

ŚWIAT MINERAŁÓW I KAMIENI OZDOBNYCH

Informator dla osób zajmujących się nieprofesjonalnie naukami mineralogicznymi

Michał SACHANBIŃSKI

CHRYZOPRAZ

Nazwa *chryzopraz* pochodzi od greckiego *chryzos* — złoto i *prasithos* — zielony jak szczypiorek lub czosnek. Nazwa ta była używana już przez starożytnych Greków i Rzymian. Mówiąc o zastosowaniu chryzoprazów w starożytności należy jednak mieć na uwadze fakt, że w tym czasie pod tą nazwą opisywano często zielonkawę chryzoberyle. Prawdopodobnie opisywane przez Pliniusza czy pisarzy greckich chryzoprazy były chryzoberylami. Później nazwą chryzopraz określano różne zielone minerały skrytokrystaliczne, najczęściej zbudowane z krzemionki (Sachanbiński 1979, 1983).

W roku 1775 Lehman zaproponował nazywać chryzoprazem znajdujący na Dolnym Śląsku minerał złożony z krzemionki, w którym w roku 1788 Klaproth oznaczył 1% NiO. Bauer (1896) charakteryzował śląski chryzopraz jako rogowiec zbudowany z kwarcu, poza tym wyróżniał „właściwy” chryzopraz dla odróżnienia od chalcedonów zabarwionych sztucznie związkami niklu. Zirkel (1901) i Tschermak (1905) zaliczyli chryzopraz do chalcedonów i ten pogląd utrzymuje się do dziś (vide Strunz 1977, Bolewski 1982). Poza tym używa się nazwy *prasopal* na oznaczenie zielonego opalu zabarwionego na kolor jabłkowiezielony związkami niklu (Strunz 1977). Makroskopowo chryzopraz jest podobny do *matorolitu*, chalcedonu zabarwionego na zielono związkami chromu. Do chryzoprazu podobne są również niebiesko-zielone chalcedony z domieszką chryzokoli, występujące w złożu miedzi w stanie Arizona (USA). Na początku XX wieku sprzedawano je pod nazwą niebieskiego chryzoprazu. Niekiedy chryzopraz można pomylić z prehnitem $\text{Ca}_2\text{Al}^{\text{VI}}[(\text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$, który ma również zieloną barwę ale występuje w postaci skupień nerkowatych, promienisto-włóknistych i zbitych wśród skał magmowych.

W świetle współczesnych badań chryzopraz można scharakteryzować jako zabarwioną na zielono minerałami niklu odmianę krzemionki o różnym stopniu wewnętrznego uporządkowania. Naturalny chryzopraz najczęściej jest mieszaniną skrytokrystalicznej krzemionki w postaci chalcedonu, kwarcu i kwarcynu oraz zmiennej ilości opalu. Jako domieszki spotyka się α -trydymit, talk, magnezyt, minerały z grupy

serpentynu, chromitu, magnetytu, tlenki manganu i gips (?). W zależności od przewagi jednego z tych składników można wydzielić co najmniej cztery odmiany: 1) chryzopraz opalowy (prasopal); 2) chryzopraz chalcedonowo-opalowy; 3) chryzopraz chalcedonowy i 4) chryzopraz kwarcowy.

Barwa chryzoprazu zmienia się w dość dużym zakresie od jasnozielonej (jabłkowej) poprzez trawistozieloną do szmaragdowej.

Analizę barwy niektórych próbek chryzoprazów ze Szklar przeprowadziły Nataniec-Nowak i Pitera (1983). Autorki te dla każdej próbki podały współczynnik luminancji β , dominującą długość fali i czystość barwy. Barwę światła odbitego określiły również przez podanie wartości współczynnika luminancji β dla wzorcowego źródła światła (lampa D 65) przy którym prowadziły obserwacje. Taki rodzaj zapisu barwy przewiduje PN-65/N-01252. Połysk i przełam chryzoprazu są zależne od odmiany. Najczęściej połysk jest szklisty lub półszklisty, bywa również matowy, a niekiedy tłusty. Przełam równy lub muszłowy u chryzoprazów opalowych. Ze względu na zdolność przepuszczania światła wyróżnia się chryzoprazy półprzezroczyste lub dobrze przeświecające na narażach.

Twardość według skali Mohsa wynosi 6—7, gęstość 2,5—2,6. Własności optyczne chryzoprazów zależne są od budowy wewnętrznej. Światło słoneczne i wysoka temperatura działają niekorzystnie na barwę chryzoprazu. Dlatego też wyroby z tego kamienia długo trzymane na słońcu tracą piękny kolor. Również przy obróbce należy zwracać uwagę na to, aby go mocno nie nagrzewać, gdyż wówczas pojaśnieje. Na szczęście łatwo jest przywrócić pierwotną barwę. Wystarczy zastosować znany od dawna sposób, a mianowicie włożyć chryzopraz do wody lub owinąć go wilgotną szmatką i kilka dni potrzymać w ciemnym pomieszczeniu.

BUDOWA WEWNĘTRZNA

Struktura chryzoprazów jest dość różnorodna. Rzadko mamy do czynienia z okazami zbudowanymi z samego chalcedonu, opalu czy kwarcu. Najczęściej obserwuje się równoczesne występowanie różnych odmian krzemionki. Zmienny jest stopień ich krystaliczności, bezwzględne i względne rozmiary ziarn, ich kształt oraz wzajemne proporcje. Widać to wyraźnie przy obserwacji płytek cienkich wykonanych z chryzoprazów. Obserwuje się pewne różnice w strukturze tych minerałów w zależności od złoża. W złożu szklarskim najczęściej występują trzy odmiany chryzoprazów.

Pierwsza odmiana opalowa, o przełamie muszłowym i połysku półszklistym do tłustego, zbudowana jest przede wszystkim z opalu. W obrębie tła opalowego często obserwuje się rozproszone zarodki krystalitów chalcedonowych lub kwarcowych. W tej odmianie wyróżnić więc można stadia rekrystalizacji opal—chalcedon. Odmiana ta charakteryzuje się dużą zawartością wody do 5,48% i współczynnikami załamania światła w granicach 1,445—1,447.

Odmiana druga złożona jest z chalcedonu, wykazującego strukturę od mikrokrystalicznej do drobnokrystalicznej. Ma ona połysk szklisty, przełam nierówny.

Trzecią odmianę cechuje przejście od gruboziarnistego chalcedonu do kwarcu. Odmiana ta nie ma wartości jubilerskiej.

