskopowej, polegającej na badaniu szlifów serii scementowanej arkozy i otoczków ze żwirów, oraz preparatów ze skał luźnych i wyodrębnionych minerałów ciężkich — poddane zostały wszystkie charakterystyczne typy skał serii arkozowej od najbardziej gruboziarnistych do pelitowych a zatem: żwiry, piaski arkozowe, arkozy, łupki arkozowe, oraz łupki ilaste i toczenie ilaste, występujące jako wkładki, gniazda i otoczaki w arkozie.

Skład petrograficzny żwirów

Jak podaje St. Siedlecki żwiry te o rozmiarach kilku centymetrów średnicy są bądź rozproszone wśród osadu, bądź skupiają się w soczewki i warstwy, nie posiadające jednak regularnego rozprzestrzenienia.

Już na podstawie powierzchownego przeglądu żwirów w odsłonięciach można stwierdzić, że składnikiem znacznie przeważającym jest tu kwarc żyłowy o różnych barwach i odcieniach: mlecznobiały, szary, różowy, żółtawy — oraz szare i czarne skrytokrystaliczne skały krzemionkowe. Na drugim miejscu pod względem liczebności stoją gnejsy i łupki bogate w łyszczyki, wśród których przeważa ciemny, połyskujący biotyt, towarzyszą mu serycyt i chloryt. Rzadko pojawiają się granity względnie granitognejsy i aplity, skały wylewne i tufogeniczne, skały żyłowe typu lamprofirów oraz skały osadowe klastyczne o strukturze piaskowców.

Elementy żwirów mają krawędzie na ogół dobrze obtoczone, dużo jest jednak płaskich otoczków, co wynika z charakteru petrograficznego skał (obfitość skał metamorficznych).

Żwiry analizowane pochodziły z wąwozów na N od Zagórza oraz z Kwaczały. Celem analizy było poznanie i scharakteryzowanie możliwie jak największej ilości różnych typów skalnych. Natomiast otoczaki nie były zbierane do analizy planowo, tzn. według wybranych poziomów czy odsłonieć, ani też nie chodziło tu o wyznaczenie stosunku ilościowego różnych elementów petrograficznych. Praca tego rodzaju byłaby jednak pożądana i będzie przypuszczalnie w przyszłości przeprowadzona.

Opis wyróżnionych typów skalnych przeprowadzamy według zasad najprostszej systematyki petrograficznej, przy czym granity i granitognejsy omówione są razem, ze względu na trudności w rozgraniczeniu tych skał. Szczegółowej analizie mikroskopowej poddano stosunkowo niewielką liczbę 50 otoczków, zgodnie z prowizorycznym i przygotowawczym charakterem niniejszego studium.

Granity, granitognejsy, aplity. Wśród zebranych otoczków tego typu skał nie znalazł się ani jeden, który by swym charakterem odpowiadał klasycznej definicji granitu pod względem strukturalnym i teksturalnym, który by zatem ani makroskopowo ani mikroskopowo nie wykazywał śladów równoległego ułożenia kryształów o pokroju blaszkowatym czy tabliczkowatym. Dość pospolite są natomiast typy, stanowiące pod względem teksturalnym przejście do granitognejsów, nie wykazujące jednak innych cech skał metamorficznych. Występują one zwykle w płaskich otoczkach o średnicy do 5 cm, białych na powierzchni, różowych na świeżym przełamie, przy czym barwa różowa pochodzi od obfitych skaleni. Biotyt jest ciemny, błyszczący i zazwyczaj świeży. Pod

mikroskopem ukazuje się skała średnioziarnista o przeciętnej średnicy ziarn 0,2 do 0,4 mm, przy czym ziarna skalenia dochodzą do 1,5 mm średnicy. Kwarc występuje tu w zespołach ziarn sprasowanych, wykazujących silnie faliste znikanie światła. Skaleń potasowy należy do ortoklazu lub mikropertytu, rzadziej do mikroklinu, zawiera wrostki o zarysach automorficznych, wypełnione ziemistymi lub sferulitycznymi skupieniami kaolinu, względnie kaolinu i serycytu. Tego rodzaju ziarna, wypełnione produktami rozkładu skalenia, występują również w samodzielnych osobnikach i wykazują zawsze wyraźniejszy automorfizm niż skalenie potasowe. Osobniki te mogą należeć do oligoklazu zmienionego w serycyt i kaolin. Świeżego plagioklazu nie spotyka się w omawianych skałach. Biotyt jest zazwyczaj zupełnie świeży i wykazuje wybitny pleochroizm od czerwono-brunatnego do jasno-żółtego, rzadziej barwa ciemniejsza jest oliwkowo-brunatna. Biotyt bywa przerośnięty muskowitem i zawiera wrostki cyrkonu, wykazujące czasem ciemne obwódki. Cyrkon tworzy również wrostki w kwarcu. Drobne pojkilmaty kwarcu występują czasem wewnątrz skalenia potasowego. — Dla przykładu podajemy skład mineralny dwóch otoczków, najbardziej typowych dla omawianego gatunku skał. Skład ten jest podany w przybliżeniu na podstawie pomiarów planimetrycznych, w % objętościowych:

	I	II
Kwarc	43,3	40,9
Skaleń potasowy	34,0	35,6
Agregaty kaolinu, serycytu i tlenków żelaza	14,8	19,0
Biotyt	7,9	4,5

Tlenki żelaza przerastające agregaty serycytu i kaolinu są przypuszczalnie wtórnie infiltrowane, już po utworzeniu się serii osadów. Są one barwy czerwonej lub brunatnej i tworzą skupienia ziemiste. Agregaty kaolinowo-serycytowe pseudomorfizują czasem wyraźnie jakiś plagioklaz, przy czym na granicy tego zmienionego skalenia oraz świeżego skalenia potasowego pojawiają się często zrosty myrmekitowe.

Aplity mają podobny wygląd makroskopowy jak skały wyżej opisane, nie zawierają jednak zazwyczaj makroskopowo widocznych minerałów ciemnych. Pod mikroskopem ukazuje się skała średnioziarnista, w której pojedyncze osobniki skalenia dochodzą do 5 mm średnicy. W jednym z analizowanych otoczków, którego opis tu podajemy, dominującym składnikiem jest pertyt w ziarnach zupełnie świeżych, zawierających często wrostki skaolinizowanego plagioklazu. Zdarzają się także okrągłe wrostki kwarcu w skaleniu potasowym. Kwarc tworzą zazwyczaj gniazda ziarn drobnych i powiązanych, nie wykazują one śladów dynamometamorfozy ani wyraźnych wrostków krystalicznych. Gniazda kaolinu mają zazwyczaj charakter pseudomorfoz po jakichś skaleniach. Świeżych plagioklazów brak. Skąpy biotyt jest brunatny, wyraźnie pleochroiczny, miejscami przeobrażony w trawisto-zielony chloryt z siatką sagenitową rutylu. Orientacyjny skład mineralny otoczka jest następujący:

Mikropertyt	68,4 (% obj.)
Kwarc	26,8
Kaolin	3,9
Biotyt i chloryt	0,9

Skały wylewne. Skały tego typu występują przeważnie w otoczkach o formach zbliżonych do kulistych i prawdopodobnie najczęściej należą do riolitów. Najlepiej zachowany wśród analizowanych otoczków jest otoczkiem barwy fiołkowo-czerwonej, zawiera on widoczne makroskopowo, rozrzucone na tle zbitej masy, prakryształy bezbarwnego szklistego kwarcu i białego skalenia o zarysach idiomorficznych. Pod mikroskopem na tle częściowo przekrystalizowanego szkliwa (fot. 1) widoczne są prakryształy skalenia potasowego oraz kwarcu o zarysach regularnych sześcioboków. Niektóre prakryształy ukazują wyraźne ślady korozji magmatycznej (fot. 1 i 2). Skaleń potasowy należy do sanidynu (mały kąt osi optycznych). Niektóre prakryształy minerałów salicznych wypełnione są minerałami wtórnymi, należącymi do kaolinu, chlorytu i zeolitów. Minerały ciemne nie zachowały się w stanie świeżym, uległy przeobrażeniu w chloryt, serycyt i tlenki żelaza.

Większość tych skał, których naturę zdradza przede wszystkim struktura makroskopowo charakterystyczna dla kwaśnych skał wylewnych — wykazuje pod mikroskopem tak daleko posunięte stadium przeobrażenia, typu zarówno wietrzeniowego jak i hydrotermalnego, że ich bliższa charakterystyka jest niemożliwa. Najczęściej riolitowy charakter skały ujawnia się dzięki obecności prakryształów kwarcu ze śladami korozji magmatycznej. Prakryształy skalenia są zazwyczaj wykruszone przy szlifowaniu, gdyż skała wskutek wietrzenia utraciła zwężłość — lub też są wypełnione minerałami wtórnymi. Biotyt jest zawsze przeobrażony w chloryt, serycyt i tlenki żelaza. Ciasto skalne jest poprzerastane tlenkami żelaza i wtórnym kwarcem. Jeden z otoczków należy przypuszczać do trachitu. Jest to skała o teksturze fluidalnej, zaznaczonej równoległym ułożeniem blaszek oliwkowego biotyту w cieście skalnym słabo reagującym na światło spolaryzowane i poprzerastanym tlenkami żelaza. Wśród prakryształów nie spotyka się kwarcu, natomiast widoczne są idiomorficzne prakryształy skalenia potasowego, wypełnione substancją nisko dwójłomną i tlenkami żelaza.

