



Wollastonit z kopalni serpentynitu w Nasławicach koło Sobótki (Dolny Śląsk)

Wiesław Heflik¹, Magdalena Dumańska-Słowik¹, Mirosław Kotowski²



W. Heflik



M. Dumańska-Słowik



M. Kotowski

Wollastonite from the serpentinite mine in Nasławice near Sobótka (Lower Silesia). Prz. Geol., 73: 337–341; doi: 10.7306/2025.32

Abstract. The study reports the occurrence of wollastonite in the serpentinite mine in Nasławice, Lower Silesia, Poland. Wollastonite was identified in a leucocratic rock associated with highly altered serpentinite and dolomite-serpentine brecciated rock. The leucocratic rock is composed of wollastonite, grossular, diopside, and relics of dolerite. The formation of wollastonite is attributed to high-temperature contact metamorphism induced by the intrusion of dolerite crosscutting the serpentinite. This discovery documents the presence of a unique mineral paragenesis in Lower Silesia, and has significant geological and mineralogical implications.

Keywords: wollastonite, Nasławice, serpentinite mine, unique mineral paragenesis

Wollastonit jest minerałem z grupy krzemianów łańcuchowych $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$, krystalizującym w układzie trójskośnym (twardość 4,5 do 5,0; gęstość 2,85 do 3,09). Tworzy kryształy słupkowe, pręcikowe igiełkowe, rzadziej tabliczkowe lub grubotabliczkowe. W druzach kryształy wollastonitu przeważnie są wrosłe, rzadziej narosłe. Może być wykorzystywany do wyrobu biżuterii w formie kaboszonów oraz do produkcji płytek ceramicznych i jest doskonałym izolatorem elektrycznym (Deer i in., 2013). Należy do minerałów rzadkich, rozpowszechnionych tylko w niektórych rejonach Ziemi.

Największe wystąpienia wollastonitu są znane z USA (Willsboro, Essex w stanie Nowy York). W Polsce występuje głównie na Dolnym Śląsku – Gębzyce k. Strzelina, Podzamek k. Kłodzka, Rozdroże w Górach Izerskich i innych (Żaba, 2003). Największe skupienia tego minerału znaleziono w naszym kraju w kopalni serpentynitów w Nasławicach k. Sobótki (ryc. 1), podczas prac terenowych wykonywanych w sierpniu 2024 r. Występuje tam w osobliwej skale leukokratycznej (ryc. 2), makroskopowo podobnej do skały leukokratycznej z Jordanowa Śląskiego (Heflik, 1967) będącej w kontakcie z silnie zmienionym serpentynitem, odznaczającym się barwą czarną i strukturą lepidoblastyczną, składającym się niemal wyłącznie z antygorytu, a także ze skałą, której głównym składnikiem jest sparytowo wykształcony węgiel (dolomit), stanowiący ok. 70% obj. skały, z domieszką antygorytu. Ta skała węglano-antygorytowa jest produktem metamorfizmu kontaktowego (Heflik i in., 2024).

W serpentynitach Wzgórz Nasławickich i w innych miejscach występowania tych skał na Dolnym Śląsku nie stwierdzono dotychczas obecności wollastonitu. W niniej-

