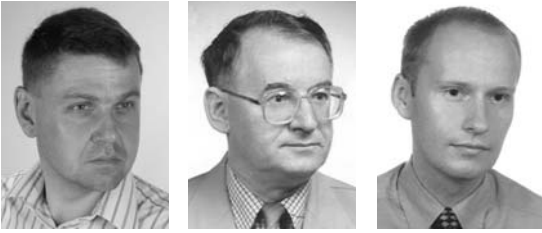


Nefryt z Nasławic na Dolnym Śląsku

Krzysztof Łobos¹, Michał Sachanbiński², Tomasz Pawlik²

K. Łobos

M. Sachanbiński

T. Pawlik

Nephrite from Nasławice in Lower Silesia (SW Poland). *Prz. Geol.*, 56: 991–999.

Abstract. During exploitation of serpentinite in the Nasławice quarry (SW Poland) a nephritic zone has been identified. Nephrite occurs in association with light in color rock, similar to rodingite, composed almost entirely of garnet. These rocks form oval bodies in serpentinites. Their maximal length is 7 m and height is 3.5 m. Nephrite appears in the contact zone of one of such bodies. In the upper contact zone nephrite is 10–15 cm thick and in the west side of the rodingite body reaches 40–50 cm. It is possible to distinguish varieties of nephrite from the Nasławice quarry which differ according to color, fabric and mineral composition. Nephrite from Nasławice

is hard and reveals splintery fracture. Nephrite is mainly composed of actinolite, which forms fine-grained aggregates (length of fibres ca 100 µm) arranged chaotically. Additional minerals also occur such as chromite, garnet enriched in Cr and pyroxene. Microscopic examination reveals that nephrite has massive, fibrous texture. With regard to gemmological properties, three varieties of nephrite have been identified: 1) Homogenous green nephrite with a small amount of chromite inclusions, which cover no more than 5% of surface of sliced samples; 2) Spotted nephrite — with numerous dark spots on a green background; it happens occasionally, that this variety of nephrite changes into serpentinite; 3) Patchy nephrite — characterized by the presence of emerald-green, elongated spots of actinolite (often with grains of chromite inside) on a white background; some fragments contain veins of fibrous serpentine with cat's eye effect; this seems to be the most interesting sort of nephrite from Nasławice. Based on preliminary technological studies it can be concluded, that nephrite from Nasławice has not only a fine color and interesting texture, visible in sliced samples, but it is also easy for polishing. On polished surfaces nephrite shows fine oily luster. Unfortunately, examples found today are strongly cracked because of the explosive method of serpentinite exploitation used in the Nasławice quarry. The zone of nephrite occurrence is associated with the course of veins of leucocratic rock which extends over a distance of ca 5 km between Nasławice and Jordanów Śląski.

Keywords: nephrite, serpentinites, rodingites, Gogołów-Jordanów massif, Śląża ophiolite

Nefryt jest skałą metamorficzną złożoną ze skrytokryształicznych włókien aktynotytu lub tremolitu, poprzetykanych pojedynczymi ziarenkami chromitu i tlenków żelaza. Kamień ten odegrał wybitną rolę w historii kultury antycznej, zwłaszcza dalekowschodniej (Ryka & Maliszewska, 1991). Według europejskich klasyfikacji nefryt należy do kamieni ozdobnych, natomiast w Azji, szczególnie w Chinach i Japonii, tradycyjnie zalicza się go do kamieni szlachetnych. Nazwa pochodzi od greckiego słowa *nephros* (nerka) i odnosi się do przypisywanych dawniej nefrytowi właściwości leczniczych.

Bardzo charakterystyczna jest budowa wewnętrzna nefrytu — w powiększeniu mikroskopowym widać bezładnie poprzestane drobnutkie włókna aktynotytu lub tremolitu, splecione jak włókna piłśni. Oryginalne jest również zabarwienie nefrytu, które przechodzi od ciemnozielonego do białego, tworząc bogatą gamę odcieni. Niektóre odmiany są też czerwone. Barwa nefrytu pochodzi od jonów Cr^{3+} , Fe^{2+} i Fe^{3+} .

Obróbka nefrytu znana była od pradziejów. W Chinach w czasach dynastii Shang (1766–1122 p.n.e.) istniał duży ośrodek jego szlifowania. Wyroby z nefrytu były wówczas używane w trakcie ważnych ceremonii religijnych z udziałem władców. W okresie dynastii Zhou (1122–770 p.n.e.) utworzono specjalny Urząd Nefrytowy, do którego obowiązków należało zbieranie najlepszych okazów i wyrobów z nefrytu

oraz wyszukiwanie i zatrudnianie na dworze cesarskim najzdolniejszych rzeźbiarzy i jubilerów. Wiara w magiczne i lecznicze właściwości nefrytu przeniosła się z Chin na cały świat. Z nefrytu wykonywano kaboszony, tzn. kuliste elementy biżuterii, przede wszystkim naszyjników, a także przedmioty kultowe i dekoracyjne, m.in. wazy (Kajdańska & Kajdański, 2007). Obecnie poza Chinami i Hongkongiem największe ośrodki obróbki nefrytu znajdują się na Tajwanie i w Kanadzie.

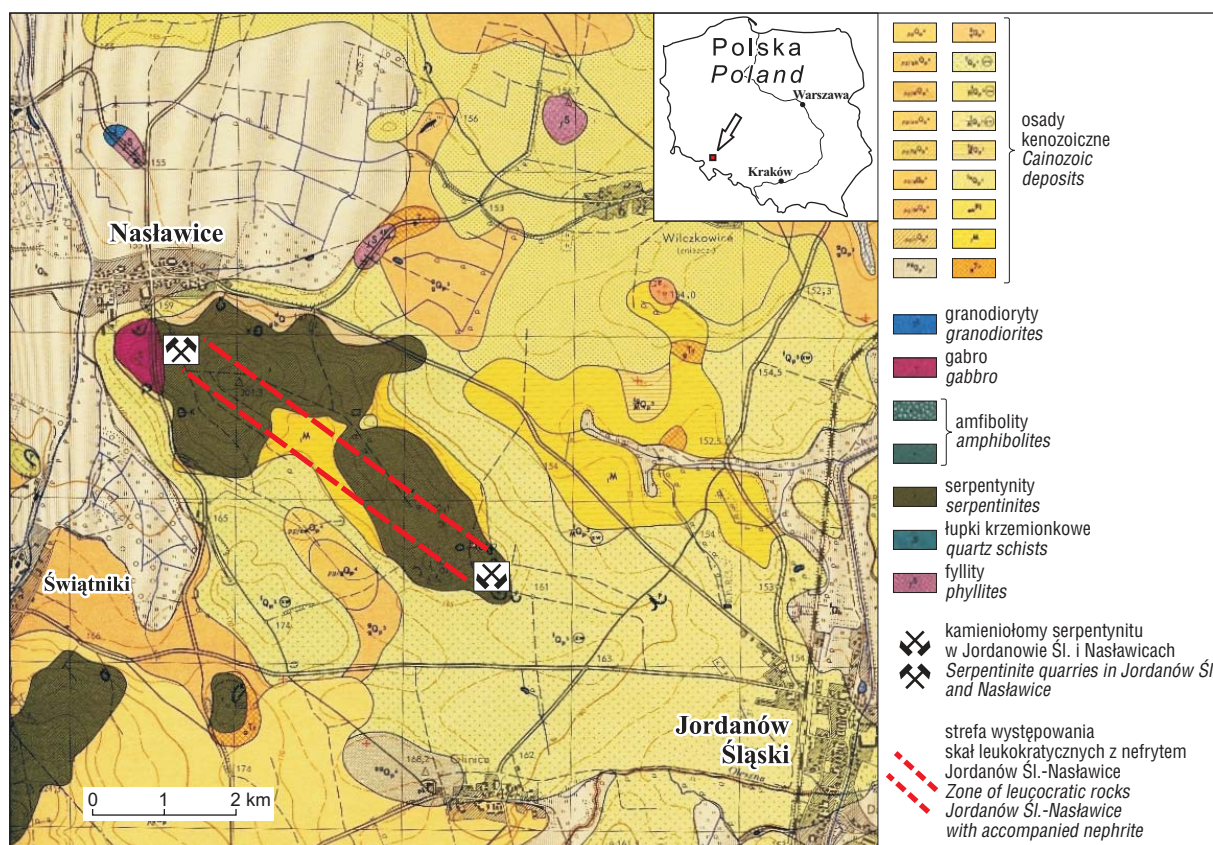
Wystąpienia nefrytu są dość rzadkie w przyrodzie. Na świecie naliczono nieco ponad pięćdziesiąt większych złóż tej skały. Największe z nich znajdują się w Australii, Brazylii, Chinach (Sinkiang), Kanadzie, Meksyku, Rosji, Tajwanie, USA (Alaska) i Zimbabwie.

