

Brucyt z kopalni serpentynitu w Nasławicach k. Sobótki

Wiesław Heflik¹, Magdalena Dumańska-Słowik¹, Mirosław Kotowski²



W. Heflik



M. Dumańska-Słowik



M. Kotowski

Brucite from the serpentinite quarry at Nasławice near Sobótka, Lower Silesia, Poland. *Prz. Geol.*, 74: 112–116; doi: 10.7306/2026.9

Redaktor prowadzący: Bogusław Bagiński

Abstract. This study describes the abundant occurrence of brucite in the serpentinite quarry at Nasławice near Sobótka, Lower Silesia. The mineral appears mainly as fibrous crystals, resembling asbestos. Raman micro-spectroscopy, X-ray powder diffraction (PXRD) and X-ray fluorescence (XRF) analyses confirmed that the fibrous aggregates are composed of brucite (known as nemalite), enriched in iron. Brucite is accompanied by minor amounts of hydroxalcite, calcite and serpentine-group minerals. The formation of brucite is associated with

low-temperature hydrothermal and supergene processes, including serpentinitization and dolerite alteration. The Nasławice serpentinite mine currently represents the largest known brucite occurrence in Poland, although it has no economic significance.

Keywords: fibers, nemalite, magnesium, sequestration CO₂

Brucyt jest wodorotlenkiem magnezu Mg(OH)₂, krystalizuje w układzie trygonalnym, ma twardość 2,5–3,0 w skali Mohsa i gęstość ok. 2,39 g/cm³ (Deer i in., 1992). Najczęściej tworzy zbite skupienia kryształów o pokroju blaszkowym, łuskowym, tabliczkowym lub włóknistym. Stosunkowo rzadko przyjmuje postać romboedrow (https://www.mindat.org/min-820.html). Mineral ten występuje w przyrodzie epizodycznie. Jest zaliczany do produktów procesów metamorficznych, towarzyszy zarówno skałom przeobrażonym w wyniku metamorfizmu regionalnego, jak i kontaktowego, m.in. serpentynitom, łupkom chlorytowym, dolomitom, marmurom i skarnom (Żaba, 2003). Najczęściej przyjmuje postać cienkich żyłek oraz wtrąceń w szczelinach serpentynitów i w innych produktach hydrotermalnego przeobrażenia skał ultramaficznych bogatych w magnez (dunitów i perydotytów), gdzie tworzy asocjacje z minerałami z grupy serpentynu, uwodnionymi węglanami magnezu, aragonitem i innymi. Brucyt występuje także w karbonatytach (Lee i in., 2000), a w Polsce w utworach węglanowych cechsztynu w Gronowie k. Zgorzelca, wraz z granatem w skałach serpentynitowych w Jordanowie Śląskim, w szczelinach serpentynitu w Siodłowicach k. Ząbkowic Śląskich, gdzie współwystępuje z magnezitem (Lis, Sylwestrzak, 1986) oraz w kontaktowo przeobrażonych skałach węglanowych w rejonie Dębника k. Krzeszowic (Żaba, 2003). Szeleg (2023) dodatkowo wspomina o występowaniu brucytu w Kletnie (Masyw Śnieżnika), w Szklarach k. Ząbkowic Śląskich oraz w Nasławicach k. Sobótki. Na świecie większe wystąpienia tego minerału znajdują się w Kanadzie (Asbestos, Quebec), USA (Hoboken, New Jersey; Paradise Range, Nevada), RPA (Palabora), Turcji (kopalnia Daglarii), Kazachstanie i Rosji (np. Kuldur, Żaba, 2003; Simandl i in., 2007).

W wyniku systematycznych badań mineralogiczno-petrograficznych serpentynitów z kopalni KOSD Wrocław