Zupełnie odmiennego typu skała, wykazująca teksturę ofitową, została rozpoznana w jednym tylko otoczku. Jest to płaski okruch niezbyt dobrze obtoczony, na przełamie wyróżnia się rdzeń barwy różowo-fiołkowej oraz biała skorupa wietrzeniowa. Pod lupą wyróżniają się prakryształy skalenia o regularnych zarysach na tle masy nie dającej się bez mikroskopu odczytać. Pod mikroskopem ukazują się żerdki ofitowo ułożonych plagioklazów o średniej długości około 0,2 mm i szerokości około 0,02 mm, tworzące zazwyczaj dwuosobnikowe bliźniaki albitowe. Rzadkie są prakryształy plagioklazu w postaci izometrycznych tabliczek o średnicy 0,3 mm. Skalenie są mętne i nie nadają się na ogół do bliższego oznaczenia, na niektórych bliźniakach albitowych stwierdzono prawie proste znikanie światła, czyli byłyby to plagioklasy z serii oligoklazu. Z minerałów ciemnych zdarza się strzępiasty nisko dwójłomny chloryt oraz tlenki żelaza brunatne i rdzawe, z rzadka rozsiane w gruzełkach, wyjątkowo wypełniają one regularne zarysy jakichś zmienionych minerałów ciemnych.

Do omawianej grupy skał należy zaliczyć także jasne, porowate, czasem blad różowe okruchy o zagadkowym charakterze. Jeden z takich okruchów jest biały, kanciasty, lekki, pod mikroskopem natomiast uka-

zują się sferulity chalcedonowe, ułożone w szeregach równoległych wśród spoiwa krzemionkowego prawie nie reagującego na światło spolaryzowane. Również równolegle ułożone są drobnutkie blaszki minerałów bladzielonych, słabo pleochroicznych, wysoko dwójłomnych. Wielkość sferulitów nie przekracza 0,1 mm. — Podobny charakter mikroskopowy wykazuje okruch z rdzeniem bladoróżowym o makroskopowym wyglądzie kwaśnej skały wylewnej. Pod lupą widoczne są kuliste, drobne (ok. 0,3 mm średnicy) pory oraz utwory koncentryczne podobne do oolitów. Pod mikroskopem obraz podobny jak w skale poprzednio opisanej. Nie jest wykluczone, że w skałach tych, nie odpowiadających żadnym znanym typom osadów, mamy do czynienia ze zwietrzałym, częściowo odszklonym, szklawym wulkanicznym.

Tufy wulkaniczne. Są one przypuszczalnie dość rozpowszechnione wśród otoczków omawianych żwirów i odpowiadają skałom kwaśnym, rzadziej zasadowym. Tufy riolitowe występują w postaci otoczków o jasnej skorupie wietrzeniowej, na przełomie wykazują barwę szarofiołkową i upstrzone są plamami barwy rdzawofiołkowej. Makroskopowo nie można tu wyróżnić żadnych gatunków mineralnych. Pod mikroskopem widoczne są ostrokrawędziste ziarna kwarcu i skaleni potasowego (ortoklaz, pertyt) w obfitym spoiwie kaolinowo-sercytowym z drobno rozsianymi tlenkami żelaza. Te ostatnie tworzą miejscami większe gniazda lub wypełniają wnętrza zmienionych minerałów ciemnych. Zdarzają się gniazda muskowitu i wyblakłego biotytytu. Spośród skaleni niektóre są zupełnie skaolinizowane, inne natomiast świeże. Analizowany tuf bazaltowy względnie tufit jest płaskim otoczakiem szarym, na przełomie rdzawofiołkowym, przecięty jest on żyłką kwarcową o szerokości około 2 mm. Pod mikroskopem widoczne są ziarna kwarcu, zwietrzałych skaleni, produkty przeobrażenia minerałów ciemnych oraz okruchy zmienionych skał zasadowych, zbudowanych z nieprzeźroczystej masy, w której tkwią żerdki skaleni, przeobrażone w łyszczyki. Produkty przeobrażenia minerałów ciemnych składają się z różnego typu minerałów blaszkowatych, przeważnie zielonych lub żółtozielonych, silnie dwójłomnych lub też słabo reagujących na światło spolaryzowane — oraz tlenków i wodorotlenków żelaza. Ponadto widoczne są w płytkach cienkie różne nie dające się bliżej określić agregaty mineralne, nie mające charakteru klastycznego ani piroklastycznego lecz raczej produktów rekryształizacji. Żyłka przecinająca otoczek zbudowana jest z czystego kwarcu. Minerał ten tworzy również mniej lub więcej zwarte gniazda tkwiące wśród zespołów łyszczykowo-żelazistych.

Kwarc żyłowe. Najpospolitsze te skały wśród żwirów arkozy kwaczalskiej są makroskopowo zlewnymi otoczakami różnych barw i odcieni, pod mikroskopem ujawniają strukturę gruboziarnistą (ziarna powyżej 1 mm średnicy) o tendencji ziarn do tworzenia regularnych zarysów. Pospolite są jako wrostki w ziarnach kwarcu smugi pyłu węglowego oraz rdzawe tlenki żelaza. Akcesorycznymi składnikami tych skał są: hematyt, magnetyt, turmalin, apatyt i granat.

Lamprofiry. Zanalizowano okruch typu minetty. Makroskopowo jest to płaski otoczek barwy żółtawo-białej z różowymi plamami. Na tle zbitej masy afanitowej widoczne są prakryształowe minerały ciemnych dochodzące do 2 mm średnicy. Pod mikroskopem na tle drobnoziarnistej

masy skalenkowej, zbudowanej przypuszczalnie głównie z ortoklazu przekazanego pyłkami tlenków żelaza oraz igiełkami apatyty, widoczne są pralkryształy oliwkowo-brunatnego silnie pleochroicznego biotyty, przerośniętego serycytem i zawierającego obfite wrostki apatyty.

Skały osadowe klastyczne. Spotyka się wśród nich wszelkie typy skał o strukturze piaskowca, a więc piaskowce kwarcowe, arkozy i szarogłazy. Piaskowce mają zwykle spoiwo krzemionkowe, czasem krzemionkowo-żelaziste lub obfitujące w serycyt, charakteryzują się one bogactwem minerałów rzadkich z przewagą cyrkonu, rutyłu i turmalinu. Arkozy bogate są w skałen potasowy, częściowo skaolinizowany. Szarogłazy zbudowane są z kwarcu, okruchów kwarcytów, rogowców, gnejsów, łupków łyszczykowych i skałen zarówno potasowych jak i plagioklazów, spoiwo jest ilasto-żelaziste. Interesujący jest otoczek zbudowany głównie z kwarcu lecz zawierający okruch zsylikowanej zasadowej skały magmowej o strukturze diabazu (fot. 3). Przy skrzyżowanych nikolach okruch ten nie reaguje na światło spolaryzowane, w świetle zwykłym zaznacza się tekstura ofitowa i zarysowane produktami wietrzenia skałen prążki albitowe. Jak widać na mikrofotografii okruch ten nie ma charakteru otoczka, ma kontury poszarpane, w które wciskają się ziarna kwarcu, minerału będącego głównym składnikiem otoczka. Ziarna kwarcu są mniej lub więcej obtoczone, scementowane spoiwem krzemionkowo-żelazistym i wykazują czasem obwódki regeneracyjne. Obok kwarcu i wymienionego okrucha diabazu występują jako składniki skały okruchy rogowców i jakichś skał mętnych, żółtawych, słabo reagujących na światło spolaryzowane, o charakterze szkliwa wulkanicznego. Nie jest wykluczone, że opisany otoczek pochodzi z pewnej facji tufitowej, bogatej w kwarc i wtórnie zsylikowanej.

