

Monika Bober*, Joanna Trąbska**, Monika Pilarz***, Barbara Trybalska****

Spongiolitowa forma odlewnicza ze stanowiska nr 20 w Przemyślu. Rezultaty badań¹

The spongiolite casting mould at the site No. 20 in Przemyśl. Research results

Site No. 20 in Przemyśl, is an important research point of the early medieval city. During field works, two parts of a casting mould for the production of axes were found at the bottom of the settlement layer. No traces of copper were observed on the discovered form, but there were visible signs of burnout outside. This form is affiliated to the Mierzanowice culture. Petrographic tests have been performed using polarizing and scanning microscopes as well as microapaleontological examinations. They allow the researchers to identify the mould material as spongiolite (spiculite), most likely coming from the vicinity of Przemyśl, where the outcrops of this rock are located. With high probability, it can be stated that this material comes from the upper part of the Lgota beds covering the aforementioned lithostratigraphic units. The type of raw material used meets the conditions for using it as a casting mould. The obtained data allow for conclusion about the local production of this form.

KEY WORDS: casting mold, Mierzanowice culture, spongiolite, polarizing microscope, SEM / EDS, micropaleontology, Lgota beds
Submission: 23.05.2019; acceptance: 18.06.2019

ZAGADNIENIA WSTĘPNE

Stanowisko nr 20 w Przemyślu zlokalizowane jest w niewielkiej odległości od Wzgórza Zamkowego, w kierunku wschodnim (ryc. 1). Jest to część wysokiej terasy o ekspozycji północnej i północno-wschodniej, skierowanej w stronę Sanu.

Stanowisko to jest ważnym punktem badawczym wczesnośredniowiecznego Przemyśla. W tym miejscu zlokalizowano wał ziemny. Wyniki badań potwierdziły istnienie intensywnego osadnictwa jeszcze przed usypaniem wału. Odkrycie obiektów nieruchomych pozwoliło na wydzielenie dwóch faz osadnictwa otwartego na badanym stanowisku – rzymską i wczesnośredniowieczną (Bober 2007, 113–128; Bober 2019, w tym tomie).

Podczas badań terenowych, w spągu warstwy osadniczej odkryto dwie części formy odlewniczej do produkcji toporów (ryc. 2). Ustalono wówczas wymiary formy wynoszące: 17 cm długości, 7,5 cm szerokości i 4 cm grubości. Na zewnątrz obydwu części formy przebiegał dookoły rowek (o głębokości 0,3 cm), służący do zespojenia ich podczas produkcji

narzędzi. Na odkrytej formie nie zaobserwowano śladów miedzi, zużycia; na zewnętrznej stronie widoczne były ślady przepalenia. Forma ta jest jedynym tego typu znaleziskiem na terenie ziem polskich. Poza tym terenem formy odlewnicze występowały w dorzeczu środkowego Dunaju, w Kotlinie Karpackiej i na terenie Słowenii (Müller-Karpe 1974, tabl. 484:40; 520:10–11).

Rekonstrukcja rysunkowa pozwala określić kształt narzędzia z prostym grzbietem, lekko rozszerzającym się ostrzem i wyodrębnioną tuleją na osadzenie drzewca rękojeści. Długość siekiery wynosiła 15 cm. Sposób ukształtowania grzbietu pozwala zaliczyć wymieniony egzemplarz do typu Dumbra-vioara (Vulpe 1970, 31 cyt. za Gedl 2000, 6). Występowały one na terenie Siedmiogrodu, gdzie łączone były z kulturą Głina III-Schneckenberg (Machnik 1987, 29; Vulpe 1970, 32), czy też Węgier i kulturą Somogyvar-Vinkovcy (Machnik 1987, 127). Na terenie Polski znane są trzy egzemplarze takich toporów z Wielkopolski, m.in. z Leszna i Kwieciszewa (Gedl 2000, 6, tam dalsza lit.) ze schyłku III tysiąclecia przed Ch. Uznano je za importy z południowo-wschodniej Europy. Mogły one pochodzić ze stepów nadczarnomorskich, strefy kaukaskiej, czy też dorzecza środkowego Dunaju w okresie poprzedzającym

¹ Praca dofinansowana z subwencji badawczej AGH nr 16.16.140.315

* Muzeum Samorządowe Ziemi Strzyżowskiej im. Z. Leśniaka, ul. Łukasiewicza 10, 38-100 Strzyżów; e-mail: monbob1@wp.pl

** Uniwersytet Rzeszowski, Instytut Archeologii, ul. Moniuszki 10, 35-015 Rzeszów; e-mail: joanna.trabska@archeologia.rzeszow.pl

*** AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: pilarz@agh.edu.pl

**** AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: barbara.trybalska@wp.pl



Ryc. 1. Fragment mapy topograficznej Przemyśla z zaznaczeniem stanowiska 20 (AZP 108-84/86). Skala 1: 10 000
 Fig. 1. A part of a topographical map of Przemyśl with a marked site Nr. 20 (AZP 108-84/86). Scale 1: 10 000

wykształcenie się kultur wczesnobrązowych (Gedl 2000, 7). Ze względu na analogiczny kształt topora z Przemyśla do tych egzemplarzy odkrytych w zachodniej Polsce, formę zapewne

należy datować podobnie, na schyłek III tys. przed Ch. Znalezisko formy odlewniczej w Przemyślu może sugerować miejscową produkcję tego typu narzędzi.

CEL I METODY BADAŃ

Celem badań było określenie rodzaju surowca, także w kontekście przydatności dla wykonania zeń formy odlewniczej, wskazanie obszaru pochodzenia surowca oraz identyfikacja śladów po procesie odlewania metali lub ich stopów. Zastosowane

metody badań to mikroskop polaryzacyjny do światła przechodzącego Olympus BX51 oraz mikroskop skaningowy z mikroanalizatorem składu chemicznego NanoNova FEI z mikroanalizatorem EDAX.

REZULTATY BADAŃ. INTERPRETACJA

Z obserwacji makroskopowych wynika, że forma została wykonana z jasnożółtej skały o ziemistym połysku i słabo pudrującej się powierzchni. Surowiec formy jest bardzo drobnoziarnisty, o strukturze aleurytowo-psamitowej, zwięzły. Tekstura surowca jest bezładna i homogeniczna. Skała w niewielu miejscach, identycznych makroskopowo z pozostałymi, burzy

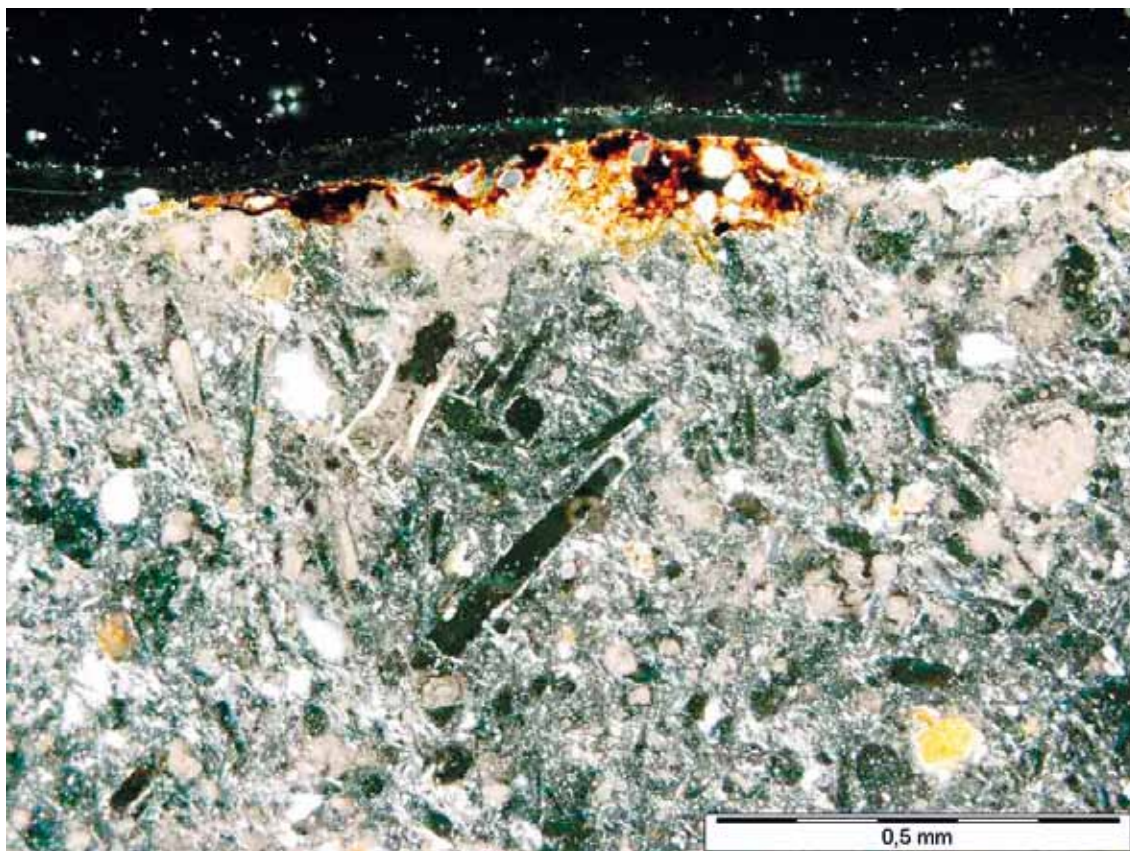
z 10% kwasem solnym, co wskazuje na drobne skupienia węgla wapnia. Na powierzchni formy występują liczne ciemne zabarwienia oraz nieliczne pomarańczowe.

