

PETROGRAFICZNE ODMIANY SKAŁY KWARCOWEJ Z REJONU WĄDROŻA WIELKIEGO (BLOK PRZEDSUDECKI) W NOWYCH ODSŁONIĘCIACH

PETROGRAPHIC VARIETIES OF QUARTZ ROCK FROM THE WĄDROŻE WIELKIE AREA (FORE-SUDETIC BLOCK) IN NEW OUTCROPS

KRYSTYNA WOŁKOWICZ¹

Abstrakt. W skałe kwarcowej z Wądroża Wielkiego, na podstawie charakterystycznych cech strukturalno-teksturalnych, wyróżniono cztery podstawowe typy: skałę kwarcową o strukturze nierównokrystalicznej, skałę drobnokrystaliczną, porowatą z dużymi kryształami kwarcu, kwarc żyłowy w zrostach wielokrystalicznych i kwarc żyłowy w zrostach heterogranularnych. Wspólną cechą wszystkich odmian skały kwarcowej jest wieloetapowy rozwój. Jest on widoczny w narastaniu kolejnych generacji kwarcu na starszych kryształach lub ich fragmentach i w zabliźnianiu młodszym kwarcem różnego rodzaju spękań. W różny sposób przejawia się metasomatyczna geneza skały. Oprócz skupień drobnego kwarcu, serycytu i reliktyw starszej mineralizacji kwarcowej, pospolite są drobne wpryśnięcia kalcytu w kwarcu. Geneza skały kwarcowej z Wądroża Wielkiego jest związana z roztworami hydrotermalnymi – z krystalizacją z tych roztworów oraz z ich metasomatycznym oddziaływaniem na skały wcześniejsze.

Słowa kluczowe: skała kwarcowa, blok przedsudecki, masyw Wądroża Wielkiego, roztwory hydrotermalne, metasomatoza.

Abstract. As evidenced by specific structural and textural features, the quartz rock from Wądroże Wielkie is represented by four basic petrographic types: (1) inequicrystalline quartz rock, (2) finely crystalline porous rock with large quartz crystals, (2) vein quartz in macrocrystalline intergrowths, and (4) vein quartz in heterogranular intergrowths. A common feature of all types of quartz rock is a multistage development. It is visible on the growing succeeding quartz generations on the older crystals and their fragments and in the fills of different kinds of fissures by the younger quartz. The metasomatic origin of the quartz rock is manifested in different ways. Small calcite inclusions in the quartz are common, accompanied by fine quartz, sericite and relics of earlier quartz mineralization. The origin of the quartz rock is related to the circulation of hydrothermal solutions and their metasomatic effect on the pre-existing rocks.

Key words: quartz rock, Fore-Sudetic Block, Wądroże Wielkie Massif, hydrothermal fluids, metasomatoses.

WSTĘP

Kwarc w rejonie Wądroża Wielkiego, Taczalina i Mikołajowic tworzy duże nagromadzenia o znaczeniu ekonomicznym. W Taczalinie i Wądrożu Wlk. znajdują się dwa złoża kwarcu żyłowego udokumentowane w kategorii C₁+C₂ o łącznych zasobach geologicznych wynoszących 679 tys. t. Znajdują się one w osłonie skaolinizowanych granitognej-sów (Sroga, Koźma, 2010; Wołkowicz, Sroga, 2011). Większa żyła zlokalizowana w Taczalinie ma długość ok. 1,3 km i miąższość dochodzącą do 30 m. Złoża zaliczono do III gru-

py zmienności ze względu na zróżnicowanie odmian kwarcu i zuskokowanie żyły. W rejonie Mikołajowic występuje szereg niewielkich żył (od 2 do 5 m miąższości i długości od kilkudziesięciu do 350 m) o wyjątkowej czystości kopaliny kwarcowej i korzystnej, z punktu widzenia procesu wzbogacania, strukturze (kwarc wielko- i grubokrystaliczny). Żyły te zalegają niemal pionowo w obrębie częściowo skaolinizowanych granitognej-sów (*op. cit.*).

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; e-mail: krystyna.wolkowicz@pgi.gov.pl.

Badany obszar wykazuje wiele podobieństw do innych wystąpień mineralizacji kwarcowej w rejonie masywu Strzegom-Sobótka, szczególnie do utworów w Kraskowie (Heflik, Smolarska, 1966) i Sadach (Heflik, Smolarska, 1962).

Prezentowane wyniki badań petrograficznych stanowią część rozprawy doktorskiej, mającej na celu wyjaśnienie genezy mineralizacji kwarcowej w rejonie Wądroża Wielkiego na podstawie badań inkluzji fluidalnych (Wołkowicz, 2015a).

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Obszar badań (fig. 1) znajduje się na bloku przedsudeckim, w obrębie struktury kaczawskiej, która jest zaliczana do Sudetów Zachodnich i zbudowana z dwóch kompleksów strukturalnych: dolnego – kompleksu kaczawskiego oraz górnego – osadów platformowych i wulkanitów karbonu górnego, permu, triasu, a także kredy górnej. Skały kompleksu kaczawskiego zostały zmetamorfizowane w facji zieleńcowej 350–340 Ma lat temu, ale lokalnie zawierają czytelne relikty wcześniejszych przeobrażeń metamorficznych (Kryza, Muszyński, 2003; Żelaźniewicz i in., 2011). Kompleks ten uznano za fragment przyzmy akrecyjnej, uformowanej w wyniku orogenezy waryscyjskiej (Baranowski i in., 1987, 1990; Kryza, Muszyński, 2003). Fragment kompleksu kaczawskiego wchodzi w skład bloku przedsudeckiego, stanowiącego jeden ze stopni systemu zrębowego paleogenu i neogenu o późnokarbońskich założeniach (Cwojdziański, Żelaźniewicz, 1995).

Metamorfik Wądroża Wielkiego jest zbudowany z gnejsów wieku proterozoicznego (Kozłowska-Koch, 1959) i kontaktuje od północy oraz od południa wzdłuż uskoku z łupkami paleozoiku (Berezowska, Berezowski, 1979b). Zdaniem Oberca (1972) powstał on w formie horstu prawdopodobnie w paleogenie–neogenie. Gnejsy metamorfiku Wądroża Wielkiego rozwojem strukturalnym i wykształceniem litologicznym przypominają ortognejsy metamorfiku izerckiego, czyli zmetamorfizowane górnokambryjskie granitoidy (Oberc, 1972; Oliver, Kelley, 1993). Żelaźniewicz i Aleksandrowski (2008) podają, że metamorfik Wądroża Wielkiego jest zbudowany ze słabo zdeformowanych grano-

diorytów wieku 548 ± 9 Ma, korelowanych z kadomskimi granodiorytami masywu łuzycckiego.

W czasie orogenezy waryscyjskiej skały kompleksu kaczawskiego prawdopodobnie nasuwały się w formie łusek i imbrykacji ku zachodowi na głębiej położone ortognejsy Wądroża Wielkiego (Cymerman, 2002).

Łupki otaczające masyw granitognejsowy Wądroża Wielkiego należą do osłony masywu strzegomskiego (Jamrozik, 1995). Po północnej i południowej stronie masywu występują łupki ilaste, szarogłazowo-ilaste i fyllity (*op. cit.*). Według Berezowskiej i Berezowskiego (1979b) masyw Wądroża Wielkiego od północy może kontaktować z łupkami kwarcowo-serycytowymi i kwarcytowymi kambriu i syluru, a od południa z łupkami szarogłazowymi i fyllitami, prawdopodobnie dewonu. Tietze zlokalizował żyłę kwarcową w Taczalinie wśród łupków fyllitowych (1924, *vide*: Uberna, 1959), a w 1925 r. na mapie (ark. Legnickie Pole) w bezpośrednim sąsiedztwie tej żyły zaznaczył łupki kwarcytowe i grafitowe. Według Czyżowej i Majerowicza (1965) żyły kwarcowe występują w obrębie granitognejsów, łupków kwarcytowych, grafitowych i szarogłazowych. Kozłowski i Metz (1989, 1990) w otoczeniu kwarcu żyłowego wymieniili kwarcyty grafitowe i łupki mikowo-kwarcowe.

W neogenie (miocen dolny – pliocen) gnejsy Wądroża Wielkiego i skały występujące w ich otoczeniu uległy kaolinityzacji (Berezowska, Berezowski, 1979b).

Żyły kwarcowe są przykryte utworami czwartorzędu, a miejscami prawdopodobnie paleogenu i neogenu (Czyżowa, Majerowicz, 1965).

DOTYCHCZASOWY STAN WIEDZY

Żyły w rejonie Wądroża Wielkiego przyjmują kierunki zbliżone do NW–SE lub N–S, sporadycznie NE–SW. Główna z nich, zlokalizowana w Taczalinie, przy ogólnym biegu WNW–ESE, zapada przypuszczalnie pod kątem 70° na SW (Czyżowa, Majerowicz, 1965). Według Berezowskiej i Berezowskiego (1979b) grubość żył mieści się najczęściej między 0,5 a 35,0 m, a ich maksymalna długość dochodzi do 1 km. Skały są silnie przeobrażone i zbudowane z mlecznego kwarcu, kaolinitu oraz serycytu. Zawierają enklawy zsylikowanych i zserycytyzowanych skał otaczających (*op. cit.*).

Według Berezowskiej i Berezowskiego (1979b) żyły kwarcowe stanowią utwory hydrotermalno-metasomatyczne utworzone na zluźnieniach tektonicznych. Grodzicki (1972) uważa, że powstały w „strefie dysjunkcji tektonicznych, uskoku i zdruzgotania, wypełniając powstałe szczeliny”, a występujące na powierzchni terenu fragmenty żył kwarcowych reprezentują ich korzeniowe partie, które powstały z roztworów hydrotermalnych uruchomionych prawdopodobnie w czasie orogenezy waryscyjskiej. Buduje je głównie mlecznobiały kwarc, przeważnie grubokrystaliczny, często o teksturze porowatej i bezładnej.

