

STANISŁAW LEWOWICKI

ŻYŁY KWARCOWE GÓR IZERSKICH I ICH POGÓRZA

(Tabl. XXI—XXIV i 7 fig.)

Quartz veins of the Iżera Mts and Foreland (Western Sudetes)
(Pl. XXI—XXIV and 7 Figs.)

Treść. Praca przedstawia charakterystykę geologiczną i petrograficzną trzech żył kwarcowych występujących we wschodniej części bloku Karkonoszy. Podano wyniki analizy chemicznej i mikroteksturalnej. Omówiono przebieg zmian metasomatycznych w obrębie i sąsiedztwie żył kwarcowych. Rezultaty badań petrologicznych dały podstawę do wyprowadzenia wniosków genetycznych.

WSTĘP

W pracy niniejszej przedstawiono budowę geologiczną i charakterystykę petrograficzną trzech żył kwarcowych. Opracowaniem objęto żyłę w Rozdrożu Iżerskim (Góry Iżerskie) oraz dwie żyły znane z Wyżyny Kamienickiej (Pogórze Iżerskie). Pierwsza z nich jest eksploatowana dla potrzeb przemysłu optycznego, ceramicznego, hutniczego i przemysłu materiałów budowlanych. Dwie dalsze występują w miejscowości Nowa Kamienica i Pasiecznik.

Budowę geologiczną omawianych żył przedstawiono w formie profilów odsłoneń i wyrobisk, na których zaznaczono lokalizację pobranych prób do badań petrograficznych i analizy chemicznej. Charakterystykę petrograficzną oparto na obserwacjach litologicznych megaskopowych i badań mikroskopowych oraz na wynikach statystycznej analizy mikroteksturalnej wykonanej przy użyciu stolika uniwersalnego. Orientację optycznych osi kwarcu przedstawiono w postaci diagramów konturowych, na których zaznaczono stwierdzone płaszczyzny poślizgu, związane genetycznie z makrotektoniką mas skalnych. Główne kierunki spękań w obrębie poszczególnych żył przedstawiono w postaci stereograficznych wykresów. Diagramy konturowe osi optycznych kwarcu zorientowano geograficznie.

Pragnę w tym miejscu złożyć podziękowanie profesorowi drowi K. Maślankiewiczowi za cenne wskazówki i opiekę w czasie wykonywania pracy oraz profesorom drowi A. Gawłowi i drowi M. Budkiewiczowi za wyrażenie uwag krytycznych, które zostały uwzględnione w ostatecznym brzmieniu tekstu.

ŻYŁA KWARCOWA W ROZDROŻU IŻERSKIM

Żyła ta jest najbardziej poznana pod względem geologicznym dzięki istniejącej tu eksploatacji kwarcu oraz na skutek wykonania wyrobisk górniczych dla celów dokumentacji geologicznej. Stosunki litologiczne

w obrębie żyły przedstawiono szczegółowo we wcześniejszym opracowaniu (S. Lewowicki, 1965).

Żyła występuje na kontakcie łupków łyszczykowych i gnejsów izer-
skich, stanowiących metamorficzną osłonę granitów Karkonoszy (fig. 1).

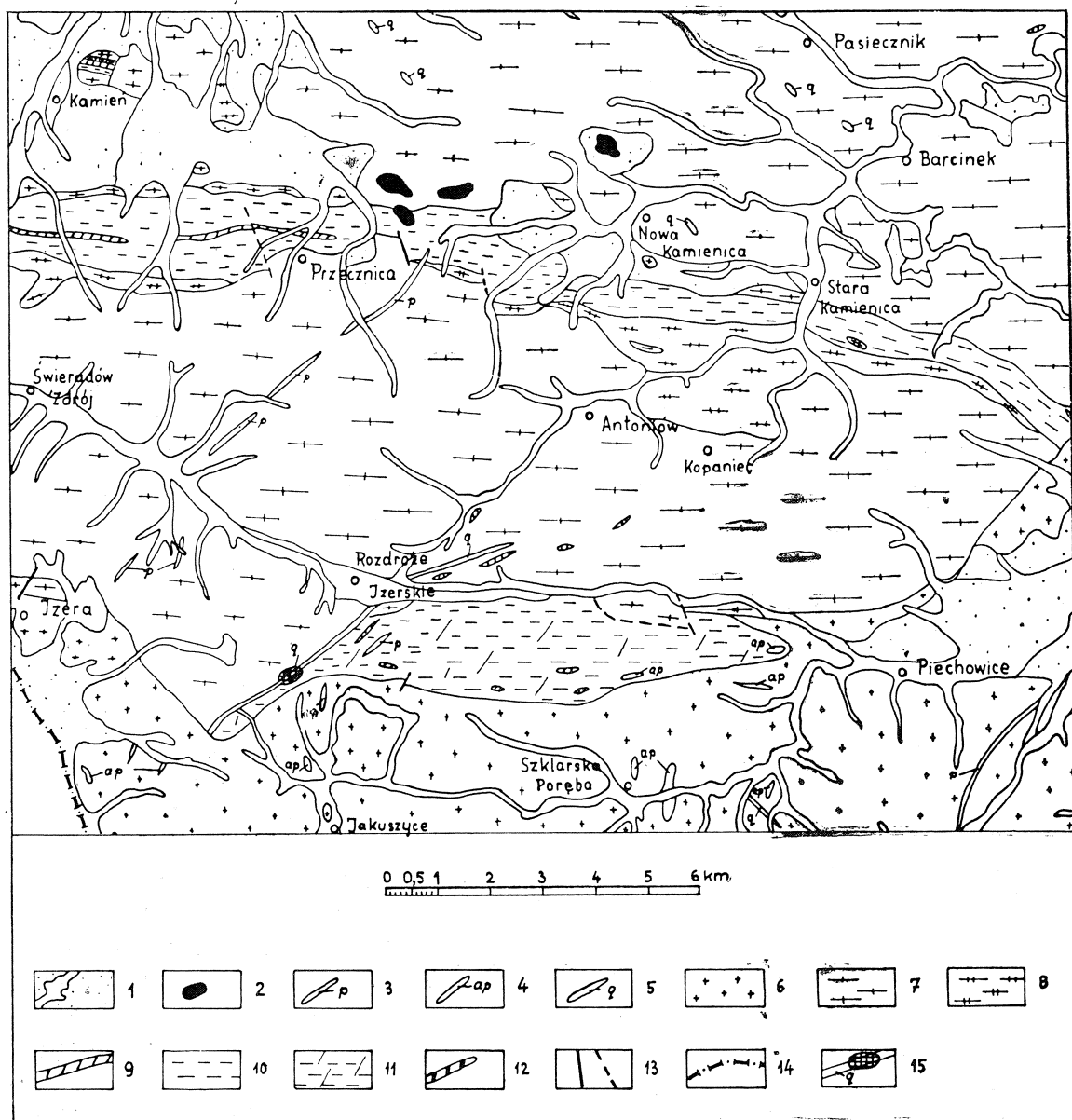


Fig. 1. Mapa geologiczna okolic Szklarskiej Poręby — Świeradowa (na podstawie mapy 1:100 000 wykonanej pod redakcją H. Teisseyre'a): 1 — utwory czwartorzędowe (piaski, gliny i żwiry oraz utwory holoceniśkie w dolinach rzecznych); 2 — bazalty i tufy (trzeciorzęd); 3 — żyły porfirowe; 4 — aplity i pegmatyty; 5 — żyły kwarcowe; 6 — granit Karkonoszy; 7 — granitognejsy (gnejsy) izerskie; 8 — leukogranity izerskie; 9 — gnejsy migmatyczne; 10 — łupki łyszczykowe; 11 — łupki kontaktowo zmienione, hornfelsy; 12 — amfibolity; 13 — uskoki stwierdzone i prawdopodobne; 14 — granice państwowe; 15 — odcinek żyły kwarcowej objęty eksploatacją

Fig. 1. Geological map of the neighbourhood of Szklarska Poręba (after H. Teisseyre): 1 — Quarternary sediments — sands, loams, gravels, and Holocene sediments in river valleys; 2 — basalts and tuffs (Tertiary); 3 — porphyry veins; 4 — aplites and pegmatites; 5 — Quartz veins; 6 — Karkonosze Mts., granite; 7 — Iżera Mts. gneissic granite and gneiss; 8 — Iżera Mts. leucogranite; 9 — migmatic gneiss; 10 — micaschists; 11 — contact-metamorphosed schists; hornfelses; 12 — amphibolites; 13 — proven and probable faults; 14 — state boundary; 15 — worked section of the quartz vein

Zarówno jedne, jak i drugie skały oboczne są metasomatycznie wzbogacone w krzemionkę, co doskonale ilustrują wyniki analizy chemicznej poszczególnych prób. Żyła kwarcowa należy do typu żył złożonych, gdzie obok głównej szczeliny (szerokości około 20 m) kwarc wypełnia szereg drobniejszych szczelin równoległych, których bieg jest zgodny z łupkowatością skał otaczających (fig. 2, 3, 4, 5). W profilu odsłoniętych na szerokości około 70 m skał wyróżniono 3 główne kierunki spękań (fig. 2DI). Główny ich system stanowią spękania podłużne oznaczone symbolem Q. Dwa dalsze (L_1 , L_2) przecinają żyłę poprzecznie (Tabl. XXI, fig. 1). Spękania wiążą się z tektoniką granitu Karkonoszy.

Łupki kwarcowo-łyszczkowe występujące we wschodniej części odsłonięcia zbudowane są z naprzemianległych warstewek o różnym składzie mineralnym i wielkości ziarn. Jedne z nich zbudowane są z drobnych ziarn kwarcu o pokroju hipautomorficznym, jasnych łyszczków oraz skaleni (często w reliktach), drugie zaś buduje kwarc o wydłużonych kształtach i zazębionych brzegach (Tabl. XXII, fig. 1).

Kwarc żylny zbudowany jest z ksenomorficznych ziarn silnie zazębionych ze sobą. Wykazują one obecność niekiedy licznych wrostków blaszek serycytu (Tabl. XXII, fig. 2). Te z reguły duże osobniki kwarcu (średnio około 1 mm, maksymalnie 4 mm) są niekiedy zaangażowane tektonicznie, czego oznaką są spękania oraz odkształcenia dynamiczne sieci krystalicznej (Tabl. XXII, fig. 3).

Gnejsy zbudowane są z naprzemianległych warstewek kwarcowych i skaleniowych, wśród których dominują polisyntetycznie zbliżniaczone plagioklasy i mikropertyty mikroklinowe, często przeobrażone w blaszki muskowitu czy serycytu (Tabl. XXIII, fig. 1). Dla utworów tych charakterystyczne jest także nieznaczne okruszczowanie. Najczęściej spotykane są związki żelaza w postaci tlenków i siarczków. Nadają one niekiedy skale kwarcowej różowe zabarwienie. Barwy różowofioletowe pochodzą według A. Morawieckiego (1954) od związków miedzi.

Skład chemiczny

Na załączonych profilach (fig. 2, 3, 4, 5) przedstawiono lokalizację pobranych prób do badań chemicznych i mikroskopowych. W tabelach (1-4) przedstawiono wyniki analizy chemicznej pobranych prób.

Spektrograficzna analiza jakościowa wykazała, że kwarc żylny zawiera skromny i raczej stały skład pierwiastków śladowych. Występują tu mianowicie: Mn, Cu, Pb, Cr, Zn. Skały otaczające zawierają znacznie mniej krzemionki i większą ilość tlenków glinu, żelaza, wapnia, magnezu i alkaliów oraz znacznie większą ilość pierwiastków śladowych, w których skład obok już wspomnianych wchodzi dalsze, takie jak: V, Zr, Ba, Sn, As, Sr, Ag.

Skład chemiczny poszczególnych serii skalnych określono na podstawie 32 analiz, wykonanych przez laboratorium Instytutu Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach. Jak wynika z tych badań, kwarc żylny wykazuje wysoką zawartość SiO_2 (98,25—99,70%), przy zawartości Al_2O_3 w granicach 0,10—1,28%. Największą czystość kwarcu wykazuje centralna część żyły w jej przypowierzchniowej partii.

Wraz z głębokością oraz w kierunku północnym (sztolnia II) kwarc wykazuje niższą zawartość krzemionki. W tym też kierunku zwięża się żyła kwarcowa, a zawartość tlenków glinu i żelaza znacznie wzrasta

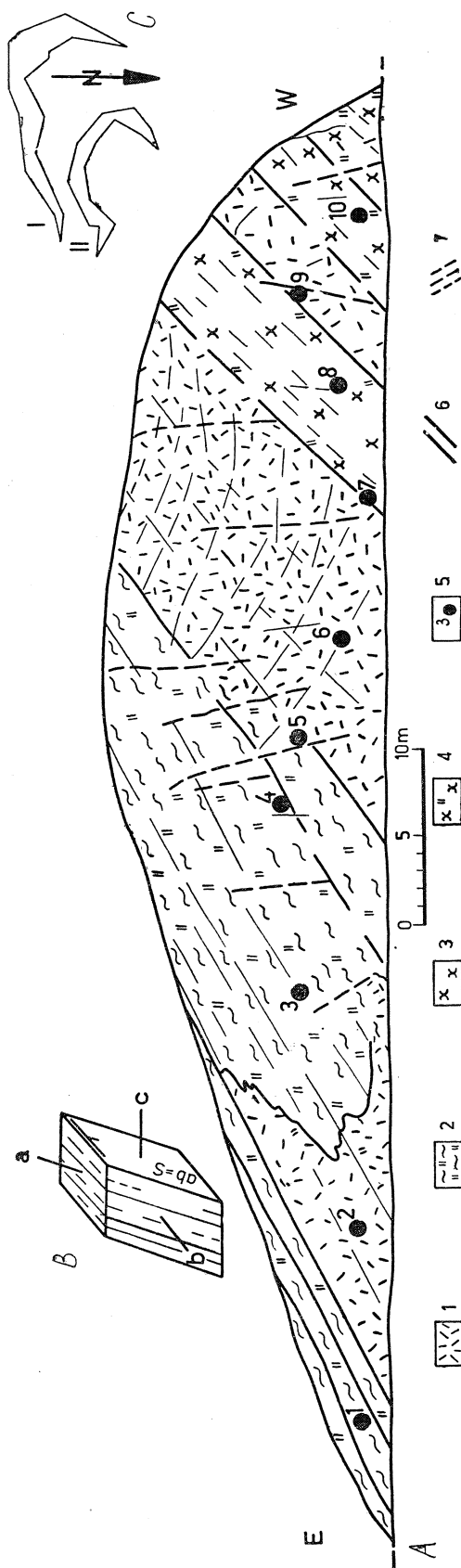


Fig. 2 A, B, C. Rozdroże Izerskie: A — profil ściany kamieniołomu północnego (poziom I) z lokalizacją pobranych prób: 1 — kwarc żylny; 2 — łupek kwarcowo-luszczykowy; 3 — gnejs; 4 — gnejs skrzemionkowany; 5 — numer próby; 6 — złupkowanie; 7 — spekania. B — orientacja przestrzenna elementów teksturalnych pobranych prób. C — szkielet sytuacyjny kamieniołomu północnego (poziomy I i II). Fig. 2 A, B, C. Rozdroże Izerskie: A — profile of the face of the northern quarry and localization of samples. 1 — vein quartz; 2 — quartz-mica schist; 3 — gneiss; 4 — silicified gneiss; 5 — sample number; 6 — fractures; 7 — schistosity; 8 — orientation of the structural elements of the samples. C — sketch map of the northern quarry