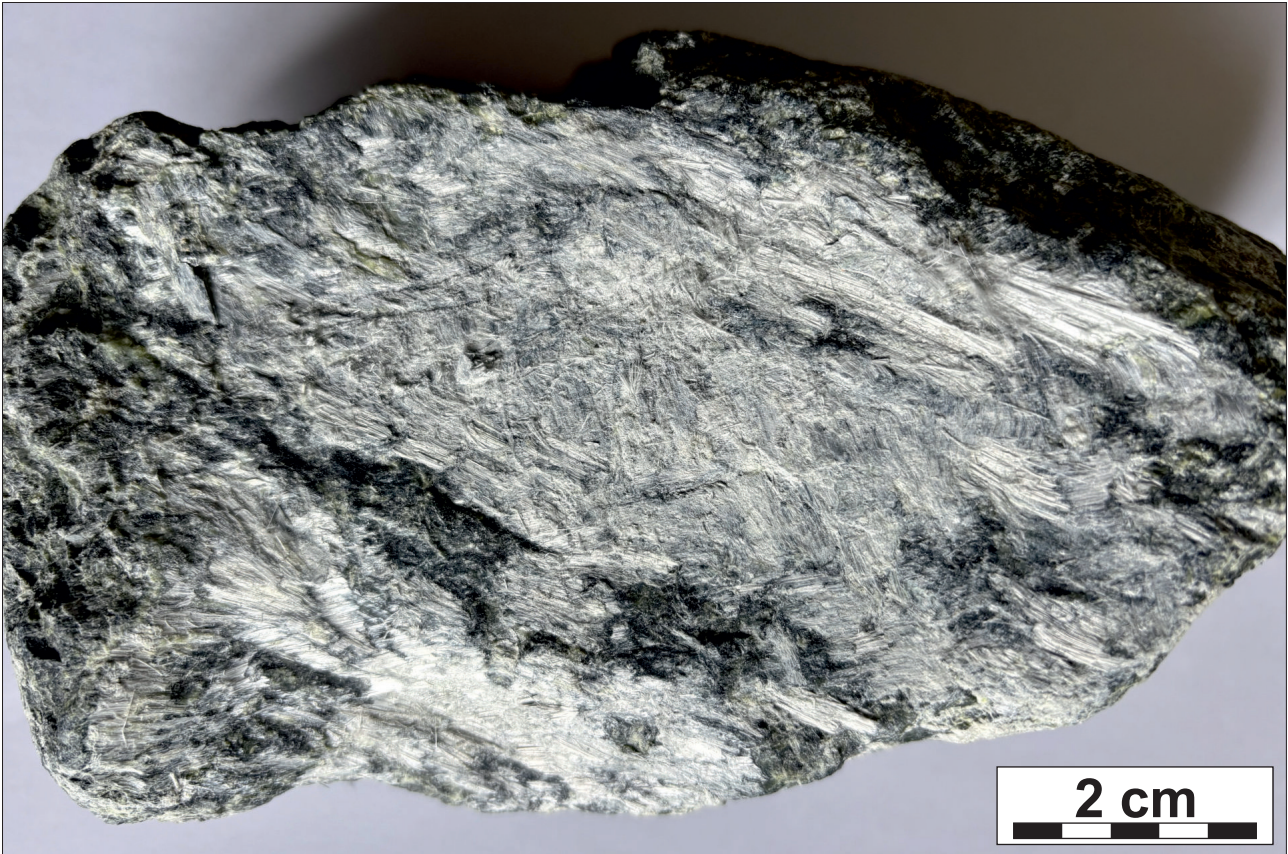
sp. z.o.o. w Nasławicach k. Sobótki na Dolnym Śląsku, prowadzonych od wielu lat, w skałach tych, a zwłaszcza w rejonach, gdzie sąsiadują z dolerytami, które są w różnym stopniu zmienione (zrodynityzowane i zleukokratyzowane), wielokrotnie stwierdzano występowanie brucytu (Heflik i in., 2014, 2024, 2025). W 2017 r., podczas prac eksploatacyjnych natrafiono w tej kopalni na dość dużą ilość igiełkowatego brucytu. Nabywcy serpentynitu ze względu na formę wykształcenia uznali ten minerał za azbest. Jednak na podstawie wyników spektroskopii Ramana jednoznacznie wykazano, że jest to brucyt (Heflik, 2017). Podobna sytuacja zaistniała pod koniec kwietnia 2025 r., kiedy to inny odbiorca gruboblastycznego materiału serpentynitowego zauważył, że na powierzchni jednej z brył tej skały występuje nagromadzenie minerału, który formą wykształcenia przypomina azbest (ryc. 1). Dostarczony materiał serpentynitowy zwrócił kierownictwu kopalni w Nasławicach i wyraził oburzenie, że kopalnia sprzedaje surowiec z azbestem. W związku z tym zaistniała potrzeba przeprowadzenia szczegółowych badań mineralogicznych napotkanych skupień minerałów o wykształceniu włóknistym.