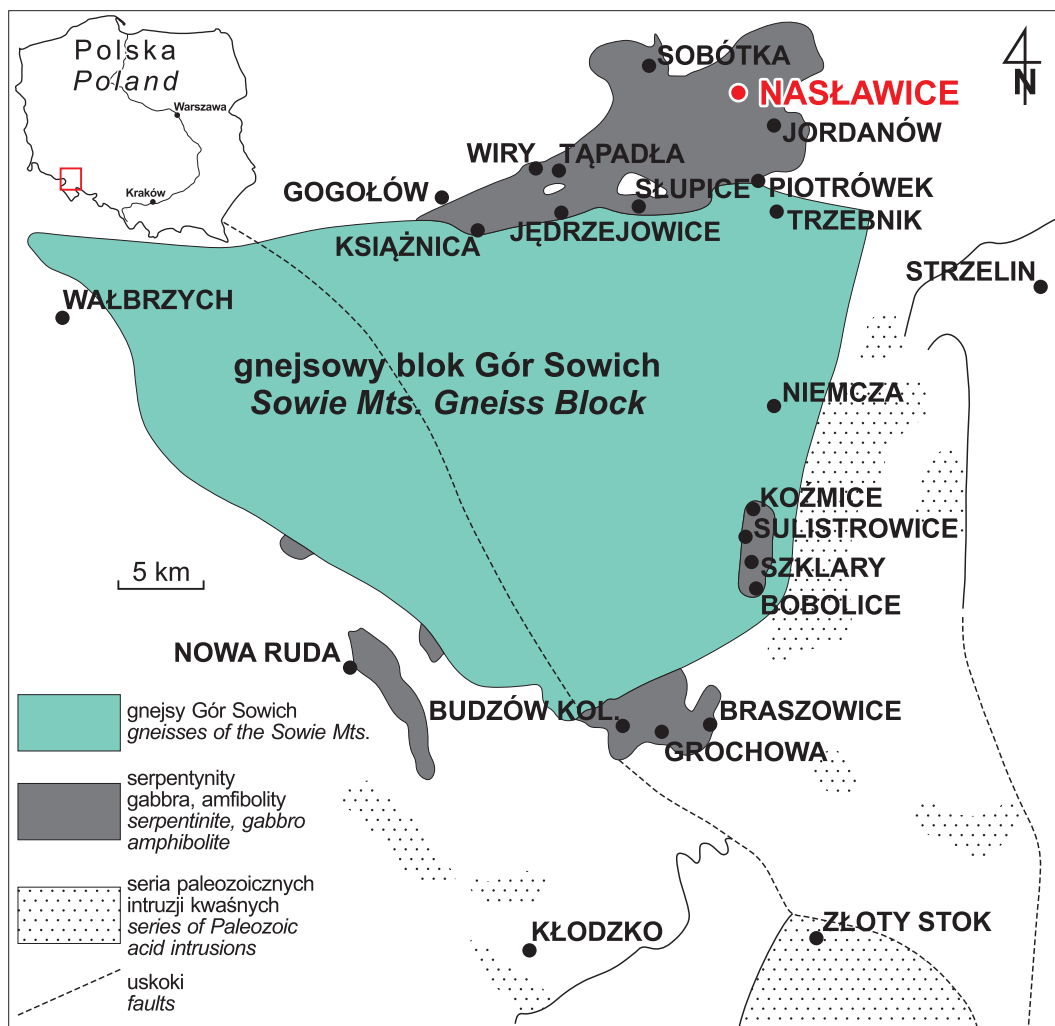
szym artykule przedstawiono szczegółową charakterystykę mineralogiczną skały leukokratycznej napotkanej w kopalni serpentynitów w Nasławicach k. Sobótki oraz określono genezę obecnego w niej wollastonitu.

METODYKA BADAŃ

Próbki skał pobrane z kopalni serpentynitu w Nasławicach poddano obserwacjom mikroskopowym w świetle przechodzącym, a także analizie proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej (PXRD) oraz mikrospektroskopii ramanowskiej (RS). Obserwacje mikroskopowe w świetle przechodzącym wykonano z użyciem mikroskopu polaryzacyjnego typu *Olympus BX 51*, sprzężonego z kamerą cyfrową DP12, pracującego w powiększeniach od 40× do 400×. Badania metodą proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej przeprowadzono przy użyciu dyfraktometru *Rigaku SmartLab 9KW* (lampa Cu, $K\alpha$ 1,54 Å, monochromator grafitowy). Dyfraktogram zarejestrowano w zakresie kątowym 2–75°2θ. Do analizy wyników posłużono się oprogramowaniem *X Rayan*. Analizy mikro-spektroskopii Ramana przeprowadzono za pomocą mikroskopu *Thermo Scientific DXR*, pracującego w powiększeniach 10×, 50× i 100×. Widma ramanowskie zbierano punktowo z powierzchni próbek. Do badań zastosowano laser czerwony o długości fali 780 nm, średnica wiązki lasera wynosiła 1–2 μm. Badania RS i PXRD wykonano w Laboratorium Badań Fazowych, Strukturalnych i Teksturalnych Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej.