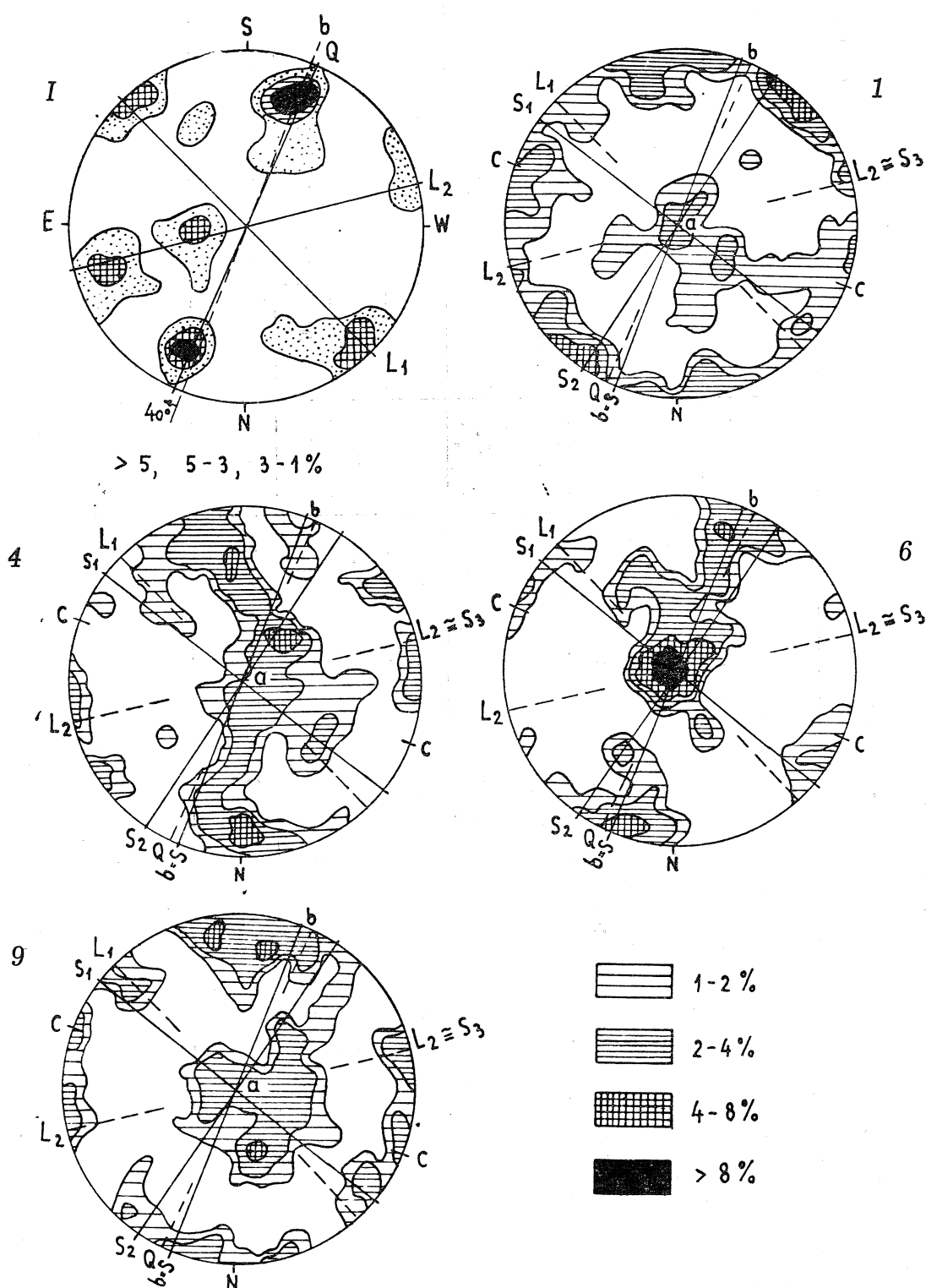


Fig. 2 D. Rozdroże Izerskie. I — stereograficzny wykres spękań w żyłę kwarcowej; Q — spękania podłużne; L₁ i L₂ — spękania poprzeczne; b — rozciągłość żyły; pr. 1, 4, 6, 9 — diagramy konturowe dla 100 osi optycznych kwarcu w próbach nr 1, 4, 6, 9 (patrz fig. 2 A), rzut na dolną półkulę; Q, L₁, L₂ — spękania; S, S₁, S₂, S₃ — płaszczyzny ślizgu; a, b, c — osie teksturalne

Fig. 2 D. Rozdroże Izerskie. I — stereographic diagram of fractures in the quartz vein; Q — longitudinal fractures; L₁ and L₂ — transverse fractures; b — strike of the vein; pr. 1, 4, 6, 9 — contour diagrams for 100 optical axes of quartz in the samples No. 1, 4, 6, 9 (see Fig. 2 A), projection on the lower hemisphere; Q, L₁, L₂ — fractures; S, S₁, S₂, S₃ — slip planes; a, b, c — structural axes

Rozdroże Izerskie

Tabela 1

Nr próby Skład chem.	strata prażenia %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	Pierwiastki śladowe (spektrograficzna analiza jakościowa)
1	0,76	92,07	4,10	0,19	0,89	0,21	0,30	1,19	1,05	Mn Cr Cu V Zr Zn Pb Ba
2	wypr.	98,73	0,69	0,04	0,38	0,10	0,06	—	—	Mn Cu Pb Zn
3	1,10	94,46	2,08	0,23	1,07	0,21	0,27	0,83	0,83	Cu Mn Cr V Zn Pb
4	wypr.	98,03	1,12	0,07	0,55	0,10	0,13	—	—	Na Mn Cr Cu V Zn Pb
5	wypr.	98,17	1,18	0,05	0,49	0,10	0,10	—	—	Na Cu Mn V Zn Pb
6	wypr.	99,70	0,10	śl.	0,20	śl.	śl.	—	—	Na Cr Cu Mn
7	1,68	91,22	4,10	0,23	2,08	0,13	0,22	1,90	0,09	Cu Zn V Mn As Pb Ba
8	3,26	71,57	13,70		3,36	0,24	0,28	—	—	Na Mn Cu Cr Zn V Ba Sn Pb As Sr
9	wypr.	96,71	2,00	0,08	1,02	0,10	0,09	—	—	Mn Na Cu Sn Pb
10	0,57	85,63	7,36		0,77	0,40	0,17	—	—	Mn Cu Cr Pb Sn Zn V Ba

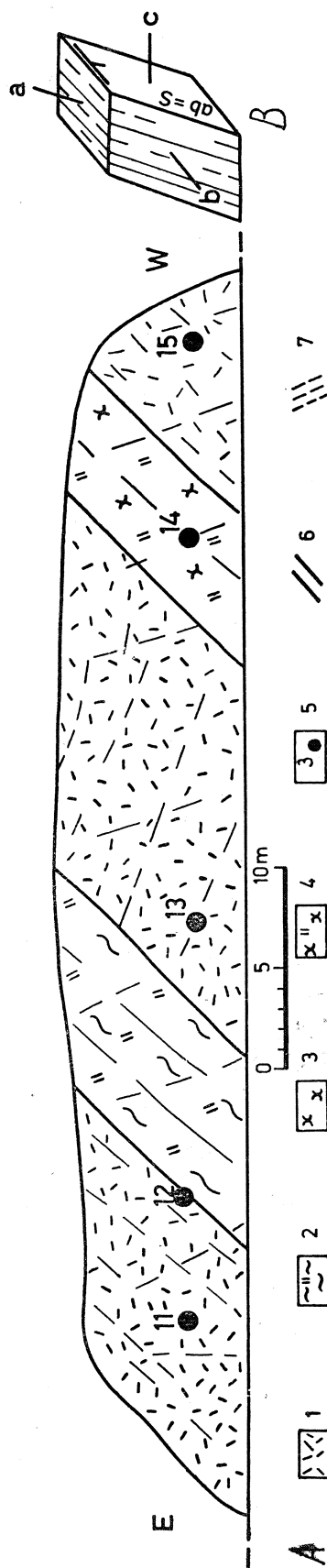


Fig. 3 A, B. Rozdroże Izerskie. A — profil ściany kamieniołomu północnego (poziom II) z lokalizacją pobranych prób: 1 — kwarc żylny; 2 — łupek kwarcowo-luszczykowy; 3 — gnejs; 4 — gnejs skrzemionkowany; 5 — numer próby; 6 — złupkowanie; 7 — spękania. B — orientacja przestrzenna elementów teksturalnych pobranych prób Fig. 3 A, B. Rozdroże Izerskie. A — profile of the face of northern quarry (II) with localization of samples. 1 — vein quartz; 2 — quartz-mica schist; 3 — gneiss; 4 — silicified gneiss; 5 — sample number; 6 — schistosity; 7 — fractures: B — orientation of structural elements of the samples

Rozdroże Izerskie

Tabela 2

Nr próby Skład chem.	strata prażenia %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	Pierwiastki śladowe (spektrograficzna analiza jakościowa)
11	wypr.	99,70	0,18	śl.	0,16	śl.	śl.	—	—	Mn Cu Pb Cr
12	wypr.	99,10	0,55	0,03	0,30	śl.	0,05	—	—	Mn Cu Pb Cr
13	wypr.	99,40	0,29	śl.	0,19	śl.	0,07	—	—	Mn Cu Pb Cr
14	0,67	94,89	2,88	0,05	0,55	0,15	0,11	1,13	0,24	Mn Cu Pb Zn
15	wypr.	98,25	1,28	0,03	0,26	0,10	0,08	—	—	Na Mn Cu Cr Zn Ag Pb

(fig. 5). Niższą zawartość krzemionki wykazuje też kwarc oddalony w kierunku poziomym od centrum żyły (próby nr 2, 9, 15).

Łupki kwarcowo-łyszczkowe wykazują zawartość SiO_2 w granicach 92,07—98,17%, przy zawartości Al_2O_3 od 1,12—4,10%.

Gnejsy mało wzbogacone metasomatycznie w krzemionkę (próby nr 8, 29, 32) wykazują jej zawartość w granicach 71,57—80,51% i Al_2O_3 od 9,77—13,78%. Zawartość alkaliów waha się w przedziałach od 1,99—8,06%.

Gnejsy zsylikowane (pr. 10, 14) wykazują zawartość SiO_2 w granicach 85,63—94,89%, a tlenków glinu od 2,88—7,36%.

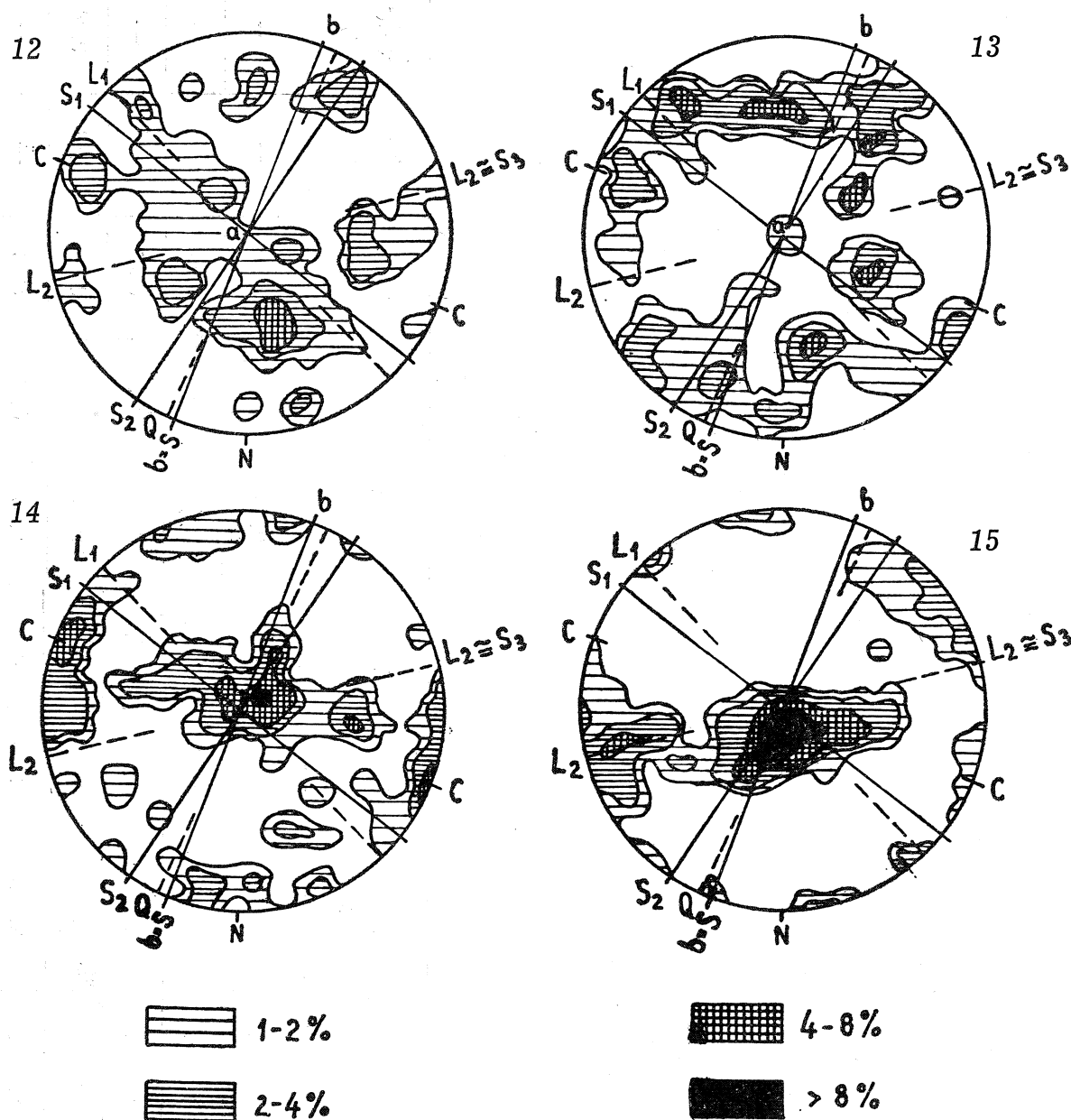


Fig. 3 C. Rozdroże Izerskie. Diagramy konturowe dla 100 osi optycznych kwarcu w próbkach 12, 13, 14, 15; Q, L_1 , L_2 — spekanie; S, S_1 , S_2 , S_3 — płaszczyzny ślizgu; a, b, c — osie teksturalne

Fig. 3 C. Rozdroże Izerskie. Contour diagrams for 100 optical axes of quartz in samples No. 12, 13, 14, 15; Q, L_1 , L_2 — fractures; S, S_1 , S_2 , S_3 — slip planes; a, b, c — structural axes

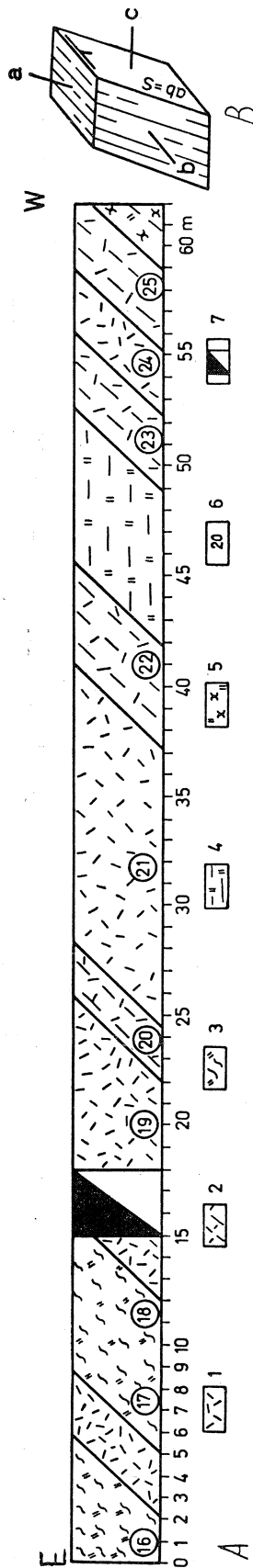


Fig. 4 A, B. Rozdroże Izerskie. A — profil poprzeczny żyły kwarcowej na linii sztolni I, wzdłuż przecinki nr 1 i 2 (ociosy południowe); 1 — kwarc żylny; 2 — kwarc o teksturze kierunkowej (z relikтами skały pierwotnej); 3 — łupek kwarcowo łyszczykowy; 4 — skała kwarcowa z kavernami wypełnionymi substancją ilastą i szczotkami kwarcowymi; 5 — gnejs skrzemionkowany; 6 — lokalizacja i numer pobranej próby; 7 — sztolnia: B — orientacja przestrzenna elementów teksturalnych pobranych próbek

Fig. 4 A, B. Rozdroże Izerskie. A — transversal profile of the quartz vein — adit I, profile of the scross-cuts No. 1 and No. 2, south faces. 1 — vein quartz; 2 — quartz with directional structure and relicts of the primary rock; 3 — quartz-mica schist; 4 — quartz rocks with cavities filled with clay and quartz crystals; 5 — silicified gneiss; 6 — localization of samples; 7 — adit: B — orientation of the structural elements of the samples