SZKIC GEOLOGICZNY I HISTORIA KOPALNI W NASŁAWICACH

Kopalnia serpentynitu KOSD Wrocław sp. z.o.o. w Nasławicach znajduje się k. Sobótki na Dolnym Śląsku (ryc. 2), w prostej linii ok. 7 km na północny wschód od szczytu Ślęży (718 m n.p.m.). Góra Ślęża wraz z okolicą należy do południowo-wschodniej osłony masywu granitowego Strzegom–Sobótka. Masyw Ślęży obejmuje wiele wzgórz wysoko wyniesionych ponad okoliczny teren. Skałami, które występują w najbliższym otoczeniu Ślęży, są:

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. A. 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., ul. Komuny Paryskiej 50, Nasławice, 55-050 Sobótka

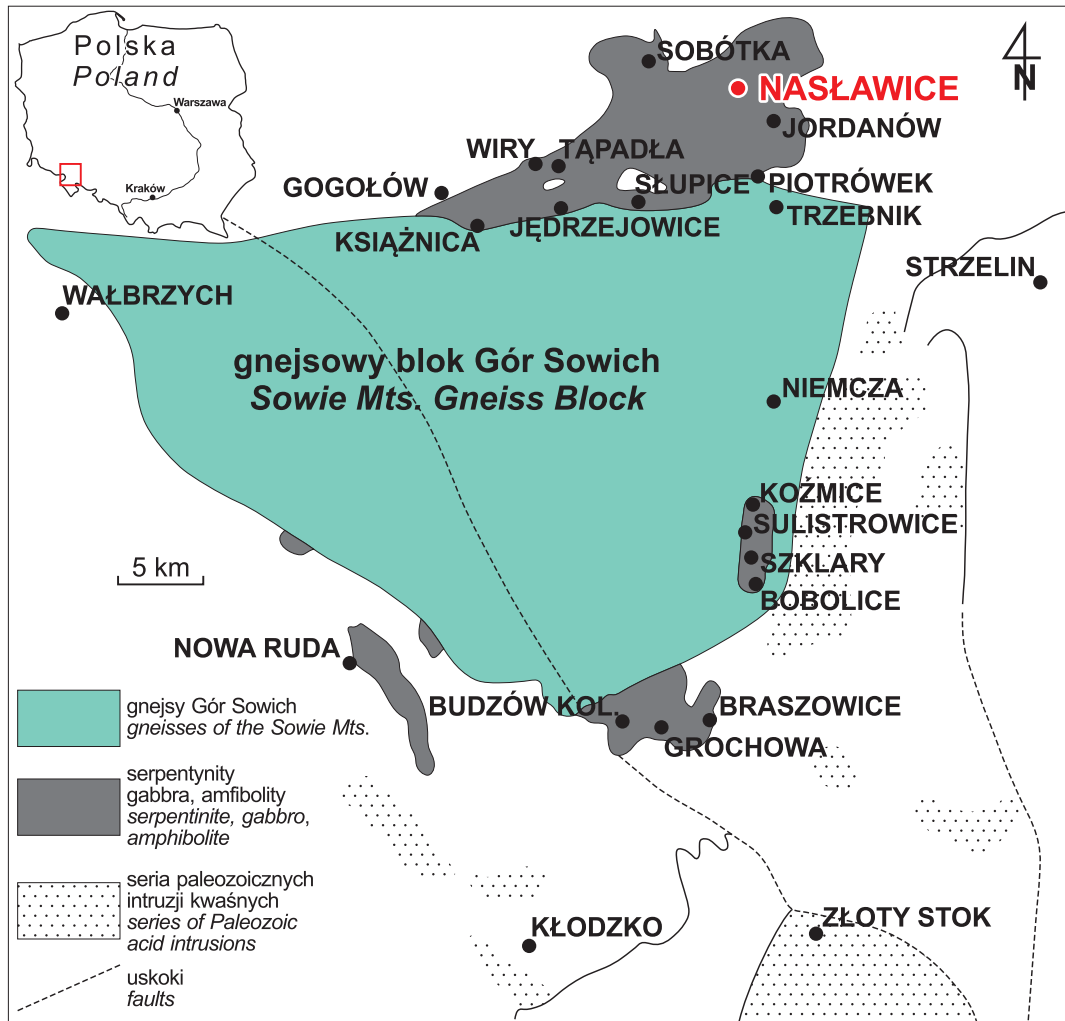


↑
Ryc. 1. Serpentyinit z kopalni Nasławice. Na powierzchni widoczne liczne nagromadzenia minerałów o barwie białej i pokroju włóknistym, tabliczkowym i blaszkowym. Fot. M. Dumańska-Słowik