Półprzezroczyste chryzoprazy z masywu Szklar charakteryzują się nierównoziarnistą mikrostrukturą wyrażającą się w zmiennych proporcjach ziarn o wymiarach 1,5—6,0 μm . W partiach wyraźnie ziarnistych przy obserwacjach mikroskopowych bez analizatora dobrze widoczna jest budowa granularna o globulach średnicy 0,015—0,2 mm. Formy globul są różnorodne, od owalnych do wielokątnych. W większych

globulach widoczna jest subtelna budowa strefowa wyrażająca się przemiennością stref o różnym współczynniku załamania światła. Poza tym w podrzędnych ilościach występuje talk, najczęściej o wymiarach blaszek 30—80 i sporadycznie 120 μm . Podobne różnicowanie strukturalne widoczne jest wśród chryzoprazów ze złoża Sarykylbołdy (ZSRR). Są to najczęściej agregaty opalowo-chalcedonowe, w których proporcje tych minerałów wahają się od 1:1 do 2:1, lub chryzoprazy chalcedonowe. W tych ostatnich badania rentgenowskie i optyczne pozwoliły zidentyfikować kwarcyn, chalcedon i kwarc (Kijewlenko i inni 1982; Barsanow, Jakowlewa 1981). Chryzoprazy z tego złoża składają się z różnoziarnistych agregatów, w których wymiary ziarn wynoszą od 0,006 do 0,007 mm. Chryzoprazy australijskie ze złoża Marlborough Creek (Queensland) złożone są z mikrokrystalicznego kwarcu, włóknistego chalcedonu oraz tła opalowego z zarodkami krystalitów chalcedonowych i kwarcowych. Wśród tych chryzoprazów wyróżnia się trzy odmiany. Pierwsza o nierównym przełamie i półszklistym połysku jest zbudowana z mikrokrystalicznego kwarcu, druga odmiana chalcedonowa ma przełam muszłowy i połysk tłusty. Odmiana trzecia o składzie opalowo-chalcedonowym ma muszłowy przełam i połysk szklisty (Brooks 1965, Males 1965).

Najmniej zróżnicowane są chryzoprazy ze złoża magnezytu w Wirach. W ich składzie mineralnym dominuje chalcedon, który stanowi z reguły około 95% powierzchni płytki cienkiej, tworząc ziarna o rozmiarach od 0,1 do 0,25 mm. Niekiedy chalcedony tworzą sferolityczne skupienia. Przestrzeń między tymi skupieniami wypełniona jest ziarnistym agregatem. W chryzoprazach tych pojawiają się minerały rudne (chromit i magnetyt).

Poznanie natury chryzoprazów łączy się ściśle z badaniami stanu nieuporządkowania materii. Dlatego ważna jest ocena ich krystaliczności. Szczególnie dobrą możliwość przeprowadzenia oceny stopnia krystaliczności chryzoprazów daje zastosowanie analizy spektroskopowej w podczerwieni. Według Plusniny (1979) dobrym kryterium półilościowej oceny krystaliczności kwarcu i chalcedonu okazał się dublet 800—780 cm^{-1} związany z drganiem Si—O—Si, gdyż są to pasma o wysokiej czułości na zmiany strukturalne, charakteryzujące się średnią intensywnością i nie nakładające się na inne pasma. Widma opali nie wykazują tego dubletu. Do oceny stopnia krystaliczności stosuje się 10-stopniową skalę. Badania spektralne w podczerwieni oraz rentgenowskie chryzoprazów ze złoża Szklar (Szklary i Wiry) wykazały, że reprezentują one różny stopień uporządkowania struktury wewnętrznej krzemionki od opalu poprzez chalcedon do kwarcu (Drzymała, Serkies 1973). Uporządkowanie to można wyrazić za pomocą wprowadzonego przez Plusninę (1979) współczynnika krystaliczności K_{IR} . Współczynnik ten dla chryzoprazów ze Szklar zmienia się od 9,6 do 6,6 (Magolewska 1981), natomiast dla chryzoprazów z Wir w granicach 9—7. Największy stopień krystaliczności (9,6) ma chryzopraz o barwie oliwkowej, zabarwiony chłoryto-wermikulitem. Jest on zbudowany z kwarcu i posiada kawerny, w których spotyka się dobrze wykrystalizowane drobnitkie kryształki kwarcu (fot. 4). Chryzopraz ten nie ma wartości jubilerskiej.

Spośród chryzoprazów chalcedonowych największy stopień krystaliczności ma „cukrowaty” o barwie jabłkowiezielonej. W obrazie mikroskopowym widoczne są ząbujące się agregaty chalcedonu o ziarnach wielkości 0,08—0,16 mm. Im mniejszy stopień krystaliczności, tym chryzopraz ma mniejsze rozmiary ziarn i tak np. drobnociarniste chryzoprazy chalcedonowe o dobrych własnościach jubilerskich mają współczynniki krystaliczności odpowiednio $k_{IR} = 7,0$ i $k_{IR} = 6,6$. Makroskopowo podobne są one do chryzoprazów opalowych i mają przełam muszłowy oraz połysk półszklisty. W obrazie mikroskopowym widoczne są ziarna chalcedonowe wielkości 0,016—0,032 mm, na ich tle pojawiają się palisadowo ustawione duże agre-

Skład chemiczny

Składniki	Polska						
	Szkłary		Koźmice	Wiry		Sarykyl	
	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
	Chryzo- praz szmarag- dowoziel- ony	Chryzopraz jasnozielony	Chryzo- praz zie- lony	Chryzo- praz jabłko- wozielony	Chryzo- praz jabł- kowoziel- ony	Chryzo- praz tra- wiasto- zielony	Chryzo- praz jabł- kowoziel- ony
SiO ₂	96,05	98,47	96,17	97,47	92,82	94,71	96,56
Al ₂ O ₃	0,17	0,11	0,08	0,11	0,93	2,10	1,32
Fe ₂ O ₃	0,19	0,09	0,08	0,09	0,03	1,07	0,99
FeO					0,02	—	—
CaO	0,17	0,56	0,83	1,01	0,42	0,05	0,02
MgO	0,23	0,46	0,01	0,33	0,48	0,26	0,07
MnO	0,01	0,01	—	0,01	0,01	0,02	0,01
Na ₂ O	0,02	0,02	—	0,02	0,10	0,30	0,27
K ₂ O	0,02	0,02	—	0,02	0,20	0,19	0,07
NiO	0,795	0,198	1,00	0,513	0,96	0,53	0,39
TiO ₂	0,01	0,01	—	—	0,005		
P ₂ O ₅	0,01	0,01	—	0,01	0,022		
CoO	0,02	0,01	0,001	0,001	—	0,02	—
Cr ₂ O ₅	0,04	0,03	0,03	0,03	—	0,03	0,01
ZnO					—	0,01	—
CuO	0,01	0,01	0,02	0,02	—	0,02	0,03
H ₂ O ⁺	1,20	0,45	1,83	0,31	2,00	0,56	0,28
H ₂ O ⁻	0,82	0,07		0,10	0,14	0,2	0,02
CO ₂	—	—	—	—	0,74		
Suma	99,765	100,528	100,051	100,044	98,877	100,02	100,04