Badania mikroskopowe ujawniają organogeniczną strukturę skały. Szczątki organiczne są w przewodzie igłami gąbek, spoiwem jest drobnokrystaliczny kwarc oraz chalcedon i opal



Ryc. 2. Przemyśl, Plac Katedralny, stan. 20. Forma odlewnicza: A – strona zewnętrzna i wewnętrzna jednej części formy; B – strona zewnętrzna i wewnętrzna drugiej części formy

Fig. 2. Przemyśl, Cathedral Square, site No. 20. Casting mould: A – external and internal side of one part of the mould; B – external and internal side of the other part of the mould



Ryc. 3. Obraz spongiolitu – fragment formy odlewniczej wykonanej ze skały zbudowanej z igieł gąbek. Struktury te są obecnie puste lub wypełnione wtórną krzemionką, przede wszystkim opalem. Elementy owalne, widoczne zwłaszcza w prawej części fotografii, są wypełnionymi wtórną krzemionką strukturami gąbek i radiolari. Część obszarów białych, drobnych i nieregularnych, o postrzępionych brzegach reprezentuje pory. Mikroskop polaryzacyjny, nikole skrzyżowane

Fig. 3. The image of spongiolite – a fragment of a casting mould made of rock of spongiolite. These structures are currently empty or filled with secondary silica, mainly opal. The oval elements, visible especially in the right part of the image, are filled with secondary silica – structures of sponges and radiolaria. Some white, small and irregular areas with jagged edges represent pores. Polarizing microscope, crossed nicols

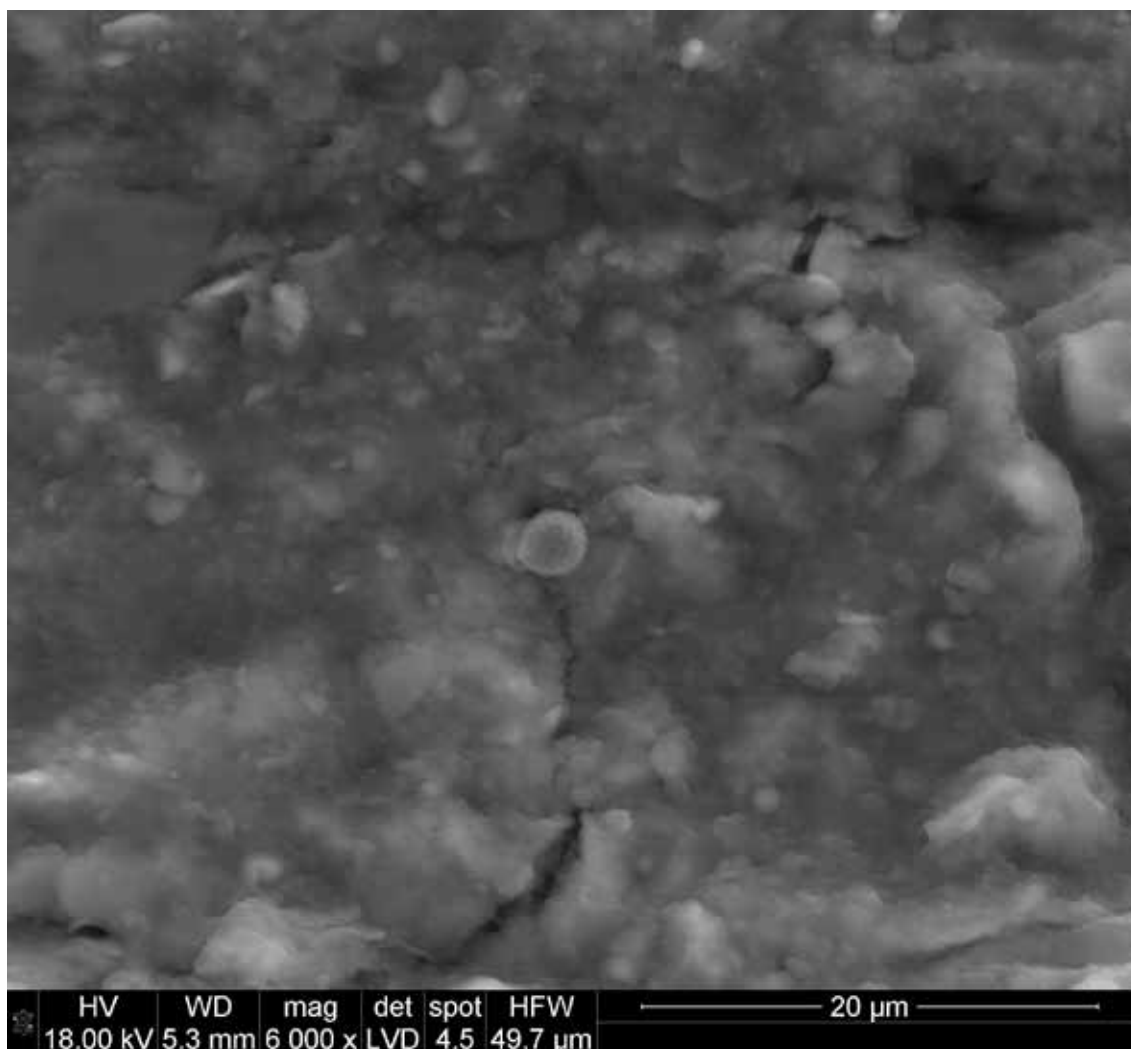
(ryc. 3). Skała zatem powinna być zaliczona do grupy skał krzemionkowych – spongiolitów. Spongiolity są krzemionkowymi skałami, zbudowanymi z igieł gąbek oraz wtórnych minerałów grupy krzemionki, głównie opalu i chalcedonu; mogą zawierać skupiska węgla wapnia. Minerale detrytyczne, jakie mogą się w nich znajdować to kwarc, piryt, glaukonit, minerały ilaste (Ryka, Maliszewska 1991). Charakteryzują się odpornością na czynniki chemiczne oraz porowatością.