Fig. 1. Serpentinite from the Nasławice mine. Numerous aggregates of white minerals with a fibrous, tabular or lamellar habit visible on the rock surface. Photo by M. Dumańska-Słowik

→
Ryc. 2. Mapa rozmieszczenia serpentynitów na Dolnym Śląsku (wg Kozłowskiego, 1986, zmienił)

Fig. 2. Map of the distribution of serpentinite in Lower Silesia (according to Kozłowski, 1986, modified)



- ❑ gabra (dominujące w budowie Ślęży);
- ❑ amfibolity (w szczytach gór: Kościuszki, Anielskiej i Strzegomianki);
- ❑ serpentynity (tworzące wschodnie wzgórza masywu, w tym Wzgórza Nasławickie, oraz południowe z Radunią);
- ❑ granity (na północno-zachodnim zboczu Ślęży i tworzące niskie wzgórza na północ i zachód od niej);
- ❑ łupki krystaliczne (odstłonięte w nielicznych miejscach w najbliższej okolicy Sobótki, m.in. na kontakcie z leukogranitem w tak zwanych Pagórkach Wschodnich w Strzeblowie).

Największe wystąpienia serpentynitów są zlokalizowane w obrzeżeniu bloku sowiogórskiego, w okolicy Nasławic k. Sobótki i Jordanowa Śląskiego (ryc. 2). Serpentynity są najpospolitszymi skałami masywu Sobótki; są starsze od gabra i częściowo tworzą jego osłonę.

Eksploatację kamieniołomu *Nasławice* rozpoczęto w latach 60. XX w. na potrzeby branży budownictwa drogowego. Decyzję o zagospodarowaniu kamieniołomu i utworzeniu zakładu produkcji kruszyw drogowych w Nasławicach podjął w 1959 r. Centralny Zarząd Dróg Publicznych w Warszawie. Pierwszą dokumentację geologiczną złoża serpentynitu antygorytowego opracowano w 1960 r. Stan zasobów na dzień 1.01.1961 r. wynosił 6462 tys. t (Nieć, 2009). Systemowe wydobywanie rozpoczęło w 1963 r. Początkowo złożo urabiano ręcznie, uzyskując produkcję na poziomie 15 tys. t/rok. W 1965 r. wprowadzono eksploatację złoża metodą wiertniczo-strzałową i od 1966 r. rozpoczął się systematyczny wzrost wydobywania serpentynitu. Obecnie wynosi ono ok. 1,0 mln t/r (Kancler, 2025).

METODYKA BADAŃ

Próbki skał serpentynitowych z widocznym na ich powierzchniach dużym nagromadzeniem minerałów włóknistych pobrano z VI poziomu kopalni w Nasławicach. Fazy mineralne zeszkrobane z powierzchni serpentynitu (ryc. 3) poddano badaniom ramanowskim. Po utarciu próbki składającej się z zeszkrobanych minerałów poddano ją także analizie dyfrakcji rentgenowskiej (PXRD) oraz fluorescencyjnej analizie rentgenowskiej (XRF). Wszystkie badania przeprowadzono w Laboratorium Badań Fazowych, Strukturalnych i Teksturalnych na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH. Analizy mikrospektroskopii ramanowskiej przeprowadzono za pomocą urządzenia *Horiba LabRam Odyssey*. Do badań zastosowano laser zielony o długości fali 532 nm i siatkę dyfrakcyjną 1800. Skład chemiczny próbki wyznaczono metodą fluorescencji rentgenowskiej przy użyciu spektrometru WD-XRF *ZSX Primus II Rigaku* (lampa Rh). Zastosowano technikę pastylkowania z dodatkiem lepiszcza na bazie celulozy (masa próbki 0,1035 g, masa lepiszcza 0,1000 g). Jakościową analizę widma wykonano poprzez identyfikację linii spektralnych i określenie ich ewentualnych koincydencji. Analizę półilościową opracowano, posługując się programem *SQX Calculation* (metoda parametrów fundamentalnych). Badania proszkowej dyfrakcji rentgenowskiej (PXRD) przeprowadzono przy użyciu dyfraktometru *Rigaku Smart Lab 9.0 kW*. Dyfraktogram zarejestrowano w zakresie pomiarowym 2–75 2 θ . Do interpretacji wyników posłużono się programem *X-Rayan*.