5 — Harańczyk, Prochazka (1974); 3 — Klaproth (1788); 6—9 — Osipow, Klinowicka (1977); 10 — Guzowski —16 — Brooks (1965).

gaty chalcedonowe o wielkości 0,11—0,24 mm. Chryzoprazy opalowe ze Szkłar nie mają w podczerwieni dubletów kwarcowych 800—780 cm⁻¹, ich opalowy charakter potwierdzają obserwacje mikroskopowe gdzie widać izotropowe tło, w którym sporadycznie tkwią promieniste skupienia kryształów chalcedonu. Zwiększanie się stopnia krystaliczności chryzoprazów powoduje wzrost współczynnika załamania światła od 1,444 dla chryzoprazu opalowego do 1,543 u chryzoprazów chalcedonowych.

Wykonane przez autora analizy spektroskopowe w podczerwieni potwierdziły pogląd Ostrowskiego (1965), że chryzoprazy polskie reprezentują różne stopnie rekryształizacji krzemionki od opalu poprzez chalcedon do kwarcu. W chryzoprazach tych zaobserwowano wzajemną zależność gęstości i współczynników załamania

Tabela 1

chryzoprazów

ZSRR					Australia		
boldy					Kimpersaj		
9	10	11	12	13	14	15	16
Chryzo- praz tra- wiasto- zielony	Chryzo- praz nie- bieskawe zielony	Chryzo- praz zielony	Chryzo- praz żółtozie- lony	Chryzopraz żółtozie- lony	Chryzopraz	Chryzopraz jabłkowo- zielony	Chryzo- praz jasnozie- lony
96,90	94,60	94,52	96,10	nie o.	97,18	94,82	97,86
0,45	1,98	1,84	2,37	”	0,15	—	—
0,23	1,92	1,71	0,29	0,40	—	—	—
—	—	—	—	0,31	0,11	—	—
—	0,03	0,03	0,02	0,19	0,18	—	—
0,29	0,21	0,24	0,11	1,41	0,42	—	—
0,02	0,02	0,01	0,01	nie o.	0,01	—	—
0,22	0,15	0,22	0,18	”	0,08	—	—
0,25	0,17	0,25	0,06	”	ślady	—	—
0,37	0,29	0,61	0,58	4,20	1,05	3,30	0,85
—	—	—	—	5,08	—	—	—
—	—	—	—	nie o.	—	—	—
0,01	ślady	0,03	0,04	—	ślady	ślady	—
ślady	ślady	ślady	0,01	—	ślady	ślady	—
ślady	ślady	0,01	0,02	—	—	—	—
0,02	0,02	0,03	0,03	—	—	—	—
0,76	0,12	—	—	2,58	0,84	1,6	0,90
—	0,12	0,48	0,40	0,62	—	0,16	0,10
99,52	99,63	99,98	100,22	—	100,02	99,88	99,71

(1973) — fide Osipow, Klinowicka (1977); 11—12 — Dorfman i in. (1975); 13 — Barsanow, Jakowlewa (1981); 14—

światła. Porównawcza analiza spektroskopowa w podczerwieni w powiązaniu z badaniami rentgenowskimi i elektronomikroskopowymi pozwoliła stwierdzić, że obserwowane zmiany własności fizycznych i jubilerskich polskich chryzoprazów uwarunkowane są różnicą ich stopnia krystaliczności (Sachanbiński 1980, Magolewska 1981). Chryzoprazy cechuje również duża zmienność teksturalna. Sporo informacji o przestrzennym rozmieszczeniu różnych odmian krzemionki oraz charakterze powierzchni chryzoprazów uzyskano z obserwacji pod mikroskopem optycznym i elektronowym. Obserwacje te wykazały, że chryzoprazy są bardzo porowate (fot. 1—5), średnica por waha się od 0,03 do 10 μm i często na ich powierzchni pojawiają się większe „bloki” o rozmiarach do 30 μm.

Pod względem chemicznym chryzopraz jest dwutlenkiem krzemu. Jego teoretyczny skład chemiczny odpowiadający wzorowi SiO_2 sugeruje, że zawiera on tylko krzem (46,7%) i tlen (53,3%). W rzeczywistości naturalne chryzoprazy odznaczają się nieco bardziej skomplikowanym składem chemicznym. Ilustruje to tabela 1.

Jak wynika z analizy tej tabeli cechą charakterystyczną chryzoprazów jest zawartość niklu. Jego koncentracje są zmienne, największe (3,30%) występują w chryzoprazach australijskich, a najmniejsze w szklarskich (0,198%). Na ogół najbardziej intensywna szmaragdowozielona barwa chryzoprazu związana jest z maksymalną dla danego złoża koncentracją niklu. Jednak jubilerska jakość tego minerału (intensywna barwa, przezroczystość itp.) zależy od stopnia uporządkowania krzemionki. Przy tej samej zawartości niklu odmiany opalowe mają intensywniejszą barwę od odmian chalcedonowych. Poza niklem chryzoprazy zawierają domieszki innych pierwiastków śladowych, częściowo niewidoczne — w tabeli 1. W chryzoprazach polskich (Szklary, Wiry) najczęściej występują: Cu (0,01—0,03%), Co (do 0,04%), Cr (0,03—0,04%). W złożach radzieckich (Sarkylbołdy) notowano występowanie As, Cu, Ti, Zn, Pb, Ba, Ca, B, Y, Be (Barsanow, Jakowlewa 1981).