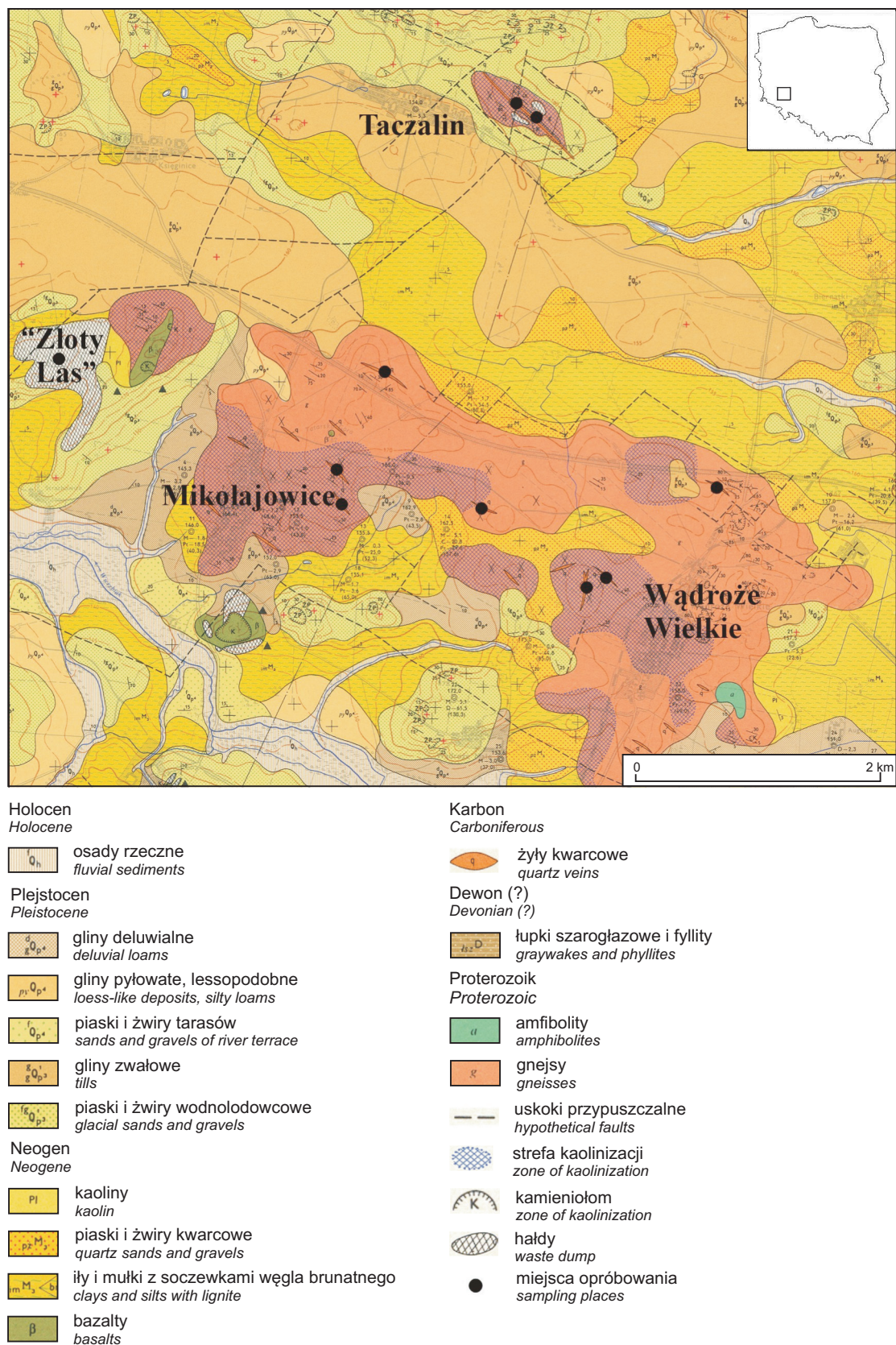


Fig. 1. Mapa geologiczna obszaru badań (wg Berezowskiej, Berezowskiego, 1979a)

Geological map of the study area (after Berezowska, Berezowski, 1979a)

Majerowicz i in. (1963, *vide*: Berezowska, Berezowski, 1979b) wyróżnili w kwarcu żyłowym cztery odmiany strukturalno-teksturalne, występujące w złożu bez jakiegokolwiek prawidłowości. Ilościowo dominująca odmiana pierwsza, zawierająca niewielkie ilości serycytu i wodorotlenków żelaza, jest zbudowana z mozaiki białych ziaren kwarcowych, wśród których wyróżniono dwie generacje: starszą, mniej liczną, złożoną z drobnych ziarenek o zarysach ksenomorficznych, wygaszających światło faliście i młodszą, zbudowaną z kryształów większych, wykazujących skłonności do automorfizmu, rzadko wygaszających światło faliście. Odmiana druga, wykazująca znamiona silnej kataklazy, odznacza się większym udziałem kwarcu drobnoziarnistego i mniejszymi rozmiarami gorzej wykształconych dużych kryształów. Odmiana trzecia, nie wyróżniająca się strukturą od pierwszej, zawiera większą ilość serycytu. W odmianie czwartej ilościowo przeważa kwarc drobnoziarnisty w asocjacji z serycytem i wodorotlenkami żelaza.

Według Majerowicza i in. (*op. cit.*) w żyłach na zachód od Wądroża Wielkiego występuje kwarc o strukturze nierównościarnistej, teksturze zbitej, bezładnej. Spękania w nim wypełniają związki żelaza, serycyt lub kwarc mleczny w formie drobnych żyłek. Wyróżniono dwie generacje kwarcu: starszą stanowią agregaty ziaren odznaczające się smużystym wygaszaniem światła; młodszą, dominującą ilościowo, jest reprezentowana przez hipautomorficzne ziarna kwarcu prawidłowo wygaszające światło. Sporadycznie występują apatyt, cyrkon i magnetyt (*op. cit.*).

Według Czyżowej i Majerowicza (1965) „skała kwarcowa w strefie złożowej Taczalina jest zróżnicowana petrograficznie pod względem strukturalnym i teksturalnym, w minimalnym stopniu pod względem mineralnym”. Autorzy wyróżnili kilka odmian kwarcu żyłowego:

- drobnoziarnistą, ksenomorficzną mozaikę i zrosty automorficznych, deformacyjnie nienaruszonych kryształów do 2 cm średnicy, zawierające fragmenty drobnoziarnistego kwarcu;
- skałę drobnoziarnistą ze skupieniami ziemistych substancji z dużymi ziarnami z widocznymi efektami silnych nacisków, wyrażonymi głównie w charakterystycznym smużystym wygaszaniu światła oraz w częściowej kataklazie. Kryształy miejscami są spękanne, poprzecinane lub zgranulowane w mylonityczną mozaikę;
- skałę kwarcową podobną do odmiany pierwszej, ale z licznymi brunatnymi smugami i strukturą od drobnoziarnistej do gruboziarnistej, z gniazdami minerałów ilastych;
- skałę ciemnoszarą często z odcieniem fioletowym o drobnoziarnistej strukturze i bezładnej, w małym stopniu porowatej, teksturze. Skała ta zawiera liczne, drobne, wzajemnie przecinające się żyłki kwarcu. W skupieniach kwarcu drobnoziarnistego występują duże ilości bezładnie występującego serycytu. Część serycytu jest zamknięta w większych kryształach kwarcu;

– skwarcytyzowaną skałę ościenną, prawdopodobnie granitognejs, w NW części złoża, zbudowaną z drobnokryształicznego kwarcu i skaolinityzowanych żółtawobrunatnych minerałów ilastych z serycytem i grudkami wodorotlenków Fe, będącymi najprawdopodobniej pseudomorfozami po piryty. Ziarna kwarcu w żyłkach są większe od ziaren tła skalnego.

Według Czyżowej i Majerowicza (*op. cit.*) w żyłach w Taczalinie dominuje odmiana pierwsza i częściowo druga z wymienionych, a zróżnicowanie skały zaznacza się w całym złożu.

W kwarcu z Taczalina występuje okruszcowanie pirytem. Na powierzchniach szczelin i w salbandach notowano strefy wzbogacone w ten minerał (Uberna, 1959). W kamieniołomach Wądroża Wielkiego piryty zaobserwowano na powierzchni szczelin i uskoków. W żyłach kwarcowych występuje on w formie wprysnięć do 1 cm średnicy (Grodzicki, 1972). W kwarcu żyłowym opisywano złoto (Grodzicki, 1972; Kozłowski, Metz, 1989, 1990 i inni), baryt, siarkosól miedziowo-antymonową z domieszką srebra (Wołkowicz, 2005), skałen potasowy, chloryt, illit, tytanit, ksenotym, monacyt, allanit, kasyteryt, galenę, sfaleryt, chalkopiryty, siarkosól miedziowo-arsenową, chromit, bizmut rodzimy i inne minerały (Wołkowicz, 2015a, b). Według tej autorki geneza większości minerałów akcesorycznych jest związana z działalnością roztworów pomagmowych lub warunkami wietrzeniowymi, a część z nich stanowi relikty przeobrażonych skał osłony metamorficznej.