¹ Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30–059 Kraków; dumanska@agh.edu.pl; ORCID ID: M. Dumańska-Słowik – 0000-0002-0877-8920

² KOSD Wrocław Sp. z o.o. Sp.k., Nasławice, ul. Komuny Paryskiej 50, 55–050 Sobótka



Ryc. 1. Mapa rozmieszczenia serpentynitów na Dolnym Śląsku (wg Kozłowskiego, 1986, zmieniona)
 Fig. 1. Map of the distribution of serpentinite in Lower Silesia (according to Kozłowski, 1986, modified)



Ryc. 2. Skała leukokratyczna z kopalni serpentynitu w Nasławicach. Fot. M. Dumańska-Słowik
 Fig. 2. Leucocratic rock from the serpentinite mine in Nasławice. Photo by M. Dumańska-Słowik

WYNIKI

Obserwacje mikroskopowe

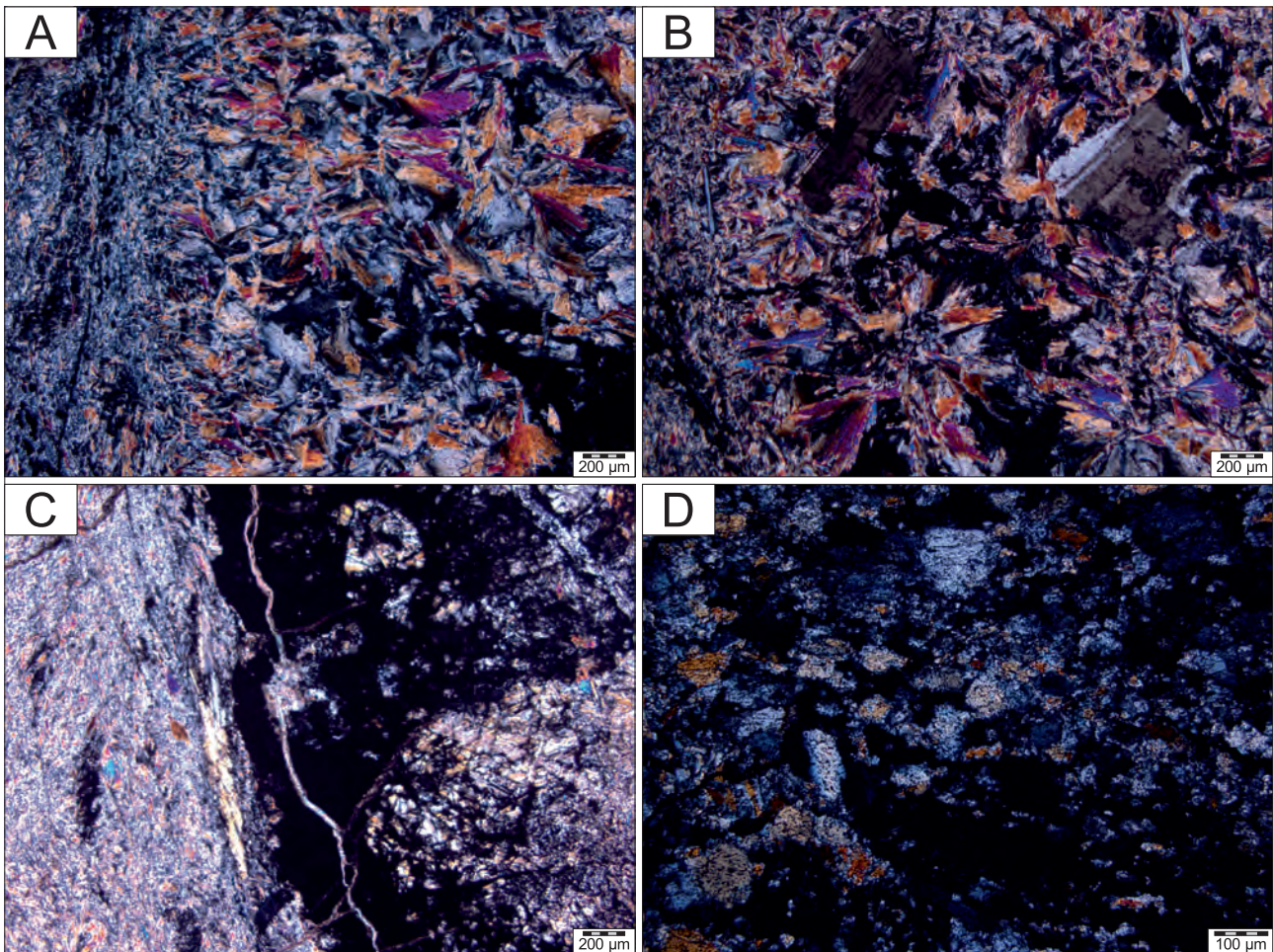
Skała leukokratyczna z kopalni Nasławice w obrazie mikroskopowym w świetle przechodzącym wykazuje duże zróżnicowanie pod względem wykształcenia tekstury i struktury. Jej tekstura przeważnie jest bezładna, struktura drobno-blastyczna, na ogół homeoblastyczna, miejscami mozaikowa. W skale tej dominują słupek i pręciki wollastonitu, pozbawione prawidłowych zakończeń (ryc. 3A), a podzrednie uczestniczą piroksen, liczne ziarna granatu oraz pojedyncze tabliczki plagioklastu (ryc. 3B).