W Europie znamy siedem rejonów występowania nefrytu. Niewielkie wystąpienia znaleziono w Apeninach w północnych Włoszech, w Alpach szwajcarskich i francuskich, w Niemczech w Turyngii i Bawarii, w Finlandii, oraz w Polsce na Dolnym Śląsku. Pod względem wielkości zasobów nefrytu, po Włoszech, Polska zajmuje drugie miejsce w Europie.

W Polsce na Dolnym Śląsku stwierdzono trzy rejon występowania nefrytu: 1) w okolicach Jordanowa, Strzeblowa i Przełęcz Tapadła; 2) w okolicy Złotego Stoku i 3) w Górach Izerskich. Pierwsze wzmianki o występowaniu nefrytu na Dolnym Śląsku pochodzą z roku 1777 od K. Linneusza. Jednak dopiero w roku 1885, kiedy H. Traube rozpoznał i opisał złożo nefrytu w Jordanowie k. Sobótki, rozpoczęły się intensywne poszukiwania nefrytu w innych częściach Europy (Sachanbiński, 1997). Odkryte przez Traubego złożo nefrytu znajduje się wśród serpentynitów, które tworzą pasmo wzgórz okalające od południa i wschodu masyw Ślęży. Nefryt był tu wydobywany do roku 1987.

¹Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów, Uniwersytet Ekonomiczny, ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław; krzysztof.lobos@ae.wroc.pl

²Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. M. Borna 9, 50-205 Wrocław; michal.sachanbinski@ing.uni.wroc.pl, tomasz.pawlik@ing.uni.wroc.pl



Ryc. 1. Mapa geologiczna rejonu Jordanów–Nasławice (Trepka & Mierzejewski, 1957) z zaznaczoną strefą występowania skał leukokratycznych i towarzyszącego im nefrytu

Fig. 1. Geological map of the Jordanów–Nasławice area (Trepka & Mierzejewski, 1957) with marked zone of leucocratic rocks occurrence accompanied by nephrite

W 2007 r. odkryto wystąpienie nefrytu w Nasławicach. Kamieniołom w Nasławicach leży w pasie Wzgórz Nasławickich, w obrębie masywu Gogołów–Jordanów — największego wystąpienia serpentynitów w Polsce (ryc. 1). Masyw ten jest częścią zespołu ofiolitowego Ślęży. Pod względem mineralogicznym kamieniołom w Nasławicach należy do najciekawszych stanowisk w Polsce.

Charakterystyka skał występujących w kamieniołomie w Nasławicach

W Nasławicach (ok. 6 km na wschód od Sobótki) w dwóch wyrobiskach o powierzchni kilku hektarów Kopalnie Odkrywkowe Surowców Drogowych Spółka z o.o. we Wrocławiu prowadzi systemem odkrywkowym eksploatację serpentynitu. Udokumentowane bilansowe zasoby geologiczne złoża w Nasławicach wynoszą ok. 102 mln ton, a wydobyte osiąga 140 tys. ton rocznie. Skała ta jest wykorzystywana głównie jako kruszywo łamane i kamień łamany do murów, sączków odwadniających skarpy, na podkład kamienny i tłuczeń do podbudowy w budownictwie i drogownictwie.

Ze względu na duże walory dekoracyjne serpentynity dolnośląskie wydobywano dawniej na dużą skalę w kilku miejscowościach. Początkowo wytwarzano z nich narzędzia, a później często stosowano je jako elementy architektoniczne. Obecnie serpentynity z Nasławic tylko w niewielkim stopniu są używane do produkcji płyt okładzinowych, między innymi do budowy kominków, a także jako kruszywo dekoracyjne.

W czasie trwającej ponad 40 lat eksploatacji odsłonięto tu kilkanaście odmian skalnych i oznaczono kilkadziesiąt minerałów, w tym sporo kruszcowych (Bogacz, 1988; Dubińska, 1989; Niškiewicz, 1993; Dubińska, 1995; Platonov i in., 1995; Muszer & Speczik, 1997; Gałuskin & Szełęg, 2003; Dubińska i in., 2004a).

Serpentynity są produktem przeobrażenia skał ultrazasadowych. Według Majerowicza (1984) skałami pierwotnymi były websteryty, lherzolity i wehrlity. Na podstawie datowania U-Pb cyrkonów z rodingitów towarzyszących serpentynitom w Nasławicach Dubińska i in. (2004b) oceniają wiek serpentynizacji na 400 +4/–3 mln lat.

Serpentynity z Nasławic są skałami afanitowymi o zabarwieniu ciemnozielonym, czarnym i szarym, często są plamiste. Odnznaczają się one dość dużą odpornością na czynniki atmosferyczne i zwięzłością. Na świeżych przełamach widoczne są niekiedy połyskujące blaszki batystu (pseudomorfoza serpentynu po piroksenie). Płaszczyzny pomiędzy poszczególnymi blokami serpentynitów bywają często pokryte jasnozielonym chryzotyłem, wykształconym w postaci azbestu. W Nasławicach są eksploatowane dwie odmiany serpentynitów: lizardytowo-chryzotyłowa i antygorytowa (Boduch, 1984).