W Kraskowie (Heflik, Smolarska, 1966) i Sadach (Heflik, Smolarska, 1962) w wystąpieniach kwarcowych wykazujących wiele podobieństw do rejonu Wądroża Wielkiego, powszechnie stwierdzano obecność zsylikowanych i serycytyzowanych enklaw skał otaczających (Kozłowski, Metz, 1989; Heflik, Smolarska, 1962). Wyróżniano tam dwie zasadnicze generacje kwarcu: starszy kwarc gruboziarnisty, zawierający liczne wrostki cieczy lub gazów oraz młodszy, drobnokryształiczny, często tworzący żyłki (Heflik, Smolarska, 1962, 1966). Stwierdzano obecność częściowo skaolinityzowanego serycytu, muskowitu, illitu, piryty, chalkopiryty, getytu i śladowe zawartości Cu, Zn, Pb i As. W wymienionych wystąpieniach kwarcu, podobnie jak w rejonie Wądroża Wielkiego, ukierunkowanie głównych żył jest zbliżone do NW–SE (*op. cit.*). Wystąpieniom tym jest przypisywana geneza hydrotermalna, związana z intruzją granitoidową Strzegom–Sobótka, przy udziale procesów wietrzeniowych. Roztwory mogły krążyć wzdłuż rozbudowanej w rejonie masywu sieci uskoków. Za taką możliwością przemawia rozległy zasięg granitoidu strzegomskiego wykazany pomiarami grawimetrycznymi (Cwojdzński, Żelazniewicz, 1995). Wojciechowska i in. (1984) stwierdzili, że w zachodniej części masywu granitoidowego Strzegom–Sobótka dominuje subortogonalny system spękań o przebiegu NW–SE i NE–SW, pionowych lub prawie pionowych, stowarzyszonych ze strefami zbrekcjowań, kataklazy i kaolinityzacji.

METODYKA BADAŃ

Teren Wądroża Wielkiego, ze względu na okresowo eksploatowane złoża kwarcu, udostępnia do badań coraz to nowe partie skały kwarcowej. Pobrane próbki pochodzą z kamieniołomu w Taczalinie oraz z łomów i odsłoneń żył w rejonie Taczalina, Wądroża Wielkiego i Mikołajowic. Pojedynczo pobrano z hałdy w Żółtym Lesie – w miejscu, w którym w XIV w. eksploatowano złoto, a później (do XX w.) prowadzono prace poszukiwawcze. Pobrano 55 próbek, z których wykonano 70 płytek cienkich. Preparaty wykonywali Andrzej Jackowicz i Tadeusz Sztyrak w pracowni szlifarskiej PIG-PIB.

Zgrupowane miejsca pobrania próbek zaznaczono na mapie (fragment arkusza Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów Wądroże Wielkie, skala 1 : 25 000 (Berezowska, Berezowski, 1979a; fig. 1). Na fotografii (fig. 2) przedstawiono widok na północno-zachodnią stronę głównego wyrobiska kamieniołomu w Taczalinie.

Badania petrograficzne i mineralogiczne przeprowadzono na mikroskopie polaryzacyjnym Eclipse LV100 POL (Nikon) w świetle przechodzącym i odbitym. Anomalne barwy interferencyjne niektórych zdjęć wynikają z grubości preparatu.

Szczegółowe obserwacje mikroskopowe oraz analizy chemiczne przeprowadzono w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) firmy LEO z detektorem EDS firmy Oxford Instruments Ltd., aparaturą do katodoluminescencji obrazowej Vis-View 900 i spektrometrem CL firmy SIM GmbH. Badania wykonywała autorka z pomocą Leszka Giro. Przeprowadzono je w preparatach polerowanych napyłonych węglem. Otrzymane obrazy elektronów wstecznie rozproszonych (BSE) oraz widma rentgenowskie składu chemicznego (EDS) były podstawą identyfikacji minerałów występujących w badanych preparatach kwarcowych w niewielkich ilościach.

Badania katodoluminescencyjne wykonano na odkrytych płytkach cienkich o polerowanej powierzchni. Wykonano je na aparaturze typu CCL 8200 mk3 (produkcji angielskiej firmy Cambridge Image Technology Ltd.) współpracującej z mikroskopem polaryzacyjnym Optiphot 2 (Nikon) w pracowni prof. Magdaleny Sikorskiej-Jaworowskiej w PIG-PIB.

Rozważano kwestię najbardziej właściwego nazewnictwa badanych skał. Zgodnie z terminologią zamieszczoną



Fig. 2. Kamieniołom w Taczalinie. Widok na północno-zachodnie wyrobisko

Taczalin quarry. View on the north-western excavation

przez Rykę i Maliszewską (1991), opisywane utwory są żyłami, częściowo metasomatycznymi. Skałę magmową, będącą „pegmatytowym lub hydrotermalnym końcowym członem dyferencjacji różnych magm”, można określić mianem „kwarcolit”, który w przypadku skał plutonicznych składa się w 90–100% z kwarcu. W przypadku obecności niewielkich ilości serycytu, skałę tę można nazwać kwarcolitem serycytowym (*op. cit.*). Zgodnie z określeniem podanym przez Mizerskiego i Sylwestrzaka (2002), kwarcolit (sileksyt) to skała kwarcowa (pegmatytowa, hydrotermalna), zawierająca ponad 90% SiO₂. Wobec złożonej genezy badanych skał, poruszając się na granicy środowiska pomagmowego (hydrotermalnego) oraz metamorficznego (metasomatycznego), autorka zastosowała ogólniejsze określenie „skała kwarcowa”, czyli skała zbudowana z kwarcu.

Typy skały kwarcowej wyróżniono, stosując jako kryterium cechy strukturalno-teksturalne. Nazewnictwo struktur i tekstur zastosowano zgodnie z nomenklaturą podawaną przez Rykę i Maliszewską (1991).

CHARAKTERYSTYKA SKAŁY KWARCOWEJ

Skała kwarcowa charakteryzuje się zróżnicowaniem barwy i wykształcenia. Makroskopowo jest biała (mleczna), rzadziej jasnoszara, szara, lub niebieskawa; zwykle nieprzezroczysta, rzadko przeświecająca, sporadycznie przejrzysta.

Najbardziej pospolita biała odmiana bywa masywna lub „cukrowa”, z miejscami widocznymi zarysami kryształów, z żyłkami białego lub jasnoszarego kwarcu, porowata. Lo-

kalnie są w niej bardzo słabo widoczne, kilkucentymetrowe, ostrokrawędziste fragmenty białego lub jasnoszarego kwarcu spojone kwarcem białym. Zawiera przeobrażone ksenolity skał otaczających (fig. 3). Makroskopowo skała ta jest bardzo jednolita na całym badanym terenie.

W odsłonięciach w Mikołajowicach, Wądrożu Wielkim, na hałdzie w Żółtym Lesie i sporadycznie w kamieniołomie



Fig. 3. Przeobrażone ksenolity skal otaczających w skale kwarcowej. Kamieniołom w Taczalinie

Altered xenoliths of surrounding rocks within quartz rock. Taczalin quarry

w Taczalinie występują jasnoszare, ciasne zrosty dużych (sporadycznie nawet kilkudziesięciocentymetrowych) kryształów przeświecającego kwarcu. Znajdowano też, pojedynczo lub w zrostach, skorodowane fragmenty dużych kryształów, głównie fragmentów słupa. W Złotym Lesie stwierdzano okruchy niebieskawego kwarcu metamorficznego (Kozłowska, 1957).

W wielu miejscach skała kwarcowa jest zabarwiona żółtawo lub brunatnawo rozproszonymi wodorotlenkami Fe. Lokalnie widoczne są wprysnięcia pirytu lub pustki o popirytowych kształtach, miejscami zawierające wodorotlenki żelaza, niekiedy z relikdami pirytu. Powszechne są białe, jasnoszare, szare lub brunatnawe gniazda, najczęściej o wielkości ok. 1 cm lub smugi o długości dochodzącej do kilku cm i o różnej grubości – maksymalnie kilku mm. Skupienia te przybierają formy wydłużone, izometryczne, wielokątne lub nieregularne. Często zaznacza się ich fragmentacja na mniejsze formy, miejscami względem siebie poprzesuwane. Obecność wydłużonych, a miejscami kilku równoległych do siebie, smug wskazuje na ukierunkowanie pewnych fragmentów skały na tle dominującej tekstury bezładnej (fig. 4). W świetle przechodzącym skupienia te są szare lub brunatnawe w różnych odcieniach, silniej lub słabiej przeświecają; lokalnie tworzą formy wyglądające na nieprzezroczyste, tylko na brzegach przeświecające. Są „pocięte” drobnymi żyłkami kwarcowymi. Obserwacje w mikroskopie skaningowym i analizy chemiczne (EDS) wykazały w tym bardzo porowatym tle obecność kaolinitu lub serycytu, którym miejscami towarzyszą tlenki tytanu i wodorotlenki żelaza.

W skale kwarcowej występują liczne pustki. Przede wszystkim są to wspomniane już pory o wielkości dochodzącej do kilku milimetrów. W całej skale występują też ka-

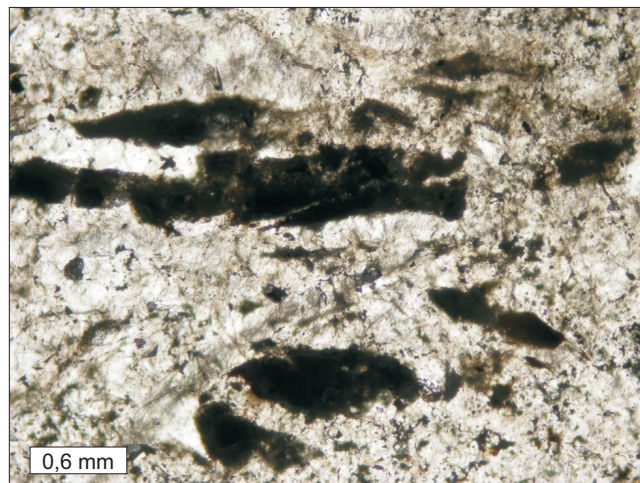


Fig. 4. Skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu. Porowate szliry wypełnione serycytem – prawdopodobnie relikty tekstury kierunkowej przeobrażonej skały metamorficznej. Światło przechodzące. Bez analizatora

Finely crystalline rock, porous with large quartz crystals. Porous schlieren filled by sericite – probably relics of oriented texture of altered metamorphic rock. Transmitted light, without analyser

werny, na ogół kilku-, kilkunastocentymetrowe, które miejscami są wypełnione kryształami kwarcu w formie szczotki. Zaobserwowano przezroczyste fragmenty słupa zakończone ścianami romboedrów, z dolną, najczęściej mleczną, częścią słupa przyrośniętą do skały kwarcowej. Kryształy bywają drobne, poniżej 1 cm, rzadziej występują większe – kilkucentymetrowe.