Rozdroże Izerskie

Tabela 3

Nr próby Skład chem.	Strata prażenia %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	Pierwiastki śladowe (spektrograficzna analiza ilościowa)
16	wypr.	97,82	1,48	0,03	0,50	0,10	0,07	—	—	—
17	wypr.	95,64	2,62	0,07	1,42	0,10	0,15	—	—	Na Mn Ag Zn Sn Cu As Pb
18	wypr.	96,13	2,88	0,06	0,55	0,19	0,19	—	—	Na Mn V Cr Ag Zn Pb Cu
19	wypr.	98,92	0,81	0,03	0,19	śl.	0,05	—	—	—
20	wypr.	99,00	0,71	śl.	0,21	—	0,04	—	—	Mn Cu Pb
21	wypr.	99,70	0,20	śl.	0,12	—	śl.	—	—	Mn Cu Pb
22	wypr.	97,58	1,38	śl.	1,00	—	0,04	—	—	Mn Cu V Ag As Pb
23	wypr.	98,18	1,55	0,03	0,18	śl.	0,06	—	—	—
24	wypr.	99,30	0,56	śl.	0,15	śl.	śl.	—	—	—
25	0,85	97,02	1,10	śl.	1,58	śl.	0,04	0,21	0,05	Mn Cu V Ag As Pb

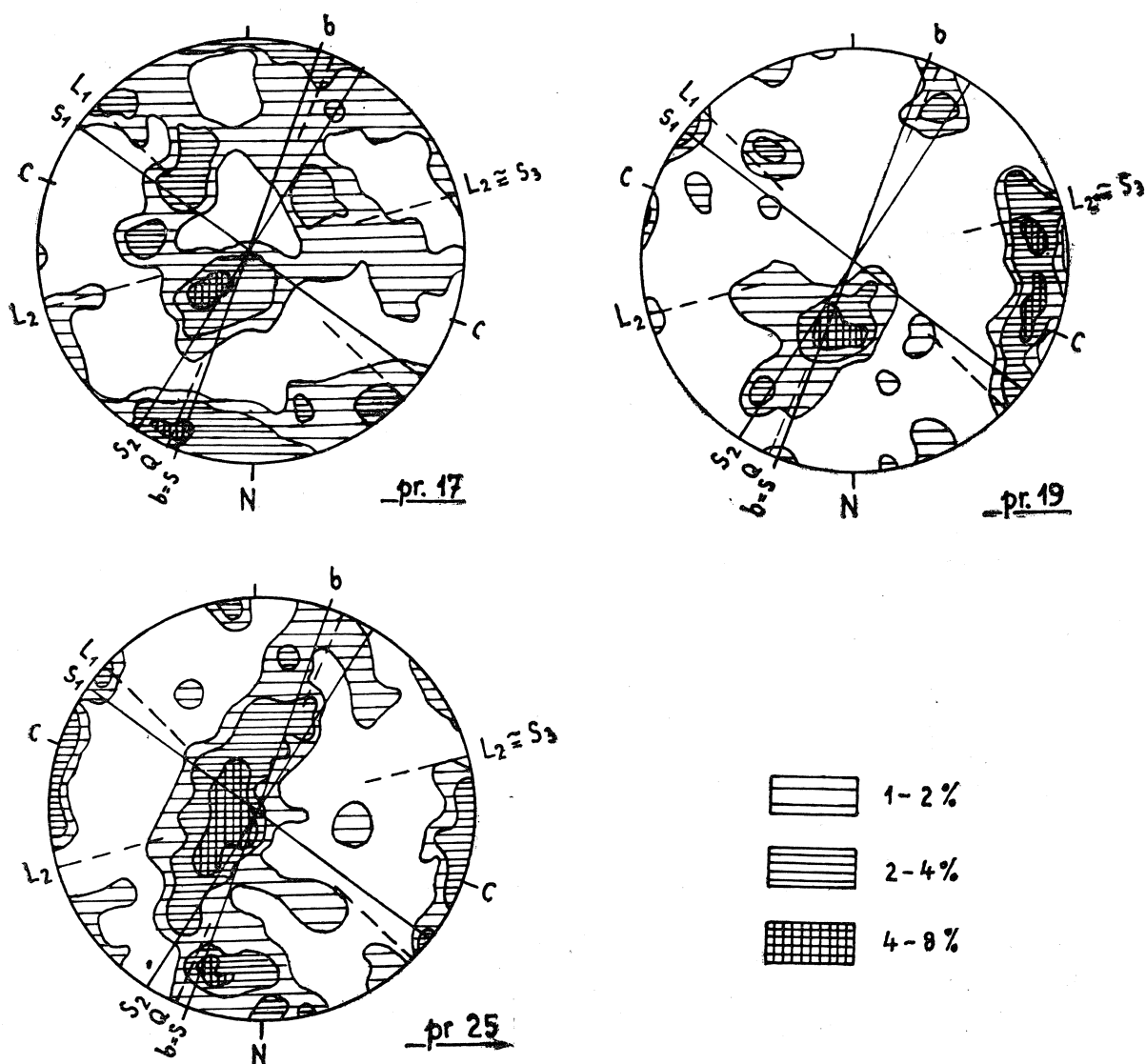


Fig. 4 C. Rozdroże Izerskie. Diagramy konturowe dla 100 osi optycznych kwarcu w próbach 17, 19, 25 (patrz fig. 4 A), symbole jak na fig. 3 C

Fig. 4 C. Rozdroże Izerskie. Contour diagrams for 100 optical axes of quartz in the samples No. No. 17, 19, and 25 (see Fig. 4 A), symbols as in Fig. 3 C

CHARAKTERYSTYKA ZAOBSERWOWANYCH ZMIAN METASOMATYCZNYCH ORAZ ICH INTERPRETACJA

Przebudowa mineralna pierwotnych skał polegająca głównie na rozkładzie skaleni i wzmożonej sylyfikacji dokonała się pod wpływem gorących roztworów wodnych w warunkach średnich temperatur i ciśnienia, bez wyraźnego udziału mineralizatorów w postaci związków fluoru, chloru czy boru, charakterystycznych dla etapu pneumatolitycznego.

Procesy metasomatyczne zachodziły zatem w warunkach hydrotermalnych, o czym świadczyć może obecność najczęściej tu spotykanych pierwiastków, takich jak: Cu, Zn, Pb, Ag, As. Według schematu klasyfikacji utworów pomagmowych F e r s m a n a, wskazują one na zakres temperatur poniżej 400°C, charakterystyczny głównie dla V i VI typu pneumatolitów geofazy H. I. (K. S m u l i k o w s k i, 1952).

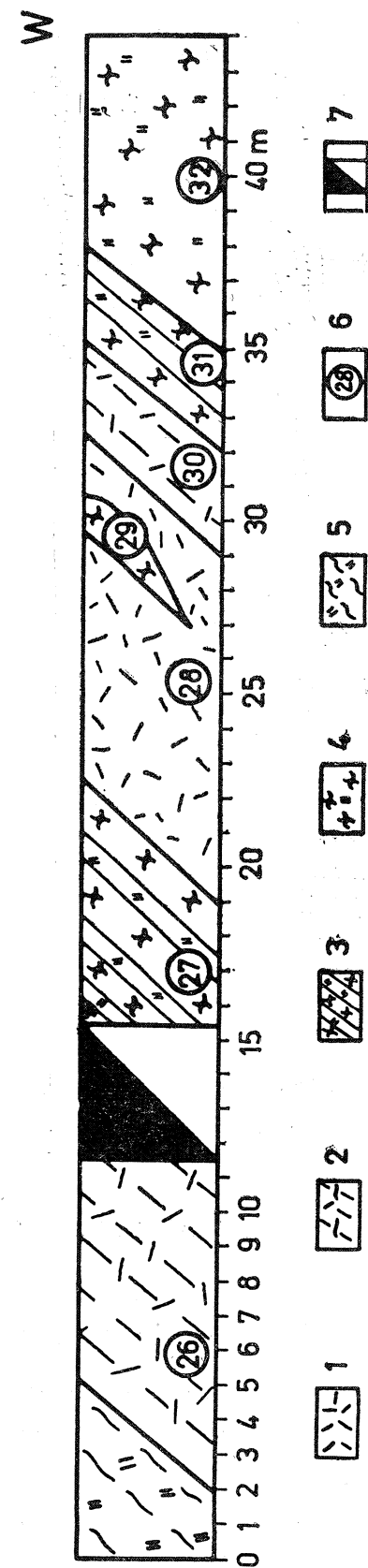


Fig. 5. Rozdroże Izerskie. Profil poprzeczny żyły kwarcowej na linii sztolni II (profil ociosów południowych przecinki nr 1 i 2). 1 — kwarc żyłny; 2 — kwarc o teksturze kierunkowej z relikdami skały pierwotnej; 3 — gnejs z grubymi laminami i wkładkami kwarcu; 4 — gnejs skrzemionkowany; 5 — łupek kwarcowo-łyszczkowy; 6 — lokalizacja i numer pobranej próby; 7 — sztolnia. Fig. 5. Rozdroże Izerskie. Transversal profile of the quartz vein — adit II. Profile of the cross-cuts No. 1 and No. 2, south faces: 1 — vein quartz; 2 — quartz with directional structure and relictst of the primary rock; 3 — gneiss with thick laminae and intercalations of quartz; 4 — silicified gneiss; 5 — quartz-mica schist; 6 — localization of samples; 7 — adit

Rozdroże Izerskie

Tabela 4

Nr próby	Strata prażenia %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	Pierwiastki śladowe (spektrograficzna analiza jakościowa)
26	0,35	98,45	1,18	śl.	0,29	śl.	0,08	0,35	0,28	Mn Cu V Pb
27	0,57	93,80	2,98	0,06	0,52	0,32	0,14	0,99	0,62	Mn Cu V Cr Pb
28	0,36	98,75	0,93	śl.	0,22	śl.	0,10	0,40	0,06	Cu
29	2,98	77,30	13,78		2,33	2,06	0,41	4,12	0,06	Mn Zr Cu V Be Pb
30	0,44	97,64	1,45	0,04	0,78	śl.	0,09	0,68	0,03	Mn Cu V Pb
31	0,58	97,32	1,58	0,04	0,89	śl.	0,17	0,76	0,04	Mn Cu V Pb
32	0,66	80,51	9,77		0,88	0,79	śl.	5,48	2,58	Mn Cu V Pb

Infiltracja roztworów, ułatwiona dzięki spękanom i kierunkowej teksturze skał pierwotnych, spowodowała odprowadzenie alkaliów ze skaleni oraz częściowe przeobrażenie tych ostatnich w muskowit. Przeobrażeniu w muskowit uległ również biotyt. Część zaś żelaza i tytanu odprowadzona ze skał wydzieliła się w postaci tlenków żelaza i rutylu bądź leukoksenu.

Główna masa żyły utworzona jest z kwarcu wykryształizowanego z pomagmowych roztworów wstępujących, które dostały się do otwartej szczeliny.

Oprócz głównej szczeliny kwarc wypełnia także szereg drobniejszych szczelin równoległych, których bieg jest zgodny z łupkowatością skał obocznych.

Skały otaczające wykazują różny stopień metasomatycznego przeobrażenia w zależności od stopnia rozluźnienia i rozkruszenia w strefie rozłamu. Na kontaktach wypełnień kwarcowych ze skałami otaczającymi zauważa się zwiększoną mineralizację kruszczową, szczególnie bogatą w odniesieniu do siarczków i tlenków metali.

W wypełnieniach kwarcowych notuje się zawartość kruszczów jedynie w śladach. Jest to niewątpliwie spowodowane własnością pierwotnych roztworów z dużą zawartością gelu krzemionkowego, w którego obecności wytrącanie minerałów kruszczowych było utrudnione.

Obok czystych kwarców wypełniających szczeliny występują partie, w których pozostały relikty pierwotnej skały. Licznie występują tu wrostki muskowitu czy serycytu w ziarnach kwarcu, bądź też w postaci drobnołuseczkowych agregatów na granicy ziarn kwarcu. W reliktach zachowały się niekiedy skalenie. Obecność relikтів nasuwa przypuszczenie, że przy tworzeniu się żyły kwarcowej, obok procesu wypełniania koloidalną krzemionką z roztworów pomagmowych pustych przestrzeni, mogło mieć miejsce metasomatyczne wypieranie i zastępowanie łatwo rozpuszczalnych składników mineralnych skał otaczających, aż do utworzenia skały monomineralnej jako ostatecznego efektu tego procesu. Obserwacje makroskopowe i mikroskopowe skał wskazują, że mogła tu mieć miejsce kombinacja tych obydwu procesów.

Obserwacje autora dokonywane w obrębie eksploatowanej partii żyły kwarcowej w Rozdrożu Izerskim, od roku 1959, pozwoliły na dokonanie następujących spostrzeżeń:

Uwidoczniła na profilu kamieniołomu (poz. II) seria, reprezentowana przez próbę 11, przedstawia kwarc żylny o wybitnie dużej czystości (fig. 3). Próbę tę pobrano w okresie sporządzania profilu ściany kamieniołomu, tj. w roku 1960. W rok później, na skutek postępu robót eksploatacyjnych na tym odcinku, skała stopniowo poczęła ujawniać budowę łupkową, zbliżając się wyglądem do otaczających ją łupków kwarcowo-luszczykowych o wysokiej zawartości SiO_2 , obserwowanych już na tym odcinku w profilu poz. I kamieniołomu (Tab. XXI, fig. 2). Obserwowano przy tym stopniowe zwiększanie się makroskopowo widocznych relikтів skał pierwotnych z nagromadzeniem tlenków żelaza.

Zaobserwowane zmiany metasomatyczne mogły zachodzić przypuszczalnie dzięki infiltracyjnemu przenoszeniu składników skały i roztworu przez system por i szczelin w skałach pierwotnych.

Metasomatoza infiltracyjna, jak wiadomo, przejawia się głównie w tworzeniu stref metasomatycznych, zmieniających się wzajemnie w kierunku płynięcia roztworu, przy czym skała i roztwór znajdują się w chemicznej równowadze, a objętość skały nie ulega zmianie.

Zamiana składników skały pod wpływem roztworów kontaktujących się z ciałem stałym zachodzić może tylko na granicy dwu stref o jakościowo różnym składzie mineralnym. Przy tym procesie ilość minerałów w poszczególnych strefach metasomatycznych redukuje się aż do utworzenia monomineralnej skały (D. S. Korżinski, 1951).

Koncentracja roztworu w każdej strefie, według D. S. Korżinskiego (1951), równa jest nasyceniu jego tymi minerałami, które występują w danej strefie. W zależności od zawartości składników w skale powstaje kolumna infiltracyjna składająca się z odpowiedniej ilości stref z malejącą stopniowo ilością składników, aż do wytworzenia strefy pełnego rozpuszczenia skały. Każdy minerał przy tym rozpuszcza się tylko na określonym froncie jego rozpuszczania. Szybkość przesuwania się frontu dla każdego minerału jest wprost proporcjonalna do różnicy między koncentracją nasycenia i koncentracją roztworu i odwrotnie proporcjonalna do zawartości składnika w wyjściowej skale. Front rozpuszczania poszczególnych minerałów zatem przenosi się tym szybciej, im mniejsza jest ich zawartość w skale. Dlatego też skała złożona z nielicznych minerałów, w odniesieniu do których roztwór jest nienasycony, będzie się szybciej rozpuszczać niż skała złożona z jednego minerału. Bardziej rozpuszczalne składniki mineralne powodują zwiększanie się szybkości rozpuszczania skały, co pociąga za sobą obniżenie ciśnienia, umożliwiające osadzanie również tych minerałów, w które roztwór był przesycony w mniejszym stopniu niż głównym składnikiem.

To osadzanie wtórnych składników roztworu, do których m. in. zaliczyć należy minerały kruszcowe, zachodzi zatem łatwiej w skałach o kilku składnikach niż w skałach o bardziej prostym składzie.