Poza serpentynitami pojawiają się skały talkowo-serpentinowe, talkowo-węglanowe, talkowo-chlorytowe, talkowe, chloryto-węglanowe, a także żyły magnezytowe i dolomitowe. Często są też skały leukokratyczne o zróżnicowanym składzie mineralnym i strukturze (zwykle aplitowej, niekiedy pegmatytowej lub porfirowej) oraz o zmiennej, niekiedy trudnej do określenia, formie zalegania. Wcześniej

znane były one z Jordanowa, gdzie określano je jako skały *leukokratyczne* lub *leukokratyczną strefę przeobrażeń* (Heflik, 1969; Lis & Sylwestrzak, 1981).

Oddzielną grupę skał stanowią żyły genetycznie związane z gabrem bądź z granitem. Żyły te uległy miejscami tzw. rodingityzacji, będącej świadectwem znacznej aktywności roztworów bogatych w jon Ca^{2+} , krążących wzdłuż gęstych spękań.

Występujące w rejonie Nasławic rodingity stanowiły przedmiot licznych badań (Majerowicz, 1984; Dubińska, 1997; Gałuskin & Szełęg, 2003). Wyróżniono na tym obszarze dwa typy rodingitów:

- rodingity boninitowe — zawierające reliktowy klinopiroksen oraz wezuwian i granat (Dubińska, 1997; Dubińska & Gunia, 1997; Dubińska i in., 2004b), które powstały w wyniku metasomatycznego przekształcenia gabra.
- rodingity plagiogranitowe — zawierające relikty albitu szachownicowego oraz hydrogrossular, klinozoyt, zoizyt i diopsyd. Ta odmiana rodingitu powstała z przeobrażenia granitoidów.

Strefa nefrytowa w kamieniołomie w Nasławicach

Jesienią 2007 r. w kamieniołomie w Nasławicach, na pierwszym poziomie w części południowo-wschodniej (od strony Jordanowa) stwierdzono wystąpienie strefy nefrytowej (ryc. 2). Kontaktuje ona z jasną, podobną do rodingitu skałą, tworzącą duże, owalne wkładki w serpentynie. Stwierdzono trzy, blisko siebie położone, wystąpienia tych skał. Widoczne w ociosie przekroje przez opisywane skały mają następujące rozmiary: wkładka pierwsza, znajdująca się po wschodniej stronie ściany, ma 3 m długości i 3 m wysokości, wkładka druga ma 7 m długości i 3,5 m wyso-

kości, trzecia zaś, znajdująca się po stronie zachodniej — 4,5 m długości i 3,5 m wysokości. Ocios w tym miejscu ma wysokość około 14 m.

Skała podobna do rodingitu jest na ogół jasna — biała, lekko żółtawa bądź szarawa, z plamami w kolorze rdzawym. Jest ona dosyć mocno zmieniona i rozsypliwa. Po nasączeniu wodą staje się plastyczna i brudzi dłonie podobnie jak skały ilaste. Występują w niej nierozłożone, masywne bloczki o wymiarach do kilkudziesięciu centymetrów. Na brzegach wystąpień barwa tej skały zmienia się na zieloną bądź szarozieloną. W obrazie mikroskopowym podobna do rodingitu skała składa się niemal wyłącznie z granatów. Towarzyszą im niewielkie ilości wtórnych węglanów (występujących w postaci żyłek) oraz brunatne skupienia tlenków i wodorotlenków żelaza.

Nefryt stwierdzono w otoczeniu zachodniego wystąpienia jasnej skały (ryc. 2). Ponad jej stropem strefa występowania nefrytu ma miąższość 10–15 cm i jest nieciągła, a od strony zachodniej wystąpienia jasnej skały miąższość strefy nefrytowej osiąga 40–50 cm. Kontaktujące z nefrytem serpentyny są spękane i mają liczne lustra tektoniczne. Nefryt również uległ spękaniu. Tworzy on poprzemieszczane bloki. Szczeliny pomiędzy blokami są wypełnione azbestem. Pomiedzy jasną skałą a nefrytem znajduje się stopniowa strefa kontaktu, w której można zaobserwować przenikanie się masywnej, niezmienionej jasnej skały drobnokrystalicznej (drobnoblastycznej) z intensywnie zielonymi (miejscami szmaragdowozielonymi) włóknami minerałów z grupy amfiboli. Kontakt nefrytu z otaczającym serpentynitem jest natomiast czytelny i ostry.

Po zachodniej stronie strefy z nefrytem znajduje się duże osypisko, spod którego miejscami wyłaniają się jasne skały. W materiale osypiska występują luźne bloczki nefrytu. Jest więc wielce prawdopodobne, że strefa nefrytu o



Ryc. 2. Strefa nefrytowa na kontakcie jasnych skał i serpentynitu w kamieniołomie w Nasławicach. Linia przerywaną oznaczono przypuszczalny bieg strefy nefrytowej pod usypiskiem

Fig. 2. Nephrite zone (yellow line) on the border of light rocks and serpentinite in the Nasławice quarry. Presumable course of the nephrite zone under loose fragments of the rock (dotted line)

największej miąższości znajduje się pomiędzy opisywanym wystąpieniem jasnych skał a kolejnym z nich, ukrytym pod osypiskiem.

Charakterystyka nefrytu z Nasławic

Nefryt jest skałą zwięzłą, o przełamie nierównym, zadzierzystem. Ciężar właściwy nefrytu wynosi $3,13 \text{ g/cm}^3$. Barwę ma zieloną, lecz niejednostajną — różne odcienie zieleni tworzą na powierzchni tej skały dość urozmaiconą ornamentację. W kamieniołomie w Nasławicach występuje kilka odmian nefrytu, różniących się zabarwieniem, teksturą i składem mineralnym.

W obrazie mikroskopowym nefryt charakteryzuje się teksturą masywną, zbitą, pilśniową, miejscami włóknistą. Aktynolit — główny minerał nefrytu — występuje w trzech postaciach.

W odmianie pierwszej aktynolit tworzy drobne agregaty (długość włókien wynosi ok. $100 \mu\text{m}$), ułożone chaotycznie, tak jak włókna pilśni (ryc. 3). Przy pojedynczym nikolu ten typ amfibolu jest jasnozielonkawy, kolor ten jest bardzo subtelny, niemal niedostrzegalny.

Druga odmiana aktynolitu występuje w postaci smug długości $4\text{--}7 \text{ mm}$ i szerokości $0,1\text{--}0,4 \text{ mm}$, o równoległe ułożonych włóknach (ryc. 4). Przy pojedynczym nikolu odmiana ta jest bladzielona. Widoczny jest ponadto słaby pleochroizm (od bezbarwnego do jasnozielonego). Skupienia pilśniowe i włókniste występują w badanej skale w podobnych proporcjach.

Trzecia odmiana tworzy pojedyncze, subautomorficzne i automorficzne, niewielkie słupki (długości $20\text{--}80 \mu\text{m}$), tkwiące w głównej masie aktynolitu, słabo dostrzegalne przy pojedynczym nikolu, jednak doskonale widoczne w obrazie utworzonym przez wstecznie rozproszone elektrony (ryc. 5) w analizie mikrosondowej BSE (*backscattered electrons*).