Skały krzemionkowe chemicznego i biochemicznego pochodzenia. Są to różnego typu rogowce oraz lidyty, zbudowane z kwarcu o różnej wielkości ziarn oraz chalcedonu, niektóre z nich wykazują laminację, często przecięte są żyłkami kwarcu wyraźniej kryształicznego, przebiegającymi w różnych kierunkach. Skały te zawierają substancję bitumiczną i tlenki żelaza, w niektórych spotyka się piryt w ziarnach idiomorficznych. Wyraźnych szczątków organicznych nie zauważono, istnieją jednak dane do przypuszczenia, że liczne są tu okruchy z osadów biochemicznych. Jeden z otoczków określono jako radiolaryt. Jest to okruch o formie nieprawidłowej lecz o krawędziach zaokrąglonych, na powierzchni barwy żółtawo-czarnej i przecięty licznymi krzyżującymi się żyłkami kwarcu do 1 mm szerokości. Na przełamie jest niebieskawo-szary, zwiezły, wyraźnie zaznacza się tu sieć subtelnych krzyżujących się żyłek kwarcowych. Laminacja niewidoczna makroskopowo zaznacza się wyraźnie pod mikroskopem, zarówno w świetle zwykłym (smugi równoległe ziemistej, szarej, miejscami zielonawej substancji węglowej zmieszanej z drobnoluseczkowatym chlorytem) jak i w spolaryzowanym, gdzie laminacja zarysowana jest równoległym ułożeniem sferulitów, wypełnionych kwarcem i chalcedonem, nieco spłaszczonych. Pomiedzy sferulitami znajduje się masa krzemionkowa słabo reagująca na światło spolaryzowane. Żyłki, których grubość wynosi od 0,01 do 0,2 mm, wypełnione są w rdzeniu kwarcem, na brzegach chalcedonem, miejscami kwarcowi towarzyszy jakaś ruda żelaza o charakterze częściowo utlenionego syderytu. Zdarza

się tu też idiomorficzny zlimonityzowany piryty, obecny również w drobnokrystalicznej masie skalnej. Każde ziarno piryty jest z reguły otoczone obwódką wyraźniej krystalicznego niż poza obwódką — chalcedonu i kwarcu. Ogólny obraz mikroskopowy skały nasuwa przypuszczenie, że jest to nieco zmetamorfizowana skała pochodzenia biochemicznego.

Gnejsy. Istnieją wszelkie możliwe przejścia od skał, które opisywaliśmy jako granity, granitognejsy i aplity do skał, które należy niewątpliwie zaliczyć do metamorficznych. Skały zaliczone do tej grupy różnią się od poprzednio opisanych drobniejszym ziarnem, wyraźniej zaznaczoną teksturą równoległą, tendencją skaleni do tworzenia porfiroblastów z pojkilmatami kwarcu i obecnością granatu w ziarnach drobnych, nie przekraczających 0,1 mm średnicy. Skalenie należą do ortoklazu, mikroklinu lub mikropertytu i zawierają czasem wrostki skaolinizowanego plagioklazu. Z minerałów ciemnych zawierają czerwono-brunatny lub oliwkowo-brunatny biotyt. Zdarzają się jednak typy aplitowe pozbawione lub prawie pozbawione biotytu, głównym łyszczykiem jest muskowit z wrostkami apatytu, podrzędnie występuje bladozielony chloryt. Niektóre przerosty skaleni potasowego i kwarcu mają charakter granofirowy.

Z opisów powyższych wynika, że gnejsy te są bogate w skałen potasowy. Rzadziej napotkano na odmienny typ gnejsów, w których rolę porfiroblastów obejmuje albit, zazwyczaj pozbawiony prążków bliźniaczych.

Gnejsy omawiane mają charakter ortognejsów, rzadziej spotyka się gnejsy przypuszczalnie osadowego pochodzenia. Do takich należy okaz gnejsu oczkowego, szarozielony, bogaty w łyszczyki, o subtelnej foliacji, którego tekstura jest charakterystyczna dla łupków, natomiast ze względu na obfitość skaleni zaliczony jest do gnejsów. Pod mikroskopem wyróżniają się naprzemianległe warstewki zbudowane z droбноziarnistego kwarcu i drobnoluseczkowego zielonego dwójłomnego łyszczyku oraz oczka ortoklazu (fot. 4) do 1,5 mm średnicy. Oczka te otulone są warstewkami łyszczykowo-kwarcowymi, układającymi się w mikrofałdy. Ortoklaz zawiera wrostki kwarcu. Akcesorycznie występuje cyrkon, tlenki żelaza, oliwkowo-brunatny biotyt i blado-żółty epidot.

Łupki krystaliczne. Skały te są przypuszczalnie pospolite wśród otoczków, lecz są rozsypliwe i trudne do szlifowania. Okazy analizowane są bogate w biotyt czerwono-brunatny lub oliwkowo-brunatny, niektóre zawierają dużo turmalinu, cyrkonu i granatu. Pospolite są też łupki grafitowo-muskowitowo-kwarcowe, zwężłe, drobnolupkowate, średnioziarniste. W skałach tych widoczne są pod mikroskopem pozazębiane spłaszczone ziarna kwarcu o średniej wielkości 0,1 mm średnicy oraz równoległe ułożone pojedyncze blaszki bezbarwnego lub żółtawego wysoko dwójłomnego łyszczyku, poprzerastanego czarną strzępiastą substancją węglową i rdzawymi oraz brunatnymi tlenkami żelaza.

Uwagi ogólne o charakterze petrograficznym otoczków. Analiza petrograficzna żwirów z serii arkozy kwaczalskiej nasuwa następujące spostrzeżenia:

1) Elementy żwirów z arkozy kwaczalskiej wykazują na ogół ślady silnego wietrzenia mechanicznego, które spowodowało rozsypliwość znacznej części otoczków bogatych w skalenie i łyszczyki. Natomiast składniki mineralne otoczków zachowane są w stanie świeżym, chemicznie niezwiędziały, co zaznacza się w charakterze mikroskopowym biotytu i ska-

lenia potasowego. Skalenie wypełnione agregatem kaolinu i serycytu są przypuszczalnie produktem przeobrażenia plagioklazów, mniej odpornych na procesy chemicznego wietrzenia.

2) Skład mineralny skał magmatycznych i metamorficznych występujących wśród otoczków jest bardzo jednostajny. Przeważającym skaleniem jest skaień potasowy, poza albitem nie stwierdzono obecności innych plagioklazów, a jedynym ciemnym minerałem — obok tlenków żelaza — jest biotyt. Nie została zauważona skała zawierająca amfibol lub piroksen.

Niektóre spośród opisywanych skał wykazują analogię z egzotykami Karpat Wadowickich (T. Wieser 1948). Jest jednak rzeczą znamioną, że skały typu granitów i granitognejsów spośród wymienionych egzotyków są bogate w plagioklaz, podczas gdy odpowiednie skały ze żwirów arkozy kwaczalskiej są bogate w skaień potasowy. Można by przypuścić, że otoczaki bogatsze w plagioklaz jako mniej odporne na wietrzenie nie zachowały się w żwirach, lecz jak dalej stwierdzimy, także i w skałach o strukturze piaskowców serii arkozowej brak jest plagioklazów.

4) Dotychczasowy przegląd żwirów arkozy kwaczalskiej wskazuje, że erodowany teren zbudowany był ze skał bogatych w krzemionkę i potas, skał typu raczej metamorficznego niż magmatycznego w klasycznym pojęciu tego słowa. Kompleks tych skał przecięty był żyłami aplitowymi i lamprofirowymi, które również często wykazują znamiona mniej lub więcej wyraźnej metamorfozy dynamotermalnej. W pobliżu masywu zbudowanego z tych skał występowały produkty powierzchniowych lub hypabisalnych wylewów magmy kwaśnej, rzadziej magmy zasadowej, towarzyszyły im skały piroklastyczne. Skały osadowe, których otoczaki zachowały się w żwirach, należały do skał typu arkoz i szarogłazów. Droga transportu otoczków przypuszczalnie nie była długa i sedymentacja zachodziła szybko, na co wskazuje dobry stan zachowania minerałów w skałach nawet dość miękkich jak łupki bogate w łyszczyki. Jedynie co do otoczków kwarców żyłowych i skał krzemionkowych typu lidytów i rogowców można by twierdzić, że pochodziły one z terenów dalekich od basenu sedymentacyjnego, a nawet z drugorzędnego złoża.

Charakterystyka petrograficzna właściwej arkozy i piasków arkozowych

Według współczesnej systematyki skał osadowych (Szwecow 1948) arkoza jest skałą osadową klastyczną o wielkości ziarn 2 mm — 0,1 mm, zawierającą co najmniej 25% skaleń, scementowaną najczęściej produktami roztarcia i wietrzenia chemicznego głównych składników detrytycznych skały, a więc pyłem kwarcowo-skaleniowym, kaolinem, węglanami, tlenkami żelaza. Skały o wymienionym składzie mineralnym lecz niescementowane noszą nazwę piasków arkozowych.