Intensywne rozpuszczanie jednych składników skały, powodujące podwyższenie ich koncentracji w roztworze, obniża rozpuszczalność innych, doprowadzając do ich przesyconienia w roztworze. Oczywistym efektem będzie wytrącenie z roztworu tych ostatnich na froncie rozpuszczania pierwszych. W ten sposób tłumaczy się zapełnienie pustek po wylugowanych minerałach (D. S. Korżinski, 1951).

Podany w ogólnym zarysie mechanizm metasomatozy infiltracyjnej tłumaczy powstawanie strefowości metasomatycznej z jednoczesnym istnieniem całej serii w różnym stopniu zmienionych skał pierwotnych od mało zmienionych aż do monomineralnych, będących produktem końcowym działania hydrotermalnych roztworów na skały oboczne o różnym składzie. Istnieje przy tym tendencja tworzenia wyraźnych kontaktów między strefami metasomatycznymi.

Omówiony sposób wypełniania mineralnego wolnych przestrzeni pod wpływem hydrotermalnych roztworów nie jest oczywiście jedynym znanym w przyrodzie. Wypełnianie szczelin czy pustek w skale może się odbywać za pośrednictwem stopniowego narastania kryształów na ściankach albo też wypełnienia ich gelem z następną jego krystalizacją. Narastanie kwarcu na ściankach obserwuje się często w drobnych szczelinach wśród zmienionych już skał.

W procesie powstawania omawianej żyły kwarcowej zasadniczą rolę odgrywało: 1° — wypełnianie szczeliny osadami z przesyconych pomagmowych roztworów, których ostateczne źródło należy upatrywać w intruzji granitu Karkonoszy, oraz 2° — procesy metasomatycznego zastępowania mineralnych składników rozluźnionych skał w strefie rozłamu wraz z produktami tarcia w jej obrębie. Istniały przy tym warunki do wytrącania się wtórnych składników roztworu oraz ich osadzania w stre-

fach kontaktowych pomiędzy monomineralną a wieloskładnikową zastępowaną skałą.

Istniejące niekiedy pustki po kryształach minerałów kruszczowych tłumaczy się tym, że po ich osadzeniu poddane były one kolejnemu rozpuszczeniu na skutek przesuwania się frontu rozpuszczania podczas autometasomatozy wytrąconych już osadów z roztworu przesyconego. Pustki te są częściowo wypełnione przez minerał żylny lub przez produkty utleniania minerałów kruszczowych. To zjawisko tylko częściowego zastąpienia tych minerałów tłumaczyć można intensywniejszym rozpuszczaniem od procesu osadzania na skutek większego utlenienia roztworów w strefie przypowierzchniowej. Pozostałe relikty mineralne po skałach pierwotnych w tej strefie można wytłumaczyć mniejszą agresywnością roztworów, spowodowaną zapewne ich ochłodzeniem bądź częściową ucieczką składników roztworu w otwartą przestrzeń.

Analiza mikroteksturalna

Odsłonięte skały w obrębie eksploatowanej żyły kwarcowej wykazują wyraźnie zaznaczone złupkowanie oraz różnokierunkowo przecinające się spękania, które doprowadziły do powstania dużych płaszczyzn poślizgu (Tabl. XXI, fig. 1).

Zarówno łupki, jak i gnejsy są drobnolaminowane, przy czym istniejące kierunki złupkowania (warstewkowania) są zgodne w obu tych skałach. Żyła kwarcowa przebiega zgodnie z kierunkiem rozciągłości skał obocznych.

Spękania grupują się głównie w trzech systemach. Najczęstszymi są spękania podłużne, zgodnie z rozciągłością skał. Dają one wyraźnie zaznaczone gładkie płaszczyzny, szczególnie dobrze widoczne na granicy skał obocznych i żyły kwarcowej. Dwa dalsze systemy spękań należą do poprzecznych (fig. 2DI).

Istnienie tak wyraźnie zaznaczonych deformacji wywarło wpływ na strukturę wewnętrzną składników mineralnych. Skały te zbudowane głównie z kwarcu i minerałów łyszczykowych, szczególnie czułych na wszelkie naprężenia i ruchy, nie mogły pozostać obojętne na zaistniałe procesy deformacyjne.

Kryształy kwarcu wykazują ogólną tendencję lepszego wzrostu wzdłuż kierunku łupliwości skał, dążąc do kierunkowej orientacji ziarn.

Analizę mikroteksturalną wykonano w oparciu o wyniki statystycznych pomiarów orientacji optycznych osi kwarcu na trójosiowym uniwersalnym stoliku w zorientowanych szlifach. Zastosowano system prostokątnych współrzędnych (fig. 2B), gdzie oś a oznacza kierunek upadu, oś b rozciągłość. Oś c jest prostopadłą do płaszczyzny ab , która stanowi płaszczyznę łupkowatości (S).

Diagramy konturowe orientacji osi optycznych kwarcu w poszczególnych seriach skalnych przedstawiono na fig. 2D, 3C, 4C.

Oś b , zgodna z płaszczyzną łupkowatości jest też bardzo zbliżona a często pokrywa się z systemem spękań podłużnych, oznaczonych symbolem Q (fig. 2DI). W związku z tym można ją utożsamiać z główną osią deformacji, oznaczoną symbolem B przez B. S a n d e r a (1950). To nakładanie się kierunku orientacji osi b z osią główną deformacji wywarło wpływ na orientację kryształów kwarcu. Wśród linijnie ułożonych bla-

szek miki, głównie w tym kierunku (płaszczyzna S), obserwuje się też ten charakter orientacji kierunkowej wśród ziarn kwarcu. Oprócz tego częstym zjawiskiem jest laminarne zdeformowanie ziarn kwarcu, wywołane zapewne przez siły tangencjalne i stąd pochodzi ich skośny bieg w stosunku do uwarstwienia skał. Kierunek ich (płaszczyzna S_1), zbliżony do prostopadłego w stosunku do płaszczyzny ślizgu S_2 , związany jest z naprężeniem i spękaniami górotworu w systemie L_1 .

Płaszczyzna ślizgu S_2 zbliżona jest do płaszczyzny S , co zapewne zostało wywołane wpływem nacisków ścinających w tej strefie deformacji (F. J. Turner, J. Verhoogen, 1951).

Opisane deformacje wewnętrznej budowy kwarcu w mikroskopowym obrazie ziarna przybierają postać wyraźnie niekiedy zarysowanych lametek (Tabl. XXII, fig. 3). Kąt zawarty między płaszczyznami S_1 i S_2 wynosi średnio 84° .

Na przedstawionych diagramach konturowych na fig. 2D, 3C, 4C zaznacza się również wpływ czwartej płaszczyzny ślizgu, której biegun z grubsza pokrywałby się z kierunkiem spękań L_2 . Z kierunkiem tym można wiązać widoczne w niektórych płytkach cienkich pewne, okludowane przez kwarc blaszki serycytu, układające się w stosunku do płaszczyzny $ab = S$ pod kątem około 50° . Kierunek ten może zatem stanowić płaszczyznę ślizgu S_3 , wywołaną naciskiem ścinającym, uzewnętrznionym w systemie spękań L_2 .

Według przedstawionych diagramów, w których z reguły maksima układają się w formie pasów, rozpatrywane skały można zaklasyfikować do tektonitów złożonych.

Tworzenie się pasa maksimów w pobliżu płaszczyzny ab spowodowane jest równoległą orientacją wzrostu wzdłuż płaszczyzn złupkowania. Taką orientację wykazuje kwarc w łupkach oraz kwarc z relikdami pierwotnej tekstury (fig. 2D, pr. 4, 6, 9; fig. 4C, pr. 19, 25).

Pas maksimów w pobliżu płaszczyzny ac charakterystyczny jest dla łupków i gnejsów (fig. 2D, pr. 1; fig. 3C, pr. 14). Cechuje on pierwotną orientację ziarn kwarcu w skałach zrekrytalizowanych. Tego typu orientację wykazuje ponadto kwarc żylny (próba 12, 15) występujący wśród tych skał (fig. 3). Tłumacze to orientacją przetrwałych załączków krystalizacji zmienionych metasomatycznie skał pierwotnych.

Pas bc powstał na skutek krystaloblastezy postdeformacyjnej (fig. 2D, pr. 1; fig. 3C, pr. 13; fig. 4C, pr. 17).

Układanie się pasów maksimów blisko płaszczyzny ab i ac tłumaczone jest niekiedy wpływem ślizgu wzdłuż krawędzi ($m:r$) w kwarcu (H. W. Fairbairn, 1949).

Wpływ deformacji na orientację minerałów podkreśla linijne ułożenie łusek serycytu zgodnie z płaszczyznami ślizgu.

ŻYŁA KWARCOWA W NOWEJ KAMIENICY

Omawiana żyła odsłonięta jest na odcinku o długości około 25 m i szerokości 12 m w nieczynnym kamieniołomie, założonym w szczytowej partii wzgórza Biały Kamień na wschód od miejscowości Nowa Kamienica (Tabl. XXI, fig. 3). Wysokość ścian kamieniołomu waha się w granicach od 6 do 10 m, a łączna ich długość wynosi około 50 m. Profil ściany kamieniołomu przedstawia fig. 6A.

Stosunki geologiczne i charakterystyka litologiczna skał w obrębie żyły

Żyła występuje wśród granitognejsów izerskich budujących pasmo wzniesień o przebiegu równoleżnikowym, zwanych Wyżyną Kamienicką. Granitognejsy te występują na północ od pasma łupków łyszczykowych (fig. 1), wraz z którymi stanowią serię utworów północnej, metamorficznej okrywy bloku Karkonoszy.

Bieg żyły kwarcowej wynosi 340° , upad zaś $60^\circ/\text{NE}$. Skała jest bardzo mocno spękana, przy czym dominują dwa prawie prostopadłe kierunki spękań o nachyleniu płaszczyzn kłiważu w granicach $80\text{--}85^\circ$ (fig. 6D). Główny system spękań o biegu ENE-WSW, oznaczony symbolem I, przecina poprzecznie żyłę kwarcową, powodując powstanie dużych i wyraźnych płaszczyzn poślizgu. System spękań oznaczony symbolem II pokrywa się z rozciągłością żyły.

Żyła zbudowana jest na ogół z grubokrystalicznego kwarcu barwy białej i białoróżowej.

Kwarc żylny wykazuje w swej masie obecność licznych okruchów metasomatycznie zmienionych skał pierwotnych. Wśród nich wyróżnia się skały z częściowo zachowaną reliktową teksturą gnejsową oraz okruchy skał afanitowych barwy beżoworóżowej.

Okruchy pierwszego rodzaju są z reguły pocięte gęstą siatką różnokierunkowych żyłek kwarcowych i zawierają liczne skupienia drobnoluseczkowego sercytu. Niekiedy po tych okruchach pozostały jedynie drobne pory i kawerny często z resztkami rozłożonej skały pierwotnej. Brzegi okruchów wyraźnie odcinają się od masy kwarcowej i mają zazwyczaj regularne i ostre granice.

Okruchy drugiego rodzaju są również pocięte licznymi drobnymi żyłkami kwarcowymi. W odróżnieniu od poprzednio opisanych są one silnie zsylikowane i mało porowate.

Skała kwarcowa pod mikroskopem ukazuje strukturę brekcjową. Buduje ją grubokrystaliczny kwarc o wielkości ziarn średnio w granicach do 2 mm, sporadycznie zaś dochodzących do 5 mm. Kierunek wzrostu ziarn jest na ogół mało uporządkowany. W pewnych strefach wzrost ziarn zaznacza się w dwóch prostopadłych kierunkach, szczególnie wyraźnie występujący w grubszych żyłkach przecinających masę skalną.

Występowanie pęknięć, wypełnionych wtórnie żyłkami drobnokrystalicznego kwarcu, podkreśla brekcjowy charakter skały. Powstały one przypuszczalnie podczas procesu odnowienia ruchów tektonicznych, już po wykształceniu żyły kwarcowej, co spowodowało jej częściowe zbrekcjonowanie i wtórne scementowanie nowo doprowadzonymi roztworami krzemionkowymi.

Ziarna kwarcu wykazują proste, faliste i mozaikowe wygaszanie światła. W strefach pęknięć zauważa się zdeformowanie niektórych ziarn kwarcu. Duże ziarna automorficznego i hipautomorficznego kwarcu wykazują niekiedy zdeformowanie w partiach brzeżnych kryształów (Tabl. XXIII, fig. 2).

Krytaloblasty kwarcu o pokroju hipautomorficznym występują często w masie drobnokrystalicznego kwarcu. Na ogół jednak wzrost ich ma przebieg radialny wokół tych drobnych skupień czy okruchów pierwotnego kwarcu (Tabl. XXIII, fig. 3). Przestrzenie między okruchami pierwotnego kwarcu żylnego a otoczkami kwarcowymi drugiej generacji wypełnione są często mikrokryystalicznym ciastem kwarcowym o struk-

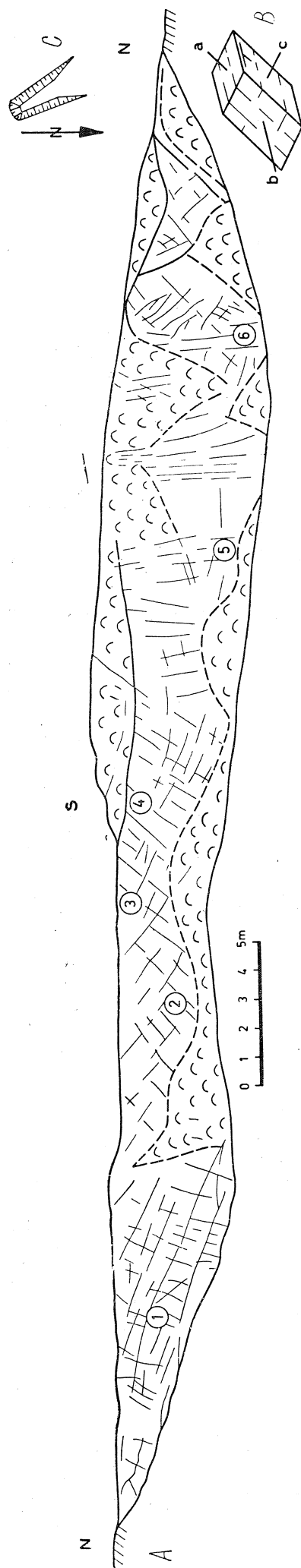


Fig. 6 A, B, C. Nowa Kamienica: A — profil ściany kamieniołomu kwarcu żyłnego z lokalizacją próbek. B — orientacja przestrzenna elementów teksturalnych pobranych prób. C — szkic sytuacyjny kamieniołomu
Fig. 6 A, B, C. Nowa Kamienica: A — profile of the face of the quartz quarry with localization of samples. B — orientation of the structural elements of the samples. C — sketch-map of the quarry

Tabela 5

Nowa Kamienica

Nr próby Skład chem.	Strata prażenia %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Pierwiastki śladowe (spektrograficzna analiza jakościowa)
1	wypr.	98,53	1,00	śl.	0,30	0,08	0,09	Na K Mn Cu Pb
2	wypr.	99,00	0,76	śl.	0,16	śl.	0,06	Na K Mn Cu Pb
3	wypr.	99,10	0,64	0,04	0,21	śl.	0,03	Na K Mn Cu Cr Pb
4	wypr.	99,50	0,34	śl.	0,14	śl.	śl.	Na K Mn Cu Pb
5	wypr.	97,64	1,45	0,06	0,60	0,10	0,15	Na K Mn Cu V Cr Pb
6	wypr.	99,30	0,45	śl.	0,19	śl.	0,04	Na K Mn Cu Pb Cr Zn

turze mozaikowej. Kwarce pierwszej generacji, w przeciwieństwie do generacji drugiej, wykazuje silne zaangażowanie tektoniczne, którego wyrazem jest faliste i mozaikowe wygaszanie światła.