Na podstawie obserwacji makro- i mikroskopowych w skale kwarcowej wydzielono następujące typy strukturalno-teksturalne:

- skała kwarcowa o strukturze nierównokrystalicznej (zwykle makroskopowo biała);
- skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu (zwykle makroskopowo biała);
- kwarc żyłowy w zrostach wielokrystalicznych (zwykle makroskopowo jasnoszary lub szary);
- kwarc żyłowy w zrostach heterogranularnych (zwykle makroskopowo biały lub jasnoszary).

Niektóre próbki w sposób niebudzący wątpliwości można przypisać do wyróżnionych typów skalnych, w pozostałych widoczne jest ich wzajemne przenikanie. Dominuje skała kwarcowa o strukturze nierównokrystalicznej.

W rozmieszczeniu trzech pierwszych rodzajów skały kwarcowej nie dopatrzono się uporządkowania. Natomiast występowanie kwarcu żyłowego w zrostach wielokrystalicznych jest dość wyraźnie przywiązane do rejonu Mikołajowic, Złotego Lasu i Wądroża Wielkiego, gdzie skała ta występuje obok pozostałych wyróżnionych typów. W kamieniołomie w Taczalinie stwierdzano ją zdecydowanie rzadziej.

SKAŁA KWARCOWA O STRUKTURZE NIERÓWNOKRystalicznej

Skała ta najczęściej charakteryzuje się strukturą nierównokrystaliczną, hipautomorfowo-ziarnistą, teksturą bezładną, miejscami porowatą lub masywną. Jedynie lokalnie widoczne są ślady ukierunkowania w postaci wspomnianych już, równoległych do siebie, szarych, silnie porowatych, mikroziarnistych smug. Zaobserwowano takie smugi przebiegające w poprzek kryształów kwarcu. Podobne porowate wypełnienia tworzą izometryczne i nieregularne formy, w których analiza EDS wykazała obecność kaolinitu.

Skała kwarcowa o strukturze nierównokrystalicznej jest zbudowana z wzajemnie poprzerastanych, różnorodnych kryształów kwarcu. Większość z nich wygasa światło prawidłowo; sporadycznie stwierdzano efekty dynamicznego odkształcenia struktury sieciowej w postaci falistego wygaszania.

W niektórych jej partiach dominują formy ksenomorficzne, w innych automorficzne i hipautomorficzne. Miejscami liczne drobne kryształy lub pojedyncze duże kwarcie o formie automorficznej bywają zamknięte wewnątrz dużych kryształów narosłych w odmiennej orientacji optycznej lub tworzą z nimi wzajemne przerosty. Występują relikty kwarcowe o formach automorficznych lub ksenomorficznych, często ze śladami korozji lub rozpuszczania (tabl. I: 1). Zachowały się relikty kryształów, pierwotnie narastających promieniście na wspólnej powierzchni, które obecnie w mniejszym lub większym stopniu zostały zaanektowane przez kwarc młodszy (tabl. I: 2). Zaobserwowano fragmenty spękanych kryształów rozsunięte podczas rozrastania się kwarcu kolejnej generacji.

Mikroskopowe przekroje kryształów kwarcu charakteryzują się dużą niejednorodnością. Niektóre ich części wyróżniają się znaczną ilością drobnych pustek i wrostków stałych, a także stosunkowo dużych inkluzji fluidalnych, zaś w ich sąsiedztwie występują pola prawie czystego kwarcu.

Powszechnie występują gniazda i smugi kaolinitowe, serycytowe i kaolinitowo-serycytowe, miejscami z chlorytem (Wołkowicz, 2015b). Zaobserwowano drobnoziarniste mozaikowe skupienia i smugi kwarcowo-serycytowe, w otoczeniu większych kryształów kwarcu, niekiedy ułożonych do nich prostopadle (tabl. I: 3). Bardzo rzadko notowano naprzemianległe laminki kwarcowe i serycytowe. Kwarc drobnoziarnisty jest z reguły ksenomorficzny. Miejscami wykazuje faliste wygaszanie światła. W niektórych skupieniach drobnoziarnistego kwarcu i serycytu występuje piryt.

W kwarcu, prostopadle do ścianek niektórych kryształów piryty lub popirytywych pustek, występują ciemne smugi, zawierające nieokreślone wrostki stałe (prawdopodobnie kaolinit lub serycyt) w asocjacji z bardzo małymi inkluzjami fluidalnymi i pustkami. Jednocześnie kwarc wokół innych kryształów piryty jest prawie zupełnie pozbawiony wrostków.

W poszczególnych partiach skały widoczne są różne efekty działania stresu. Miejscami nawet dość duże, kilkumilimetrowe kryształy bywają tylko nieznacznie spękane. W strefach silniej skruszonych występują nagromadzenia kwarcu drobnoziarnistego, często kwarc ten wypełnia spękania (tabl. I: 4). Skupienia drobnoziarnistego kwarcu zaobserwowano też na płaszczyznach przyrostowych niektórych jego dużych kryształów. Skupienia te zostały wbudowane w kolejną strefę przyrostową wzrastającą w zgodności krystalograficznej ze starszym kwarcem.

Miejscami stwierdzano obecność ksenomorficznego cyrkonu (Wołkowicz, 2015b). Występuje też kalcyt, który tworzy wprysnięcia o formach romboedrycznych lub nieregularnych w reliktach starszego kwarcu. Nawet bardzo drobne ziarna kalcytu są dobrze widoczne w katodoluminescencji, gdyż wykazują intensywne żółte świecenie w tle kwarcowym o słabej brunatno-granatowej luminescencji (tabl. I: 5, 6). Obecność kalcytu potwierdzono badaniami EDS.

SKAŁA DROBNOKRYSTALICZNA, POROWATA Z DUŻYMI KRYSZTAŁAMI KWARCUCU

Skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu o charakterze brekcji/ pseudobrekcji występuje w wielu miejscach badanego rejonu. Makroskopowo są w niej bardzo słabo widoczne spękania na duże, kilkunastocentymetrowe, wielokątne fragmenty spojone młodszym kwarcem białym. Występują wspomniane już szare smugi, nadające pewną kierunkowość skale o generalnie bezładnej teksturze (fig. 4).

W skali mikroskopowej skała wykazuje strukturę nierównokrystaliczną, hipautomorfowo-ziarnistą, kataklastyczną, a teksturę bezładną i porowatą. Budują ją duże kryształy kwarcu i ich fragmenty, otoczone kwarcem drobnoziarnistym, miejscami zawierającym spore ilości mikroziarnistego kwarcu. Ten drobny kwarc wypełnia też spękania w poje-

dynczych kryształach i w całej skale. Porowate skupienia kwarcu drobnoziarnistego tworzą mozaikę zbudowaną z ksenomorficznych kryształów najczęściej o wielkości 0,05–0,10 mm. Przestrzenie między ziarnami tego kwarcu często stanowią pory o nieregularnej formie mające zbliżone do nich wymiary. Pory bardzo licznie występują w bezpośrednim sąsiedztwie dużych kryształów kwarcu. W obrazie mikroskopowym, szczególnie bez analizatora, widoczny jest charakterystyczny „rysunek”, jaki tworzą pory dookoła tych kryształów (tabl. II: 1).

Trudno określić dokładnie procentową zawartość porów. Jest ona zmienna w różnych partiach skały, także w różnych strefach występowania kwarcu drobnoziarnistego. Lokalnie zawartość ich jest znaczna, oszacowano ją na ok. 5%.

Obecne są przynajmniej dwie generacje kwarcu drobnopiękniastego. Miejscami występuje on w asocjacji z serycytem i z wodorotlenkami Fe. Niektóre spękania bywają wypełnione silnie rozdrobnionym materiałem kwarcowym. Lokalnie stwierdzano kataklazę kwarcu, a bardzo rzadko jego mylonityzację (tabl. II: 2).

Zaobserwowano, że duże kryształy są najczęściej jasnoszare, a kwarc drobnopiękniasty zwykle jest biały (mleczny). Kryształy często mają formę automorficzną, choć występujące w zrostach są często ksenomorficzne. Ich wielkość z reguły dochodzi do 8 mm, rzadko osiągają kilka centymetrów. Niektóre wykazują budowę pasową (tabl. II: 3). Niekiedy zawierają w sobie relikty starszych kwarców, np. zaobserwowano pęknięty kryształ obrośnięty przez młodszy kwarc (tabl. II: 4).

W wielu miejscach widoczne są kryształy kwarcu o zarysach hipauto- lub automorficznych, wzrastające kosztem drobnopiękniastego tła, będące efektem rekryształizacji porowatego kwarcu drobnopiękniastego (tabl. II: 5). Pory między tymi nowymi kryształami bywają proporcjonalnie większe. Ich długość dochodzi do 0,5 mm. Często grupy narastających kryształów przybierają formy wachlarzowate lub równoległe (tabl. II: 6). Efekty rekryształizacji kwarcu zaobserwowano również na niektórych dużych kryształach, na których nowy kwarc narasta w zgodności krystalograficznej ze starszym. Miejscami takie jednolite w świetle przechodzące

duże kryształy wykazują w CL spękania, a lokalnie obraz ten przypomina mozaikę drobnopiękniastą.