Arkozy i piaski arkozowe okolic Chrzanowa są gruboziarniste (średnia wielkość ziarna 0,5—1 mm średnicy), rzadziej średnioziarniste (średnia wielkość ziarn około 0,3 mm). Przeważają osady luźne, a więc piaski arkozowe. Procent skaleń wraz z kaolinem jako produktem ich wietrzenia rzadko przekracza 25%. Resztę stanowi kwarc, ilasto-żelaziste, rzadziej

wapienne spoiwo (w skałach scementowanych), masa wypełniająca (angielskie „matrix”) zbudowana z pyłu kwarcowo-skaleninowego i kaolinu — oraz okruchy skał drobnoziarnistych. Arkozy i piaski arkozowe kwaczalskie — aczkolwiek niewątpliwie wpadają w pole arkoz diagramu systematyki skał klastycznych — zbliżają się jednak do granicy piaskowców kwarcowych, względnie (typy bogate w okruchy skał drobnoziarnistych) do szarogłazów bogatych w skalenie.

Bliższe dane o arkozach i piaskach arkozowych z różnych odsłoneń okolic Chrzanowa są następujące:

1. Arkoza i piaski arkozowe z Kwaczały. Okaz arkozy dostarczony przez dr Siedleckiego (Wąwóz na W od wsi, przy drodze. Próba 5 od dołu) jest arkozą gruboziarnistą z partiami zlepieńcowatymi. Ziarno jest źle wysortowane i wykazuje wybitnie złą obróbkę mechaniczną. Skała jest barwy jasnej, różowawo-białej, słabo scementowana a spoiwo zostawia przy rozcieraniu na palcach biały pył. Średnia wielkość ziarna wynosi 0,5 mm średnicy (wahania od 0,04—1 mm). W partiach zlepieńcowatych ziarna dochodzą do 0,5 cm średnicy. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący (w obj. %):

Kwarc	48
Skaleń potasowy	20
Syderyt i wodorotlenki żelaza	19
Kaolin	4
Okruchy rogowców i kwarcytów	9

Suma procentu skalenia i kaolinu wynosi tu tylko 24, podwyższa się jednak do 30, gdy pominie się syderyt i wodorotlenki żelaza, które to minerały są przypuszczalnie epigenetyczne, gdyż wypełniają spękania ziarn. Skaleń potasowy występuje głównie w postaci mikropertytu i jest na ogół świeży, czasem jest wypełniony agregatami kaolinu. Zdarzają się okruchy granitu pismowego. Spoiwo względnie masa wypełniająca zbudowana jest z kaolinu o charakterystycznej budowie sferulitycznej oraz z substancji żelazistej, w której przeważa nieco utleniony syderyt o zabarwieniu czerwono-żółtym i charakterystycznej dla tego minerału dwójłomności i współczynnikach załamania. Substancja żelazista przeraasta spoiwo, zakrywa być może inne składniki, występujące w innych okazach arkozy. Dlatego brak w wynikach analiz biotyту i sercyту.

Piaski arkozowe towarzyszące arkozie wykazują następujące cechy petrograficzne: Ziarno jest źle wysortowane i wykazuje nieznaczną obróbkę mechaniczną. Wielkość ziarna jest bardzo różna w różnych poziomach, w niektórych poziomach występuje ostrokrawędzisty gruz okruców skaleninowo-kwarcowych o ziarnach do 1 cm. Gruz ten ma czasem charakter rozkruszonych lecz nie rozdrobnionych do pojedynczych ziarn kwarcu i skalenia okruców granitów i gnejsów.

Poddany analizie mikroskopowej piasek arkozowy był drobnoziarnisty, o przeciętnej wielkości ziarn 0,2 mm (wahania 0,02—0,5 mm). Skaleń potasowy zachował się w świeżej formie jedynie w postaci mikroklinu, który jest podrzędny, natomiast obfitszy ortoklaz i mikropert jest silnie skaolinizowany. Kaolin wypełnia wnętrza ziarn i tworzy agregaty sferulityczne, stanowiące utwory pylaste osadu. Biotyt jest oliwkowo-brunatny, silnie pleochroiczny, powstaje przypuszczalnie z częściowego przeobraże-

nia biotyту czerwono-brunatnego, charakterystycznego dla otoczków granitu i gnejsów oraz arkoz scementowanych. Często jest piryт w ziarnach regularnych, przeobrażony w limonit lub hematyt. Przybliżony skład mineralny analizowanego piasku jest następujący (w % obj.):

Kwarc	59
Skaleń potasowy	23
Kaolin	9
Biotyt	3
Muskowit i serycyт	4
Cyrkon	1
Piryт i tlenki żelaza	1

Analizowany piasek pochodził z dolnych serii osadu odsłoniętego w wąwozie na W od wsi Kwaczała. Próbki piasków pobrane z wyższych poziomów były więcej zwietrzałe, wykazując znaczniejszy procent kaolinu w stosunku do skaleń. Fakt ten, a także silniejsze zwietrzenie skaleń w piaskach niż w arkozie scementowanej wskazują, że proces kaolinizacji jest procesem zachodzącym już po sedymentacji arkozy.

2. Arkozy z wąwozu na N od Zagórz a. Zanalizowano mikroskopowo kilka typów arkoz o różnej strukturze, teksturze, rodzaju spoiwa i składzie mineralnym. Różnice te wyrażają się między innymi w następujących liczbach: (% obj.)

	I	II	III	IV
Kwarc	38,5	21,1	34,0	35
Skaleń potasowy	23,1	17,0	18,4	15
Kaolin	1,8	3,3	2,8	17
Okruchy skał kwarcowych i gnejsów	22,3	5,8	19,2	20
Biotyt	1,0	0,9	0,7	1
Muskowit i serycyт	1,3	1,4	1,0	1
Chloryт		3,3	0,8	
Agregaty ilasto-żelaziste		11,2	0,5	11
Spoiwo limonitowo-syderytowe	12,0			
Spoiwo wapienne		36,0	22,6	
Średnia wielkość ziarna w mm średnicy	0,3	0,15	0,5	1

Struktura okazów I, III i IV odpowiada strukturze piaskowców średnio- i gruboziarnistych, w teksturze nie zaznacza się kierunkowość. Natomiast skała II jest drobnoziarnistym łupkiem arkozowym. Próbka I scementowana jest głównie syderytem, próbki II i III kalcytem, próbka IV zawiera bardzo skąpe spoiwo serycytowo-kaolinowe. Zarówno kalcyт jak i syderyт wraz z tlenkami żelaza są wyraźnie epigenetyczne, tworzą często drobne żyłki w spękaniach kwarcu i skaleń. Spoiwu wapiennemu towarzyszy zawsze mniejsza lub większa ilość wodorotlenków żelaza, przenikających ziarna kalcyту i przypuszczalnie infiltrowanych później niż spoiwo wapienne (rys. 5).

Jak widać z liczb dotyczących składu mineralnego arkoz, ilość skaleń i kaolinu stoi często poniżej normy wymaganej dla arkozy i zaledwie dochodzi do tej normy po pominięciu spoiwa epigenetycznego, rzadko ją przekracza. Obfitość okruchów skał krzemionkowych, należących do rogowców i kwarcytów metamorficznych, rzadko gnejsów oraz agregatów

ilasto-żelazistych, należących być może do zwietrzałych skał zasadowych, przesuwają omawiane arkozy w kierunku pola szarogłazów bogatych w skalenie.

Charakterystycznymi składnikami mineralnymi omawianych typów arkoz są obok kwarcu: skałen potasowy, w którym rozpoznaje się najczęściej mikropertyt lub mikroklin, inne gatunki skaleni są zmętniałe lub wypełnione agregatami sferulitycznego kaolinu; biotyt, najczęściej zupełnie świeży, barwy czerwono-brunatnej, silnie pleochroiczny, zawierający wrostki cyrkonu z polami pleichroicznymi; muskowit oraz serycyt i bladozielony chloryt, często z siatką sagenitową rutylu.

3. Arkoza spod melafirów z miejscowości Poręba-Belweder. Ze względu na średnią wielkość ziarna wynoszącą 0,5 mm średnicy skała odpowiada strukturze piaskowca gruboziarnistego, jednak analizowany okaz zawiera wkładki zlepieńcowate z okruchami białych i różowych kwarców oraz szarych rogowców, dochodzącymi do 1,5 cm średnicy. Skała jest barwy jasnej, biało-różowej, słabo scementowana, przy rozcieraniu pozostawia na palcach biały pył kaolinowy. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący: (w % obj.)

Kwarc	41
Okruchy skał kwarcowych	19
Skałen potasowy	17
Okruchy gnejsów	1,5
Okruchy krzemieni i rogowców	3
Biotyt	1
Muskowit	3
Tlenki żelaza	0,5
Agregaty serycytowo-kaolinowe	14

Obraz mikroskopowy skały analizowanej różni się tym od dotychczas opisanych, że wśród skaleni przeważa mikroklin z wyraźną kratką bliźniaczą, rzadki lub nie spotykany w innych opisanych okazach. Obok mikroklinu występują ortoklaz i mikropertyt, zbliżniaczone często według prawa karlsbadzkiego (fot. 5). Biotyt jest przeważnie barwy czerwono-brunatnej, bardzo świeży. Obok niego występuje trawiasz zielony chloryt z siatką sagenitu. Ten sam czerwono-brunatny biotyt występuje obok skalenia potasowego w okruchach gnejsów. Skała zawiera bardzo skąpe spoiwo w postaci obwódek serycytowych, występujących dokoła ziarn detrytycznych. Obok właściwego spoiwa występuje między większymi ziarnami masa wypełniająca, zbudowana z agregatów kaolinu, serycytu i kwarcu.