Amfibole w nefrycie z Nasławic odpowiadają składem chemicznym jednoskośnym amfibolom wapniowo-magnezowym z podgrupy tremolit-aktynolit, o stosunku $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe})$ w granicach $0,8\text{--}0,9$. Wyniki analiz chemicznych reprezentatywnych próbek poszczególnych odmian aktynolitu z Nasławic przedstawiono w tab. 1. Pod względem składu chemicznego pierwsza odmiana aktynolitu jest zubożona w żelazo (średnio $3,5\%$ wag. FeO) w stosunku do odmiany drugiej i trzeciej (średnio $6\text{--}7\%$ wag. FeO). Zwraca też uwagę stosunkowo duża koncentracja Cr (do $0,94\%$ wag. w odmianie dru-



Ryc. 4. Obraz mikroskopowy drugiej odmiany aktynolitu w nefrycie z Nasławic (nikole skrzyżowane)

Fig. 4. Microscopic image of the second variety of actinolite in nephrite from Nasławice (crossed nicols)

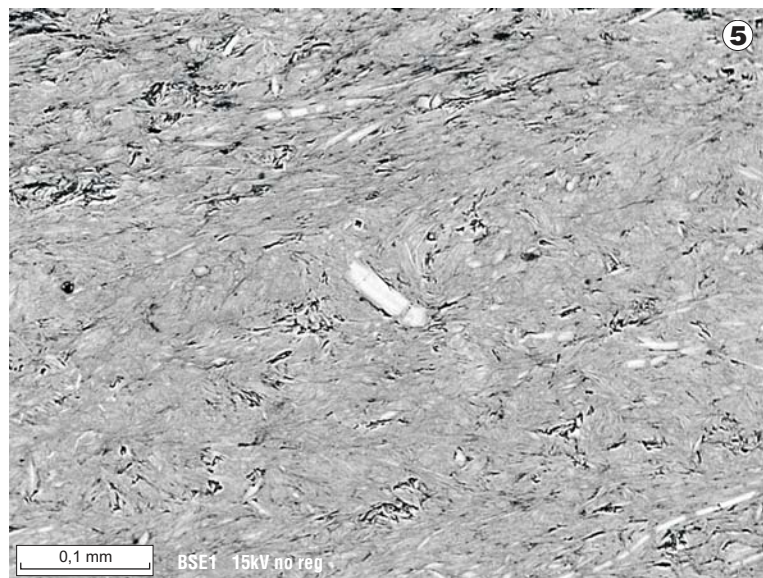
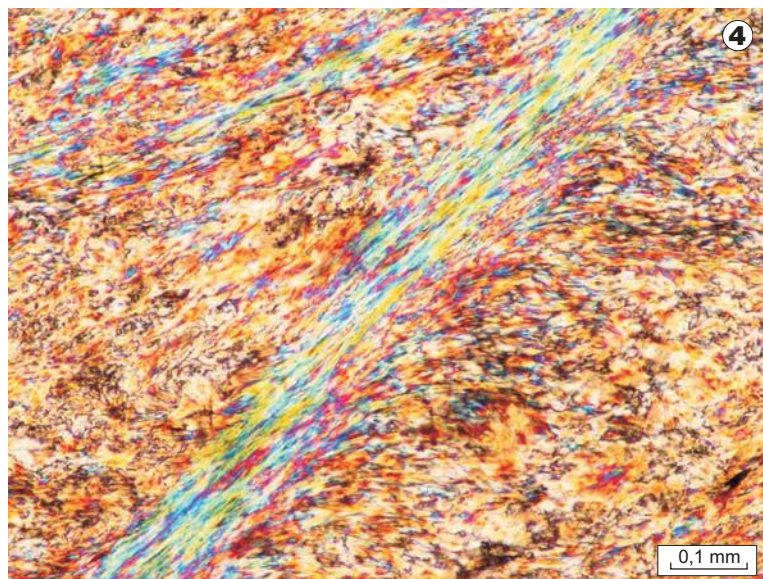
Ryc. 5. Obraz BSE trzeciej, słupkowej odmiany aktynolitu w nefrycie

Fig. 5. BSE image of the third prismatic variety of actinolite in nephrite



Ryc. 3. Obraz mikroskopowy pierwszej odmiany aktynolitu w nefrycie z Nasławic (nikole skrzyżowane)

Fig. 3. Microscopic image of the first variety of actinolite in nephrite from Nasławice (crossed nicols)



Tab. 1. Reprezentatywne analizy mikrosondowe trzech odmian aktyrolitu z Nasławic
 Tab. 1. Representative chemical microprobe analyses of 3 varieties of actinolite from Nasławice

Tlenek Oxide	Odmiana pierwsza <i>First variety</i>		Odmiana druga <i>Second variety</i>		Odmiana trzecia <i>Third variety</i>	
	I	II	I	II	I	II
	Zawartość tlenków w procentach wagowych <i>Content of oxides in weight percent</i>					
SiO ₂	57,58	57,74	56,05	55,94	56,63	56,08
TiO ₂	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
Al ₂ O ₃	0,52	0,50	1,09	0,90	0,65	0,89
Cr ₂ O ₃	0,56	0,26	0,94	0,79	0,31	0,59
V ₂ O ₃	0,02	0,00	0,08	0,03	0,01	0,08
FeO	3,70	3,55	6,61	6,65	7,69	5,71
MnO	0,09	0,07	0,09	0,02	0,01	0,07
CoO	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
NiO	0,21	0,19	0,16	0,08	0,16	0,15
MgO	21,91	22,07	19,43	19,37	19,11	20,14
CaO	12,98	13,38	13,17	13,15	13,33	13,31
Na ₂ O	0,13	0,09	0,12	0,07	0,03	0,08
K ₂ O	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
H ₂ O	2,18	2,16	2,14	2,13	2,14	2,14
F	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	99,94	100,11	99,91	99,14	100,08	99,25
Jon Ion	Liczba jonów na 23 atomy tlenu <i>Numbers of ions based on 23 oxygens</i>					
Si	7,936	7,941	7,852	7,887	7,934	7,871
Ti	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001
Al	0,084	0,081	0,181	0,150	0,108	0,147
Cr	0,061	0,028	0,104	0,088	0,035	0,066
V	0,002	0,000	0,008	0,003	0,001	0,009
Fe	0,426	0,409	0,774	0,784	0,900	0,670
Mn	0,011	0,008	0,011	0,002	0,002	0,008
Co	0,002	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	0,023	0,021	0,017	0,009	0,018	0,017
Mg	4,502	4,526	4,057	4,072	3,990	4,214
Ca	1,917	1,972	1,977	1,987	2,001	2,002
Na	0,036	0,025	0,031	0,020	0,009	0,022
K	0,004	0,000	0,002	0,001	0,002	0,000
H	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
F	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	15,006	15,020	15,016	15,003	15,000	15,027

giej). Zawartość Al, Ca, Mg, K, Na, V i Ni jest podobna do zawartości tych pierwiastków w nefrycie ze złóż rosyjskich (Suturin & Zamaletdinov, 1984). Skład chemiczny aktyrolitu z Nasławic odbiega za to od składu aktyrolitu z Jordanowa. Dotyczy to szczególnie Al i Na, w które aktyrolit z Jordanowa jest wyraźnie wzbogacony (tab. 2).