POCHODZENIE BARWY CHRYZOPRAZÓW

Geneza zielonego zabarwienia chryzoprazów jest przedmiotem dyskusji od dwustu lat. Pierwszym, który wypowiedział się na temat barwy tych minerałów był prawdopodobnie Johan G. Lehmann. W roku 1761 wyraził on pogląd, iż zielony kolor tego minerału pochodzi od związków żelaza. Baltazar Sage w 25 lat później sądził, że chryzoprazy zawdzięczają swą barwę związkowi kobaltu. Byli również tacy, jak np. Franz Achard (1879), którzy zielone zabarwienie chryzoprazu wiązali ze związkami miedzi. Dopiero w roku 1788 prof. Martin Klaproth, asesor farmacji z Wyższego Kolegium Medycyny w Berlinie, przeprowadzając analizę chemiczną chryzoprazu z Koźmic dowiódł, że zielone zabarwienie zawdzięcza on równomiernie w nim rozproszonej, niewielkiej domieszce tzw. *ziemi chryzoprazowej*. Najnowsze badania (Dubińska, Szczyrba 1983) wykazały, że składnikiem tej „ziemi” nie jest jak dawniej przypuszczano suchardyt lub pimelit lecz mieszanina zawierająca zwykle 3—4 krzemiany warstwowe. Stwierdzono, że zespół mineralny każdej próbki „ziemi chryzoprazowej” jest inny. Okazało się, że obecny jest tam minerał pośredni chloryt—wermikulit, talk, minerał talkopodobny oraz serpentyn (chryzotyl). Autorki te biorąc pod uwagę skład mineralny i chemiczny oraz relikty tekstur metamorficznych występujące w wielu próbkach, wysunęły przypuszczenie, że ziemie chryzoprazowe powstały kosztem endogenicznych krzemianów warstwowych. Zawartość Ni w tych ziemiach dochodzi do 30%.

Pogląd Klaprotha, iż zielona barwa chryzoprazu pochodzi od domieszek krzemianów nikłonośnych podtrzymali: Faust (1966) i Sachanbiński (1980), którzy barwę tę wiążą z obecnością pimelitu, Dorfman et al. (1975) i Nikolska et al. (1975) z obecnością nikłowego saponitu, zaś Ginzburg i Rukawisznikowa (1951) oraz Brooks (1965) — z domieszką garnierytu. Natomiast Sinkankas (1959) oraz Barsanow i Jakowlewa (1981) przyjmują, że zielona barwa chryzoprazu wywołana jest drobnodispersyjną domieszką tlenku niklu — bunsenitu (NiO). Zdaniem tych autorów garnieryt i saponit stanowią domieszki mineralne nie biorąc udziału w barwieniu chryzoprazu. Wiele nowych danych na temat barwy chryzoprazów przyniosły badania tych minerałów metodami spektroskopowymi w różnym zakresie widma. Zostały one zapoczątkowane przez Rehberga i Schlossmachera (1944). Po II wojnie

światowej badania tymi metodami zostały szeroko podjęte oraz uzupełnione metodami elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR). Szczególnie w tej dziedzinie wyróżniają się badania Nikolskiej et al. (1975). Obecnie panuje powszechne przekonanie, że przyczyną zielonej barwy chryzoprazów są pozastrukturnalne domieszki niklu. Ze względu na małe rozmiary tych domieszek nie udało się dotychczas jednoznacznie zidentyfikować w jakiej formie ten nikiel występuje. Jest mało prawdopodobne aby barwiącym minerałem był bunsenit, ponieważ interpretacja optycznych widm absorpcyjnych chryzoprazów ze złoża Sarkylbołdy dokonana na podstawie schematu Ballhausena dla Ni^{2+} , prowadzi do wniosku, iż zielona barwa w tym mineralu jest spowodowana jonami Ni^{2+} , w których sąsiedztwie znajdują się grupy OH lub woda molekularna (Bałakirew et al. 1979). Przypuszcza się na podstawie badań spektroskopowych i elektronomikroskopowych, że barwa chryzoprazu powodowana jest domieszką Ni^{2+} występującego w formie kompleksu typu $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$. Związek ten może występować jako układ koloidalny (żel) na krzemionce, w formie wrostków w ziarnach chalcedonu lub kwarcu, a także w postaci wykrystalizowanej jako warstwowe krzemiany np. montmorillonit, serpentyn (Bałakirew et al. 1979). Pogląd ten potwierdzają badania chryzoprazów polskich wykonane za pomocą scanningowego mikroskopu elektronowego (Sachanbiński 1980). W chryzoprazach chalcedonowych ze Szklar i Wir na obserwowanych powierzchniach przełamu występują pory w których stwierdzono podwyższone zawartości Ni i Mg. Na fot. 5 widać jak w tych zagłębieniach wzrasta koncentracja niklu, a spada zawartość krzemionki. Niestety nie udało się dotychczas zidentyfikować substancji nikłonośnej tkwiącej w tych porach. Natomiast w odmianie chryzoprazu kwarcowego o barwie oliwkowej substancją barwiącą jest prawdopodobnie chloryt—wermikulit (Sachanbiński 1980).

ZASTOSOWANIE

Chryzopraz jest cenionym minerałem i według klasyfikacji Kijewlenki (1982) należy do czwartego rzędu kamieni szlachetnych. W średniowieczu należał do poszukiwanych talizmanów. Wierząco bowiem, że obdarzony jest magiczną mocą chronienia osób, które go nosiły, od czarów, nieszczęść i chorób. Istniało nawet w owym czasie przekonanie, iż jeśli złoczyńca skazany na śmierć tuż przed egzekucją będzie miał w ustach kawałek chryzoprazu, to uniknie śmierci. Kamień uczyni go bowiem niewidzialnym. Obok szmaragdu, chryzopraz był też od dawna kamieniem, który miał rzekomo leczyć wady wzroku.

Szczególnie popularnym kamieniem jubilerskim był chryzopraz w XVII i XVIII wieku. W pierwszej połowie XIX wieku stał się jednym z najbardziej lubianych kamieni w Europie. W owym czasie w Niemczech, Anglii i Rosji ceniono go tak, iż osadzano w bransoletach i pierścieniach w centralnym miejscu, a naokoło brylanty. Do dziś w Skarbcu Kremlowskim w Moskwie zachował się medalion z tabakierką wysadzany ślaskimi (innych wówczas nie wydobywano) chryzoprazami. Również z tego okresu pochodzi tabakierka wykonana ze śląskich chryzoprazów przechowywana w British Museum w Londynie.