4. Arkoza spod melafirów Alwerni. W porównaniu z innymi typami analizowanych arkoz okaz pobrany spod melafirów Alwerni jest bardziej drobnoziarnisty (średnia 0,3 mm) i ciemniejszy. Skała łatwo się kruszy, jest prawie pozbawiona jednak białego pyłu kaolinowego. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący:

Kwarc	36 (% obj.)
Okruchy skał kwarcowych	25
Okruchy krzemieni i rogowców	0,5
Okruchy gnejsów	10
Biotyt	1
Muskowit	0,25
Tlenki żelaza	1,25
Spoiwo serycytowo-żelaziste	3
Skałen potasowy	23

Skaleń potasowy występuje głównie w postaci mikropertytu, który jest tylko bardzo nieznacznie skaolinizowany. W spoiwie i masie wypełniającej brak jest wyraźnych skupień kaolinu, przeważa serycyt, drobnoziarnisty kwarc i tlenki żelaza. Niektóre skupienia tlenków żelaza mają charakter zwietrzałych skał zasadowych.

Uwagi ogólne o charakterze petrograficznym arkoz

1) Skały te są słabo scementowane lub też występują jako luźne piaszki arkozowe. Spoiwo ma zmienny charakter, może być wapienne, żelaziste lub serycytowe. Ten ostatni typ spoiwa tworzył się syngenetycznie, dwa pierwsze są przypuszczalnie epigenetyczne. Luźne piaszki arkozowe przeważają w profilu w stosunku do arkoz właściwych.

2) Pod względem składu mineralnego arkoza kwaczalska charakteryzuje się stosunkowo nieznaczną — jak na skały tego typu — ilością skalenia, który należy przeważnie do mikropertytu. Procent skalenia wraz z kaolinem i serycytem jako produktami ich rozkładu dochodzi zaledwie do 25, który to procent jest przyjęty za minimalny, aby można skałę klastyczną typu piaskowca zaliczyć do arkoz. Duży procent okruchów skał drobnoziarnistych zbliża niektóre typy arkozy kwaczalskiej do szarogłazów bogatych w skalenie. Od typowych szarogłazów różni się jednak arkoza kwaczalska ubóstwem spoiwa ilastego.

3) Obecność okruchów skał drobnoziarnistych w licznych próbkach arkozy kwaczalskiej, analogicznych do niektórych otoczaków z wkładek żwirowych arkozy, (gnejsy, skały krzemionkowe) wskazuje na to, że materiał detrytyczny arkoz przynajmniej częściowo zbudowany jest z tych samych elementów mineralnych, z których składają się otoczki żwirów.

Charakterystyka petrograficzna wkładek i otoczaków ilastych w arkozie. Jak podaje St. Siedlecki ogólną cechą glin względnie ilów z wkładek występujących w arkozie jest barwa czerwona lub fiołkowa, czasem brunatna lub też czerwona z zielonymi plamami. Dostarczony nam przez dr Siedleckiego okaz pochodził z drugiego wąwozu na W od wsi Kwaczała i miał charakter ilu mułkowatego o niewyraźnej laminacji i łupkowatości, barwy wiśniowej, przechodzącej plamisto w szaro-zieloną. W obrazie mikroskopowym laminacja skały zaznacza się bardzo wyraźnie w równoległym ułożeniu blaszek łyśczyków oraz naprzemianległością równoległych warstewek bogatszych i uboższych w tlenki żelaza (fot. 6). Ziarno wszystkich składników mineralnych jest drobne, nie przekracza 0,05 mm, wyróżnić jednak można następujące minerały: kwarc, skaleń potasowy, biotyt oliwkowo-brunatny, chloryt, serycyt, brunatnoczarne tlenki żelaza, rdzawe w świetle odbitym.

Otoczak ilasty, dostarczony również przez dr Siedleckiego pochodzi z górnego progu pierwszego wąwozu na W od wsi Kwaczała. Jak podaje w wymienionej pracy dr Siedlecki otoczaki tego typu spotyka się w obrębie arkozy w postaci brył o rozmiarach kilku do kilkunastu cm średnicy, czasem powyżej 30 cm. Najczęściej otoczaki bywają zaokrąglone i nieco spłaszczone, czasem prawie kuliste.

Analiza mikroskopowa wykazała, że skład mineralny otoczaka jest podobny jak poprzednio opisanej wkładki ilastej, jedynie wyższy jest procent substancji ilasto-żelazistej. Laminacja zaznacza się bardzo niewyraźnie. Interesujące jest zjawisko występowania w obrębie analizowanego

otoczaka okruchów skał ilastych jeszcze bogatszych w substancję ilasto-żelazistą niż otoczek; jeden z okruchów zawierał obok nieprzeźroczystej masy czerwono-brunatnej ślady kwarcu i skalenia, drugi składał się z substancji igiełkowatej silnie dwójłomnej.

Minerały ciężkie arkozy kwaczalskiej

Wyodrębniono przy pomocy bromoformu minerały ciężkie z kilku próbek arkozy kwaczalskiej i przeprowadzono analizę ilościową w preparatach mikroskopowych. Wyniki analizy są następujące:

1. **K w a c z a ł a.** Obliczono procenty objętościowe różnych gatunków minerałów ciężkich oraz procenty ilości ziarn. Otrzymane liczby są różne ze względu na różną wielkość ziarna różnych minerałów:

	Procenty objętościowe	Procenty ilości ziarn	Wielkość ziarn w mm
Cyrkon	21,8	40,0	0,1
Cjanit	28,8	12,5	0,37
Granat	18,1	17,5	0,17
Turmalin	12,5	7,5	0,24
Rutyl i anataz	2,5	5,0	0,12
Staurolit	11,7	12,5	0,16
Apatyt	4,6	5,0	0,15

Najwyższy stopień idiomorfizmu wśród wymienionych minerałów wykazuje cyrkon, który występuje zazwyczaj w krótkich słupkach zakończonych podwójną piramidą lub też w słupkach wydłużonych, rzadziej w ziarnach obtoczonych. Cjanit tworzy znacznie większe od cyrkonu kanciaste ziarna, wykazujące czasem charakterystyczną łupliwość i kąt znikania światła 30° . Granat w nieprawidłowych okruchach jest barwy blado-różowej lub zupełnie bezbarwny. Turmalin występuje w ziarnach o różnych barwach, przeważa jednak turmalin o pleochroizmie od ciemnooliwkowego lub czerwono-brunatnego do jasnożółtego. Rzadszy jest turmalin barwy ciemnoniebieskawoszarej lub niebieskiej z odcieniem fiołkowym. Rutyl tworzy czasem regularne słupki i bliźniaki kolankcwe, natomiast anataz występuje w okruchach nieregularnych. Nieprawidłowe okruchy staurolitu tworzą czasem jakby formy szkieletowe, wskutek wykruszenia wrostków i przerostów innych minerałów. Drobne ziarna apatytu występują w kanciastych okruchach. Tlenki żelaza i biotyt zostały pominięte przy obliczaniu stosunku ilościowego minerałów ciężkich.

2. **P o r ę b a B e l w e d e r.** Podajemy stosunki ilościowe minerałów ciężkich w procentach objętościowych i średnie wielkości ziarn, te ostatnie wskażą kierunek przesunięcia stosunków, gdy uwzględnimy procenty ilości ziarn:

	Procenty objętościowe	Średnie wielkości ziarn w mm średnicy
Cyrkon	13,3	0,05
Cjanit	25,3	0,16
Turmalin	30,1	0,17
Rutyl i anataz	7,3	0,1
Staurolit	16,0	0,1
Apatyt	8,0	0,1

Zespół ten różni się od poprzednio podanego brakiem granatu i nieco mniejszą wielkością ziarn. Taka różnica może być wywołana zmiennością facjalną osadu lub też być zupełnie przypadkowa.

3. Alwernia. Otrzymano następujące wyniki analiz:

	% obj.	Wielkość ziarn w mm
Cyrkon	13,7	0,05
Cjanit	28,0	0,07
Granat	5,3	0,05
Rutyl i anataz	43,0	0,07
Minerały nieoznaczalne	10,0	

Mniejsze ziarno u cięższych minerałów jest spowodowane drobnoziarnistością analizowanego osadu z Alwerni. Nieobecność turmalinu i cjanitu może być spowodowana odsegregowaniem tych ziarn do osadów o grubszym ziarnie.