Forma wykształcenia wollastonitu jest bardzo zróżnicowana. Przeważają osobniki o pokroju pręcikowym, tworzące silnie zbitą masę skalną o strukturze podobnej do nefrytu (ryc. 3C). Są również w tej skale miejsca, gdzie wollastonit jest wykształcony w formie kryształów wydłużonych zgodnie z kierunkiem osi Y, spłaszczonych według (100), z dobrze zaznaczoną łupliwością według (100), (001) i (102). W wielu miejscach tworzy agregaty promieniste. Obserwowany przy użyciu jednego nikolu jest bezbarwny,

niekiedy bladoróżowy i niepleochroiczny. Odnacza się wysokim reliefem dodatnim, wykazuje żywe barwy interferencyjne z pogranicza II i III rzędu.

W skupieniach wollastonitu występują pojedyncze kryształy piroksenu o stosunkowo dużych rozmiarach. Na wielu z nich w poprzecznych przekrojach słupeków są widoczne 2 kierunki spękań krzyżujących się pod kątem prawie prostym (87°). Przy jednym nikolu są bezbarwne i niepleochroiczne. Wykazują silny relief dodatni i umiarkowaną dwójłomność. W sąsiedztwie skupień wollastonitu, piroksenu i granatu obserwowano także silnie zmienione reliktury skały zasadowej – dolerytu.

W kopalni serpentynitu w Nasławicach obok skał leukokratycznych rozpoznano także typową formę dajki dolerytowej, w dużym stopniu zmienionej – zrodynityzowanej (Heflik i in., 2024). Doleryt odnacza się strukturą afitową, występuje w nim silnie przeobrażone matrix, w którym są obecne kryształy piroksenu o stosunkowo niedużych rozmiarach, często ułożone względem siebie równolegle. Obecne są także silnie przeobrażone tabliczki plagioklastu, w dużym stopniu zgranatyzowane (ryc. 3D).



Ryc. 3. Mikroskopowe zdjęcia minerałów w skałach z kopalni Nasławice: **A** – skupienia blaszkowatego wollastonitu (pozbawionego prawidłowych zakończeń) w skale leukokratycznej, NX; **B** – kryształy piroksenu i plagioklastu w grubokrystalicznej masie wollastonitowej skały leukokratycznej, NX; **C** – różnej wielkości fragmenty dolerytu w dużych skupieniach granatu na kontakcie z drobnokrystaliczną masą wollastonitową w skale leukokratycznej, NX; **D** – wydłużone słupek piroksenu i silnie przeobrażone tabliczki plagioklastów w dolerycie występującym w serpentynie, NX