W skale drobnokryształicznej, porowatej z dużymi kryształami kwarcu szczególnie licznie występują wspomniane już bardzo porowate mikrokrystaliczne smugi. W tym przypadku analizą EDS stwierdzono obecność serycytu. Skupienia takich smug ciągną się w poprzek sąsiednich dużych kryształów kwarcu. Zaobserwowano młody kryształ kwarcu (prawdopodobnie powstały wskutek rekryształizacji) wrastający w porowate, wyglądające na nieprzezroczyste, skupienie. Zróżnicowana ilość wrostków, porów, smug, spękań i stref „czystego” kwarcu ułatwia rozpoznanie stref regeneracji, a tym samym – poznanie historii skały kwarcowej. Charakterystyczne jest też, że najmłodsze jasne żyłki kwarcu prawie nie mają pustek i wrostków.

Bardzo cienkie smugi zawierające, między innymi, drobne wrostki fluidalne są zorientowane prostopadle do ścianek piryty (lub popirytowych pustek), podobnie jak w skale kwarcowej o strukturze nierównopiękniastej. Takie ułożenie wrostków powinno wskazywać kierunek narastania dużego kryształu, np. kwarcu. Często jednak, na tle tak ukierunkowanych wrostków, występuje drobniej ziarnisty, bezładny agregat kwarcowy.

Skupienia kwarcu drobnopiękniastego zaobserwowano również na płaszczyznach wzrostu niektórych dużych kryształów oraz na płaszczyznach spękań w tych kwarcach.

KWARC ŻYŁOWY W ZROSTACH WIELKOKRYSTALICZNYCH

Jak już wspomniano, występowanie tego typu skały kwarcowej zauważono głównie w Mikołajowicach, w Wądrożu Wielkim i w Złotym Lesie. W mniejszej ilości występuje ona w kamieniołomie w Taczalinie.

Skała charakteryzuje się strukturą wielkokryształiczną, teksturą bezładną, w zrostach zbitą, miejscami porowatą. Buduje ją szary i jasnoszary, miejscami biały, zwykle słabo przejrzysty lub przejrzysty kwarc wielkokryształiczny, lokalnie grubokryształiczny, najczęściej w formie ciasno zrosniętych kryształów. Znajdowano też pojedyncze, kilkucentymetrowe fragmenty słupa, często o lekko skorodowanych brzegach oraz miejscami zrosty kilku kryształów ułożonych do siebie równoległe. Kwarc wykazuje prawidłowe lub faliste wygaszanie światła, w zewnętrznych partiach niektórych dużych kryształów zaobserwowano wygaszanie smużyste i mozaikowe.

W dużych kryształach kwarcu miejscami występują nagromadzenia kwarcu drobnopiękniastego, charakteryzujące się różną wielkością i kształtem. Zwykle są to nieduże skupienia kwarcu o mniejszych ziarnach, głównie drobnopiękniastego. Stanowią wąskie smugi, lub ich zgrupowania, tak jakby kwarc drobnopiękniasty wypełnił strefy pęknięć w kwarcu grubokryształicznym. Niektóre z zaobserwowanych smug drobniej ziarnistego kwarcu wyróżniają się ułożeniem wydłużonych ziaren zgodnie z ich ukierunkowaniem. Wewnątrz dużych kryształów występują też izolowa-

ne większe kryształy kwarcu. Jeden z nich zaobserwowano w przekroju prostopadłym do słupa. Został on podzielony na pół pęknięciem wypełnionym kwarcem drobnopiękniastym. Obie części kryształu są względem siebie przesunięte (tabl. III: 1).

W skale kwarcowej w sposób bardzo czytelny zaznacza się jej wielofazowy rozwój. Dzięki zróżnicowanej ilości wrostków i drobnych spękań, można zauważyć strefy regeneracji starszych części, do których często w zgodności krystalograficznej przyrastają nowe partie, zawierające inaczej ukierunkowane wrostki lub spękania. Miejscami występują strefy „czyste”, pozbawione wrostków i spękań (tabl. III: 2).

Bardziej lub mniej wyraźnie widoczne są efekty metasomatycznego zastąpienia przez kwarc wcześniejszej mineralizacji, nie tylko kwarcowej. Zaobserwowano duże kryształy kwarcu „zarastające” gniazdowe skupienie piryty, częściowo przeobrażonego w wodorotlenki żelaza.

Do zregenerowanych kryształów kwarcu żyłowego w zrostach wielkokryształicznych przyrastają miejscami młodsze kryształy kwarcu o strukturze nierównokryształicznej, lokalnie wzdłuż kierunków romboedrycznych. Ukierunkowanie romboedryczne bywa widoczne także w ułożeniu wrostków fluidalnych, ich formach oraz zaznacza się w spękaniach. Występują również zabliźnione spękania skośne, miejscami są one bardzo liczne. Często obydwa typy spękań

nakładają się na siebie. Bywają dobrze widoczne, gdy zawierają nagromadzenia inkluzji fluidalnych.

Skała miejscami jest bardzo porowata (tabl. III: 3), pory często towarzyszą wrostkom stałym i fluidalnym. Lokalnie,

w kwarcu zabarwionym na żółto rozproszonym limonitem zaobserwowano gniazdowe skupienia większych, kilkumilimetrowych pustek o nieregularnych formach.

KWARC ŻYŁOWY W ZROSTACH HETEROGRANULARNYCH

Skupienia kryształów kwarcu żyłowego w zrostach heterogranularnych wypełniają pustki różnej wielkości w pozostałych typach skały kwarcowej. Między innymi, na kwarcu żyłowym w zrostach wielokryształicznych, miejscami wzdłuż kierunków romboedrycznych, zaobserwowano narastanie typowych dla tej skały mało spękanych kryształów o powszechnych formach automorficznych i hipautomorficznych.

Skała charakteryzuje się strukturą nierównokryształiczną, teksturą bezładną, miejscami tylko lekko ukierunkowaną ułożeniem wydłużonych kryształów kwarcu. Zbudowana

jest z kwarcu o, wspomnianych już, częstych formach automorficznych i hipautomorficznych (tabl. III: 4). W kryształach są widoczne duże wrostki fluidalne (do 0,1 mm), a w ich sąsiedztwie występują pustki, często o zbliżonych wymiarach. W kryształach tych nie zauważono śladów większych deformacji, poza ich stosunkowo nieznacznym spękaniem. Miejscami płaszczyzny spękań bywają rozległe i rozciągają się na dużych przestrzeniach w sposób prawie niezaburzony. Towarzyszą im grupy inkluzji wtórnych. Sporadycznie tylko widoczne są relikty starszej mineralizacji kwarcowej lub, bardzo rzadko, drobne wprysnięcia kalcytu.

PODSUMOWANIE

Skała kwarcowa z rejonu Wądroża Wielkiego charakteryzuje się monotonnym zestawem składników głównych oraz specyficznymi cechami strukturalno-teksturalnymi, na podstawie których wyróżniono cztery jej typy:

- skałę kwarcową o strukturze nierównokryształicznej,
- kwarc żyłowy w zrostach heterogranularnych,
- skałę drobnokryształiczną, porowatą z dużymi kryształami kwarcu,
- kwarc żyłowy w zrostach wielokryształicznych,

Każda z wyróżnionych odmian ma swoją specyfikę i odmienny charakter petrograficzny. Równocześnie wiele poszczególnych cech pojawia się w różnych jej typach. Miejscami zaznacza się ich wzajemne przenikanie.

Jedną ze wspólnych cech skały kwarcowej w rejonie Wądroża Wielkiego jest jej wieloetapowy rozwój, który przejawia się w narastaniu kolejnych generacji kwarcu na starszych kryształach lub ich fragmentach, w zabliznianiu młodszym kwarcem różnego rodzaju spękań w pojedynczych kryształach kwarcu, ich zrostach lub fragmentach skały. Znaczna część dużych kryształów, zawierających wbudowane smugi kwarcu drobnodziarnistego, charakteryzuje się genezą metasomatyczną. Są one podobne do opisanych przez Kozłowskiego (1978, 2002) kryształów kwarcu w aplicie ze Szklarskiej Poręby. Na genezę metasomatyczną wskazują również wprysnięcia drobnego kalcytu, pospolite w dużej części skały kwarcowej z Wądroża Wielkiego i, najbardziej czytelna w skałe kwarcowej o strukturze nierównokryształicznej, obecność reliktyw. Skwarcowane fragmenty zawierają smugi mikroziarnistego, porowatego kaolinitu lub serycytu, które mogą stanowić ślady tekstury kierunkowej skały starszej, prawdopodobnie metamorficznej. Także skupienia drobnego kwarcu i serycytu powstały najprawdopo-

dobniej wskutek przeobrażenia blastów wcześniejszej skały metamorficznej. Zmiany metasomatyczne wywołane głównie przez roztwory hydrotermalne mogły zachodzić wielokrotnie.

Skała jest słabo przejrzysta, czego przyczyną jest obecność licznych wrostków – fluidalnych i stałych, głównie kaolinitu, serycytu oraz wodorotlenków Fe, a także powszechna obecność różnej wielkości pustek i spękań. Spękania, pierwotnie miejscami dość intensywne, na co wskazuje lokalnie stwierdzona (w skałe drobnokryształicznej, porowatej z dużymi kryształami kwarcu) kataklaza kwarcu, są obecnie słabo widoczne. Powodem jest silne późniejsze skwarcowanie większości skały kwarcowej. W obrazie mikroskopowym na ich obecność mogą wskazywać niektóre skupienia kwarcu drobnodziarnistego. Niekiedy spękania ujawniają się dopiero w obrazie katodoluminescencyjnym. Stosunkowo najlepszą przejrzystością charakteryzuje się kwarc żyłowy w zrostach wielokryształicznych. Skała ta występuje przede wszystkim w Mikołajowicach, w Wądrożu Wielkim i w Żłotym Lesie.

Częściowo przejrzyste bywają też występujące w różnych miejscach badanego terenu najmłodsze kryształy kwarcu żyłowego w zrostach heterogranularnych. Zaobserwowano ich narastanie na kryształach kwarcu w zrostach wielokryształicznych. Wypełniają też pustki w pozostałych typach skały kwarcowej. Jedynie w tej generacji kwarcu występują zabliznione płaszczyzny spękań, rozciągające się na dużych przestrzeniach w sposób prawie niezaburzony. Miejscami zauważono ukierunkowanie zrostów kwarcowych. Ich wydłużenie może tu wskazywać kierunek najszybszego wzrostu (Heflik, Smolarska, 1962).