Ryc. 3. Minerale o pokroju włóknistym i blaszkowym zeszkrobane z powierzchni serpentynitu z Nasławic. Fot. M. Dumańska-Słowik

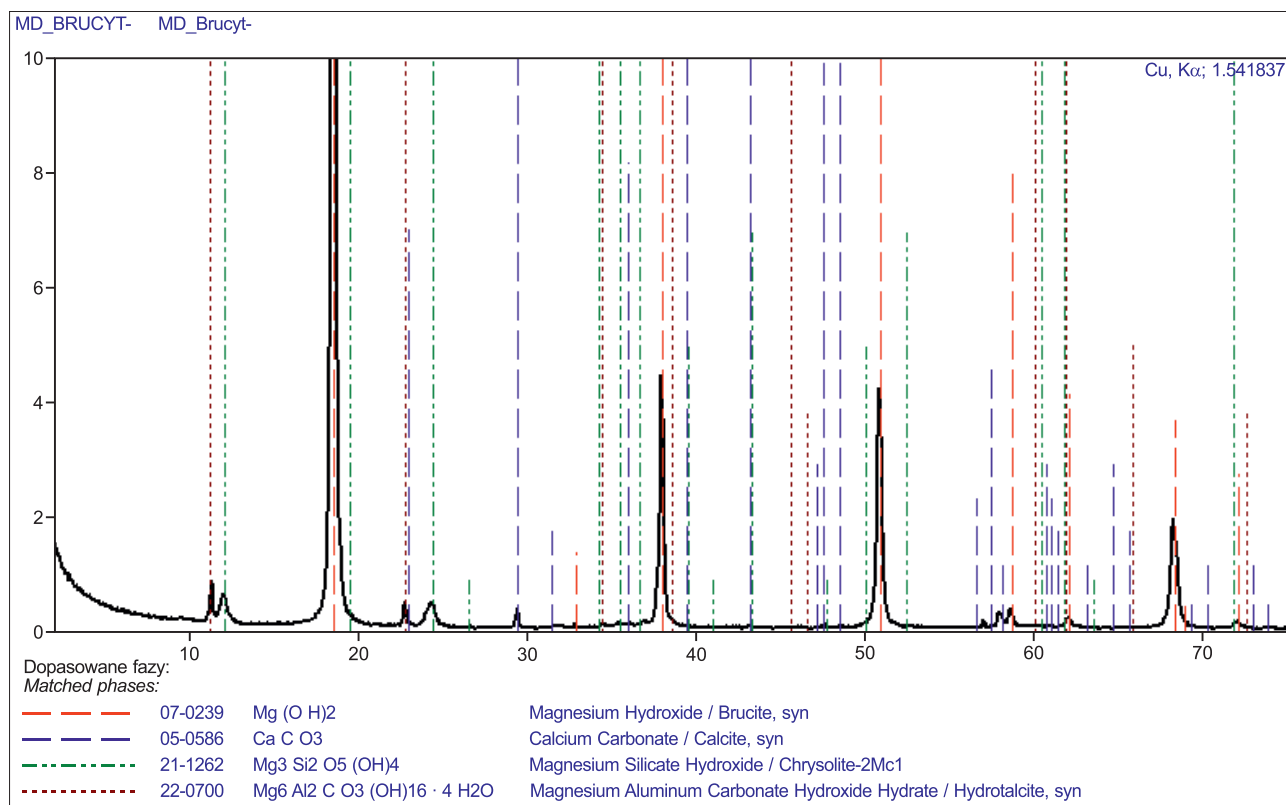
Fig. 3. Fibrous and lamellar mineral aggregates collected from the surface of serpentinite from Nasławice. Photo M. Dumańska-Słowik

WYNIKI

Na podstawie wizji terenowej w kopalni *KOSD Wrocław* w Nasławicach i makroskopowych obserwacji próbek skał pobranych do badań stwierdzono, że skupienia minerałów o wykształceniu włóknistym są skoncentrowane przeważnie na powierzchniach fragmentów skały serpentynitowej wykazujących objawy zlustrowania. Zaobserwowano dwie formy wykształcenia tych nagromadzeń mineralnych: igielkowato-włoskową i rzadziej występującą tabliczkową. Forma włoskowa, czasami włóknista, przypomina wyglądem azbest. Obie formy są przezroczyste lub przeświecające, wykazują połysk szklisty, rzadziej perłowy. Są miękkie (ok. 2,5 w skali Mohsa), łatwo się kruszą i po delikatnym nacisku rozciągają się w palcach na pył. W płytce cienkiej są bezbarwne i niepleochroiczne, mają wyraźny relief dodatni i niezbyt silną dwójłomność, barwy interferencyjne II rzędu.