Fig. 3. Microscopic photos of minerals in the rocks from the Nasławice mine: **A** – clusters of the tin-bladed wollastonite (with no correct endings) in leukocratic rock, NX; **B** – crystals of pyroxen and plagioclase in the coarse-crystalline mass of wollastonite leukocratic rock, NX; **C** – various sizes of dolerite fragments in large garnet clusters at a contact with a finely crystalline wollastonite mass in leukocratic rock, NX; **D** – elongated pyroxen bars and strongly transformed plagioclase plates in dolerite found in serpentinite, NX

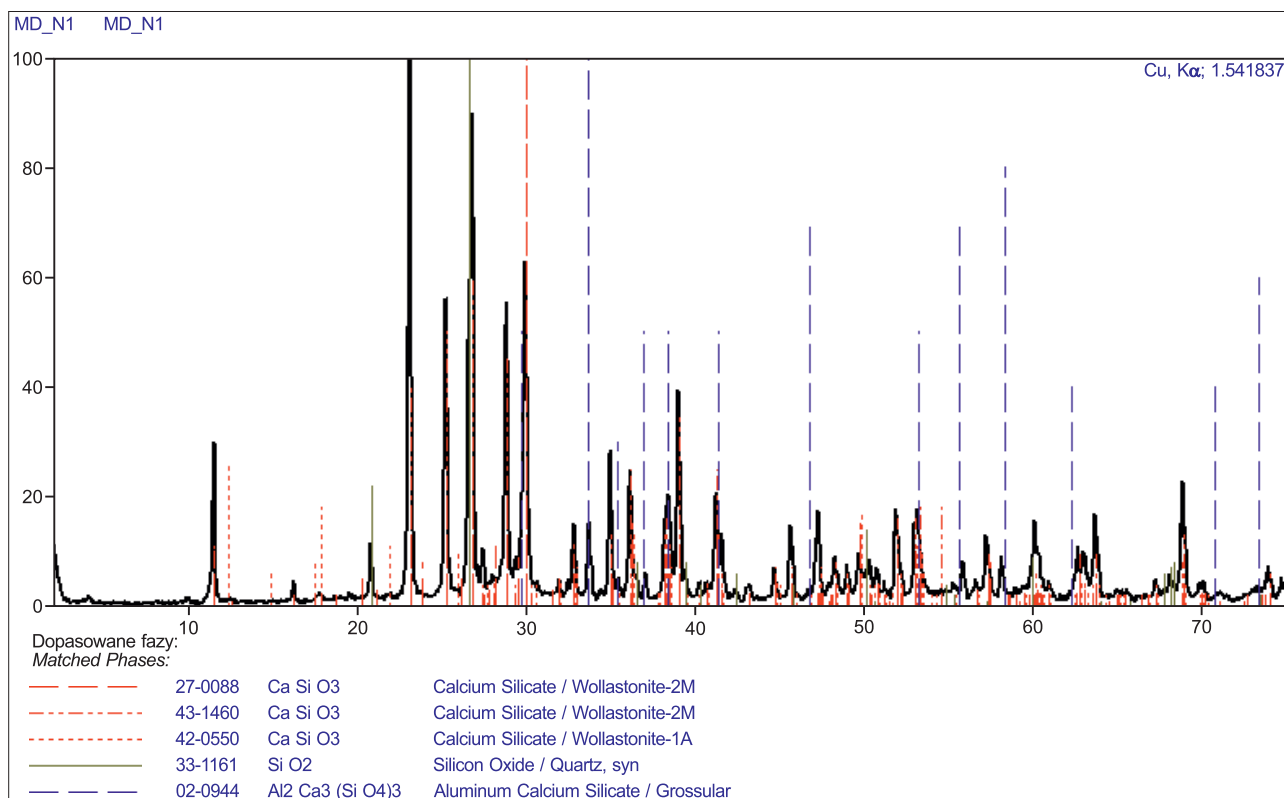
Proszkowa dyfrakcja rentgenowska (PXRD) i mikrospektroskopia ramanowska (RS)