Chryzoprazy mają wielostronne zastosowanie, najpiękniejsze jego odmiany o intensywnie zielonych barwach używane są nadal w jubilerstwie do wyrobu kaboszonów. Gorsze gatunki są świetnym materiałem do wyrobu galanterii artystycznej i pamiątek. W wiekach średnich był on używany do ozdoby naczyn liturgicznych. Ciężkie i polerowane chryzoprazy mające szarozielony kolor były dawniej rozprowadzane po świecie pod nazwą „szarego pruskiego”. W erze wiktoriańskiej wyroby z chryzoprazu były bardzo popularne i szlifowano je w formie kaboszonów, najczę-

ściej owalnych, oprawionych w broszki i pierścionki ze srebra. Później zaczęto je oprawiać również w złoto. Prócz tego wyrabiano z chryzoprazów rzeźby wklęsłe, pieczęcie i sygnety. Odmiany nieco zanieczyszczone, bądź lekko spękane, służyły do wyrobu okładzinowych płyt stołowych, ścian lub używane były na luksusowe mozaiki, np. chryzoprazem dolnośląskim ozdobiono jedną z kaplic w katedrze na Hradczanach w Pradze oraz kaplicę w zamku Karlstein w Czechach.

Przy jubilerskiej ocenie chryzoprazów bierze się pod uwagę barwę, przezroczystość, brak spękań i skaz. W tabeli 2 przedstawiono stosowaną w ZSRR normę dla oceny nieoszlifowanych chryzoprazów. Z chryzoprazów radzieckich szlifuje się kaboszony owalne o wymiarach $18 \times 7,7 \times 7,3$ mm, oczka do pierścieni $17 \times 14 \times 4,5$ mm, a także okrągłe kaboszony o wymiarach 10×5 ; 13×7 i 15×7 mm.

Tabela 2

Klasyfikacja chryzoprazów według normy radzieckiej
(OCT-41-25-72)

Odmiany typy	Krótką charakterystyka	Minimalne rozmiary w mm	Gatunek
Sarykylböldy	1. Barwa szmaragdowo-zielona intensywna, równomierna. Półprzezroczysty lub przeświecający	$20 \times 20 \times 20$	Extra
	2. jw.	$10 \times 10 \times 10$	I
	3. Barwa zielona, trawiaściezielona, jabłkowiezielona, równomierna. Półprzezroczysty lub przeświecający	$30 \times 20 \times 20$	II
	4. jw.	$15 \times 10 \times 10$	III
	5. Barwa zielona o różnej intensywności, równomiernie rozmieszczona lub posiadająca plamy jaśniejsze	$30 \times 20 \times 20$	IV

Uwaga: Dopuszcza się we wszystkich gatunkach wrostki dendrytów manganowych i inne wrostki nie większe od 5 mm.

Obecnie w Polsce na chryzoprazy stosuje się ceny umowne, a decyzją nr 4/78 Dyrektora Naczelnego Kombinatoru Wytwarzania z Metali Szlachetnych i Platerów „Polsrebro” z dnia 20 I 1978 r. chryzoprazy o własnościach jubilerskich dzieli się na 2 gatunki. Do gatunku pierwszego należy chryzopraz bez skaz o intensywniej zielonej barwie. Gatunek drugi powinien charakteryzować się niewielką ilością skaz z lokalnymi zanieczyszczeniami oraz zieloną barwą.

Ceny chryzoprazów na rynkach światowych, ze względu na rzadkość występowania i piękną barwę, zawsze były stosunkowo wysokie, chociaż ulegały one dużym wahaniom. Związane to było z pojawieniem się na rynku zielono zabarwionych imitacji. Przykładowo tuż przed I wojną światową 1 kg chryzoprazu kosztował 60—120 marek, zaś 1 gram oszlifowanego od 2 do 20 marek. W roku 1931 1 gram nieoszlifowanego chryzoprazu kosztował 1—10 marek, a 1 karat oszlifowanego od 4—30 marek.

W ostatnim dziesięcioleciu ceny chryzoprazów ciągle rosną i dochodzą do 200 dolarów za kilogram. Największą wartość jubilerską mają odmiany chalcedonowe i opalowe. Chryzopraz jest kruchym minerałem, w którym bardzo często występują mikrospękania spowodowane nieumiejętnym sposobem wydobywania go ze złoża.

Jest to zjawisko wyjątkowo niekorzystne przy obróbce, ponieważ minerał kruszy się na kawałki. Oprócz mikrospękań w chryzoprazach występują inne niekorzystne cechy, takie jak: wylamania, szczeliny zewnętrzne i wewnętrzne, wrostki innych minerałów, niejednakowa twardość materiału w całej jego masie, nierównomierne zabarwienie surowca. Wszystkie te cechy wpływają na to, że niekiedy po całym procesie obróbkowym tylko 3% materiału (na 100% surowca) trafia do wyrobu.

Często w handlu pojawiają się imitacje chryzoprazu. Najczęściej sztucznie barwi się na kolor zielony związkami niklu lub chromu chalcedony lub agaty. Imitacje barwione chromem jest stosunkowo łatwo wykryć, używając tzw. filtrów Chelsea, ponieważ wówczas taki sztucznie zabarwiony kamień ma barwę brązowo-czerwoną, natomiast naturalny chryzopraz pozostaje zielony. Również od dawna, jako imitacji chryzoprazu, używa się specjalnie zabarwionego szkła, zawiera ono jednak zwykle dużą ilość pęcherzyków powietrza łatwo, więc go odróżnić od naturalnego chryzoprazu.

ZŁOŻA

Występowanie chryzoprazów w większych skupiskach mających znaczenie gospodarcze jest bardzo rzadkie. Do XVIII wieku właściwy chryzopraz był spotykany sporadycznie. Od kiedy na Dolnym Śląsku znajdowano pojedyncze okazy, szczególnie po ulewnych deszczach w okolicach Żabkowic Śląskich, tego dokładnie nikt nie jest w stanie powiedzieć. Wiadomo jednak, że już w roku 1425 Antoni Melici rodem z Florencji, a wówczas mieszczanin wrocławski, miał od książąt śląskich zezwolenie na poszukiwanie chryzoprazów w Sudetach.

Bardzo gorącym wielbicielem tego kamienia był Fryderyk Wielki, który za odkrycie złóż chryzoprazu ofiarowywał duże nagrody. Do osiemnastego stulecia nie znano na świecie pierwotnych wystąpień tego minerału. Dopiero w roku 1740 jakiś cesarski oficer odkrył przypadkowo na Młyńskiej Górze, we wsi Koźmice k./Żabkowic Śl. większą żyłę chryzoprazu, tkwiącą w serpentynitach. To odkrycie spowodowało swoistą gorączkę chryzoprazową. Zielonego kamienia zaczęto szukać szczególnie intensywnie na Wzgórzach Szklarskich, rozciągających się na północny wschód od Żabkowic Śl. Wzgórze te pokryły się siecią podziemnych sztolni i szybików, chryzoprazu było coraz więcej. Okolice Żabkowic Śl. stały się światowym centrum wydobycia tego kamienia. W roku 1790 złożo w Koźmicach odwiedził J. W. Goethe, który zebrał tam piękny zbiór chryzoprazów zachowany do dziś w jego muzeum w Weimarze.