Wyniki badań rentgenostrukturalnych minerałów o pokroju włóknistym i łusczkowym, przeprowadzonych metodą proszkową (PXRD), potwierdziły obecność brucytu, który stanowi główną fazę mineralną w nagromadzeniach mineralnych na powierzchni serpentynitu (ryc. 4). Podrzednie w badanych nagromadzeniach mineralnych występują: hydrotalkit, kalcyt i śladowe ilości minerałów z grupy serpentynu (chryzotyl bądź lizardyt).

Zarejestrowane widmo ramanowskie odmiany włóknistej dokumentuje obecność dwóch pasm: intensywnego ok. 445 cm^{-1} i nieco słabszego ok. 280 cm^{-1} (ryc. 5), które są związane z drganiami MgO w brucycie (Boev i in., 2009). Najbardziej intensywne pasmo ok. 3652 cm^{-1} dokumentuje obecność grup OH w strukturze brucytu. Najmniej inten-



Ryc. 4. Dyfraktogram rentgenowski sproszkowanej próbki minerałów o pokroju włóknistym i łusczkowym (patrz ryc. 3), pobranej z powierzchni serpentynitu z Nasławic

Fig. 4. X-ray pattern of a powdered sample of fibrous and lamellar minerals (see Fig. 3), taken from the surface of serpentinite from Nasławice

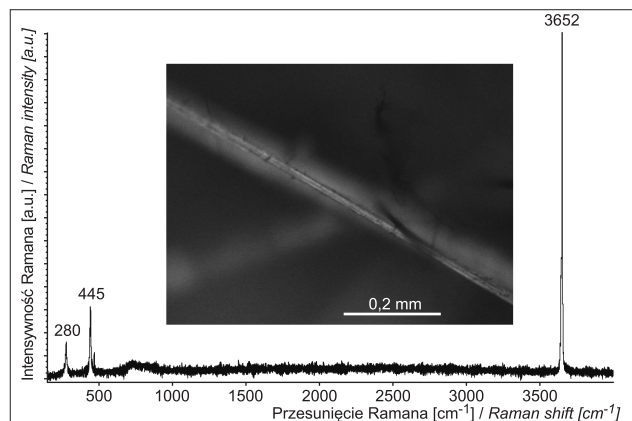
sywne pasmo na widmie, ok. 481 cm^{-1} , może być związane ze śladową obecnością minerału z grupy zeolitów (Tsai i in., 2021). Interpretacja obecności minerału jedynie na podstawie pojedynczego pasma ramanowskiego jest jednak obciążona zbyt dużym błędem.

Analiza chemiczna XRF włóknisto-włoskowej formy brucytu wykazała, że obok głównych składników charakterystycznych dla tego minerału: MgO (58,82% wag.) oraz wody w postaci strat prażenia (29,87% wag.), występuje w niej także nieznaczna domieszka innych składników (tab. 1), tj. SiO_2 (6,64% wag.), Al_2O_3 (0,14% wag.) oraz CaO (1,17% wag.). Krzemionka prawdopodobnie jest

Tab. 1. Skład chemiczny brucytu otrzymany metodą XRF

Table 1. Chemical composition of brucite obtained by XRF

Składnik Component	Zawartość [% wag.] Content [wt. %]	Poziom detekcji Detection level	Linia Line
MgO	58,82	0,04034	Mg-K α
Al_2O_3	0,14	0,00593	Al-K α
SiO_2	6,64	0,00940	Si-K α
SO_3	0,24	0,00334	S-K α
Cl	0,01	0,00425	Cl-K α
K_2O	0,10	0,00263	K-K α
CaO	1,17	0,00513	Ca-K α
MnO	0,45	0,00444	Mn-K α
Fe_2O_3	2,39	0,00445	Fe-K α
Co_2O_3	0,02	0,00346	Co-K α
NiO	0,11	0,00231	Ni-K α
Br	0,02	0,00122	Br-K α
MoO_3	0,02	0,00184	Mo-K α
LOI	29,87		



Ryc. 5. Mikrofotografia i widmo ramanowskie brucytu z domieszką minerałów grupy zeolitów (?)