Uwagi ogólne o minerałach ciężkich arkozy kwaczalskiej. Minerały ciężkie, których obecność stwierdzono w arkozie kwaczalskiej, są charakterystyczne dla skał magmatycznych kwaśnych oraz skał metamorficznych. Jednakże z wyjątkiem mało odpornego na wietrzenie apatyty wszystkie inne wymienione minerały znoszą dłuższy transport, a nawet niektóre jak: cyrkon, rutyl, cjanit mogą przetrwać kilka cykli sedymentacji. Z tego też względu stwierdzone w arkozie kwaczalskiej minerały rzadkie nie dają wskazówek dla wniosków paleogeograficznych.

Uwagi sedymentologiczne i paleogeograficzne oparte na danych petrograficznych o Arkozie Kwaczalskiej

Na podstawie swych obserwacji terenowych oraz materiału dyskusyjnego z literatury dotyczącej genezy arkoz, St. Siedlecki streszcza swój pogląd na genezę arkozy kwaczalskiej w następującym wniosku: „Arkoza kwaczalska stanowi sedyment piedmontowy, osadzony na przedpolu Prakarpat w okresie środkowo-stefańskim“. Zdanie to daje nam już pewien obraz ukształtowania terenu i warunków sedymentacji, który to obraz uzupełnia St. Siedlecki w dalszym ciągu swej rozprawy bliższymi szczegółami co do przebiegu sedymentacji.

Od petrografów oczekuje się bliższych danych co do litologii terenu, dostarczającego materiału detrytycznego oraz sprawdzenia i uzupełnienia wniosków sedymentologicznych uzyskanych na podstawie badań terenowych.

Jak podkreślano we wstępie badania nasze oparte były na stosunkowo niewielkiej ilości analiz i nie miały charakteru systematycznych studiów petrograficznych i petrologicznych, które winny być przeprowadzone w przyszłości. Już jednak na podstawie przytoczonych tu analiz wysuwają się pewne ważne fakty, które podkreślimy:

1) Zarówno charakter obróbki mechanicznej materiału jak i jego skład mineralny świadczy o tym, że sedymentacja jego zachodziła szybko i w niewielkiej odległości od terenu erodowanego.

2) Górotwór dostarczający materiału dla tworzenia się arkoz, zbudowany był głównie ze skał bogatych w skaleń potasowy i biotyt, przypuszczalnie o charakterze skał zmetamorfizowanych. Skałom tym towarzyszyły skały wylewne i ich tufy, przeważnie typu riolitowego.

3) Najwięcej analogii petrograficznych ze żwirami arkozy kwaczalskiej znajdzie się przypuszczalnie wśród egzotyków karpackich, przy czym masyw dostarczający materiału dla arkozy kwaczalskiej miał charakter petrograficzny bardziej jednostajny i bardziej alkaliczny w porównaniu z egzotykami Karpat Wadowickich. Fakt ten jest zrozumiały o ile się przyjmie, że w starszych okresach geologicznych erodowane były brzeżne strefy bardziej alkaliczne masywu prakarpackiego.

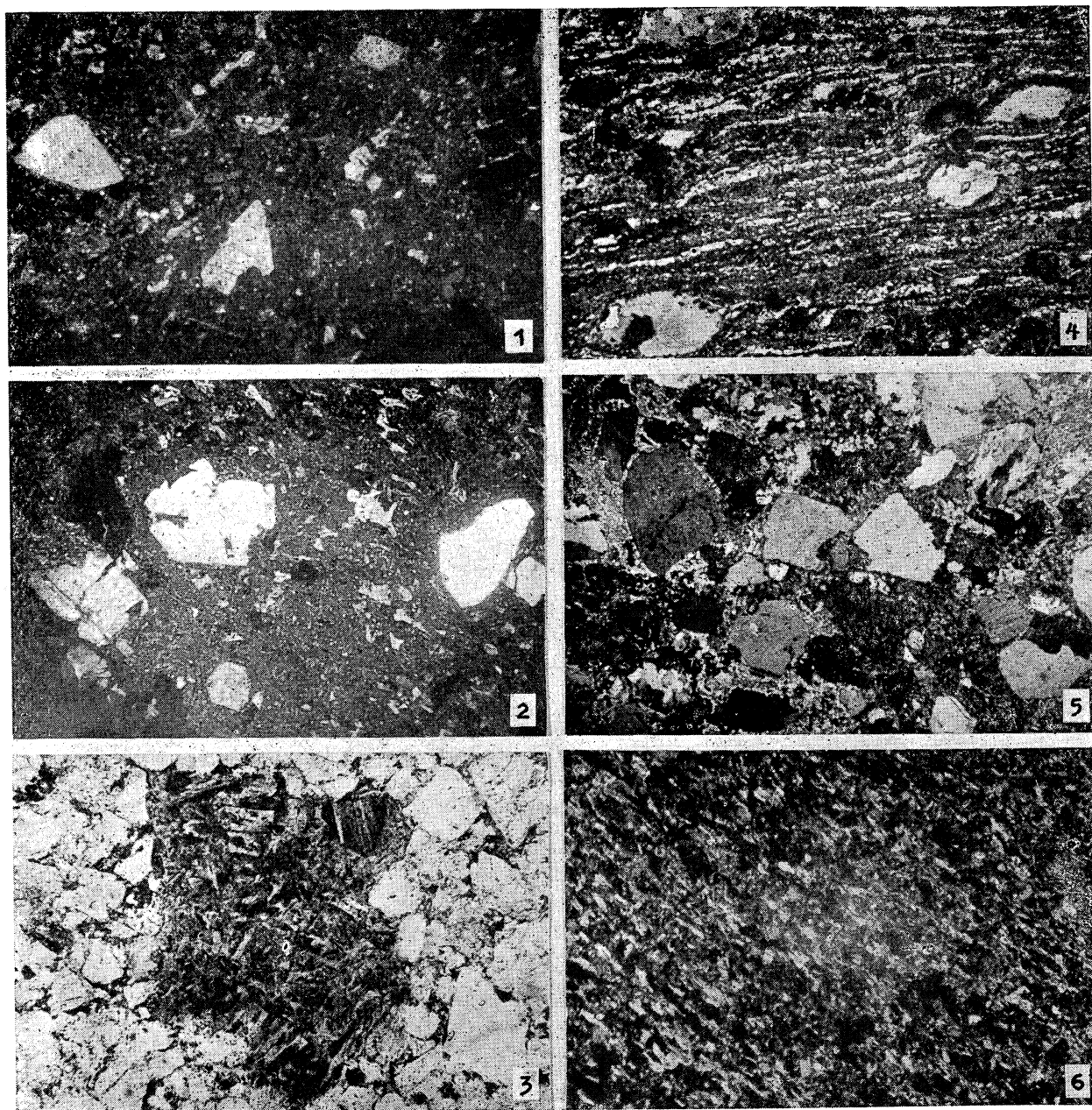
4) Podobieństwo składu mineralnego niektórych otoczków wkładek żwirowych i drobnych okruchów facji piaszczystej osadu — daje jedną z ilustracji zmiennej szybkości sedymentacji. Przy szybszej sedymentacji tereny wypiętrzone dostarczały żwirów, przy wolniejszej żwiry te ulegały rozkruszeniu na piasek.

5) Analiza składu mineralnego właściwego osadu arkozowego, którego próbki zostały pobrane z kilku odsłonieć, doprowadziła do wniosku, że istotnie mamy tu do czynienia z arkozą względnie piaskiem arkozowym, które to osady uważa się za charakterystyczne dla postorogenicznych faz sedymentacji (Krynine 1948) o dużym nasileniu szybkości składowania materiału detrytycznego. Stosunkowo znaczny procent drobnoziarnistych skał kwarcowych, między innymi chemicznego i biochemicznego pochodzenia w niektórych typach arkozy — przesuwają arkozę kwaczalską w kierunku pola systematycznego bogatych w skalenie szarogłazów, osadów charakterystycznych dla stadium zasypywania i zanurzania geosynkliny. Według St. Siedleckiego „stożki napływowe łączyły się zapewne w zespół, zasypujący starszą poasturyjską rzeźbę terenu“. Wskutek zanurzania się basenu sedymentacji dostawały się do niego nie tylko materiały z wypiętrzonego w fazie asturyjskiej krystalicznego górotworu granitognejsów, ale także długowieczny materiał kwarcowo-rogowcowy z terenów sąsiednich.

6) Analiza wkładek i otoczków ilastych w arkozie wykazała, że zbudowane są one z tego samego materiału co arkoza, tylko więcej rozdrobionego i osadzanego bardzo powoli w lokalnych zbiornikach wodnych: Obecność ilastych okruchów starszych w obrębie otoczków ilustruje periodyczność wysychania osadów wody stagnującej i ich erozji przez wodę płynącą.