Drugim, chronologicznie rzecz biorąc, rejonem wydobywania chryzoprazu był kontynent Ameryki Północnej, gdzie od 1908 r. w Kalifornii znane były cztery złoża.

W okresie od 1908 do 1912 r. ze złóż północno amerykańskich wydobyto łącznie 930 kilogramów chryzoprazu. Ponadto niewielkie wystąpienia chryzoprazów rejestrowane były w innych stanach USA (Kolorado, Arizona, Pn. Karolina, Pensylwania). W latach 1913—1921 pojawiły się pierwsze doniesienia o znajdowaniu pojedynczych okazów w Australii Centralnej. W wyniku przeprowadzonych prac geologicznych w 1963 r. w pobliżu miejscowości Marlborough znaleziono duże złożo (Malborough Creek), które aktualnie uchodzi za największe w świecie i jest głównym dostawcą chryzoprazu na rynki zachodnie. W latach 1968—1970 wydobyto z tego złoża 64 tony chryzoprazu. Przed 1963 rokiem niewielkie ilości chryzoprazów wydobywano w Zachodniej Australii.

W ZSRR pierwsze znalezisko chryzoprazów zanotowano w 1936 r. na obszarze Kazachstanu i Altaju, lecz większe złożo napotkano dopiero w 1962 r. w serpentynitowym masywie Sarykylböldy w Centralnym Kazachstanie. Aktualnie jest to największe wystąpienie tego minerału w ZSRR. Pozostałe wystąpienia, między innymi na Czeremsańskim złożu krzemianowych rud niklu na Uralu, są niewielkie.

Od 1962 r. rozpoczęto wydobywanie chryzoprazu w Brazylii w stanie Gojas. Obecnie chryzopraz w niewielkich ilościach eksploatowany jest także w Indiach, na Madagaskarze oraz w Jugosławii.

Polska, po Australii, nadal należy do światowej czołówki w zakresie wydobywania chryzoprazów. W latach 1970—1982 przeciętnie wydobywano w Szklarach (fot. 6) po 2 tony chryzoprazu rocznie. Poza Szklarami mamy drugie złoża chryzoprazów odkryte w roku 1970, znajdujące się w kopalni magnezytu „Wiry” w Wirach w pobliżu Świdnicy.

GENEZA ZŁÓŻ CHRYPRAZU

Chociaż chryzopraz jest stosunkowo częstym minerałem w strefie wietrzenia skał ultrazasadowych, to jednak jego złoża mające znaczenie praktyczne są bardzo rzadkie, z reguły związane ze strefami silnej sylikfikacji występującymi wśród serpentynitów. Na temat genezy chryzoprazu istnieją dwie przeciwstawne sobie hipotezy, które zostały sformułowane przede wszystkim dla wyjaśnienia genezy zwietrzliny nikłonośnej eksploatowanej jako ruda niklu.

Jedna z hipotez (v. Foulton 1892, Aschermann 1897, Spangenberg i Müller 1948, Ginzburg i Rukawisznikow 1951, fide Niśkiewicz 1984), zakłada, że w wyniku wietrzenia serpentynitów doszło do uruchomienia znacznych ilości roztworów krzemionkowych, z których po wnikięciu ich w głębsze partie zwietrzliny wytrąciły się różne minerały z grupy krzemionki, w tym i zabarwione związkami niklu chryzoprazy. Serpentynity ulegały wietrzeniu chemicznemu pod działaniem wody zawierającej CO₂ oraz kwasy organiczne i nieorganiczne. Nikiel był uwalniany z oliwinów i serpentynitów i przechodził do roztworu. Roztwory nikłowe przesączały się w dolne poziomy strefy wietrzenia, gdzie również wnikała krzemionka i tam z roztworów przy pH 6—7 wytrącały się uwodnione krzemiany niklu i magnezu. Krzemionka wytrąca się zarówno w kwaśnym, obojętnym jak i słabo alkalicznym środowisku. W tym ostatnim przypadku sorbuje ona nikiel jeszcze w formie koloidalnej i powstają wszystkie przejścia od garnierytu do chryzoprazu i chalcedonu.

Druga hipoteza (Kosmann 1893, Iller 1902, Beyschag i Krusch 1913, Brooks 1964, Harańczyk 1970) przyjmuje doprowadzenie roztworów krzemionkowych z głębi ziemi, jako roztworów hydrotermalnych, z których miały wytrącać się w szczelinach serpentynitów chalcedony i opale. Żyły chalcedonowo-opalowe i chryzoprazowe mają tworzyć pewnego rodzaju szkielet w obrębie zwietrzliny.

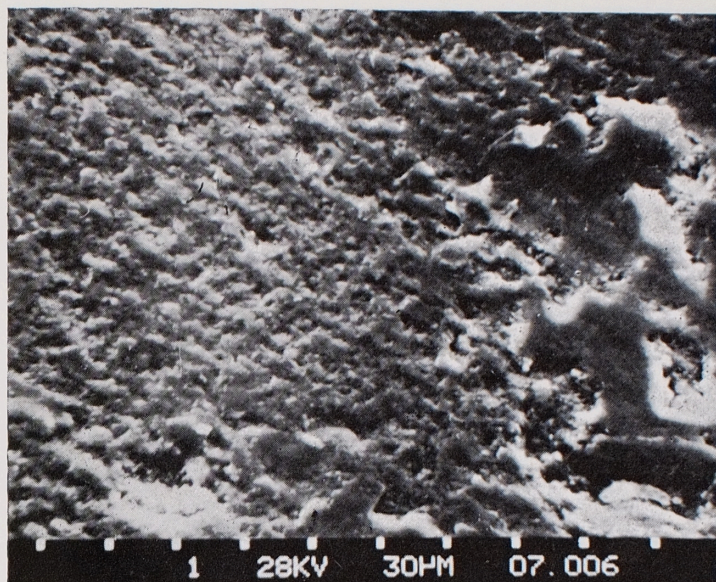
Brooks (1964) dla złóż australijskich dopuszcza możliwość nałożenia się hiperogenicznej mineralizacji chryzoprazowej na strefy hydrotermalnej sylikfikacji skał ultrazasadowych.