W tabeli 3 przedstawiono wyniki rentgenowskiej analizy proszkowej aktyrolitu z nefrytu z Nasławic. Analizę przeprowadzono na dyfraktometrze *Siemens D5005* w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego.

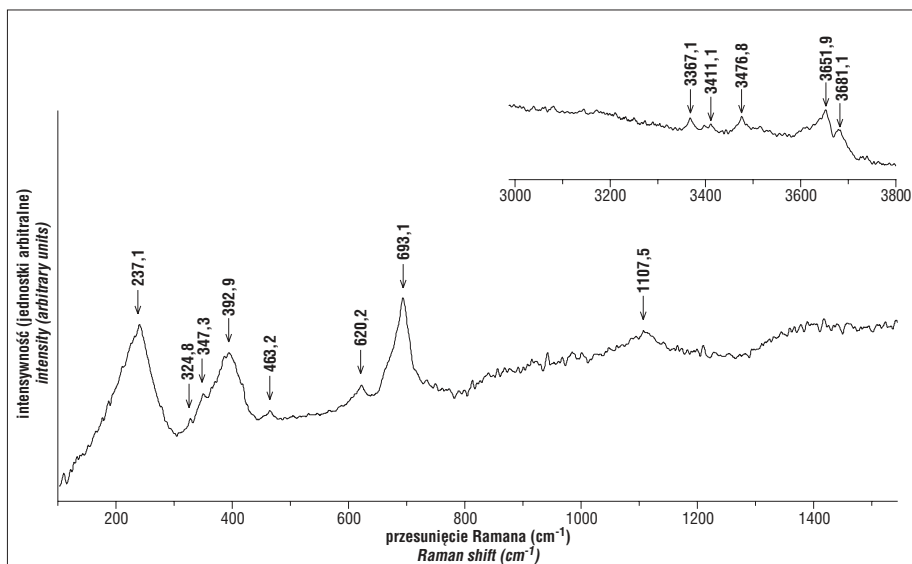
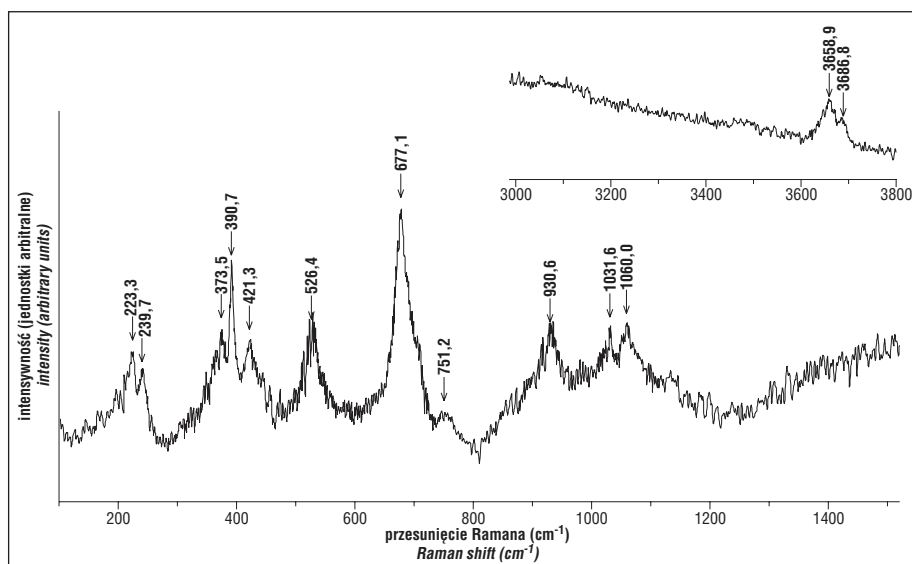
Dodatkowo w Instytucie Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego wykonano badania ramanowskie nefrytu. W tym celu zastosowano spektrometr *Horiba-Jobin-Yvon T-64000* z linią wzbudzącą $\lambda = 514,5$ nm (laser argonowy). Analizy przeprowadzono w temperaturze pokojowej przy użyciu wiązki wzbudzącej o mocy 100 mW. Wartości pasm w

Tab. 2. Analizy chemiczne aktyrolitu i tremolitu z Jordanowa (Heflik i in., 1988)

Tab. 4. Chemical analyses of actinolite and tremolite from Jordanów (Heflik et al., 1988)

	Aktyrolit [% wag.] <i>Actinolite [weight %]</i>	Tremolit [% wag.] <i>Tremolite [weight %]</i>
SiO ₂	51,33	57,31
TiO ₂	0,45	0,02
Al ₂ O ₃	7,66	1,28
FeO	3,02	1,91
MgO	20,05	22,80
CaO	13,43	13,21
Na ₂ O	1,70	0,10
H ₂ O	2,05	3,13
Σ	99,69	99,76

Ryc. 6. Widmo ramanowskie aktynolitu z nefrytu plamistego z Nasławic
Fig. 6. Raman spectrum of actinolite from spotted nephrite of Nasławic



Ryc. 7. Widmo ramanowskie chryzotyłu z żyłki przecinającej nefryt plamisty
Fig. 7. Raman spectrum of chrysotile from vein cutting patchy nephrite from Nasławic

Tab. 3. Odległości międzypłaszczyznowe w aktynolicie z Nasławic
 Tab. 3. D-spacing of actinolite from Nasławic

dÅ	I	d Å	I
8,987	16	2,382	6
8,348	60	2,331	17
5,066	10	2,271	6
4,871	10	2,158	20
4,73	10	2,04	7
4,506	25	2,013	10
4,197	12	1,966	5
3,86	8	1,892	10
3,367	25	1,862	6
3,273	40	1,84	4
3,115	100	1,811	6
2,935	30	1,746	4
2,795	12	1,684	4
2,703	55	1,651	15
2,586	15	1,616	8
2,529	23	1,583	7

spektrach ramanowskich uzyskanych dla aktynolitu i chryzotyłu są zgodne z danymi zawartymi w internetowej bazie danych RRUFF *Raman Database University of Arizona* (www.ruff.info) i pozwalają na łatwą identyfikację tych minerałów. Wyniki analiz przedstawiono na ryc. 6 i 7.

W skale nefrytowej pojawia się także granat o zawartości 12–17% Cr₂O₃ (tab. 4), tworzący najczęściej nieregularne skupienia (rzadziej okrągłe lub owalne) poprzerastane amfibolami. Na zdjęciach BSE widoczne są także przerosty granatu z chromitem. Ten ostatni występuje w skale w znacznych ilościach. Miejscami jego zawartość dochodzi do 5% obj. skały. Tworzy ciemne, spękanе, dochodzące do 5 mm długości ziarna o nieregularnych kształtach. Wyniki analizy mikrosondowej chromitu przedstawiono w tab. 5. Miejscami w skale znajdują się większe nieregularne smugi tlenków żelaza. Stwierdzono także obecność piroksenów Ca-Mg-Fe, występujących w masie aktynolitu w postaci subautomorficznych kryształów długości 10–20 μm.

Analizy chemiczne zostały przeprowadzone za pomocą mikrosondy CAMECA SX-100 w Międzyinstytutowym Laboratorium Mikroanalizy Minerałów i Substancji Syntetycznych Uniwersytetu Warszawskiego. Przykładowe analizy chemiczne piroksenu zestawiono w tabeli 6.