Wyniki badania PXRD skały leukokratycznej z Nasławic potwierdziły obecność w niej wollastonitu, grossularu i śladowych ilości kwarcu (ryc. 4). Z kolei na podstawie spektroskopii ramanowskiej wykazano obecność granatu, wykrywając pasma ramanowskie ok. 875, 821, 544, 411, 370 i 274 cm^{-1} (ryc. 5), charakterystyczne dla grossularu (Li i in., 2022). Ponadto w skale tej stwierdzono znaczną ilość wollastonitu (ryc. 6). Pasma ramanowskie dokumentujące obecność tego minerału to: 965, 632, 408 i 321 cm^{-1} (Buzatu, Buzgar, 2010). Oprócz gros-

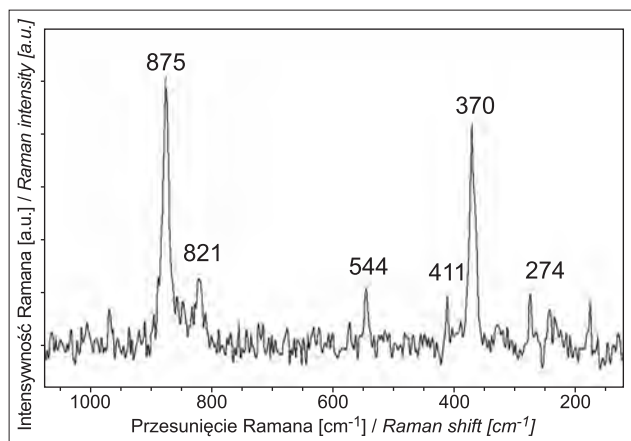
sularu i wollastonitu skała leukokratyczna zawiera liczne kryształy minerałów z grupy piroksenów wapniowych. Na widmie Ramana intensywne pasma ok. 1008, 661 cm^{-1} i dwa mniejsze – 385 i 319 cm^{-1} (ryc. 7) – są typowe dla piroksenów szeregu diopsyd–hedenbergit (Buzatu, Buzgar, 2010).

Podsumowanie wyników badań

Na szczególną uwagę zasługuje stwierdzenie obecności wollastonitu w skale leukokratycznej z Nasławic. Minerale ten stanowi produkt przeobrażeń kontaktowych lub kontaktowo-metasomatycznych skał węglanowych, głównie wapieni. W większości przypadków powstaje w wyini-

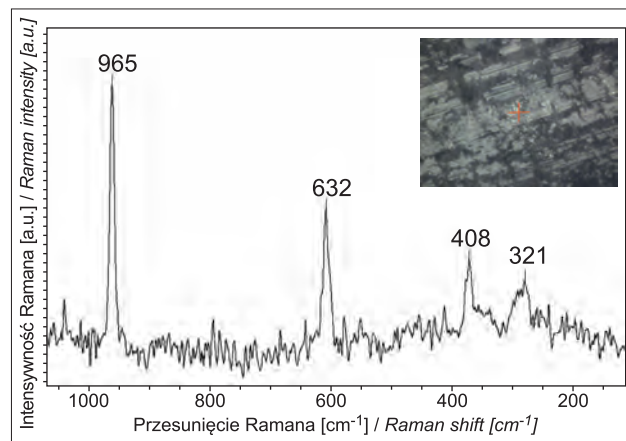


Ryc. 4. Dyfraktogram rentgenowski skały leukokratycznej z Nasławic
Fig. 4. X-ray diffractogram of leukocratic rocks from Nasławic



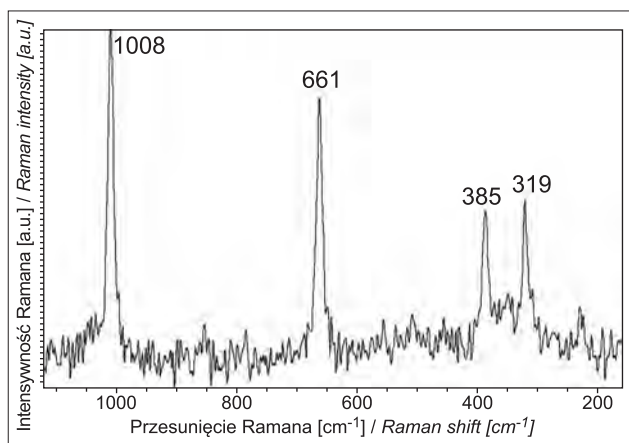
Ryc. 5. Widmo ramanowskie grossularu w skale leukokratycznej z Nasławic