W ostatnich latach niektórzy geolodzy radzieccy (Usipow i Klimowicka, 1977) są zdania, że chryzopraz występujący w złożu Sarykylbołdy (Kazachstan) są pochodzenia hydrotermalnego. Źródłem roztworów hydrotermalnych według tych autorów mogły być późne intruzje granitoidowe występujące w pobliżu złoża Sarykylbołdy. O hydrotermalnej genezie chryzoprazów z tego złoża mogą również świadczyć pierwiastki śladowe, stwierdzone w chryzoprazie, chalcedonie i opalu oraz temperatura homogenizacji inkluzji.

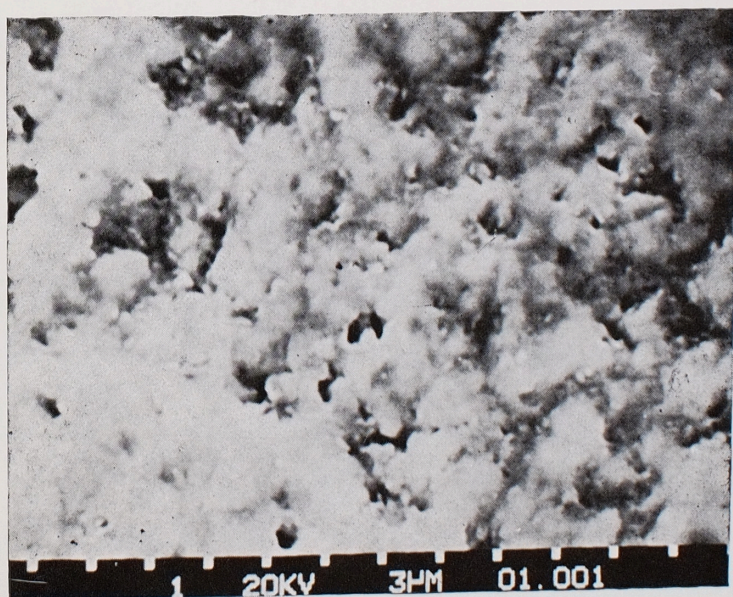
Jak widać z powyższego przeglądu, geneza złóż chryzoprazu nie doczekała się jeszcze pełnego wyjaśnienia.

LITERATURA

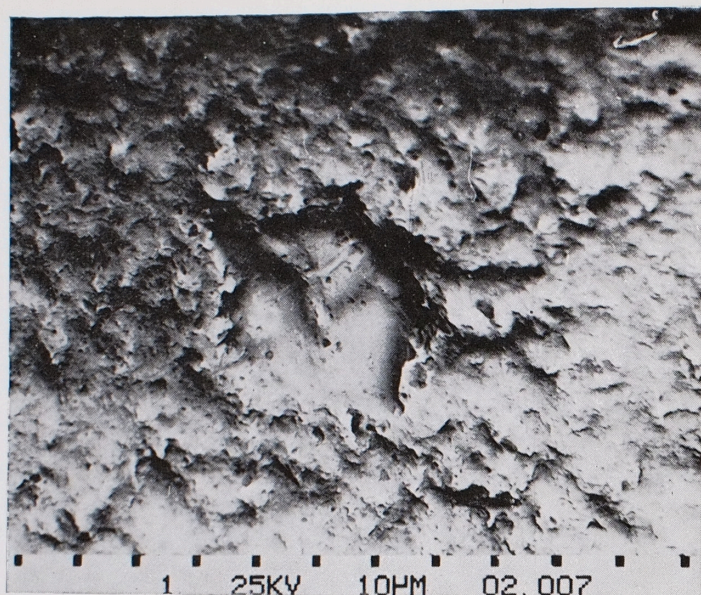
- [BAŁAKIREW W. G. i in.] БАЛАКИРЕВ В. Г., КИЕВЛЕНКО Е. Я., НИКОЛЬСКАЯ Л. В., САМОЙЛОВИЧ М. И., ХАНЖИ В. Е., ЦИНОБЕР Л. И., 1979: Минералогия и кристаллофизика ювелирных разновидностей кремнезема. Недра. Москва.
- [BARSANOW G. P., JAKOWLEWA M. E.] БАРСАНОВ Г. П., ЯКОВЛЕВА М. Е., 1981: Минералогическое исследование некоторых поделочных и полудрагоценных разновидностей скрытокристаллического кремнезема. В книге: Новые данные о минералах СССР, вып. 27. Наука. Москва.
- BAUER M., 1896: Edelsteinkunde. Leipzig.
- BOLEWSKI A., 1982: Mineralogia szczegółowa. Warszawa.
- BROOKS J. H., 1965: Marlborough Creek chrysoprase deposits. *Gems and Gemol.* 11, 323—330.
- [DORFMAN M. D. i in.] ДОРФМАН М. Д., САМОРОДОВ П. В., ОСИПОВ П. В., НИКОЛЬСКАЯ Л. В., САМОЙЛОВИЧ М. И., 1975: О хризопразе месторождения Сарыкулдолбы. В книге: Новые данные о минералах СССР, вып. 24. Наука. Москва.
- DRZYMAŁA S., SERKIES J., 1973: On the Lechos opals and chrysoprases in the weathering zone of serpentinites from Szklary (Lower Silesia). *Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. terre* 21, 2.
- DUBIŃSKA E., SZCZYRBA J., 1983: Szuchardyt ze Szklar koło Ząbkowic Śl. (Dolny Śl., Polska). II Krajowa Konferencja Mineraly i Surowce Ilaste. Kraków 7—9.09.1983. Wyd. AGH.
- FAUST T., 1966: The hydrous nickel magnesium silicates — the garnierite group. *Amer. Miner.* 51, 3—4.
- [GINZBURG N. I., RUKAWISZNIKOWA I. A.] ГИНЗБУРГ Н. И., РУКАВИШНИКОВА И. А., 1951: Минералы древней коры выветривания Урала. Изд. АН СССР, с. 714.
- HARAŃCZYK Cz., PROCHAZKA K., 1974: Uwodnione krzemiany magnezowo-nikłowe z Wir na Dolnym Śląsku. *Prace Muzeum Ziemi*, 22.
- [КИЕВЛЕНКО И. И.] КИЕВЛЕНКО Е. А., СЕНКЕВИЧ Н. Н., ГАВРИЛОВ А. П., 1982: Геология месторождений драгоценных камней. Недра. Москва.
- MAGOLEWSKA E., 1981: Mineralogia żył chryzoprazowo-opalowo-chalcedonowych z kopalni niklu w Szklarach. Praca magisterska. Archiwum Zakładu Mineralogii i Petrografii ING UW. Wrocław.
- MALES P. A., 1963: Colour of prase and chrysoprase. *The Australian Gemmologist* 8, 11—12.
- MALES P. A., 1965: Microtexture of gem chrysoprase from Queensland. *The Australian Gemmologist* 3, 11.
- NATKANIEC-NOWAK L., PITERA H., 1983: Studium mineralogiczno-geochemiczne minerałów z grupy SiO₂ ze szczególnym uwzględnieniem ich barwy z masywu serpentynitowego Ząbkowic Śląskich. Praca doktorska. Archiwum Inst. Geol. i Sur. Miner. AGH. Kraków.
- [NIKOLSKAJA L. W.] НИКОЛЬСКАЯ Л. В., 1975: Изучение природы окраски и структурных особенностей некоторых разновидностей камнесамоевского сырья. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. геол.-минер. наук. МГУ.
- NIŚKIEWICZ J., 1984: Geologiczne warunki występowania chryzoprazów i pokrewnych kamieni szlachetnych w masywie Szklar (Dolny Śl.). *Geologia Sudetica* 19, 1.
- [OSIPOW P. W., KLINOWICKAJA E. F.] ОСИПОВ П. В., КЛИНОВИЦКАЯ Е. Ф., 1977: Условия формирования хризопраза на месторождении Сарыкулдолбы в центральном Казахстане. Неметаллические полезные ископаемые коры выветривания. Наука.
- OSTROWICKI B., 1965: Mineraly niklu strefy wietrzenia serpentynitów w Szklarach. *Pr. Miner.* 1.
- PLUSNINA I., 1979: Infrared study of cryptocrystalline formations of silica. I. Chalcedonies. *Arch. Miner.* 31, 1.
- REHBERG C. H., SCHLOSSMACHER K., 1944: Die Farbe des Chrysoprases. *N. Jb. Miner. Monatsh.* Abt. 4.
- SACHANBIŃSKI M., 1979: Kamienie szlachetne i ozdobne Śląska. Ossolineum. Wrocław.
- [SACHANBIŃSKI M.] САХАНИНСКИЙ М. 1980: Минералогия хризопразов из месторождений Нижней Силезии. Самоцветы. Материалы XI Съезда ИМА. Ленинград.
- SACHANBIŃSKI M., 1983: Chrysoprase — Duke of Poland's gemstones. *Jewelry Marking Gems and Minerals* 3.
- SINKANKAS J., 1959: Gem stones of North America. New York.
- STRUNZ H., 1977: Mineralogische Tabellen. 7 Aufl. Berlin.