W niektórych dużych kryształach kwarcu (kwarc żyłowy w zrostach wielokryształicznych) zaobserwowano deformację struktury krystalicznej w postaci mozaikowego, miejscami falistego lub smużystego wygaszania światła. Na ogół przyjmuje się, że takie przejawy deformacji struktury wskazują na stres (Manecki, Muszyński (red.), 2008). Jednakże mogą być też przejawem plastycznej deformacji w temperaturze poniżej 300°C, która zachodzi w obecności nawet minimalnej ilości wody (Hobbs, 1968).

Wyróżnione 4 typy skały kwarcowej z rejonu Wądroża Wielkiego trudno jest odnosić bezpośrednio do jej czterech odmian wyróżnionych przez Majerowicza (1963, vide Berezowska, Berezowski, 1979b), czy pięciu opisanych przez Czyżową i Majerowicza (1965). Przyczyną może być inny stan udostępnienia złoża kwarcowego ponad 50 lat temu i obecnie, a tym samym opisywanie innych jego odsłoneń. Pewne podobieństwa można jednak zauważyć. Przykładowo, wyróżniona przez Majerowicza odmiana druga, nosząca znamiona silnej kataklazy, odpowiada opisanej przez Czyżo-

wą i Majerowicza skale o charakterze brekcji, a jednocześnie wyróżnionej w niniejszej pracy – skale drobnokrystalicznej, porowatej z dużymi kryształami kwarcu o charakterze brekcji/ pseudobrekcji. Także opisana przez Majerowicza w rejonie Wądroża Wielkiego młodsza generacja kwarcu hipautomorficznego, spokojnie wygaszająca światło, może odpowiadać opisanej w tej pracy najmłodszej odmianie kwarcu żyłowego w zrostach heterogranularnych. Przedstawiona przez Czyżową i Majerowicza najbardziej pospolita odmiana zbudowana z drobnoziarnistej, ksenomorficznej mozaiki i zrostów automorficznych, deformacyjnie nienaruszonych kryształów do 2 cm wielkości może stanowić fragmenty wyróżnionej tu skały kwarcowej o strukturze nierównokrystalicznej, najbardziej pospolitej na badanym terenie. Potwierdzają to obserwacje Czyżowej i Majerowicza (1965), którzy zwrócili uwagę na wzbogacenie w serycyt i uwodnione tlenki Fe w NW części złoża, stwierdzając, że jest to strefa przeobrażonego granitognejsu, co pokrywa się z obecnym obrazem tego fragmentu złoża.

LITERATURA

- BARANOWSKI Z., HAYDUKIEWICZ A., KRYZA R., LORENC S., MUSZYŃSKI A., URBANEK Z., 1987 — Rozwój struktury wschodniej części Gór Kaczawskich na podstawie dotychczasowego rozpoznania stratygrafii, warunków sedimentacji i wulkanizmu. Przew. 58 Zjazdu PTG w Wałbrzychu. Inst. Geol. Uniw. Wroc., Kraków: 61–73.
- BARANOWSKI Z., HAYDUKIEWICZ A., KRYZA R., LORENC S., MUSZYŃSKI A., SOLECKI A., URBANEK Z., 1990 — Outline of the geology of the Góry Kaczawskie (Sudetes, Poland). *Neues Jahrb. Geol. Palaont. Abh.*, **179**: 223–257.
- BERZOWSKA B., BERZOWSKI Z., 1979a — Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów. Skala 1 : 25 000. Ark. Wądroże Wielkie.
- BERZOWSKA B., BERZOWSKI Z., 1979b — Objasnienia do szczegółowej mapy Sudetów. Arkusz Wądroże Wielkie, 84 str.
- CYMERMAN Z., 2002 — Analiza strukturalno-kinematyczna i waryscyjska ewolucja tektoniczna kompleksu kaczawskiego. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **175**: 147 str.
- CWOJDZIŃSKI S., ŻELAŻNIEWICZ A., 1995 — Podłoże krystaliczne bloku przedsudeckiego. *W: Geologia i ochrona środowiska bloku przedsudeckiego. 50 lat polskich badań geologicznych na Dolnym Śląsku*, Wrocław. Cz. 1: Przewodnik LXVI Zjazdu PTG. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, wydanie specjalne: 11–28.
- CZYŻOWA T., MAJEROWICZ A., 1965 — Wstępne wiadomości o złożu kwarcu w Taczalinie k. Legnicy. *Prz. Geol.* **13**, 4: 151–155.
- GRODZICKI A., 1972 — Petrografia i mineralogia piasków złoto-nośnych Dolnego Śląska. *Geol. Sudetica*, **6**: 233–291.
- HEFLIK W., SMOLARSKA I., 1962 — Utwory przeobrażone w żyłę kwarcowej w Sadach koło Świdnicy na Dolnym Śląsku. *Rocznik PTG*, **32**, 3: 303–312.
- HEFLIK W., SMOLARSKA I., 1966 — Badania petrograficzne skały kwarcowej z Kraskowa koło Świdnicy na Dolnym Śląsku. *Zeszyty naukowe AGH*, **123**, *Geologia*, 7: 23–32.
- HOBBS B.E., 1968 — Recrystallization of single crystal of quartz. *Tectonophysics*, **6**, 5: 353–401.
- JAMROZIK L., 1995 — Tektonika osłony masywu granitoidowego Strzegom–Sobótka. *W: Przewodnik 66 Zjazdu PTG*: 181–191.
- KOZŁOWSKA M., 1957 — Metasomatic evolution of granite-gneiss of Wądroże Wielkie (Lower Silesia). *Bull. Acad. Pol. Sc. Terre*, **5**, 5: 551–554.
- KOZŁOWSKA-KOCH M., 1959 — Granitognejsy Wądroża Wielkiego. *Arch. Miner.* **21**, 2: 383–408.
- KOZŁOWSKI A., 1978 — Pneumatolytic and hydrothermal activity in the Karkonosze – Izera block. *Acta Geol. Pol.*, **28**, 2: 171–222.
- KOZŁOWSKI A., 2002 — Metasomatic origin of the granitoid pegmatites. *Spec. Papers PTMin*, **20**: 112–116.
- KOZŁOWSKI A., METZ P., 1989 — Fluid inclusion studies in quartz from the reportedly gold-bearing veins from Lower Silesia. Proceedings of International Symposium on Gold Geology and Exploration (ISGGE). Shenyang: 731–735.
- KOZŁOWSKI A., METZ P., 1990 — Fluid inclusion studies in quartz from the reportedly gold-bearing veins from Lower Silesia. *European Journal of Mineralogy*, **2**, 1: 139.
- KRYZA R., MUSZYŃSKI A., 2003 — Kompleks metamorficzny Gór Kaczawskich – fragment waryscyjskiej przyzmy akrecyjnej. *W: Sudety Zachodnie: od wendy do czwartorzędu* (red. A. Ciężkowski i in.). Wyd. WIND, Wrocław: 95–104.
- MANECKI A., MUSZYŃSKI M. (red.), 2008 — Przewodnik do petrografii. AGH. Kraków: 552 str.
- MIZERSKI W., SYLWESTRZAK H., 2002 — Słownik geologiczny. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 242 str.
- OBERC J., 1972 — Budowa geologiczna Polski t. 4. Tektonika cz. 2. Sudety i obszary przyległe: 276 str.
- OLIVER G.J.H., KELLEY S., 1993 — ⁴⁰Ar–³⁹Ar fusion ages from the Polish Sudetes: Variscan tectonothermal reworking of Caledonian protoliths. *Neues. Jahrb. Geol. Paläont. Monatsh.*: 321–344.
- RYKA W., MALISZEWSKA A., 1991 — Słownik petrograficzny. WG. Warszawa. 415 str.
- SROGA C., KOŹMA J., 2010 — Stan rozpoznania i możliwości powiększenia zasobów kwarcu żyłowego na Dolnym Śląsku.

- Zeszyty Naukowe Inst. Gosp. Sur. Min. i Energ. PAN* **79**: 223–232.
- Tietze O., 1925 — Erläuterungen zu BlattWahlstatt. Geol. Karte v. Preussen und benachbarten deutschen Ländern 1:25 000. Lief. 222. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin.
- UBERNA J., 1959 — Kaolin i żyły kwarcowe w rejonie Wądroża Wielkiego. *Prz. Geol.*, **7**, 12: 536–537.
- WOJCIECHOWSKA I., DUMICZ M., MIERZEJEWSKI M.P., TEISSEYRE A.K., SOLECKI A., MASTALERZ M., 1984 — Mineralogia i tektonika masywu granitoidowego Strzegom-Sobótka. Mat. konf. nauk., Wydaw. UWrocł.: 19–57.
- WOŁKOWICZ K., 2005 — Ślady przeszłości w sudeckich kwarcach żyłowych. *Prz. Geol.*, **53**, 4: 349.
- WOŁKOWICZ K., 2015a — Warunki powstania mineralizacji kwarcowej w granitognejsach Wądroża Wielkiego na podsta-
- wie badań inkluzji fluidalnych. Rozprawa doktorska. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB Warszawa, 190 str.
- WOŁKOWICZ K., 2015b — Minerale akcesoryczne w skale kwarcowej rejonu Wądroża Wielkiego (Blok Przedsudecki) – wstępne dane. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 464: 79–90.
- WOŁKOWICZ K., SROGA C., 2011 — Kwarce żyłowy. *W: Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski według stanu na 31.12.2009 r.* (red. S. Wołkowicz i in.): 205–208.
- ŻELAŻNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., 2008 — Regionalizacja tektoniczna Polski – Polska południowo-zachodnia. *Prz. Geol.*, **56**, 10: 904–911.
- ŻELAŻNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., BUŁA Z., KARNKOWSKI P.H., KONON A., OSZCZYPKO N., ŚLĄCZKA A., ŻABA J., ŻYTKO K., 2011 — Regionalizacja tektoniczna Polski. KNG PAN. Wrocław.