Tab. 4. Reprezentatywne analizy mikrosondowe granatu chromowego z Nasławic

Tab. 4. Representative microprobe analyses of chromium garnet from Nasławic

	I	II
Zawartość tlenków w procentach wagowych <i>Content of oxides in weight percent</i>		
SiO ₂	35,68	35,64
TiO ₂	0,07	0,07
Al ₂ O ₃	4,05	3,04
Cr ₂ O ₃	14,37	15,13
Fe ₂ O ₃	10,61	11,33
FeO	0,74	0,79
MnO	0,19	0,12
MgO	0,12	0,03
CaO	33,43	33,51
Na ₂ O	0,02	0,02
K ₂ O	0,01	0,00
Σ	99,29	99,68
Liczba jonów na 24 atomy tlenu <i>Numbers of ions based on 24 oxygens</i>		
Si	5,928	5,931
Ti	0,009	0,008
Al	0,793	0,597
Cr	1,888	1,991
Fe ³⁺	1,327	1,419
Fe ²⁺	0,102	0,109
Mn	0,027	0,017
Mg	0,030	0,007
Ca	5,951	5,974
Na	0,007	0,007
K	0,002	0,000
Σ	16,064	16,060

Tab. 5. Reprezentatywne analizy mikrosondowe chromitu z Nasławic

Tab. 5. Representative microprobe analyses of chromite from Nasławic

	I	II
Zawartość tlenków w procentach wagowych <i>Content of oxides in weight percent</i>		
SiO ₂	0,00	0,05
TiO ₂	0,89	1,64
Al ₂ O ₃	3,27	3,11
Cr ₂ O ₃	39,07	41,00
Fe ₂ O ₃	22,82	20,70
V ₂ O ₃	1,02	1,08
FeO	29,67	29,40
MnO	1,35	1,68
CoO	0,15	0,07
NiO	0,11	0,08
CuO	0,01	0,00
MgO	0,29	0,51
Na ₂ O	0,05	0,01
Σ	98,70	99,33
Liczba jonów na 32 atomy tlenu <i>Numbers of ions based on 32 oxygens</i>		
Si	0,000	0,021
Ti	0,195	0,367
Al	1,148	1,077
Cr	9,234	9,580
Fe ³⁺	5,130	4,599
V	0,251	0,260
Fe ²⁺	7,412	7,267
Mn	0,342	0,417
Co	0,039	0,018
Ni	0,031	0,019
Cu	0,001	0,000
Mg	0,129	0,232
Na	0,032	0,001
Σ	23,944	23,858

Tab. 6. Reprezentatywne analizy mikrosondowe piroksenu z Nasławic

Tab. 6. Representative microprobe analyses of pyroxene from Nasławic

	I	II
Zawartość tlenków w procentach wagowych <i>Content of oxides in weight percent</i>		
SiO ₂	53,84	54,55
TiO ₂	0,04	0,01
Al ₂ O ₃	0,02	0,06
Cr ₂ O ₃	0,83	0,20
Fe ₂ O ₃	0,76	0,42
FeO	2,33	2,80
MnO	0,18	0,10
NiO	0,06	0,08
MgO	15,96	16,22
CaO	25,23	25,76
Na ₂ O	0,23	0,07
K ₂ O	0,00	0,00
Σ	99,48	100,27
Liczba jonów na 6 atomów tlenu <i>Numbers of ions based on 6 oxygens</i>		
Si	1,984	1,988
Ti	0,001	0,000
Al	0,001	0,009
Cr	0,024	0,014
Fe	0,021	0,016
Fe	0,072	0,088
Mn	0,006	0,004
Ni	0,002	0,003
Mg	0,877	0,871
Ca	0,996	0,990
Na	0,017	0,016
K	0,000	0,000
Σ	4,001	3,999

Charakterystyka gemmologiczna

Nefryt, podobnie jak inne kamienie szlachetne i ozdobne, podlega swoistym kryteriom oceny jakościowej. Na wartość nefrytu jako surowca jubilerskiego mają wpływ takie właściwości, jak: barwa i stopień nasycenia barwą, tekstura (wygląd wypolerowanej powierzchni), stopień przeświecania na narożach lub w płytkach cienkich i wymiary surowca kamienia.

W praktyce szlifierskiej decydujące znaczenie mają barwa i wymiary surowca. Obecnie na światowych rynkach jubilerskich najwyższą cenioną jest barwa zielona. Na przykład w Kanadzie w 2004 r. za 1 kilogram nefrytu o wartości jubilerskiej płacono 20–50 dolarów. Natomiast za 1 kg okazów większych, przeznaczonych do rzeźbienia, płacono 5–10 dolarów — w zależności od koloru.

Ważną cechą nefrytów jest zdolność do przyjmowania poleru. Proces polerowania polega na nadaniu kamieniowi prawie idealnie gładkiej i błyszczącej powierzchni.

W celu oceny wartości surowych nefrytów wycina się kostki: do oceny gatunku pierwszego o wymiarach 200 x 150 x 150 mm, drugiego — 100 x 50 x 50 mm, a trzeciego — 50 x 30 x 30 mm. W wyciętych w ten sposób próbkach poleruje się jedną z powierzchni, która służy do wizualnej oceny jej barwy i tekstury. Zwraca się przy tym uwagę na obecność inkluzji, plamek, a przede wszystkim pęknięć. Do gatunku pierwszego zalicza się nefryt o zielonej barwie i dużych wymiarach kostek. Nie może on zawierać więcej niż 20% inkluzji o wymiarach większych niż 1–2 mm (Kierlenko, 1974).

Na podstawie rysunku wypolerowanej powierzchni nefryt z Nasławic można podzielić na 3 odmiany — jednorodną, cętkowaną oraz wykazującą efekt kociego oka (chatoyancy):

- nefryt jednorodny — o barwie ciemnozielonej, najczęściej jednak niejednorodnej. Występujące w nim wrostki chromitu nie zajmują więcej niż 5% powierzchni płytki (ryc. 8 i 9). Jest on przeświecający w płytkach o grubości do 1 cm;

- nefryt cętkowany — z licznymi cętkami, zwykle czarnymi na zielonym tle (ryc. 10). Niekiedy odmiana ta przechodzi w serpentynit;
- nefryt plamisty — charakteryzuje się obecnością szmaragdowozielonych plam aktynowitu na białym tle (ryc. 11). Niektóre jego fragmenty zawierają żyłki włóknistego serpentynu, dające efekt kociego