Zagadnienie kaolinizacji arkozy kwaczalskiej

Ogólnie znane są dwa typy środowisk, w których może zachodzić proces kaolinizacji skał: jedno z nich wiąże się genetycznie z fazą hydrotermalną procesu krystalizacji magmy, drugie z procesami wietrzeniowymi, zachodzącymi w temperaturze niskiej, przy dostatecznej wilgotności i w terenie zakwaszonym, przykrytym szatą roślinną. St. Małkowski rozważając problem kaolinizacji arkoz Zagłębia Pilzneńskiego (1925), przyjmuje możliwość tworzenia się złóż kaolinu w arkozie pod działaniem „gromadzących się w głębi niecki pilzneńskiej wód artezyjskich, nasycanych bezwodnikiem węglowym, dzięki obecności tamże licznych pokładów



węglowych". Na zakończenie swej rozprawy stwierdza, że w podobny sposób można tłumaczyć występowanie skaolinizowanych arkoz w sąsiedztwie pokładów węglowych na obszarze Polskiego Zagłębia Węglowego. O arkozie kwaczalskiej i przyczynie jej kaolinizacji St. Małkowski nie wspomina, można by się jednak zastanowić nad przyjęciem powyższego wyjaśnienia i dla interesujących nas osadów. Pewne zastrzeżenia budzi tutaj fakt zaobserwowany, że serie wyższe osadów są tu więcej skaolinizowane aniżeli dolne i że arkozy z pod melafirów są mniej skaolinizowane, aniżeli arkozy przykryte więcej przepuszczalnymi osadami. O ile by te pojedyncze obserwacje znalazły potwierdzenie w odniesieniu do całego terenu arkoz Zagłębia należałoby przyjąć, że proces kaolinizacji jest tu procesem wietrzeniowym.

Poza problemem środowiska, w którym zachodziła kaolinizacja, nasuwa się zagadnienie czasu tejże kaolinizacji. Wysunęliśmy poprzednio przypuszczenie, że kaolinizacja zaszła już po utworzeniu się osadu, gdyż w osadach scementowanych proces kaolinizacji zachodził mniej intensywnie a cementacja osadów była przypuszczalnie epigenetyczna. Pewne światło na czasowe umiejscowienie procesu rzuca nam obecność skrzemieniałych pni araukarii. Skrzemieniałe lasy araukariowe znane są w osadach arkozowych np. skrzemieniały las jurajski w Cleveland Hills (H a t c h 1950) i przyjmuje się na ogół, że krzemionka impregnująca pnie obumarłe jest produktem procesu kaolinizacji przy którym zawsze wydziela się koloidalna krzemionka. Zastanawiającym jest fakt, że wydzielająca się przy procesie kaolinizacji krzemionka nie cementowała osadu lecz zatrzymana została jedynie przez pnie araukarii. Widocznie w czasie procesu kaolinizacji warunki klimatyczne były tego rodzaju, że wydzielająca się przy kaolinizacji krzemionka była odprowadzana z wodą deszczową, a złożone wraz z osadem jako allochtoniczne (według Siedleckiego) pnie araukarii adsorbowały tę substancję, wnikałą w obumarłe już tkanki drewna.

Przyjmując, że sylifikacja pni araukarji zachodziła mniej więcej równocześnie z procesem kaolinizacji skaleni należy przyjąć, że proces ten zachodził po utworzeniu się osadu arkozy kwaczalskiej, lecz przed jego zasypianiem młodszymi utworami, gdyż inaczej nieskrzemieniałe pnie araukarji uległyby zbutwieniu.

Można jednakże przypuścić, że proces kaolinizacji arkozy kwaczalskiej zachodził w różnych stadiach i w różnych okresach geologicznych — a raz zapoczątkowany może się dalej rozwijać, gdy tylko zaistnieją odpowiednie warunki.

Z Zakładu Mineralogii
i Petrografii UW

LITERATURA

1. Zaręczny S. (1894) Atlas geologiczny Galicji. „Tekst do zesz. 3. Kom. Fizjogr. Ak. Um.“.
2. Małkowski S. (1925) O zbiorowisku wód artezyjskich jako środowisku powstawania kaolinu. *Archiwum Pracowni Mineralogicznej Tow. Naukowego Warszawskiego*. Tom. I.
3. Nowak J. (1927) Zarys tektoniki Polski. (L'ensemble de la tectonique de Pologne). Kraków.

4. Krynine P. D. (1948) The megascopic study and field classification of sedimentary rocks. *Journ. Geol.* Vol. 56. N. 2.
5. Wieser T. (1948) Egzotyki krystaliczne w Kredzie Śląskiej okolic Wadowic. (Crystalline exotic blocks in the Silesian Cretaceous of the Wadowice area (*Rocznik P. T. G. Tom XVIII. Ann. d. la Société Géol. de Pologne*)).
6. Szewcowa M. S. (1948) Petrografia osadoczych porod.
7. Hatch F. H., Rastall R. H. (1950) The petrology of the sedimentary rocks.
8. Siedlecki S. (1951) Utwory stefañskie i permskie we wschodniej części Polskiego Zagłębia Węglowego. *Acta Geologica Polonica* vol. II.

OBJAŚNIENIE TABLICY XI

1. Riolit ze żwirów arkozy kwaczalskiej. Prakryształ skalenia potasowego ze śladami resorpcji magmatycznej. Ciasto skalne szkliste, szkliwo częściowo przekrystalizowane, światło spolaryzowane. Nikole skrzyżowane. Powiększenie. $\times 65$
2. Riolit ze żwirów arkozy kwaczalskiej. Widoczne prakryształy kwarcu ze śladami resorpcji i częściowo skaolinizowanego skalenia potasowego. Światło zwykłe. Powiększenie $\times 40$
3. Ze żwirów arkozy kwaczalskiej. Piaskowiec z okrucem zsylikowanego diabazu. Światło zwykłe. Powiększenie $\times 41$
4. Paragnejs oczkowy ze żwirów arkozy kwaczalskiej. W oczku skałen potasowy i kwarc. Wokoło warstewki zbudowane z kwarcu skalenia i biotyту. Światło spolaryzowane. Nikole skrzyżowane. Powiększenie $\times 65$
5. Arkoza kwaczalska. Światło spolaryzowane. Nikole skrzyżowane. Powiększenie $\times 65$
6. Z wkładki ilastej w arkozie kwaczalskiej. Skała zbudowana z kwarcu, skalenia potasowego, biotyту, serycyту i chloryту oraz nieprzezroczystej substancji ilasto-żelazistej. Światło spolaryzowane. Nikole skrzyżowane. Powiększenie $\times 65$

ОБЪЯСНЕНИЕ ТАБЛИЦЫ XI

1. Риолит гравия квачальской аркозы. $\times 65$.
2. Риолит гравия квачальской аркозы. $\times 40$.
3. Песчаник с осколком силифицированного диабаз. $\times 41$.
4. Очковый парагнейс гравия квачальской аркозы. $\times 65$.
5. Квачальская аркоза. $\times 65$.
6. Квачальская аркоза. $\times 65$.

EXPLANATION OF PLATE XI

1. Rhyolite from the Kwaczała beds. Phenocryst of potassium feldspar slightly corroded Vitreous matrix partly recrystallized. Crossed nicols, $\times 65$
2. Rhyolite from the Kwaczała beds. Quartz strongly corroded, potassium feldspar partly kaolinised, $\times 40$
3. Kwaczała arkose with a fragment of silicified diabase, $\times 41$
4. Augenparagneiss from the Kwaczała beds. Augen formed by potassium feldspar and quartz. Laminae consist of quartz, feldspar and biotite. Crossed nicols, $\times 65$
5. Kwaczała arkose. Crossed nicols, $\times 65$
6. Clay layer in the Kwaczała arkose. Quartz, potassium feldspar, biotite, sericite, chlorite and opaque argillaceous matter. Crossed nicols, $\times 65$

Резюме

Квачальские аркозы — одна из известных и характерных пород восточной части Польского Каменноугольного Бассейна — более двадцати лет возбуждали внимание петрографов в виду важных проблем относительно палеогеографии и условий образования осадочных пород, каковы могли бы быть разрешены только путем обстоятельного изучения этих пород.

За последнее время (1951 г.) Ст. Седлецким был установлен стефанский возраст этих осадков. Полевые наблюдения Седлецкого бросили новый свет на условия осаднения квачальских аркоз. Однако систематических лабораторных исследований до сих пор не производилось.

Авторами нынешней статьи был произведен опыт путем микроскопических анализ и выводов относительно происхождения обломочного материала и условий их отложения получить петрографическую характеристику главных составных типов осадка.

В серии отложений квачальских аркоз преобладают крупнозернистые и толстослоистые сцементированные либо-же совсем рыхлые фельдшпатовые песчаники. В них находятся включения и прослои гравия и глин; последние часто выступают в виде глинистых галек. Все находящиеся в аркозах виды горных пород были проанализированы в виде тоненьких пластинок и препаратов.