Okruchy skał afanitowych barwy beżoworóżowej wykazują strukturę kryptokrystaliczną i teksturę bezładną. Składają się z drobnoziarnistego

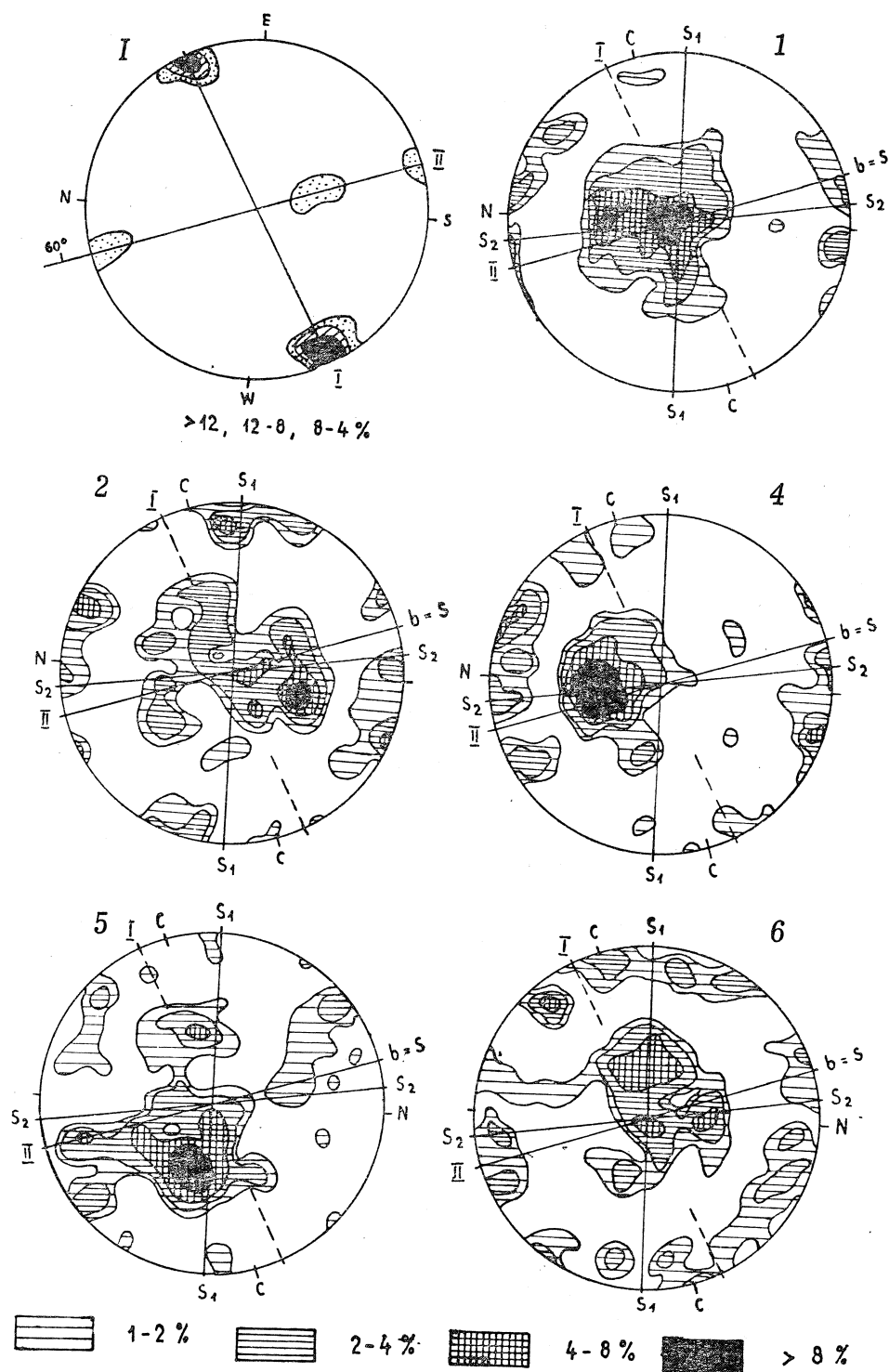


Fig. 6 D. Nowa Kamienica: I — stereograficzny wykres spękań; pr. 1, 2, 4, 5, 6 — diagramy konturowe dla 100 osi optycznych kwarcu w próbkach nr 1, 2, 4, 5, 6 (rzut na dolną półkulę); I, II — systemy spękań; S, S₁, S₂ — płaszczyzny ślizgu
Fig. 6 D. Nowa Kamienica: I — stereographic diagram of fractures; pr. 1, 2, 4, 5, 6 — contour diagrams for 100 optical axes of quartz in the samples No. 1, 2, 4, 5, 6 (projection on the lower hemisphere); I, II — fracture systems; S, S₁, S₂ — slip planes

kwarcu o ziarnach poniżej 0,05 m, niekiedy 0,02 mm. Akcesorycznie spotyka się w nich bardzo drobne łuseczki serycytu. Okruchy te mają charakter krzemieni, powstałych przypuszczalnie w pierwszym etapie mineralizacji kwarcowej na drodze metasomatycznej, a następnie uległy zbrekcjonowaniu. W świetle przechodzącym mają one zabarwienie matowobrazowawe. Pocięte są licznymi jaśniejszymi żyłkami drobnokryształicznego wtórnego kwarcu. Zaznaczają się w nich jak gdyby relikty jakiejś pierwotnej struktury, ale jest ona praktycznie nie do rozpoznania.

Przestrzenie między okruchami tego typu wypełnione są przez żyłki kwarcowe, które radialnie otaczają poszczególne okruchy, zespalaając je ze sobą. Poszczególne ziarna kwarcu posiadają kryształy wydłużone w kierunku prostopadłym do krawędzi okruchów (Tabl. XXIV, fig. 1). Wielkość poszczególnych ziarn waha się w granicach 0,2—0,1 mm. Omalwiany kwarc wykazuje normalne wygaszanie światła.

S k ł a d c h e m i c z n y

Wyniki analizy chemicznej kwarcu żylnego zamieszczono w tabeli 5.

Występujący w Nowej Kamienicy kwarc żylny wykazuje wysoką zawartość SiO_2 , wahającą się w granicach od 97,64—99,50%. Na sześć pobranych tu prób w czterech stwierdzono udział krzemionki w ilości powyżej 99%. Niska jest natomiast zawartość tlenków glinu (do 1,5%) żelaza, wapnia i magnezu.

Spektrograficzna analiza jakościowa wykazała obecność w śladach takich pierwiastków, jak: Na, K, Mn, Cu, Pb, niekiedy też Cr, V, Zn. Ten skromny zespół pierwiastków śladowych świadczy o nieznacznej mineralizacji kruszczowej, co jest zjawiskiem typowym dla żył kwarcowych w ich partiach monomineralnych. Przedstawiony zespół pierwiastków wskazuje ponadto na zakres temperatur poniżej 400°C, towarzyszący procesowi mineralizacji kwarcowej.

A n a l i z a m i k r o t e k s t u r a l n a

Głównym kierunkiem wydłużenia ziarn kwarcu jest najczęściej dwusieczna kąta utworzonego przez płaszczyzny spękań *Okl*.

Kierunek płaszczyzny ślizgu S_1 (zgodny z wydłużeniem ziarn kwarcu) związany jest ze spękaniem górotworu w systemie I. Druga płaszczyzna ślizgu S_2 zbliżona jest do płaszczyzny S , która z kolei pokrywa się z systemem spękań II. Spękania te zgodne są z rozciągłością żyły, czyli z kierunkiem osi *b*. Ślizg S_2 zatem wywołany został wpływem nacisków ścinających w strefie deformacji, uzewnętrznionej w systemie spękań II. Kąt zawarty między płaszczyzną ślizgu S_1 i S_2 wynosi 82°.

Wpływ deformacji na orientację optyczną kwarcu zaznacza się wyraźnie na przedstawionych diagramach konturowych (fig. 6D).

Osie optyczne kwarcu tworzą głównie maksima w pobliżu bieguna *a*. Taki układ jest charakterystyczny dla *S*-tektonitów. Na tę orientację, charakteryzującą zapewne skałę wyjściową, nałożyły się w dalszej kolejności płaszczyzny ślizgu, wywołane przez późniejsze deformacje.

Przedstawiona orientacja osi optycznych kwarcu na załączonych diagramach jest więc wyrazem najmłodszych deformacji, nałożonych na wcześniejszą, której zawdzięcza się mylonityzację skały pierwotnej.

Obecność płaszczyzn ślizgu skłania do zaliczenia rozpatrywanej struktury do tektonitów złożonych.

Wpływ na orientację optyczną kwarcu miała również rekryształizacja i wzrost nowych minerałów w kierunku najmniejszego oporu w środowisku anizotropowym lub w kierunku przetrwałej, pierwotnej orientacji ziarn kwarcu w skale wyjściowej.

W skale kwarcowej zauważa się również rozwój orientacji wymiarowej. Odnosi się to do kwarcu w żyłkach, wypełniających najmłodsze spękania. Kryształy kwarcu rosną, mianowicie dłuższymi osiami prostopadłe do ścian żyłek (Tabl. XXIV, fig. 1). Ściany żyłek spełniają zatem rolę płaszczyzn, względem których kierunek największej łatwości wzrostu jest prostopadły.

Gdy tego rodzaju płaszczyzna (blastetrix — wg F. J. Turnera i J. Verhooгена, 1951) bezpośrednio wpływa na orientację sieci przestrzennej rosnących kryształów wówczas mówi się o anizotropii, a kryształy dążą do wydłużania albo równoległego lub pod kątem prostym do osi c kryształów. Równoległa orientacja pierwszego typu daje maksimum zgodne z biegunem ściany żyły, drugi zaś typ daje pasy w płaszczyźnie prostopadłej do ściany (F. J. Turner, J. Verhooген, 1951).

Wzrost kryształów w dwóch prostopadłych kierunkach obserwuje się również w partiach skały zawierającej okruchy pierwotnego kwarcu żylnego.

Dla przedstawionych diagramów najbardziej charakterystyczne jest układanie się maksimów w płaszczyźnie ab . Maksima te wykazują pewne deformacje wzdłuż płaszczyzn ślizgu S_1 i S_2 . Poza tym zaznacza się powstawanie maksimów w pasie bc , skupionych głównie w pobliżu bieguna b . Maksima występujące w pobliżu bieguna a wykazują często rozmycie i wydłużenie wzdłuż płaszczyzny ac (diagramy prób 2 i 5), natomiast maksima w pobliżu bieguna b wzdłuż płaszczyzny bc (pr. 6). Współistnienie pasów ac i bc tłumaczyć można ruchami różnicowymi wokół a na równi z ruchami wokół b . Tego typu orientacja szczególnie wyraźnie rozwinięta jest w tektonitach określanych niekiedy symbolem $B \perp B'$ gdzie osie b i a mają jednakowe obrotowe znaczenie.

Z przedstawionych diagramów orientacji osi optycznych kwarcu w opisanej żyłce wynika, że zasadniczym kierunkiem ruchu przy deformacji była płaszczyzna ab . Maksima typu I, ukazujące się w pobliżu bieguna osi a , wskazywałyby na orientację przedkryształizacyjnego mylonitu (E. S. Hills, 1943; G. D. Ażgirej, 1956). Ta pierwotna deformacja, której cechy wskazują na strukturę S-tektonitu, narzuciła kierunek i sposób rekryształizacji nowo powstałej skały kwarcowej. Rozciągnięte maksimum typu I w płaszczyźnie ac przypomina typową orientację kwarcu w gnejsach. Pierwotną zatem skałą wyjściową mógł być gnejs, którego metasomatycznie zmienione okruchy zachowały się jeszcze w masie kwarcowej. Rekryształizacja kwarcu dostosowała się do przetrwałych, zorientowanych załączków pierwotnej tekstury skały wyjściowej. Na tę orientację nałożyły się z kolei późniejsze deformacje (po rekryształizacji), których wyrazem są płaszczyzny ślizgu S , S_1 i S_2 , wytworzone na skutek nacisków ścinających w strefie spękań górotworu w systemie I i II.

Część kryształów kwarcu powstała też w drodze kryształizacji postdeformacyjnej. Dostosowując swą budowę do anizotropowego środowiska kryształizacyjnego, utworzyły typową równoległą orientację wzrostu. Najłatwiejszy kierunek ich wzrostu zgodny był z płaszczyznami laminarnego poślizgu. Wzrost nowych ziarn po procesach deformacyjnych dokonywał się zapewne w środowisku stałym. Jak wiadomo, większość

ziarn mineralnych w skałach metamorficznych dąży do wykształcenia idioblastów. W naszym przypadku obserwuje się to na przykładzie kryształoblastów kwarcu, często zawartych w matrycy drobnych ziarn bądź wykryształizowanych wokół ich skupień. Zauważono dążność do zapewniania istniejących pustek i szczelin w skale przez kwarc żylny, przy czym wzrost kryształów zaznacza się głównie w dwóch prostopadłych kierunkach.

Wnioski genetyczne

Opisywana żyła kwarcowa wykazuje wysoki stopień przebudowy mineralnej, idącej w kierunku utworzenia skały monomineralnej. Ta przebudowa, nosząca niewątpliwie cechy metamorfozy metasomatycznej, zatarała w znacznej mierze pierwotny charakter skał wyjściowych. Dopatrzyć się tu można kilku etapów w rozwoju żyły. Na podstawie obserwacji mikroskopowych przypuszczać można, iż rozwój żyły rozpoczął się od zbrekcjonowania i mylonityzacji skał wyjściowych. Następnym etapem było wniknięcie w tę strefę roztworów krzemionkowych, których działanie zaznaczyło się w dwojaki sposób: przez metasomatyczną impregnację okruchów skalnych (produktów mylonityzacji skał) oraz kryształizację kwarcu żyłowego w pustkach i szczelinach.

Na tym to też etapie miało miejsce przeobrażenie składników skał pierwotnych. Skalenie przeszły w serycyt, a składniki ciemne rozłożyły się na łuszczyki pokrewne z wydzieleniem tlenków żelaza. Proces rozwoju żyły trwał przypuszczalnie dłuższy czas i miał charakter powtarzający się, tak że już zasklepione strefy tektoniczne podlegały odnowieniu i powtórnej cementacji roztworami krzemionkowymi. Świadczyć może o tym częstokroć silne zaangażowanie tektoniczne kwarcu żylnego aż do mylonityzacji włącznie.

ŻYŁA KWARCOWA W PASIECZNIKU

Omawiana żyła odsłonięta jest w szczytowej partii wzgórza Bojanka w Pasieczniku w postaci bloków oraz niewielkich skałek. Największą z nich o długości około 25 m, szerokości 5 m i wysokości około 5,50 m przedstawia fig. 7.

Odsłonięta żyła należy do grupy żył typu szczelinowego, ciągnącej się z przerwami od Barcinka poprzez Pasiecznik, Janice i dalej na zachód aż po Chmielen. Występuje ona wśród granitognejsów izerskich (patrz fig. 1).

Bieg żyły wynosi 290° , upad zaś $75^{\circ}/NE$. Jest ona bardzo mocno spękana, przy czym dominują trzy główne systemy spękań, przedstawionych na wykresie stereograficznym (fig. 7B). Główny system spękań, zgodny z rozciągłością żyły, oznaczono symbolem I, dwa zaś dalsze, poprzeczne, oznaczono symbolami II i III.

Charakterystyka litologiczna

Żyła makroskopowo przedstawia skałę składającą się z kwarcu i resztek zmienionej pierwotnej skały, scementowanej wtórnymi żyłkami kwarcu. Pod mikroskopem wykazuje strukturę nierównoziarnistą i brekcjową i w zasadzie składa się z dwóch rodzajów skał — ze skały pierwotnej, przeobrażonej i metasomatycznie zsylikowanej oraz z kwarcu żylnego. Skała pierwotna, o strukturze reliktovej, składa się głównie

z ksenomorficznych ziarn kwarcu o bardzo zróżnicowanych wymiarach, przeciętnie w granicach 0,5—0,05 mm. Skała jest silnie impregnowana krzemionką kryptokrystaliczną, która wypełnia liczne przestrzenie między poszczególnymi większymi ziarnami.

W omawianej skale pierwotnej występują dość liczne drobnołuseczkowe skupienia serycytu, a niekiedy też łuseczki chlorytu. Bardzo często obserwuje się też ciemne skupienia minerałów nieprzeźroczystych o charakterze leukoksenowym, rzadziej w postaci krystalicznego rutylu, przeważnie w postaci bliźniaków kolankowych. Wielkość ich waha się w granicach od 0,08—0,05 mm. Skałę pierwotną przecinają różnokierunkowe żyłki kwarcowe o różnej grubości.