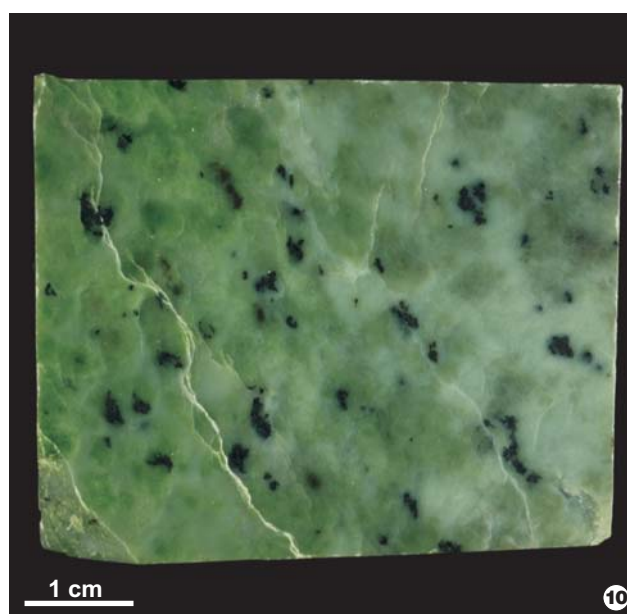
oka. Jest on najbardziej interesującą odmianą. Oszlifowany w formie kaboszonu wykazuje charakterystyczną pasową migotliwość żyłek włóknistego serpentynu, widoczną jako jasne pasmo przemieszczające się przy zmianie położenia kamienia. Najlepszy materiał jubilerski podobnego typu pozyskuje się ze złoża nefrytu Fengtein na Tajwanie.

Odmiany te różnią się ponadto wzrostkami.

Ze wstępnej oceny technologicznej wynika, że nefryt z Nasławic ma nie tylko piękne barwy i ciekawy rysunek powierzchni, ale także bardzo dobrze przyjmuje poler i ma szklisty, tłusty połysk wypolerowanej powierzchni. Niestety, dostępne obecnie okazy są mocno spękane, co jest spowodowane tym, iż w kamieniołomie nasławickim strefa nefrytowa występuje w serpentynitach, które są urabiane na kruszywo za pomocą materiałów wybuchowych.

Geneza nefrytu z Jordanowa

Poglądy na temat genezy skał leukokratycznych i związanych z nimi nefrytów z Jordanowa są zróżnicowane (np. Gawęł, 1957; Koleśnik, 1964; Maciejewski, 1966; Heflik, 1967; Lis & Sylwestrzak, 1981; Suturin & Zamaletdinov, 1984). Można je ująć w cztery podstawowe grupy: a) geneza wiąże się z magmą gabrową masywu Ślęzy; b) z resztkowymi roztworami serpentynitów (skał ultrazasado-



Ryc. 8. Nefryt jednorodny (Nasławice). Ryc. 8–11 fot. A. Stryjewski
Fig. 8. Homogeneous nephrite (Nasławice). Figs 8–11 photo A. Stryjewski

Ryc. 9. Nefryt jednorodny zaliczony do gatunku trzeciego (Nasławice). Wymiary kostki 50 x 50 x 50 mm

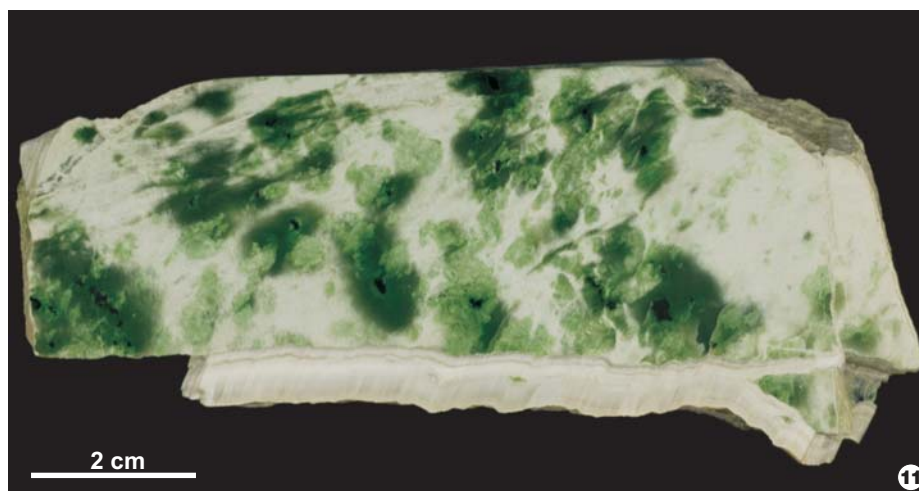
Fig. 9. Homogeneous nephrite rated as third quality class (Nasławice). Size of the cube 50 x 50 x 50 mm

Ryc. 10. Nefryt cętkowany (Nasławice)

Fig. 10. Spotted nephrite (Nasławice)

Ryc. 11. Nefryt plamisty (Nasławice)

Fig. 11. Patchy nephrite (Nasławice)



wych); c) z magmą granitową masywu Strzegom–Sobótka (lub z magmą syenitową strefy Niemczy); d) z procesami rodingityzacji.

Związek nefrytów z magmami gabrowymi przyjmowali Sachs i Gawęł (*vide* Gawęł, 1957), a także Heflik i in. (1988), którzy stwierdzili, że nefryt jordanowski jest produktem przeobrażenia serpentynitów pod wpływem iniekcji magmy gabrowej. Na związek skał żyłowych, w tym nefrytu, z serpentynitami (peridotytami) wskazywał Majerowicz (1984), według którego źródłem wzbogaconych w wapń skał były: *raczej serpentynizujące się ultrabazyty, a nie pomagmowe produkty gabrowe, jak to było dotychczas przyjmowane*. Odmienne stanowisko zajmowali Lis i Sylwestrzak (1981), którzy przyjmowali, że powstanie nefrytu w Jordanowie było wynikiem oddziaływania na serpentynit kwaśnych magm.

Oryginalny pogląd na powstanie nefrytów, w tym jordanowskich, przedstawili Kolesnik (1965) i Maciejewski (1966). Według tych autorów nefryt jordanowski (podobnie jak nefryt we wschodnich Sajanach) jest jednym z produktów ogólnego procesu metasomatycznego, obejmującego żyły i pnie skał gabrowych i ich pochodnych, występujących w obrębie masywu ultrazasadowego. Nefryt powstaje na kontakcie gabra (lub jego pochodnych) ze skałami ultrazasadowymi przy określonym stosunku potencjałów wapnia i sodu. W strefie kontaktu gabra i skał ultrazasadowych odbywa się metasomatyczna wymiana pierwiastków. Pierwiastki uruchomione z minerałów skał pierwotnych migrują w tej strefie i w zależności od stężenia poszczególnych pierwiastków i temperatury tworzą określone minerały wtórne oraz skały (Kolesnik, 1965; Maciejewski, 1966). Maciejewski (1966) zauważył, że nefryt z Jordanowa powstał w wyniku takich samych procesów jak nefryt w Sajanach, a towarzyszące obu wystąpieniom nefrytu skały wskazują na ten sam typ przeobrażenia. Sutturin i Zamaletdinov (1984) zwracają uwagę, iż aposerpentynitowe nefryty powstają w rezultacie wapniowej infiltracyjno-dyfuzyjnej metasomatozy, przekształcającej serpentynity antygorytowe. Dzieje się to na kontakcie serpentynitów z apogabrowymi lub apogranitowymi metasomatytami.