SUMMARY

The quartz rocks, accompanying with the Wądroże Wielkie granite-gneisses, represent part of the Kaczawa metamorphic unit and are situated in the Fore-Sudetic Block. The age of the gneisses is 548 ± 9 Ma, while the origin of the quartz veins is referred to the Herzynian orogeny. The massif displays a tectonic contact with the Palaeozoic schists. Due to the intense physical and chemical weathering, the Wądroże Wielkie granite-gneisses underwent kaolinization in the Neogene. Kaolinites are accompanied with quartz veins of different thicknesses. The largest, NW–SE-trending quartz vein in Taczalin reaches a length of 1 km and a width of 35 m.

Samples for petrographic analysis were taken from the Taczalin quarry, Wądroże Wielkie outcrops, and a pile in Złoty Las. The research included mainly petrography of quartz rocks, both in transmitted and reflected light, and fluid inclusions, as well as microphotography.

Milky-white or grey quartz is the main rock component with small admixture of Fe-hydroxides, sericite, and occasional pyrite and small calcite rhombohedrons.

Four basic petrographic types were have been distinguished in the quartz rock from the Wądroże Wielkie area based on specific structural – and textural features:

- inequigranular quartz rock;
- finely crystalline porous rock, with large quartz crystals;
- vein quartz in macrocrystalline intergrowths;
- vein quartz in heterogranular intergrowths.

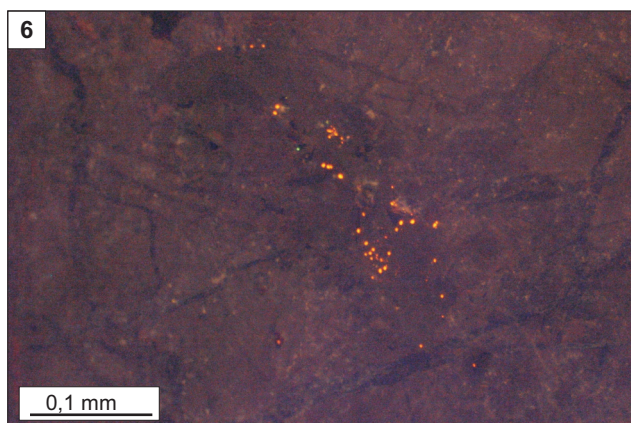
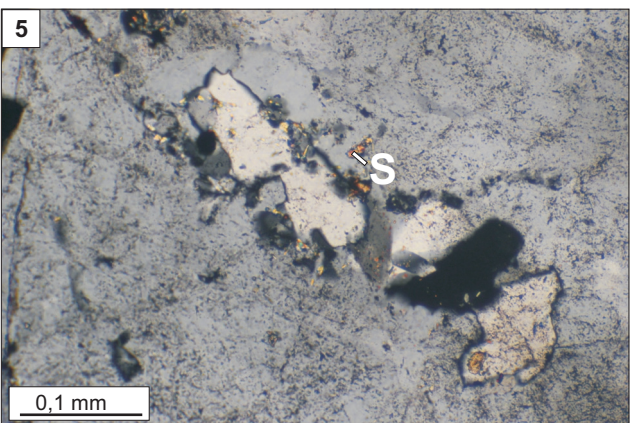
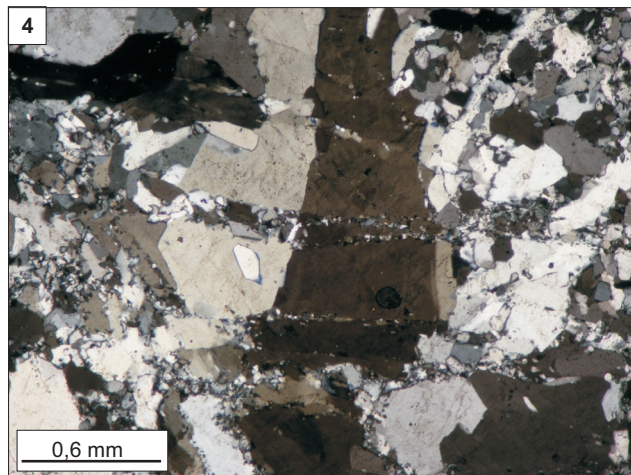
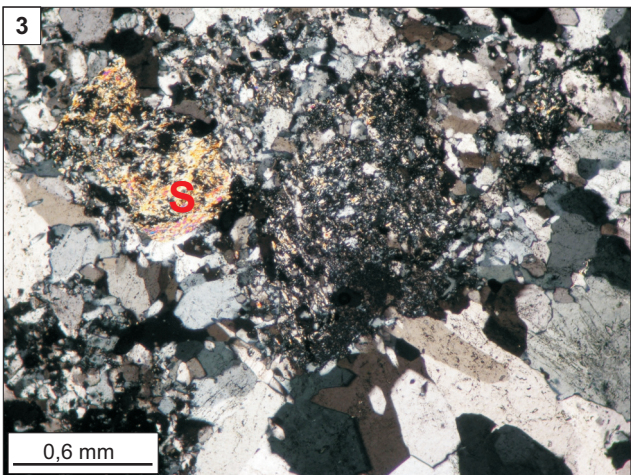
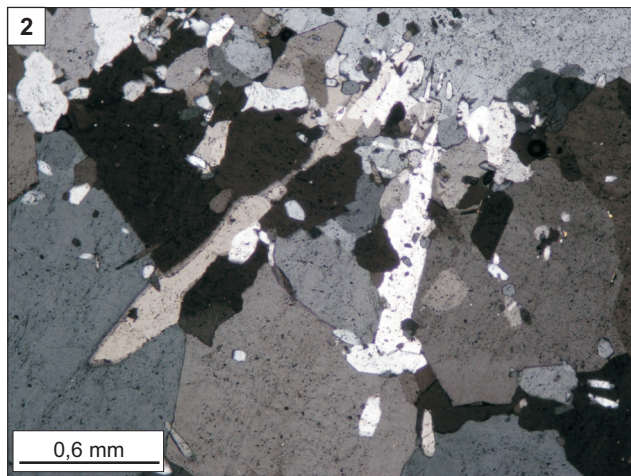
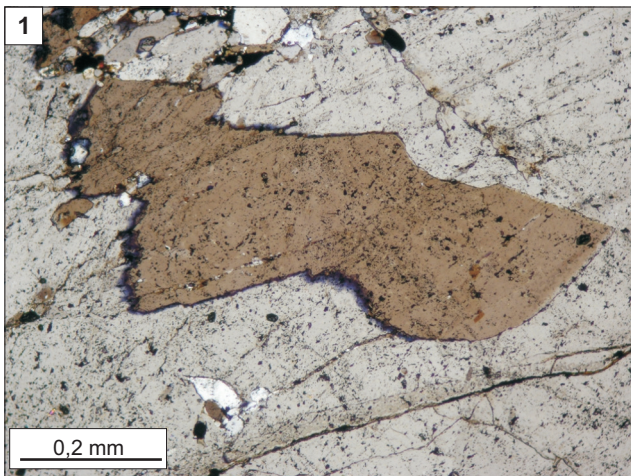
Each of them has its own specific and different petrographic character. A common feature of all types of quartz rock is a multistage development. It is visible on the growing succeeding quartz generations on the older crystals and their fragments, and in filling the younger quartz different kind of fissures. The metasomatic origin of the quartz rock is manifested in different ways. Small calcite inclusions in the quartz are common, accompanied by fine quartz and sericite. The origin of the quartz rock is related to the circulation of hydrothermal solutions and their metasomatic effect.

TABLICA I

Zdjęcia mikroskopowe skały kwarcowej o strukturze nierównokrystalicznej

Microscopic images of inequicrystalline quartz rock

- Fig. 1. Skała kwarcowa o strukturze nierównokrystalicznej. Relikt starszego kwarcu w młodszym. Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane
Inequicrystalline quartz rock. Relic of older quartz inside younger one. Transmitted light, partly crossed nicols
- Fig. 2. Skała kwarcowa o strukturze nierównokrystalicznej. Relikty kwarcu narastającego pierwotnie promieniście na wspólnej powierzchni. Czasami są one słabo zachowane. Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane
Inequicrystalline quartz rock. Relics of older quartz originally growing radially on a common surface. Some are poorly preserved. Transmitted light, crossed nicols
- Fig. 3. Skała kwarcowa o strukturze nierównokrystalicznej. Widoczne skupienia drobnoziarnistego kwarcu i serycytu (s). Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane
Inequicrystalline quartz rock. Fine-grained quartz and sericite are visible (s). Transmitted light, crossed nicols
- Fig. 4. Skała kwarcowa o strukturze nierównokrystalicznej. Spękania wypełnione kwarcem drobnoziarnistym. Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane
Inequicrystalline quartz rock. Fissures are filled by fine-grained quartz. Transmitted light, crossed nicols
- Fig. 5. Skała kwarcowa o strukturze nierównokrystalicznej. W kwarcu nieliczne ziarna serycytu (s) i niewidoczne, drobne wrostki kalcytu. Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane
Inequicrystalline quartz rock. Fine inclusions of calcite (not visible) and small sericite (s) in quartz. Transmitted light, crossed nicols
- Fig. 6. Obszar tak jak na poprzednim zdjęciu (tabl. I: 5). Wpryśnięcia kalcytu o żółtej luminescencji na tle kwarcu o brunatno-granatowej słabej luminescencji
The same area as in Plate I: 5. Yellow-luminescence calcite inclusions against a background of brown-navy blue weak luminescence