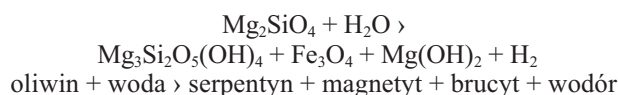
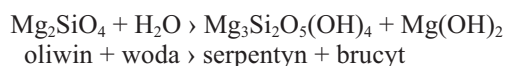
Fig. 5. Microphotograph and Raman spectrum of brucite containing an admixture of a zeolite-group mineral (?)

związana z obecnością w analizowanej próbce śladów krzemianów magnezu (m.in. z grupy serpentynu). Wapń natomiast może pochodzić od zanieczyszczeń węglanem wapnia (kalcytem). Podwyższona zawartość żelaza (Fe_2O_3 – 2,39% wag.) jest związana raczej z samym brucytem, jako że nie stwierdzono metodą PXRD żadnych minerałów Fe w badanej próbce (ryc. 4). Podobnie mangan (0,45% wag. MnO) i nikiel (0,11% wag. NiO) prawdopodobnie podstawiają Mg^{2+} w strukturze brucytu. Z kolei kobalt (0,02% wag. Co_2O_3), molibden (0,02% wag. MoO_3), a także siarka (0,24% wag. SO_3) są związane ze skałą macierzystą, w której występują liczne tlenki i siarczki z udziałem tych metali.

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników badań włóknistych form mineralnych przypominających azbest, obficie występujących na złustrowanych powierzchniach serpentynitu w kopalni KOSD Wrocław sp. z o.o. w Nasławicach (VI poziom eksploatacyjny), stwierdzono obecność brucytu, którego włóknista odmiana jest zwana nemalitem (Deer i in., 1992). W kopalni w Nasławicach minerał ten występuje głównie w formie włóknistej, rzadziej tabliczkowej i jest wzbogacony w żelazo (2,39% wag. Fe_2O_3). Nematit ma znaczenie głównie kolekcjonerskie. Największe okazy są znane z Kanady, gdzie włókna nemalitu osiągają długość do 50 cm, a wyjątkowo nawet do 2 m, oraz z USA (do 30 cm). W Nasławicach jest największe nagromadzenie brucytu rozpoznane dotychczas w Polsce. Obecność tego minerału stwierdzono w wielu miejscach złoża, ale największe jego koncentracje występują w strefach intensywnych przeobrażeń, zwłaszcza związanych z występowaniem zrodgingitowanych dajek dolerytu. Nie stanowią one jednak nagromadzenia o znaczeniu ekonomicznym. Jeśli zostałyby spełnione ten warunek, to brucyt mógłby być wykorzystany jako surowiec do produkcji magnezu oraz materiałów ogniotrwałych (Simandl i in., 2007).

Wyniki badań rentgenostrukturalnych wykazały, że brucytowi towarzyszą nieznaczne ilości hydrotalkitu $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ oraz śladowa zawartość chryzotyli (bądź lizardytu) i kalcytu. Wszystkie te minerały, a także inne wcześniej stwierdzone, tj. saponit, magnezyt, dolomit, aragonit, różnobarwne odmiany opalu, w tym także o barwie zielonej (Sermet, Heflik, 2015), oraz hialitu (Heflik, Parachoniak, 1972), stanowią produkty niskotemperaturowych przeobrażeń serpentynitów w masywie Wzgórz Nasławickich, charakterystyczne dla procesów hydrotermalnych i hipergenicnych. Zarówno brucyt, jak i lizardyt krystalizują w temperaturze $<300^\circ\text{C}$ w środowisku silnie alkalicznym, prawdopodobnie w wyniku rozkładu chemicznego (hydrolizy) krzemianów magnezu: oliwinów, piroksenów lub minerałów z grupy serpentynu (Evans, 1977). Według Petersa i in. (2020) brucyt mógł powstać w wyniku reakcji:



Brucyt jest ważnym źródłem magnezu – o znaczeniu przemysłowym. Istotną zaletą tego minerału jest też to, że nie zawiera CO_2 , który byłby uwalniany podczas kalcynacji lub przetwarzania. Ponadto może być doskonałym kandydatem do sekwestracji CO_2 (Simandl i in., 2007). W przyszłości można by rozważyć taką formę wykorzystania kopalni serpentynitu w Nasławicach, gdzie zarówno sam serpentynit, jak i brucyt mogą być wykorzystane właśnie do pochłaniania dwutlenku węgla.