Fig. 5. Raman spectrum of grossular in leukocratic rock from Nasławic



Ryc. 6. Widmo ramanowskie wollastonitu w skale leukokratycznej z Nasławic

Fig. 6. Raman spectrum of wollastonite in leukocratic rock from Nasławic



Ryc. 7. Widmo ramanowskie diopsydu w skale leukokratycznej z Nasławic

Fig. 7. Raman spectrum of diopside in leukocratic rock from Nasławice

ku reakcji $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 - \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$ (Deer i in., 2013). Bywa spotykany w skarnach i w kontaktowo zmienionych marmurach, najczęściej w towarzystwie wezuwianu, diopsydu i granatów. Tworzy się w warunkach metamorfizmu wysokotemperaturowego i niskociśnieniowego. W badanej skale leukokratycznej w kopalni Nasławice współwystępuje z diopsydem i grossularem na kontakcie z dolerytem i ofidolomit. Skala ta odznacza się strukturą granoblastyczną, miejscami mozaikową, charakterystyczną dla hornfelsów. Goldschmidt (1911; *vide* Ryka, Maliszewska, 1991) wyróżnił 10 klas (paragenez mineralnych) hornfelsów tworzących się w zależności od składu chemicznego skał pierwotnych, które podlegały przeobrażeniom. Na przykład w marglach klasa VIII to grossular–plagioklaz–diopsyd; klasa IX grossular–diopsyd; klasa X grossular–diopsyd–wollastonit (wezuwian).

W serpentynitach z Nasławic nie stwierdzono dotychczas obecności margli ani innej skały węglanowej. Wobec tego nasuwa się pytanie, jaki był materiał wyjściowy, który pod wpływem intruzji dolerytu i oddziaływania metamorfizmu kontaktowego przeobraził się w wollastonit. Mogło to być lokalne nagromadzenie węglanów w serpentynitach, powstałe wskutek wielokrotnych procesów przeobrażeń hydrotermalnych. Można również przypuszczać, że magma intrudującej dajki dolerytowej była na tyle bogata w wapń, że chemizm sprzyjał wykrystalizowaniu typowo wapniowej paragenazy mineralnej wollastonit–diopsyd–grossular.

O tym, że oddziaływał w tym miejscu metamorfizm kontaktowy, świadczy także obecność ofidolomitu (Helik i in., 2024). Metamorfizmu kontaktowy charakterystyczny dla facji hornfelsów piroksenowych wg Turnera i Verhoogen (1960) przebiega w temperaturze 670–775°C.

Reasumując, należy stwierdzić, że współwystępowanie wollastonitu w serpentynitach Wzgórz Nasławickich razem z kilkudziesięcioma innymi minerałami, napotykanymi głównie w leukokratycznej strefie przeobrażonej Jordanowa Śląskiego (Heflik, 1967), stanowi w Polsce jedyną, a na świecie unikatową paragenezę mineralną i z naukowego punktu widzenia wyjątkowo interesującą. Niektóre minerały z tej paragenazy wzbogacają muzealne kolekcje minerałów w Polsce, w tym również w Państwowym Insty-

tucie Geologicznym w Warszawie, ale także w Europie, na przykład grossular można podziwiać w muzeum mineralogicznym w Pradze w Czechach i w muzeum mineralogicznym we Freibergu w Niemczech. Warto również dodać że w zespołach minerałów w Jordanowie Śląskim występuje hydrogrossular chromowy (Heflik, Żabiński, 1969), pumpellyit (Heflik, 1965), a także minerał z grupy epidotu o wzorze $\text{Ca}_3(\text{Al}_2\text{Sc})(\text{Si}_2\text{O}_7)[\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})$ – odkryty przez A. Pieczkę, zatwierdzony przez IMA i nazwany heflikitem w dniu 3 marca 2023 r. (Pieczka i in., 2023). W tym samym kamieniołomie serpentynitu odkryto również inną nową fazę mineralną – winchyt skandowy. Jest to minerał z grupy amfiboli sodowo-wapniowych (Pieczka i in., 2022).