Drugim rodzajem skały budującym masę żylną jest kwarc o strukturze nierównoziarnistej, wykształcony w postaci wydłużonych kryształów zrastających się z okruchami skały pierwotnej, tworząc często utwór przypominający szczotkę kwarcową (tabl. XXIV, fig. 2). Można tu wyróżnić kilka generacji kwarcu, narastających na siebie. Wielkość poszczególnych kryształów jest dość różna, przeważnie w granicach $2,0 \times 1,0$ — $0,4 \times 0,2$ mm. Wykazują one normalne wygaszanie światła. Wśród tych dużych osobników kwarcowych spotyka się ślady deformacji ziarn w ich częściach brzeżnych.

Obok dużych i wydłużonych kryształów występuje też kwarc w postaci niekiedy równoległych lamin i żyłek w skale pierwotnej (tabl. XXIV, fig. 3). Otaczają je warstewki drobnoziarnistej, zmylonityzowanej substancji serycytowo-kwarcowej. Szerokość ich przeciętnie wynosi 0,4 mm. W warstewkach kwarcowo-serycytowych obserwuje się drobne pasemka oraz skupienia substancji nieprzeźroczystej (leukoksen, tlenki żelaza). Te skupienia kwarcowo-serycytowe wypełniają często przestrzenie między ziarnami kwarcu młodszej generacji. Obserwuje się tu też pseudomorfozy serycytu, przypuszczalnie po skaleniach.

Ziarna kwarcu wypełniające żyłki są często wydłużone w kierunku poprzecznym do biegu tych ostatnich.

Na podstawie przedstawionej charakterystyki mikroskopowej skały kwarcowej w Pasiczniku przypuszczać można, iż mineralizacja kwarcowa dokonała się na drodze metasomatycznej. Skała wyjściowa przed jej zsylikowaniem była częściowo zmylonityzowana. Procesy metasomatyczne doprowadziły do serycytyzacji skaleni oraz rozkładu składników femicznych z wydzieleniem leukoksenu i tlenków żelaza. W rezultacie utworzyła się skała nierównoziarnista, bezkierunkowa, której głównym składnikiem jest kwarc o wielkości średniej od 1,0—0,1 mm. Skałę tę przecinają różnokierunkowe spękania, z reguły wypełnione żyłkami kwarcowymi, niekiedy też ciastem kwarcowo-serycytowym. W przebiegu mikrospeków łatwo dopatrzeć się można pewnych powtarzających się kierunków związanych z megaskopowymi deformacjami tektonicznymi.

S k ł a d c h e m i c z n y

Wyniki analizy chemicznej prób pobranych ze skały kwarcowej w Pasiczniku zestawiono w tabeli 6. Jak wynika z przeprowadzonych badań, występująca tu skała wykazuje duże wahania w zawartości SiO_2 , w granicach od 83,02—98,89%, a Al_2O_3 i TiO_2 w granicach 0,83—9,83%. Zawartość tych składników uzależniona jest od reliktowych skupień pierwotnej skały w różnych częściach żyły oraz stopnia jej metasomatycznego wzbogacenia w krzemionkę.

W strefie reprezentowanej przez próbę 1 występuje głównie skała pierwotna. Kierunki metasomatycznej impregnacji krzemionkowej zaznaczyły się tu głównie w wykrystalizowaniu drobnych, równoległych żyłek czy lamin kwarcowych, ułożonych zgodnie z kierunkiem przetrwałej warstewkowej tekstury tej skały. Próby 2 i 3 reprezentują skałę bardziej bogatą w krzemionkę.

Zawartość tlenków żelaza w skale waha się w małym przedziale (0,23—0,79%) podobnie jak i zawartość tlenków wapnia i magnezu.

Spektrograficzna analiza jakościowa wykazała obecność w śladach pierwiastków takich jak: Mn, Cu, V, Pb, Cr, Ni. Występujący tu zespół pierwiastków jest więc podobnego typu co w poprzednio omówionych żyłach z tym, że występuje tu Ni, którego poprzednio nie stwierdzono. Obecność jego może wskazywać na niższą temperaturę roztworów hydrotermalnych, o zakresie temperatur od 200—100°C.

Jak wynika z obserwacji mikroskopowych oraz wyników analizy chemicznej, skała w Pasieczniku wykazuje mniejszy stopień sylifikacji niż w poprzednio opisanych żyłach.

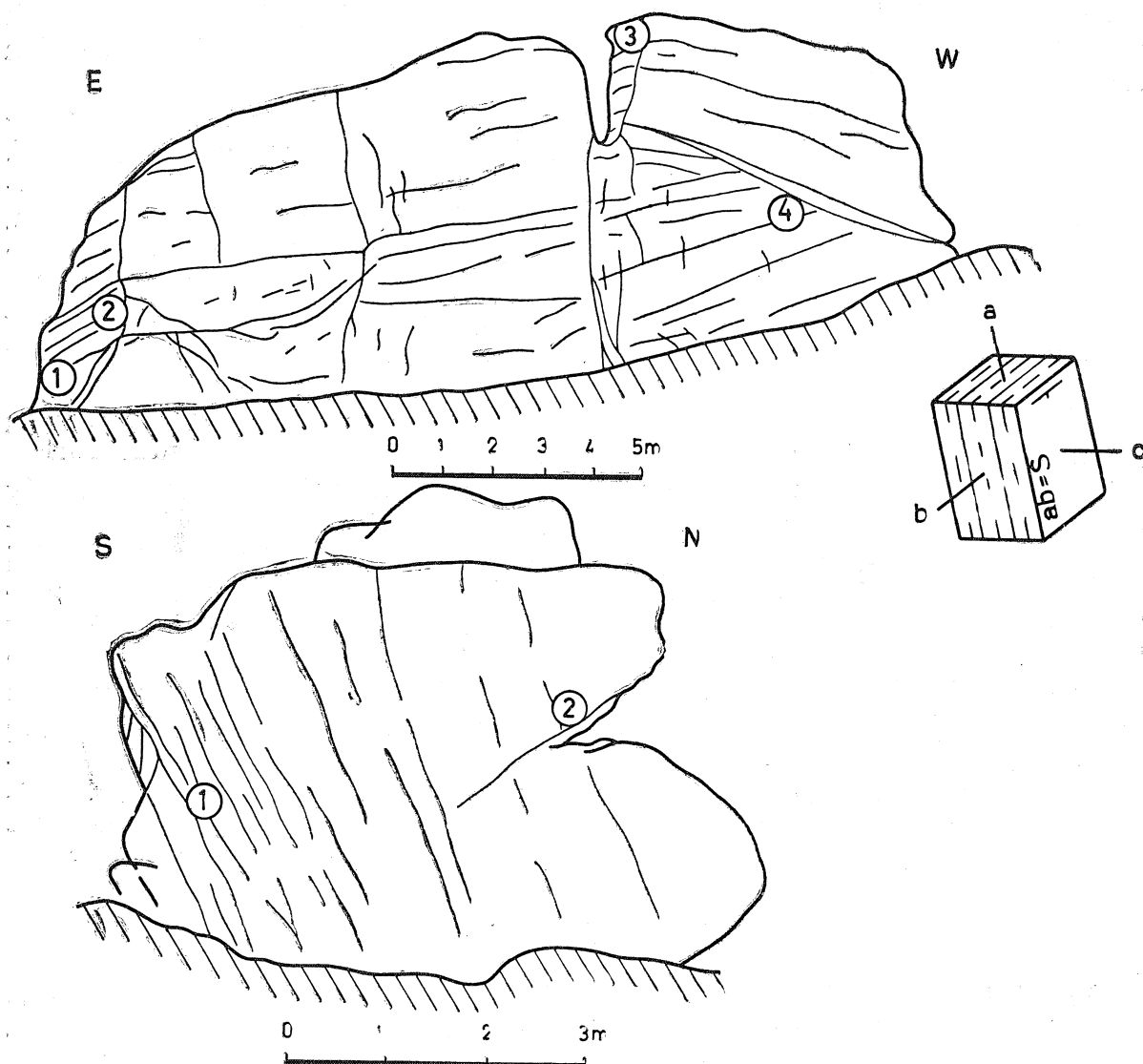


Fig. 7. Pasiecznik, profil skałki kwarcowej na górze Bojanka: A — orientacja przestrzenna elementów teksturalnych pobranych prób

Fig. 7. Pasiecznik, profile of the quartz-bluff at the Bojanka hill. A. — orientation of the structural elements of the samples

Pasiecznik
Tabela 6

Nr. próby Sklad chem.	Strata prażenia %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Pierwiastki śladowe (spektrograficzna analiza jakościowa)
1	1,92	83,02	9,83		0,79	0,30	0,48	Na K Mn Cu V Pb Cr Ni
2	wypr.	98,07	1,83	0,04	0,34	0,08	0,09	Na K Mn Cu V Pb Cr
3	wypr.	98,89	0,80	0,03	0,23	śl.	0,05	Na K Mn Cu V Pb
4	1,19	90,00	5,30		0,64	0,30	0,27	Na K Mn Cu V Pb

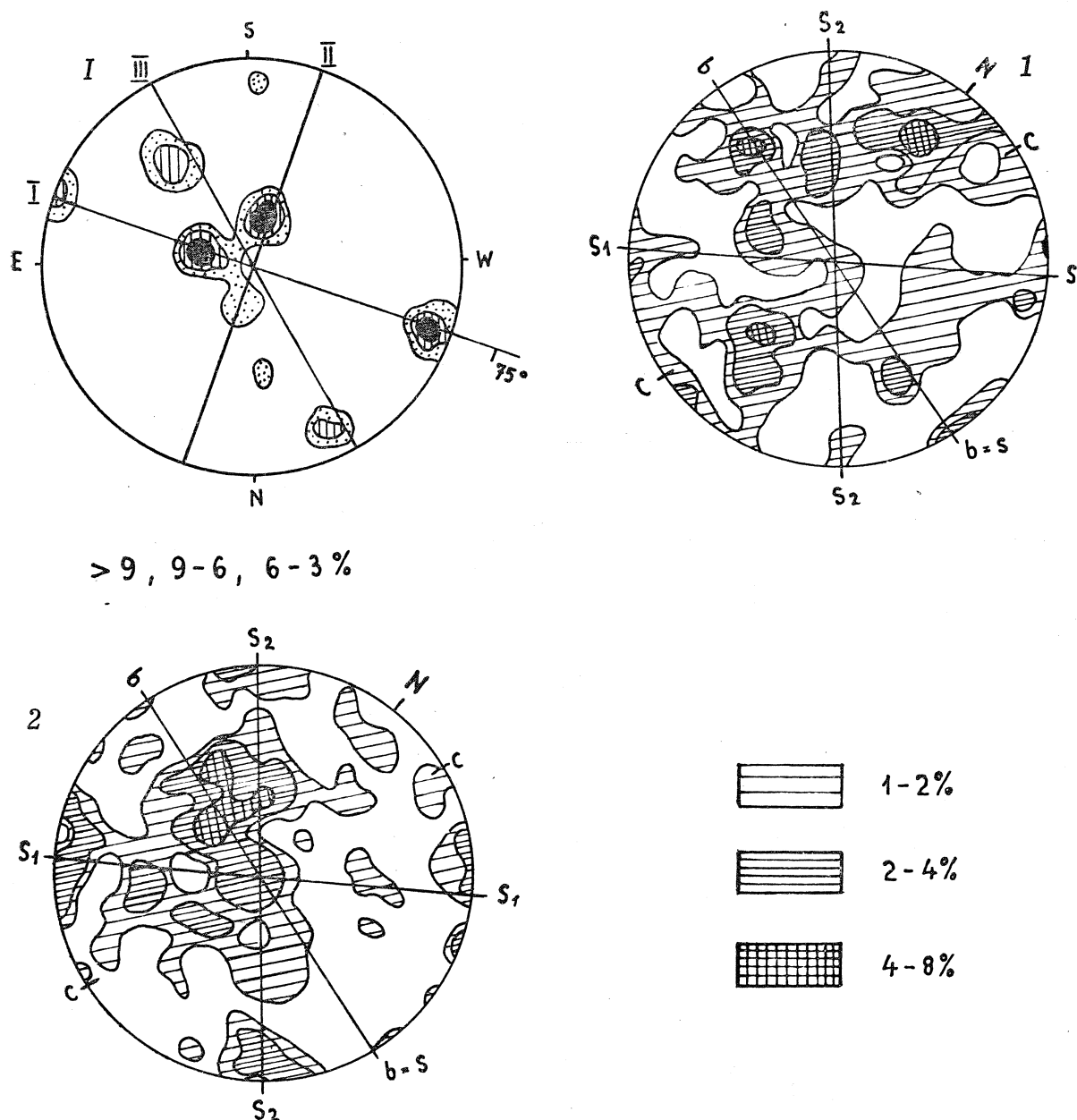


Fig. 7 B. Pasiecznik: I — Stereograficzny wykres spękań; I, II, III — systemy spękań; p. 1, 2 — diagramy konturowe dla 100 osi optycznych kwarcu w próbach nr 1 i 2 (patrz fig. 7), rzut na dolną półkulę

Fig. 7 B. Pasiecznik: I — stereographic diagram of fractures; I, II, III — fracture systems; p. 1 and 2 — contour diagrams for 100 optical axes of quartz in the samples No. No. 1, 2. (projection on the lower hemisphere)

Analiza mikroteksturalna

Skała jest intensywnie spękana, wykazując lokalnie oddzielność blokową.

Z tymi megaskopowymi deformacjami skały wiążą się mikrospękania. Ślady deformacji ziarn kwarcu ujawniają się zazwyczaj w częściach brzeżnych idiomorfów w postaci niewyraźnych równoległych lametek o fałistym bądź mozaikowym znikaniu światła.

W niektórych ziarnach zauważa się równoległe spęknięcia o tym samym kierunku co lamelki w innych kryształach. Przebieg ich jest skośny w stosunku do równoległych warstewek kwarcowo-skaleniovych i żyłek

kwarcowych, wydłużonych zgodnie z rozciągłością żyły. Spękania te jak i lamelki przebiegają pod kątem średnio 45° w stosunku do warstewkowania skały. Kierunek warstewkowania, zgodny z lineacją skały pierwotnej, odpowiadałby płaszczyźnie S , pokrywającej się z osią b , a kierunek lamelek — płaszczyźnie ślizgu S_1 . Z tą płaszczyzną związane jest występowanie drugiej — S_2 . Kąt zawarty między nimi wynosi średnio 84° . Skośny bieg płaszczyzny ślizgu S_1 w stosunku do osi b związany jest z naciskiem ścinającym i spękaniami skały w dwóch prostopadłych kierunkach. Płaszczyzna S_1 stanowi zatem dwusieczną kąta utworzonego przez prostopadłe płaszczyzny spękań (OkI), odpowiadające systemom I i II. W tym też kierunku zauważa się często wydłużenie ziarn kwarcu.

Płaszczyzna S_2 związana jest z naciskiem ścinającym w strefie deformacji, uzewnętrznionej w III systemie spękań.

Wpływ deformacji na orientację optyczną kwarcu zaznacza się wyraźnie w przedstawionych diagramach konturowych (fig. 7B).

W diagramie próby 1 ślizg S_2 tworzy płaszczyznę symetrii. Zaznaczają się tu dwa nieregularne pasy maksimów, ułożone asymetrycznie w stosunku do płaszczyzny bc . Są one zdeformowane pod wpływem ślizgów S i S_1 . Wśród tych pasów występują maksima typu II i III. Pasy maksimów przecinają się z krawędzią diagramu przy biegunie b i c , przy czym punkty przecięcia są rozciągnięte w kierunku ślizgu S_1 i S_2 . Pewne złagodzenie wpływu płaszczyzn ślizgu wywołała orientacja wzrostu kryształów kwarcu, o charakterze podeformacyjnym. Ślady jej występują w postaci pasa maksimów w pobliżu płaszczyzny bc . Jest to w głównej mierze zasługa kryształów kwarcu wypełniających drobne spękania. Ziarna te, o normalnym wygaszaniu światła, nie wykazują oznak deformacji, a kierunek ich wzrostu zaznacza się prostopadle do ścian żyłek.