Петрографическим анализом была обнаружена незначительная степень химического выветривания, которому подверглась галька, из чего последовал вывод о незначительности пространства пройденного материалом и быстроте осаднения. Рядом с наиболее обыкновенными гальками жильных кварцов и роговиков гравий содержит гальку из гнейсов, гранитогнейсов, слюдистых сланцев, риолитов и песчаников. Минеральный состав гальки состоящей с магматических и метаморфических пород очень однороден.

Преобладающим полевым шпатом — калиевый полевой шпат принадлежащий к микропертитам; единственным темным минералом — темнокрасный биотит явственно плехроический и часто содержащий включения циркона с плехроическими полями. Следует предположить, что в состав горного массива доставляющего гальки входят горные породы богатых кремнезёмом и калием.

Некоторые из галек обнаруживают петрографическую аналогию с некоторыми пракарпатскими гальками из района Силезского мела в окрестностях Вадовиц исследованными тщательно за последнее время Т. Визером (1948 г.). Этим фактом подтверждается предположение Ст. Седлецкого о принадлежности квачальских аркоз к предгорным осадкам на предгории Пракарпат. В этом случае горный кряж доставлявший одновременно материал был расположен к югу от Угленосного Бассейна и был впоследствии закрыт карпатскими надвигами.

Петрографическим анализом подлинной аркозы обнаружен состав цемента в плотных осадках состоящего с серицита, солей железа либо известковый. Только первый род цемента по происхождении синтетический, два-же последние принадлежат к эпигенетическим. Содержание полевых шпатов в осадке редко превышает 25% — количество принятое за нижний предел, выше которого песчаники причисляется к ортокварцитам либо грауваккам.

В современной петрографии осадочных пород принято мнение о отложении аркоз во время стадии орогенного диастрофического цикла, либо же немедленно вслед за ним.

Согласно Ст. Седлецкому квачальские аркозы являются осадками, засыпывающими постастурийскую морфологию территории. Так как некоторые фации аркоз связаны переходами с изобилующими в полевые шпаты граувакками, следует предположить переход засыпываемого района с стадию погружения геосинклинали.

Анализ минерального состава аркоз доказывает тождество мелкозернистых обломочных пород входящих в состав аркоз с некоторыми породами найденными в гальке.

С вышеизложенного следует вывод о тождестве источника, из которого происходят как гальки так и составные части аркоз; климатические же условия а в связи с этим и периодическая изменчивость в скорости осажде-ния оказывали решающее влияние на величину и степень окатания зерна осаждаемого в седиментационном бассейне.

Минеральным исследованиям подтверждены были также глинистые прослой и гальки входящие в состав аркозовой свиты. Оказывается, минеральный состав этих пород тождествен с составом аркоз. Однако эти породы отличаются большим количеством глинистых минералов и окислей железа а также меньшей величиной зерна.

Глинистые прослой проявляют под микроскопом микроскопическую текстуру и ритмическую посменность слоечков более и менее изобилующих глинистым веществом. Относительно минерального состава глинистые валуны и гальки похожи на сланцеватые прослойки; однако они отличаются еще большим количеством глинисто-железистого непрозрачного вещества и содержат клочья глинистых пород уже раньше осадившихся и подвергнувшихся уплотнению.

Этой микроскопической картиной иллюстрируется процесс периодического, высыхания стоячих водоёмов, размывания уплотнившихся глин и вторичного. присоединения к осадкам сперва пелитическим, а затем песчанистым.

В заключительной главе своей статьи авторами обсуждается проблема причин и геологического возраста каолинизации квачальских аркоз. В 1925 г. Ст. Малковским было выдвинуто предположение о каолинизации аркоз лежащих на угленосных слоях под влиянием артезианских ювенильных вод насыщенных угольной кислотой во время прохождения их сквозь каменноугольные слои. Так как квачальские аркозы лежат в кровле продуктивной толщи — подобного рода объяснение причин каолинизации могло-бы быть принятым к сведению. Однако авторами указывается на необходимость дальнейших полевых исследований, которыми подтверждались гипотезы Ст. Малковского исключая каолинизацию под влиянием поверхностных вод.

Что-же касается геологического возраста каолинизации авторами допускается возможность этого процесса после окончания отложения аркоз до их покрытия младшими осадками.

С процессом каолинизации было связано выделение коллоидного кремнезёма, который по всей вероятности поглощался стволами араукарии выступающими теперь в осадках в окременелом виде. Если-б эти стволы были засыпаны до их окремнения, в таком случае подверглись-бы они превращению в уголь.

Институт Минералогии и Петрографии
Варшавского Университета

S U M M A R Y

The characteristic sediment of the Eastern part of the Polish Coal Basin, the arkose of Kwaczała, has been of interest for petrographers for a score of years because of important paleogeographic and sedimentologic problems which could be solved by an exact knowledge of these rocks. Recently St. Siedlecki (in 1951) defined its stratigraphical position as belonging to the Middle-Stephanian and his field observations gave some new elucidation as to the sedimentation conditions of the arkose. A systematic laboratory investigation of the arkose has not however been performed till now.

The authors made a preliminary attempt to obtain a petrographic characteristic of the chief types of the sediment and some conclusions as to the provenance of rock fragments and their sedimentation conditions.

The main part of the sediment is composed of a coarse-grained and coarse-bedded, poorly cemented arkose, but it contains also subordinate intercalations of gravels and clays, the last often in form of rounded pebbles. All the rock types were submitted to a microscopic analysis.

The investigation of gravels shows, that even pebbles composed of unstable minerals are preserved in a rather unaltered condition, so they must have been transported on a short distance. Besides the most abundant pebbles of vein quartz and chert the gravels contain feldspatic rocks as gneiss granite, mica schist, riolite, tuff and sandstone. The mineral composition of the magmatic and metamorphic rocks is rather uniform. The chief feldspar is the potash feldspar, namely microperthite and the only observed dark mineral is biotite of a characteristic red-brown colour, often with zircon inclusions and pleochroic halos. The rocks which afforded the detrital elements must have been rich in silica and potash. Some pebbles show a petrographic analogy with Precarpathian exotic rocks, investigated lately by T. Wieser (1948) in the Silesian Cretaceous of the Wadowice area. This fact confirms the supposition of St. Siedlecki that the detrital material of the investigated sediment derived from a Precarpathian mass, lying to the South of the Coal Basin and covered now with nappes of the Carpathian chain.

The petrographic analysis of the proper arkose sediment shows that the rocks are poorly cemented and mostly they are loose arkosic sands. The cement is composed of sericite, iron compounds or calcite, the first type of cement is syngenetic, whereas the two others are epigenetic. The percentage of feldspars in the rocks seldom exceeds 25% which amount is the lowest limit to call a sandstone arkose, otherwise it should be named an ortoquartzite or a greywacke. Arkose are supposed to be formed during or immediately after the orogenic stage of the diastrophic cycle. The arkose of Kwaczała was deposited (according to St. Siedlecki) after the Asturic orogenic stage. As they present petrographically a type passing in some facies into feldspatic greywacke one may suppose that the closing geosyncline reached the stage of beginning subsidence. Rock fragments composing a part of the arkose are similar to several types of pebbles forming the gravel intercalations. One may therefore suppose that the provenance of gravel and sand was connected with the same mass

and the variation of grain coarseness depended on climatic changes which conditioned the rapidity of sedimentation.

The clay intercalations and clay pebbles were also submitted to a microscopic analysis. It appeared that the mineral composition of arkose and clay is qualitatively similar. The clays are composed of quartz, feldspar, biotite, sericite but contain much more than the arkose opaque matter of iron oxides and clay minerals, in which only kaolinite can be recognized. The clay of the shaly intercalations demonstrated under the microscope a fine lamination with rhythmic variation of layers richer and poorer in argillaceous matter. — The clay pebbles show an analogy of mineral composition with clay intercalations but they seem to be more argillaceous and they contain fragments of formerly deposited and consolidated clays. This fact presents an illustration of sedimentary processes on the investigated area. Periodic playas filled up by clay sediments dried and indurated during the rainless season, fragments were eroded by running water in wet season, mixed up with clay again and finally, with increasing rainfall, were introduced as clay pebbles into the arenaceous sediment.

In the end part of the paper the authors consider the kaolinisation process of the investigated arkose, the cause, environment and geological time of the process. St. Małkowski in 1925 presumed that arkose lying upon coal beds could be kaolinised by deeper water, passing from underneath through coal seams and saturated with carbon dioxide. The arkose of Kwaczała overlying the Carboniferous beds could be altered in such a manner but the authors do not see at present enough field evidence to suppose such a process and to exclude the action of surface water. As to the geological time of the kaolinisation the authors presume that it took place after the deposition of the arkose but before covering it with younger sediments. The colloidal silica formed as a result of the kaolinisation impregnated the trunks of araucarias which were deposited as allochthonic within the sediments. If the trunks were covered with sediments before their lithification they would be changed to carbonaceous matter.

Institute of Mineralogy and Petrography
University of Warsaw