Obecność wollastonitu w kopalni serpentynitów w Nasławicach bezspornie dokumentuje przebieg w tych skałach wysokotemperaturowego metamorfizmu kontaktowego, spowodowanego oddziaływaniem na serpentynit intruzji dajki dolerytowej. Metamorfizm kontaktowy (termiczny) w tych serpentynitach uściśla przedstawioną wcześniej hipotezę (Heflik, 1967) dotyczącą procesów zachodzących w skałach Wzgórz Nasławickich, obejmujących: magmatyzm (różne etapy intruzji), działalność pomagmową (etapy pegmatytowy, pneumatolityczny i hydrotermalny), metamorfizm (regionalny, metasomatyczny, kontaktowy) oraz przeobrażenia hipergeniczne.

LITERATURA

- BUZATU A., BUZGAR N. 2010 – The Raman Study of Single-Chain Silicates. *Analele Stiintifice ale Universitatii Alexandru Ioan Cuza Iasi, Geology*, 56: 107–125.
- DEER W.A., HOWIE R.A., ZUSSMAN J. 2013 – An introduction to the rock-forming minerals. Mineralogical Society of Great Britain and Ireland.
- HEFLIK W. 1965 – Pumpellyite from Jordanów near Sobótka (Lower Silesia). *Bulletin de L'Academie Polonaise des Sciences*, 13 (1).
- HEFLIK W. 1967 – Studium mineralogiczno-petrograficzne leukokratycznej strefy przeobrażonej okolic Jordanowa (Dolny Śląsk). *Prace Mineralogiczne*, 120: 1–23.
- HEFLIK W., ŻABIŃSKI W. 1969 – A chromian hydrogrossular from Jordanów, Lower Silesia, Poland. *Mineralogical Magazine*, 37 (286): 241–243.
- HEFLIK W., KOTOWSKI M., DUMAŃSKA-SŁOWIK M. 2024 – Serpentinity antygorytowe oraz kopaliny towarzyszące z rejonu Wzgórz Nasławickich koło Jordanowa Śląskiego. Wyd. KOSD, Wrocław.
- KOZŁOWSKI S. 1986 – Surowce skalne Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- LI W., ZHENG J., PEI J., XU X., CHEN T. 2022 – Correlations between garnet species and vibration spectroscopy: isomorphous substitution implications. *Crystals*, 12 (1): 104.
- PIECZKA A., STACHOWICZ M., ZELEK-POGUDZ S., GOŁĘBIOWSKA B., NEJBERT K., KOTOWSKI J., MARCINIAK-MALISZEWSKA B., SZUSZKIEWICZ A., SZEŁĘG E., STADNICKA K.M., WOŹNIAK K. 2022 – Scandio-winchite, IMA 2022–009. *CNMNC Newsletter 67. Mineralogical Magazine*, 86: 4–5.
- PIECZKA A., KRISTIANSEN R., STACHOWICZ M., DUMAŃSKA-SŁOWIK M., GOŁĘBIOWSKA B., SĘK M., NEJBERT K., KOTOWSKI J., MARCINIAK-MALISZEWSKA B., SZUSZKIEWICZ A., SZEŁĘG E., WOŹNIAK K. 2023 – Heflikite, ideally $\text{Ca}_2(\text{Al}_2\text{Sc})(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$, the first scandium epidote-supergrout mineral from Jordanów Śląski, Lower Silesia (Poland) and from Hefletjern, Tordal (Norway). *Mineralogical Magazine*, 88 (3): 228–243.
- RYKA W., MALISZEWSKA A. 1991 – Słownik petrograficzny. Wyd. Geol., Warszawa.
- TURNER J.T., VERHOOGEN J. 1960 – Igneous and metamorphic rocks. London
- ŻABA J. 2003 – Ilustrowany słownik skał i minerałów. Videograf II.

Praca wpłynęła do redakcji 6.03.2025 r.
Akceptowano do druku 7.04.2025 r.