Podsumowanie

Odkrycie w roku 2007 wystąpienia nefrytu w Nasławicach świadczy o tym, że od Jordanowa do Nasławic na długości około 5 km może się ciągnąć strefa nefrytowa związana ze skałami leukokratycznymi (ryc. 1). W strefie Jordanów–Nasławice występuje nefryt o bardzo dobrych walorach gemmologicznych. Należy się spodziewać większych zasobów tego surowca w tym rejonie. Dotychczas największe w Polsce wystąpienie skał nefrytowych znane jest z kamieniołomu w Jordanowie. Wychodnia nefrytu znajduje się na zachodniej ścianie tego kamieniołomu, gdzie kontaktuje ze skałami leukokratycznymi. Na występowanie w tym rejonie strefy nefrytowej na większej głębokości wskazują też wyniki uzyskane z trzech otworów wiertniczych zlokalizowanych w pobliżu kamieniołomu w Jordanowie. W otworach tych natrafiono na strefy nefrytowe miąższości około 20 cm (Kozłowski, 1980). Od dawna przyjmowano, że strefa występowania nefrytu w okolicy Jordanowa może być związana z przebiegiem żył leukokratycznych, a obszar perspektywiczny pod względem występowania nefrytu ciągnie się do Nasławic (Maciejewski, 1966; Heflik, 1967; Kozłowski, 1980). Wydaje się, że geneza nefrytów w masywie serpentynitowym Gogołów–Jordanów jest ściśle związana także z

metasomatycznymi procesami rodingityzacji pochodnych gabra lub granitoidów. Ostateczną odpowiedź można będzie uzyskać dopiero po przeprowadzeniu szczegółowych badań petrologicznych i geochemicznych rodingitów oraz nefrytów.

Autorzy dziękują dr. Krzysztofowi Turniakowi za wykonanie badań mikrosondowych i dyskusję oraz recenzentom za cenne uwagi. Dziękujemy również mgr. Antoniemu Stryjewskiemu za użyczenie zdjęć nefrytu.

Literatura

- BODUCH M. 1984 — Serpentyiny i intruzje żyłowe z północno-wschodniej części masywu Gogołów–Jordanów. *Prz. Geol.*, 7: 387–391.
- BOGACZ J. 1988 — O występowaniu opali w rejonie Nasławic (Dolny Śląsk). *Prz. Geol.*, 9: 63–64.
- DUBIŃSKA E. 1989 — Clinozoisitic rodingites from Nasławice near Sobótka (Lower Silesia). *Arch. Miner.*, 44, 1: 41–56.
- DUBIŃSKA E. 1995 — Rodingites of the eastern part of Jordanów–Gogołów serpentinite massif, Lower Silesia, Poland. *Canadian Mineralogist*, 233: 585–608.
- DUBIŃSKA E. 1997 — Rodingites and amphibolites from the serpentinites surrounding Sowie Góry block (Lower Silesia, Poland): Record of supra-subduction zone magmatism and serpentinization. *Neues Jahrb. Miner., Abh.*, 171, 3: 239–279.
- DUBIŃSKA E., BYLINA P. & KOZŁOWSKI A. 2004a — Garnets from Lower Silesia rodingites: constrains from their chemistry. *Pr. Spec. PTM*, 22: 135–139.
- DUBIŃSKA E., BYLINA P., KOZŁOWSKI A., DÖRR W., NEJBERT K., SCHASTOK J. & KULICKI C. 2004b — U-Pb dating of serpentinization: hydrothermal zircon from a metasomatic rodingite shell (Sudetic ophiolite, SW Poland). *Chem. Geol.*, 203: 183–203.
- DUBIŃSKA E. & GUNIA P. 1997 — The Sudetic ophiolite: current view on its geodynamic model. *Geol. Quart.*, 41: 1–20.
- GALUSKIN E. & SZELEĞ E. 2003 — The first finding of Ag-amalgamates in rodingites (Nasławice, Lower Silesia, Poland). *Pr. Spec. PTM*, 22: 48–50.
- GAWĘŁ A. 1957 — Nefryt z Jordanowa na Dolnym Śląsku. *Prz. Geol.*, 7: 299–303.
- HEFLIK W. 1967 — Studium mineralogiczno-petrograficzne leukokratycznej strefy przeobrażonej okolic Jordanowa (Dolny Śląsk). *Pr. Miner.*, 10: 7–122.
- HEFLIK W., NATKANIEC-NOWAK L., SOBCZAK N. & SOBCZAK T. 1988 — Nephrit aus Niederschlesien. *Z. Deutsch. Gemmol. Ges.*, 36, (3/4): 153–160.
- KAJDAŃSKA A. & KAJDAŃSKI E. 2007 — Jedwab. Szlakami dżonek i karawan. Książka i Wiedza: 222–225.
- KIERLENKO E.J. (red.) 1974 — Metodicheskie ukazania po poiskam i perspektivnoi ocenke mestorożdenii četnykh kamnoi, V. 3, Nefrit. Moskva: 6–7.
- KOLESNIK J.N. 1965 — Nefrity Sibiri. *Novosibirsk. Nauka*: 1–150.
- KOZŁOWSKI S. 1986 — Surowce skalne Polski. *Wyd. Geol.*: 425–427.
- LIS J. & SYLWESTRZAK H. 1981 — Nowy zespół mineralny w leukokratycznej strefie Jordanowa k. Sobótki i jego znaczenie genetyczne. *Prz. Geol.*, 2: 67–72.
- MACIEJEWSKI S. 1966 — Skały nefrytowe masywu Sobótki. [W:] *Z geologii Ziemi Zachodnich*. PWN Wrocław: 459–468.
- MAJEROWICZ A. 1984 — Petrografia i geneza skał rodingitowych w serpentynitach ofiolitowego zespołu Śleży. *Geol. Sudet.*, 18, 2: 109–127.
- MUSZER A. & SPECZIK S. 1997 — Związek okruszczenia Ni-Sb z PGE w serpentynitach z Nasławic (ofiolit Śleży). *Prz. Geol.*, 45: 282–286.
- NIŚKIEWICZ J. 1993 — Mineralizacja rudna w skałach masywów ofiolitowych występujących na obrzeżeniu bloku sowiogórskiego (Dolny Śląsk). *Pr. Geol.-Miner.*, 36: 27–59.
- PLATONOV A.N., ŻABIŃSKI W. & SACHANBIŃSKI M. 1995 — Optical absorption spectra of Mn³⁺ ions in vesuvianites from Lower Silesia, Poland. *European J. Mineral.*, 7: 1–8.
- RRUFF Raman Database University of Arizona — www.ruff.info
- RYKA W. & MALISZEWSKA A. 1991 — Słownik petrograficzny. *Wyd. Geol.*
- SACHANBIŃSKI M. 1997 — Kamienie szlachetne i ozdobne Śląska. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław: 126–142.
- SUTTURIN A.N. & ZAMALETDINOV R.S. 1984 — Nefrity. *Novosibirsk. Nauka*: 86–87.
- TREPKA S. & MIERZEJEWSKI M. 1957 — Mapa geologiczna 1 : 25000. Arkusz Jordanów Śląski. *Inst. Geol.*

Praca wpłynęła do redakcji 03.12.2007 r.

Po recenzji akceptowano do druku 03.09.2008 r.