W diagramie próby 2 występuje rozciągnięte wzdłuż płaszczyzny S_2 maksimum typu I, asymetryczne względem ab , z rozwiniętym submaksimum typu III. Na obwodzie diagramu, przy biegunie płaszczyzny S_1 i S_2 zaznaczają się maksima typu III, które są charakterystyczne dla tektonitów rodzaju $B \perp B'$. Maksima te wskazują na ogólną tendencję łatwiejszego wzrostu kryształów wzdłuż płaszczyzn OkI w warunkach krystalizacji postkinematycznej w środowisku anizotropowym. Nie ulega wątpliwości, że rekrytalizacja i wzrost nowych ziarn kwarcu uwarunkowane były pierwotnymi założeniami teksturalnymi skały wyjściowej.

Orientacja wzrostu w warunkach krystalizacji postkinematycznej, cechująca kwarc najmłodszej generacji, znajduje swe odbicie i w pozostałych maksimach na obwodzie diagramu. Świadczą one o kierunku wzrostu kryształów kwarcu w płaszczyźnie bc (prostopadle do ścian żyłek).

Wnioski genetyczne

Jak wynika z przeprowadzonych badań, omawiana skała wykazuje zmienną zawartość głównego składnika, jakim jest kwarc. Metasomatyczna syfilikacja skały nie wykazuje tak dużego stopnia jak w przypadku omówionych poprzednio żył. Być może, wpłynęła na to mniejsza aktywność i niższa temperatura roztworów hydrotermalnych, działających w tej strefie.

Kwarc żyłny wykrytalizował w postaci różnej wielkości ziarn, niekiedy o cechach struktury seryjnej, przy czym ich wielkość, pokrój oraz kierunek wzrostu wskazują na wpływ środowiska anizotropowego. Przejawia się to głównie w kierunkowym wydłużeniu ziarn wzdłuż pier-

wotnych założeń teksturalnych skały wyjściowej. Linijność utworów podkreślają kierunkowo ułożone blaszki serycytu.

Zauważono dążność kwarcu do wykształcania idioblastów i zapełniania pustek i szczelin w skale. W tym ostatnim przypadku kryształy rosną najczęściej w kierunku prostopadłym do ścian zapełnianej przestrzeni.

Śledząc kierunek przebiegu żył kwarcowych na Pogórzu Izerskim (patrz fig. 1) stwierdza się, że występują one po północnej stronie pasma łupków łyszczykowych, ciągnąc się równolegle do ich biegu. W pobliżu kontaktów łupków z otaczającymi granitognejsami, szczególnie po stronie południowej, wytworzyły się skały typu leukogranitów i łupków z krystaloblastycznym postkinematycznym biotytem. Powstanie tych skał wiąże się z kaledońskimi ruchami górotwórczymi (K. Smulikowski, 1951). Powstały one z gnejsów izerskich zmetasomatyzowanych przez wgłębne emanacje, wydzielone wzdłuż kontaktów serii łupkowej z granitognejsami (K. Smulikowski, 1958).

Procesy metasomatyczne doprowadziły również do wytworzenia skał podobnego typu i po północnej stronie pasma łupkowego. Znane są one z okolic Mirska, gdzie na kontakcie z łupkami gnejsy uległy grejzenizacji. Stadium hydrotermalne tej pneumatolizy wywarło również wpływ na łupki łyszczykowe, w których wytworzyły się zaczątkowe struktury właściwe hornfelsom (M. Kozłowska, 1956).

Wydaje się zatem, że genezę opisanych żył kwarcowych, występujących po północnej stronie głównego pasma łupków łyszczykowych, można wiązać również z procesami przeobrażenia mas granitognejsowych w strefie kontaktowej z łupkami.

Strefy spękań czy szczelin, wypełnione wtórnie kwarcem w naszych żyłach, mogły się również utworzyć w czasie kaledońskich ruchów górotwórczych.

Za wspólnym źródłem emanacji i roztworów, które spowodowały zleukokratyzowanie i zgrejzenizowanie gnejsów oraz powstanie żył kwarcowych przemawia fakt dostrzeżonej różnicy w natężeniu procesu metasomatycznej sylifikacji skał w obrębie poszczególnych żył kwarcowych w zależności od ich odległości od tego źródła.

Jak już zwracano uwagę przy omawianiu żyły kwarcowej w Nowej Kamienicy, zaznacza się tam większy stopień sylifikacji serii skalnej w porównaniu z dalej na północ występującym ciągiem żył (Barcinek, Pasiecznik, Janice).

Wspólną cechą omawianych żył jest to, że powstały one w warunkach hydrotermalnych. Wskazują na to dostrzeżone zmiany metasomatyczne w ich obrębie jak i w bezpośrednim sąsiedztwie. Zmiany te w ogólnym zarysie sprowadzają się do metasomatycznej sylifikacji skał wyjściowych, rozkładu skaleni i biotyту na muskowił lub serycyt. Pozostałe relikty mineralne skał pierwotnych wskazują na różny stopień nasilenia procesów metasomatycznych w poszczególnych strefach skalnych. Nie ulega wątpliwości, że większy stopień metasomatycznej przeróbki skał wyjściowych dokonał się w strefach skataklazowanych czy zmylonityzowanych pod wpływem czynników tektonicznych, przy udziale aktywnych roztworów pomagmowych. Na etap hydrotermalny tych roztworów wskazuje obecność charakterystycznych pierwiastków śladowych.

Powstanie żyły w Rozdrożu Izerskim zawdzięcza się głównie krystalizacji kwarcu z pomagmowych roztworów wstępujących oraz częściowo metasomatycznej metamorfozie skał otaczających, natomiast w procesie

powstania żył znanych z Pogórza Izerskiego decydującą rolę, jak się wydaje, odgrywała metasomatyczna sylifikacja zmylonizowanych skał pierwotnych.

WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Azhgirej G. D. — Ажгирей Т. Д. (1956) Структурная геология. Москва.
- Fairbairn H. W. (1949), Structural petrology of deformed rocks. Addison-Wesley Press, Inc.
- Hills E. S. (1955), Outlines of structural geology. New York.
- Korzhinskij D. S. — Коржинский Д. С. (1951), Инфильтрационная метасоматическая зональность и образование жил. Изв. Акад. Наук СССР, С. геол. № 6.
- Kozłowska M. (1956), Grejzeny z Kamienia koło Mirska w Sudetach. *Arch. Miner.* 19 z. 1, p. 59—74, Warszawa.
- Lewowicki S. (1965), Charakterystyka żyły kwarcowej w Rozdrożu Izerskim *Kwart. geol.* nr 1, Warszawa.
- Morawiecki A. (1954), Uwagi o żyłach kwarcowych w Białej Górze na Rozdrożu Izerskim. *Prz. geol.* nr 9, p. 369—375, Warszawa.
- Sander B. (1950), Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, 2 Teile, Wien.
- Smulikowski K. (1951), Uwagi o starokrystalicznych formacjach Sudetów. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 21, p. 67—116, Kraków.
- Smulikowski K. (1952), Geochemia. *Pr. spec. Inst. Geol.* 1, Warszawa.
- Smulikowski K. (1958), Łupki mikowe i granitognejsy na północnych zboczach pasma Kamienickiego w Sudetach zachodnich. *Biul. Inst. Geol.* 127, Z badań geologicznych na Dolnym Śląsku, 5, p. 5 — 35, Warszawa.
- Turner F. J., Verhoogen J. (1951), Igneous and metamorphic petrology. New York — Toronto — London.

SUMMARY

Abstract: the paper presents a geological and petrological characteristics of three quartz veins occurring within the metamorphic cover of the Karkonosze Mts granite. Results of chemical and microtextural analyses are given.

Three quartz veins occurring within the metamorphic cover of the Karkonosze Mts granite are described in the present paper. One of these veins crops out at Rozdroże Izerskie in the Izer Mts, the other two are exposed in the vicinity of the localities Nowa Kamienica and Pasiecznik in the foreland of the Izer Mts.

The Rozdroże Izerskie vein occurs between micaschists subject to contact metamorphism and the Izer gneiss (in its northern part only in the gneiss). The two other veins strike across the Izer gneissic granite, north of the micaschist belt of Nowa Kamienica (Fig. 1). The veins are extending over a large distance, striking approximately East — West.

The Rozdroże Izerskie vein is complex, and the central quartz vein is accompanied by several parallel smaller ones. (Figs. 2—5).

The following rocks are distinguished in the transversal profile of the vein:

- a) minutely laminated quartz-mica schists, grey and greenish grey coloured, with intercalations of white and pinkish-white quartz;
- b) vein quartz, white and pinkish-grey coloured, transparent, with relicts of micaceous laminae, and streaks of microcrystalline sericite parallel to the strike of the vein;
- c) laminated gneiss yellow-grey and rusty-red coloured, locally displaying an increased content of quartz occurring in thicker laminae or forming intercalations.

Both the schists and the gneiss are composed of grains not uniform in size, and have a directional structure. The recrystallized quartz forms elongated crystals parallel to the strike of the laminae, and often exceeding 4 mm in length. The quartz contains relicts of feldspars. The quartz laminae are alternating with layers composed of fine-crystalline primary quartz and feldspars, represented mainly by twinned plagioclases, and more rarely by microcline microperthite. The quartz-feldspar layers are accompanied by muscovite, sericite and clay minerals. Accessory minerals are represented by decomposed biotite, chlorite, rutile, zircon, and iron sulphides and oxides.

The xenomorphic vein quartz displays a undulatory and streaky extinction which indicate a pronounced tectonic deformation. The grains have sutured contacts. Sericite flakes forms numerous inclusions which are directionally arranged. The average grain size amounts to c. 1 mm, occasionally grains up to 4 mm in diameter are found. Some grains are fractured. Sericite concentrates in the grain fractures and at the grain contacts.

The vein quartz from the Rozdroże Izerskie vein is very pure, the SiO_2 content amounting to 99,7 per cent. The schists and gneisses are metasomatically enriched in silica, the content of which ranges up to 94,89 per cent.

Microscopic observation indicate that the formation of the quartz vein was related to metasomatic alteration of the country rock by hydrothermal fluids. The alterations consisting in recrystallization of the primary quartz and crystallization of secondary quartz and muscovite to the expense of feldspars occurred under medium pressure and temperature without total obliteration of the primary texture. Trace elements are represented by Cu, Zn, Pb, Ag and As.

The microstructural analysis indicated the relation between the optical orientation of quartz and the primary structure of rocks and differential movements during their deformation. The minerals of the quartz vein adjusted in general their optical orientation to the primary tectonic directions, growing mainly in the least resistance direction.

The poles of the optical axes of quartz form belts of maxima, denoted *ab*, *ac*, and *bc*. The *ab* belt indicate the parallelism of growth, while the belt *ac* shows the primary orientation of quartz in the country rock (gneisses and schists). The belt *bc* indicates postkinematic blastasy.

The central part of the vein is characterised by predominance of parallel growth of quartz along the plane *ab* = *S*, subsequently deformed by laminar slip along *S*₁, *S*₂ and *S*₃. Away from the central part of the vein, the quartz display the primary orientation inherited from the country rock. Microscopic observations confirmed the presence of relicts of the original rocks in this zone.

The quartz vein was possibly formed by filling of fissures with colloidal silica deposited by post-magmatic solutions and subsequently

crystallized in conjunction with metasomatic replacement of soluble constituents of the country rocks in the fracture zone.

The vein at Nowa Kamienica forms part of a group of veins situated in the neighbourhood of the mica-schist belt (Fig. 1). The vein is exposed in an abandoned quarry. It consists of white, occasionally pinkish coarse-crystalline quartz. The rock contains numerous fragments of country rocks metasomatically silicified, and aggregates of mylonitised primary vein quartz, occasionally with agglomerations of sericite flakes. Second-generation quartz crystals up to 5 mm long are disposed radially around such aggregates. The rock is brecciated, and secondary quartz veinlets are filling the fissures.

The quartz of the Nowa Kamienica vein is very pure, the SiO_2 content amounting to 99,5 per cent. The trace elements are the same as in the Rozdroże Izerskie vein.

The microstructural analysis indicated that the optical orientation of quartz is influenced by deformations. Lattice deformations in quartz are indicated by the occurrence of wavy and streaky extinction. Some quartz grains are elongated in a direction parallel to the bisector of the angle formed by the Ok fractures. These microfractures are related with the fracturing of the rocks in two perpendicular directions.

The contour diagram (Fig. 6D) show maxima of the type I at the pole of the a -axis. The maxima are deformed and elongated in the direction of the slip planes S_1 and S_2 . It is concluded therefore, that this orientation is due to deformations which caused the mylonitization of the primary rock. The elongated maximum of type I in the ac plane is similar to the typical orientation of quartz in the gneisses. It is possible therefore, that the primary rock, whose metasomatically altered fragments are preserved in the quartz, was a gneiss. The recrystallization of quartz was adjusted to the preserved oriented relicts of the primary rock. Subsequent deformations, superposed on this orientation, were due to shearing stress which produced the slip planes.

The vein shows a high degree of mineral alteration of the metasomatic metamorphism type, which obliterated largely the character of the primary rock. Several phases of the development of the vein can be distinguished. Brecciation and mylonitization of the primary rocks constituted the first phase. Then the silica solutions metasomatically impregnated the fractured rock, and quartz recrystallized in voids and fissures. Feldspars were altered into sericite. The process of the development of the vein was recurrent; the healed tectonic zones were reopened and then cemented again. This is indicated by the strong tectonic disturbance of the vein quartz, including mylonitization. Fragments of mylonitized primary vein quartz are preserved in the vein.

The quartz vein of Pasiecznik crops out at the top of the Bojanka hill forming a bluff c. 25 m long, 5 m wide, and up to 5,5 m high. This vein belong to a group of veins extending between Barcinek and Chmieleń. The vein is striking at 290° and dips at 75° to the north-east. The vein is strongly fractured, three principal system of fractures beeing present. The vein is composed of quartz and relicts of the primary rock cut by numerous quartz veinlets.

Microscopic observations revealed the presence of a wide range of grain sizes and a brecciated texture. The vein consists of primary rocks altered and metasomatically silicified, and of vein quartz. The relicts of the primary rock consists of xenomorphic quartz grains ranging in

size from 0,05 mm to 0,5 mm. The rock is impregnated with cryptocrystalline silica which fills the spaces between the grains. Aggregates of fine mica flakes and of opaque minerals showing the characters of leucoxene are present. The rock is traversed by numerous quartz veinlets.

The vein quartz consists of elongated crystals intergrowing with fragments of the primary rock. The grains size range is wide, and several generation of quartz can be distinguished. The quartz crystals show normal extinction. Besides the large and elongated crystals, quartz forms also parallel veinlets in the primary rock.

Chemical analyses indicate the SiO_2 content ranging from 83,02 to 98,89 per cent. The presence of Mn, Cu, V, Pb, Cr, and Ni was determined spectrally. The assemblage of trace elements is similar to that present in the veins described above, with the exception of nickel which appears in the Pasiiecznik vein for the first time. The presence of nickel possibly indicates a lower temperature of the hydrothermal fluids.

Both microscopic observations and results of chemical analysis indicate a less intense metasomatic silicification of the primary rocks of the Pasiiecznik vein as compared with the two other veins described.

This is probably the result of the lower temperature of the hydrothermal fluids in the zone of Pasiiecznik.

Microstructural analysis indicated the relation of deformations with the optical orientation of quartz. This relation consists in the formation of belts of maxima of type III along the slip planes S_1 and S_2 (Fig. 7B). This type of orientation characteristic for tectonites denoted sometimes as $B \perp B'$, related with the presence of normal OkI planes.