Jesteśmy wdzięczni Profesorowi Janowi Parafiniukowi i anonimowemu Recenzentowi za cenne uwagi dotyczące pierwszej wersji manuskryptu.

LITERATURA

- BOEV B., JOVANOVSKI G., MAKRESKI P. 2009 – Minerals from Macedonia. XX. Geological setting, lithologies, and identification of the minerals from Rzanovo Fe-Ni deposit. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 18 (4): 631–652.
- DEER W.A., HOWIE R.A., ZUSSMAN J. 1992 – An introduction to the rock-forming minerals. 2nd Edition, Pearson.
- EVANS B.W. 1977 – Metamorphism of alpine peridotite and serpentinite. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 5: 397.
- HEFLIK W., PARACHONIAK W. 1972 – Hyalite from Jordanów near Sobótka (Lower Silesia). *Mineralogia Polonica*, 3: 79–80.
- HEFLIK W. 2017 – Odpowiedź na pytania Pana Konrada Wiśniewskiego przedstawiciela firmy Skanska S.A. z dnia 2 listopada 2017 roku. *Archiwum Kopalni Nasławice*.
- HEFLIK W., NATKANIEC-NOWAK L., DUMAŃSKA-SŁOWIK M. 2014 – Rodingite from Nasławice (Jordanów-Gogołów massif) against the other occurrences of these rocks in Lower Silesia (SW Poland). *Geological Quarterly*, 58 (1): 31–40.
- HEFLIK W., KOTOWSKI M., DUMAŃSKA-SŁOWIK M. 2024 – Serpentynity antygorytowe oraz kopaliny towarzyszące z rejonu Wzgórz Nasławickich koło Jordanowa Śląskiego. *KOSD*.
- HEFLIK W., DUMAŃSKA-SŁOWIK M., KOTOWSKI M. 2025 – Wollastonit z kopalni serpentynitu w Nasławicach koło Sobótki (Dolny Śląsk). *Przegląd Geologiczny*, 73 (4): 373–341. <https://www.mindat.org/min-820.html>
- KANCLER M. 2025 – Operat ewidencyjny zasobów złóż serpentynitu „Nasławice”. *Arch. KOSD Wrocław Sp. z o.o., Nasławice*.
- LEE W.J., FANELLI M.F., CAVA N., WYLLIE P.J. 2000 – Calcicarbonate and magnesiocarbonate rocks and magmas represented in the system $\text{CaO-MgO-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ at 0.2 GPa. *Mineralogy and Petrology*, 68 (4): 225–256.
- LIS J., SYLWESTRZAK H. 1986 – *Minerały Dolnego Śląska*. Wyd. Geol., Warszawa.
- NIEĆ M. (red.) 2009 – Dokumentacja geologiczna złoża serpentynitu „Nasławice” w kat C1, z późniejszymi zmianami. *Arch. KOSD Wrocław Sp. z o.o., Nasławice*.
- PETERS D., PETTKE T., JOHN T., SCAMBELLURI M. 2020 – The role of brucite in water and element cycling during serpentinite subduction – Insights from Erro Tobbio (Liguria, Italy). *Lithos*, 360, 105431.
- SERMET E., HEFLIK W. 2015 – O osobliwym naskorupieniu opalu na serpentynitach z Nasławic koło Jordanowa Śląskiego (Dolny Śląsk). *Górnictwo Odkrywkowe*, 2: 163–165.
- SIMANDL G.J., PARADIS S., IRVINE M. 2007 – Brucite – industrial mineral with a Future. *Geoscience Canada*, 34 (2): 57–64.
- SZELĘG E. 2023 – *Minerały i skały Polski*. MULTICO Oficyna Wydawnicza.
- TSAI Y.L., HUANG E., LI Y.H., HUNG H.T., JIANG J.H., LIU T.C., CHEN H.F. 2021 – Raman spectroscopic characteristics of zeolite group minerals. *Minerals*, 11 (2), 167.
- ŻABA J. 2003 – *Ilustrowany słownik skał i minerałów*. Videograf II.

Praca wpłynęła do redakcji 12.11.2025 r.
Akceptowano do druku 19.01.2026 r.