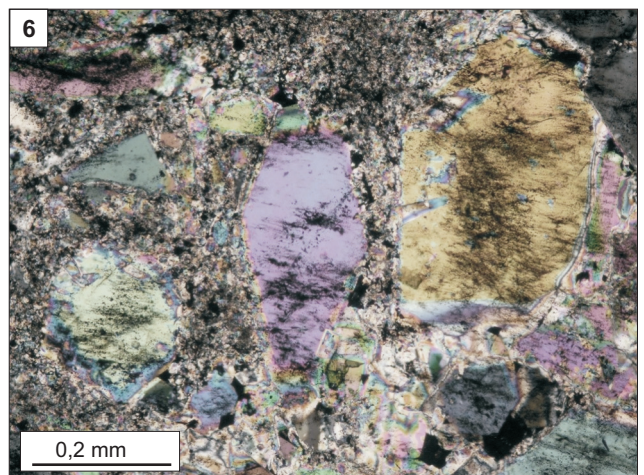
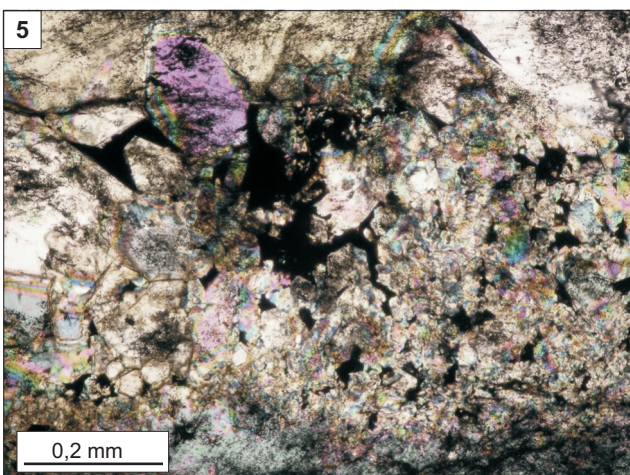
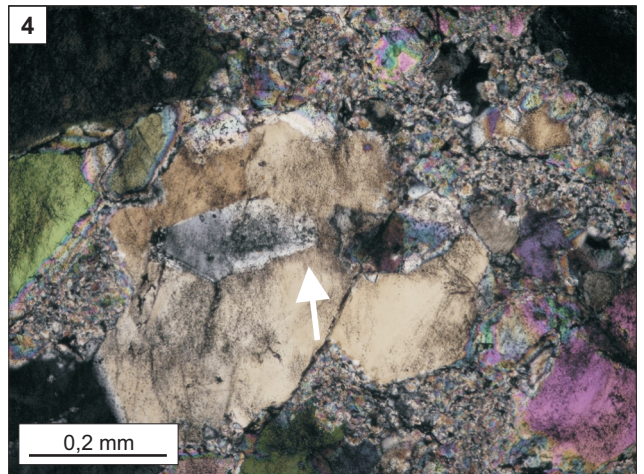
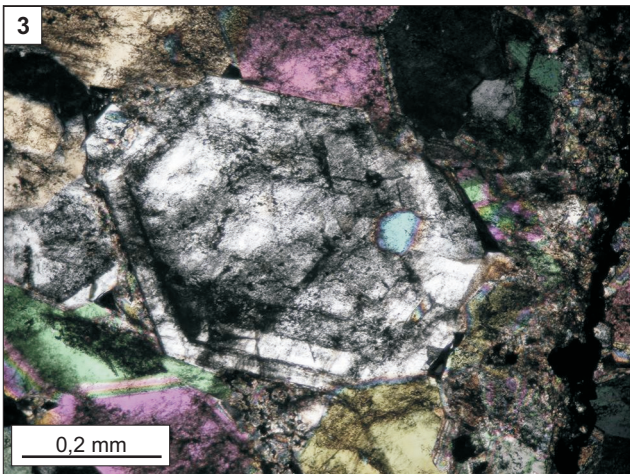
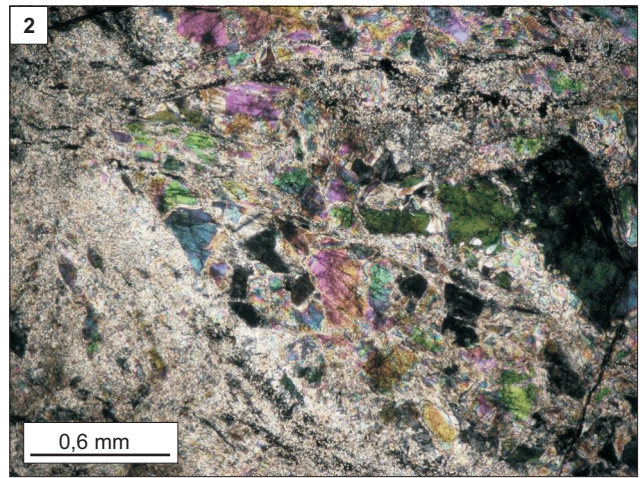
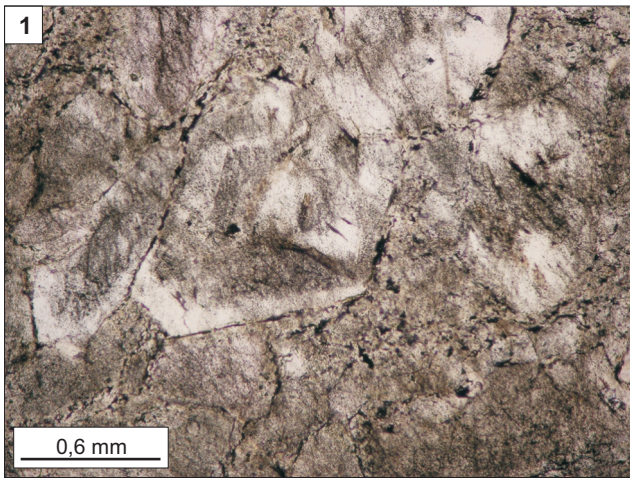


TABLICA II

Zdjęcia mikroskopowe skały drobnokrystalicznej, porowatej z dużymi kryształami kwarcu

Microscopic images of finely crystalline, porous rock with a large quartz crystal

- Fig. 1. Skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu. Między kryształami kwarcu widoczna drobnoziarnista, porowata mozaika. Liczne pory przy ściankach kryształów. Światło przechodzące. Bez analizatora
Finely crystalline, porous rock with a large quartz crystal. Fine, porous mosaic visible between quartz crystals. Numerous pores occur near crystal walls. Transmitted light, without analyser
- Fig. 2. Skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu. Skataklastyczne i częściowo zmylonityzowane kryształy kwarcu. Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane. Anomalne barwy interferencyjne wynikają z grubości preparatu (analogicznie na tabl. II: 3–6 i tabl. III: 4)
Finely crystalline, porous rock with large quartz crystals. Cataclased and partly mylonitized quartz crystals. Transmitted light, crossed nicols. Anomalous colours result from the thickness of thin sections (as in Pl. II: 3–6 and Pl. III: 4)
- Fig. 3. Skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu. Kryształ kwarcu o złożonej budowie pasowej. Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane
Finely crystalline, porous rock with large quartz crystals. Quartz crystal shows a complex zonal structure. Transmitted light, crossed nicols
- Fig. 4. Skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu. Pęknięty kryształ kwarcu w kwarcu młodszym. Wokół dużych kryształów kwarcu widoczna drobnoziarnista mozaika. Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane
Finely crystalline porous rock, with large quartz crystals. Cracked quartz crystal in younger quartz. Fine-grained mosaic is visible around large crystals. Transmitted light, crossed nicols
- Fig. 5. Skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu. Kryształy kwarcu narosłe na drobnokrystalicznym kwarcu (wskutek rekrytalizacji). Między tymi kryształami widoczne pory (czarne). Światło przechodzące. Nikole niezupełnie skrzyżowane
Finely crystalline, porous rock with large quartz crystals. Quartz crystals growing on fine quartz (due to recrystallization). Black pores visible between the crystals. Transmitted light, partly crossed nicols
- Fig. 6. Skała drobnokrystaliczna, porowata z dużymi kryształami kwarcu. Kryształy kwarcu powstałe kosztem drobnokrystalicznego tła. Światło przechodzące. Bez analizatora
Finely crystalline, porous rock with large quartz crystals. Quartz crystals growing from fine-grained background. Transmitted light, without analyser



TABLICA III

Zdjęcia mikroskopowe kwarcu żyłowego w zrostach wielokrystalicznych i kwarcu żyłowego w zrostach heterogranularnych

Microscopic images of vein quartz in macrocrystalline intergrowths and vein quartz in heterogranular intergrowths

- Fig. 1. Kwarc żyłowy w zrostach wielokrystalicznych. W centrum kryształ kwarcu podzielony na dwie części przesunięte wzdłuż spękania wypełnionego kwarcem drobnoziarnistym. Światło przechodzące. Nikole skrzyżowane
Vein quartz in macrocrystalline intergrowths. In the centre, note a quartz crystal divided into two parts displaced along fissure filled with fine-grained quartz. Transmitted light, crossed nicols
- Fig. 2. Kwarc żyłowy w zrostach wielokrystalicznych. Części kryształu kwarcu bogate lub ubogie w spękania i wrostki uwidaczniające jego wieloetapowy rozwój. Światło przechodzące. Bez analizatora
Vein quartz in macrocrystalline intergrowths. Parts of quartz crystal, rich or poor in fissures and inclusions, reveal its multistage development. Transmitted light, without analyser
- Fig. 3. Kwarc żyłowy w zrostach wielokrystalicznych. Widoczna strefa bogata w pory. Światło odbite. Bez analizatora
Vein quartz in macrocrystalline intergrowths. An area rich in pores is visible. Reflected light, without analyser
- Fig. 4. Kwarc żyłowy w zrostach heterogranularnych. Przerosty kryształów kwarcu o różnej wielkości. Światło przechodzące. Nikole niezupełnie skrzyżowane
Vein quartz in heterogranular intergrowths. Intergrowths of quartz crystal of different size. Transmitted light. Partly crossed nicols