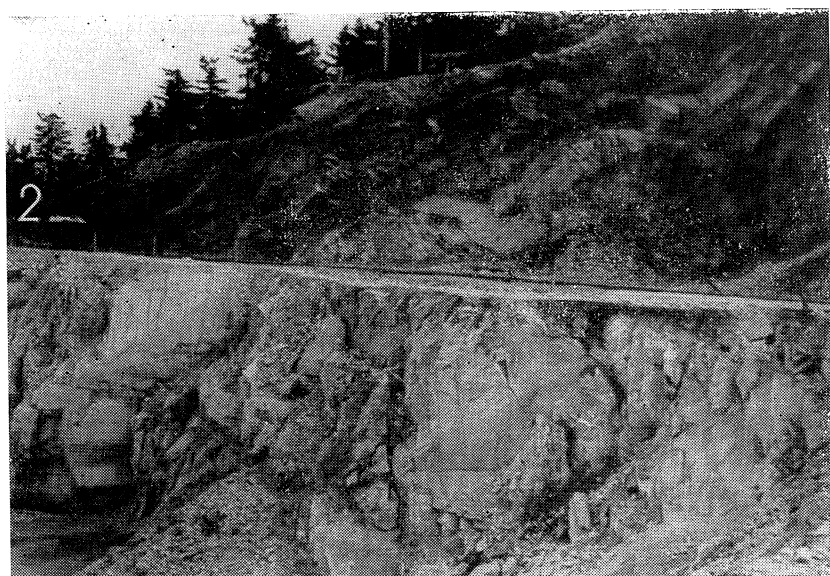
The quartz veins of the foreland of the Iżera Mts strike parallel to main belt of micaschists (Fig. 1). Rocks of leucogranite type present near the contacts of the micaschist belt with the gneissic granites are assigned to the Caledonian orogeny. They were formed, according to K. Smulikowski (1958) by metasomatic alteration of the Iżera gneisses due to emanations which were extruded along the contacts of the micaschists series and the gneissic granites. The provenance of the emanations, which leukocratised and greisenised the gneisses and formed the quartz veins, from one source, is suggested by the presence of differences in the intensity of the metasomatic silicification within the individual veins, depending on the distance from that source.

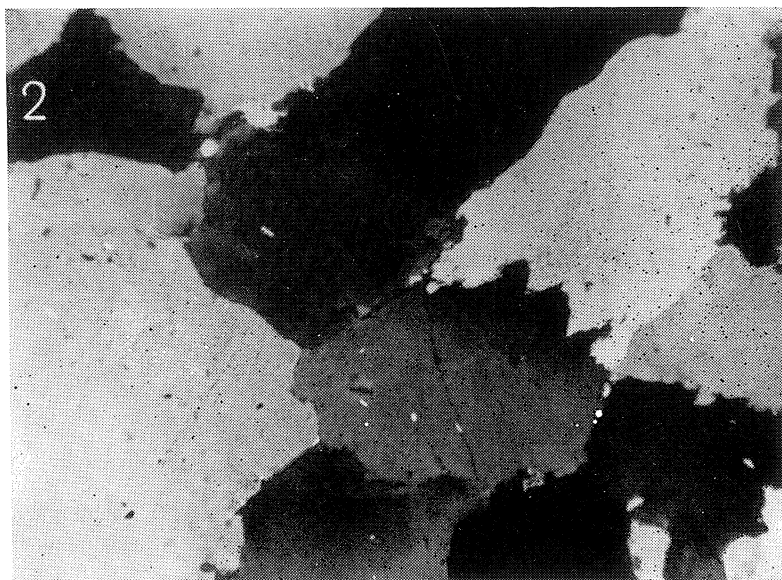
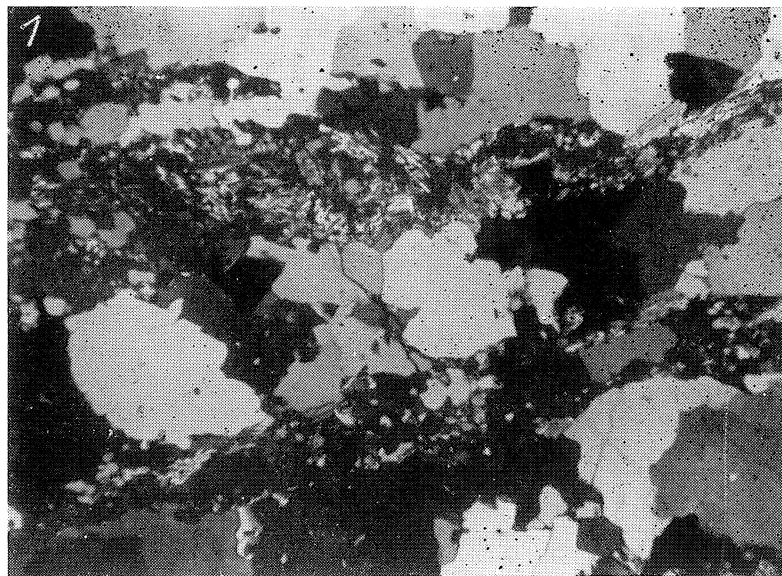
OBJAŚNIENIA TABLIC
EXPLANATION OF PLATES

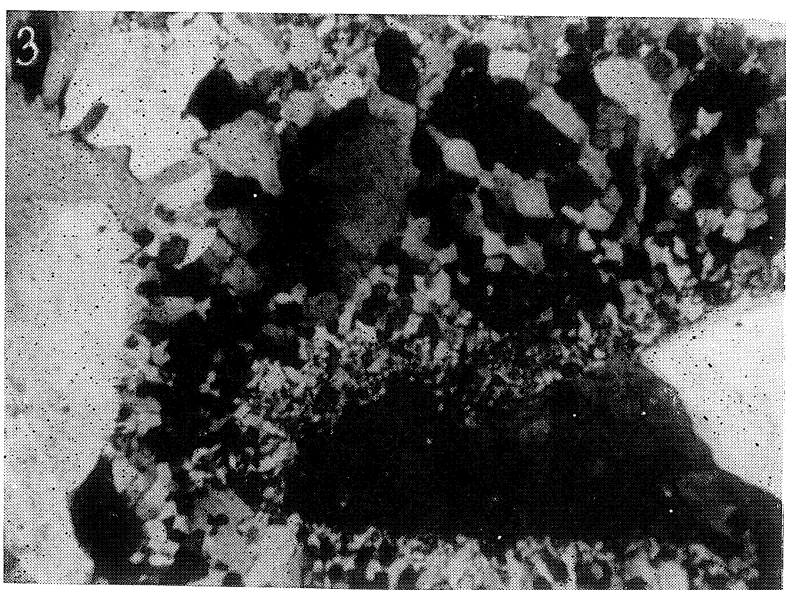
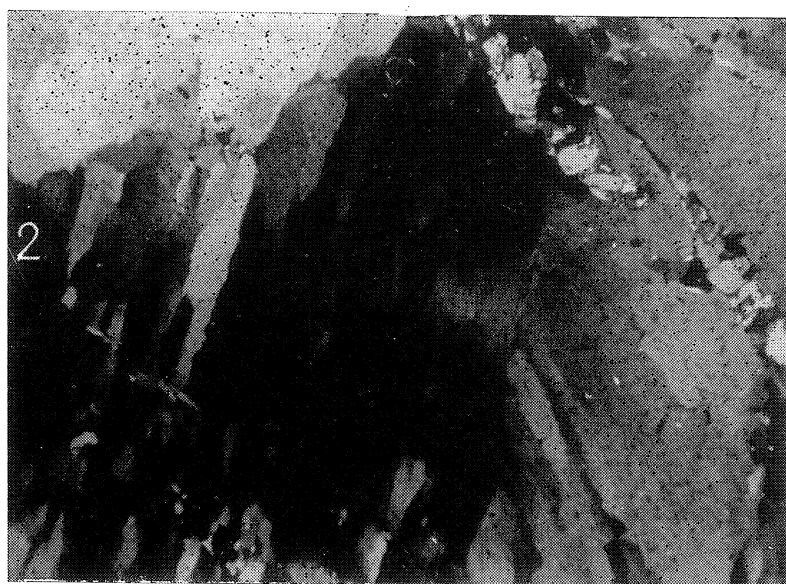
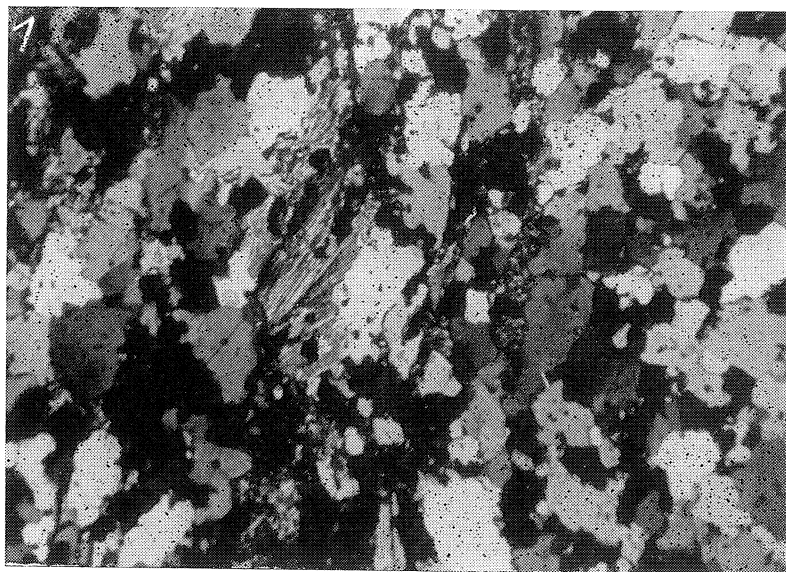
translated
by R. Unrug

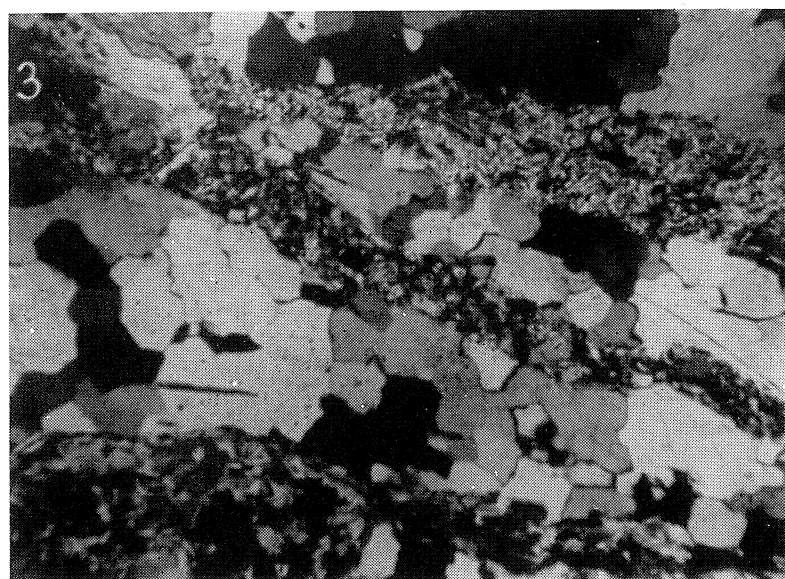
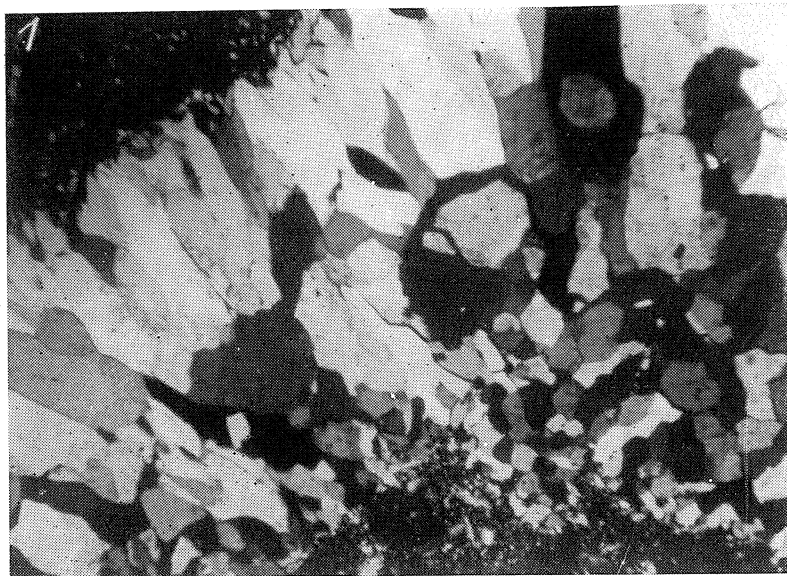
Tablica — Plate XXI

- Fig. 1. Płaszczyzny spękań w obrębie łupków kwarcowo-łyszczykowych. Łom w Rozdrożu Iżerskim (poziom I)
- Fig. 1. Fracture planes in the quartz-mica schists. Quarry at Rozdroże Iżerskie, bench I
- Fig. 2. Łupek kwarcowo-łyszczykowy z wkładkami kwarcu żylnego (partie jaśniejsze). Łom. w Rozdrożu Iżerskim, część wschodnia (poziom I i II); profil według stanu z roku 1960
- Fig. 2. Quartz-mica schist with intercalations of vein quartz (clear). Quarry at Rozdroże Iżerskie, eastern part, bench I and II
- Fig. 3. Kierunki spękań w kwarcu żylnym. Łom w Nowej Kamienicy
- Fig. 3. Fractures in vein quartz. Quarry at Nowa Kamienica









Tablica — Plate XXII

- Fig. 1. Łupek kwarcowo-łyszczkowy. Widoczne laminy kwarcowe przedzielone warstewkami kwarcowo-łyszczkowymi z relikdami skaleni. Łom w Rozdrożu Izerskim; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 1. Quartz-mica schist. Note quartz laminae separated by quartz-mica laminae with relicts of feldspars. Quarry at Rozdroże Izerskie. Crossed nicols, magnification c. 30 ×
- Fig. 2. Ksenomorficzne ziarna kwarcu z wrostkami serycytu. Rozdroże Izerskie, partia centralna żyły kwarcowej; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 2. Xenomorphic quartz grains with sericite inclusions. Rozdroże Izerskie, central part of the quartz vein. Crossed nicols, magnification c. 30 ×
- Fig. 3. Kwarc z odkształconą dynamicznie siecią krystaliczną. Na granicy ziarn widoczne blaszki muskowitu. Kwarc żylny w Rozdrożu Izerskim; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 3. Quartz with dynamically deformed lattice. Muscovite flakes present at the edge of the quartz. Vein quartz at Rozdroże Izerskie. Crossed nicols, magnification c. 30 ×

Tablica — Plate XXIII

- Fig. 1. Gnejs izerski metasomatycznie zsylikowany. Widoczne warstewki kwarcowo-łyszczkowe i relikty skaleni wśród ziarn kwarcu. Rozdroże Izerskie, część zachodnia łomu; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 1. Izera gneiss metasomatically silicified. Note quartz-mica laminae and relicts of feldspar among the quartz grains. Rozdroże Izerskie, western part of the quarry. Crossed nicols, magnification c. 30 ×
- Fig. 2. Odkształcone dynamicznie ziarna kwarcu. Żyła kwarcowa w Nowej Kamienicy; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 2. Quartz with dynamically deformed lattice. Quartz vein at Nowa Kamienica. Crossed nicols, magnification c. 30 ×
- Fig. 3. Kierunkowy i radialny wzrost ziarn kwarcu. Na kontakcie różnych generacji kwarcu widoczna mikrokryształiczna masa kwarcowa o strukturze mozaikowej. Żyła kwarcowa w Nowej Kamienicy; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 3. Directional radial growth of quartz grains. Microcrystalline mosaic quartz visible on the contacts of the individual quartz generations. Quartz vein at Nowa Kamienica. Crossed nicols, magnification c. 30 ×

Tablica — Plate XXIV

- Fig. 1. Kryształy kwarcu wykryształizowane wokół okruchów pierwotnej zmylonityzowanej skały kwarcowej. Żyła kwarcowa w Nowej Kamienicy; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 1. Quartz crystals formed around fragments of mylonitized primary quartz rock. Quartz vein at Nowa Kamienica. Crossed nicols, magnification c. 30 ×
- Fig. 2. Wydłużone kryształy kwarcu o charakterze szczotki kwarcowej wykształcone wokół okruchów zmylonityzowanej skały pierwotnej. Żyła kwarcowa w Pasieczniku; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 2. Elongated quartz crystals forming a druse around fragments of mylonitized primary rock. Quartz vein at Pasiecznik. Crossed nicols, magnification c. 30 ×
- Fig. 3. Równoległe laminy kwarcowe wśród warstewek drobnoziarnistej zmylonityzowanej masy serycytowo-kwarcowej. Żyła kwarcowa w Pasieczniku; nikole X, pow. ok. 30 ×
- Fig. 3. Parallel quartz laminae among fine-grained mylonitized quartz-sericite mass. Quartz vein at Pasiecznik. Crossed nicols, magnification c. 30 x