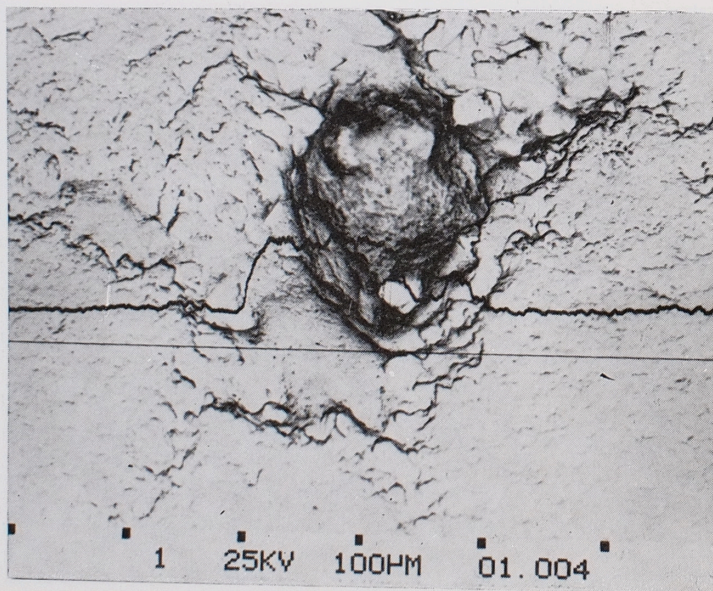
Fot. 1. Powierzchnia polerowanej płytki chryzoprazu pierwszego gatunku. Kopalnia niklu w Szklarach. Mikroskop elektronowy skaningowy, pow. 300 ×



Fot. 2. Powierzchnia polerowanej płytki chryzoprazu IV gatunku. Kopalnia magnezytu „Wiry” w Wirach. Mikroskop elektronowy skaningowy, pow. 700 ×

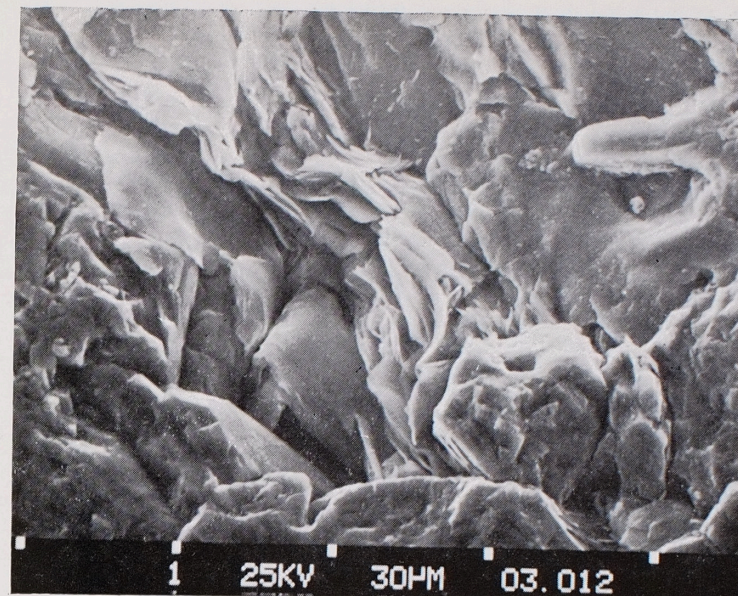


Fot. 3. Powierzchnia polerowanej płytki chryzoprazu chalcedonowego (pierwszego gatunku). Kopalnia niklu w Szklarach. Mikroskop elektronowy skaningowy, pow. 1000 ×



Fot. 4. Rozmieszczenie niklu wzdłuż profilu w chryzoprazie pierwszego gatunku ze Szklar. Mikroskop elektronowy skaningowy, pow. 1000 ×

Michał SACHANBIŃSKI — Chryzopraz



Fot. 5. Chloryto-wermikulit w chryzoprazie kwarcowym ze Szklar nie mającym wartości jubilerskiej. Mikroskop elektronowy skaningowy, pow. 100 ×



Fot. 6. Żyły chryzoprazowe w chodniku kopalni magnezytu „Wiry” w Wirach. Fot. M. Sachanbiński

Michał SACHANBIŃSKI — Chryzopraz