W tym miejscu warto dodać kilka uwag dotyczących terminologii. W literaturze obejmującej kwestie petrografii skały krzemionkowej funkcjonują dwa określenia, opisujące skały związane genetycznie z gąbkami: spongiolity i spikulity. Bradl (2013) klasyfikuje spikulity jako skały złożone głównie ze spikul gąbek, natomiast spongiolity jako utwory powstałe ze „szczątków gąbek”, nie definiując tych ostatnich (spikule to wszakże też szczątki). Přichystal (2010) terminy te traktuje wymiennie i ku temu skłaniamy się w niniejszej pracy.

Powierzchnia formy nie nosi śladów wytopu miedzi lub brązu. Widoczne na niej zażółcenia to naturalne skupienia związków żelaza.

Analizy mikrostruktury skały ujawniają obecność licznych struktur biogenicznych, których identyfikacja umożliwia określenie pochodzenia surowca. Krzemionka, główny budulec opisywanej skały, jest wytwarzana do budowy części twardych przez bardzo nieliczną grupę organizmów. Są to organizmy jednokomórkowe, takie jak: radiolarie, okrzemki i silicoflagellaty (złocienice), oraz należące do królestwa zwierząt niektóre gąbki (Lehmann, Hillmer 1987). Dzięki temu identyfikacja krzemionkowych szczątków jest bardzo ułatwiona. Znaczenie skałotwórcze mają radiolarie (budują skały radiolaryty), gąbki (budują głównie spongiolity i gezy) i okrzemki (budują diatomity).

Szkieleciki radiolariii najczęściej mają kształty kuliste lub stożkowate, a ich przeciętne rozmiary mieszczą się w przedziale 0.01–0.5 mm (Lehmann, Hillmer 1987). Elementy szkieletowe gąbek krzemionkowych, które zachowują się w stanie kopalnym, są zróżnicowane i podlegają klasyfikacji. Ze względu na wielkość wyróżnia się megasklery (0.1->1 mm) i mikrosklery (0.01–0.1 mm). Są one zróżnicowane także pod względem kształtu. Podstawowe typy igieł (spikul) gąbek to: jednoosiowe



Ryc. 4. Obraz spod mikroskopu skaningowego. Fragment formy odlewniczej. W centrum forma będąca elementem szkieletowym gąbki lub szkieletem radiolarii

Fig. 4 The image under the scanning microscope. A fragment of the casting mould. In the middle – a form that is a skeleton's element of a sponge or a skeleton of radiolaria

monaksony, czteropromienne tetraksony, trójosiowe triaksony, nieregularne desmy i wielopromienne poliaksony (Lehmann, Hillmer 1987). W skale budującej badaną formę odlewniczą można zauważyć elementy szkieletowe gąbek i ich ślady, a możliwe, że również radiolarii.

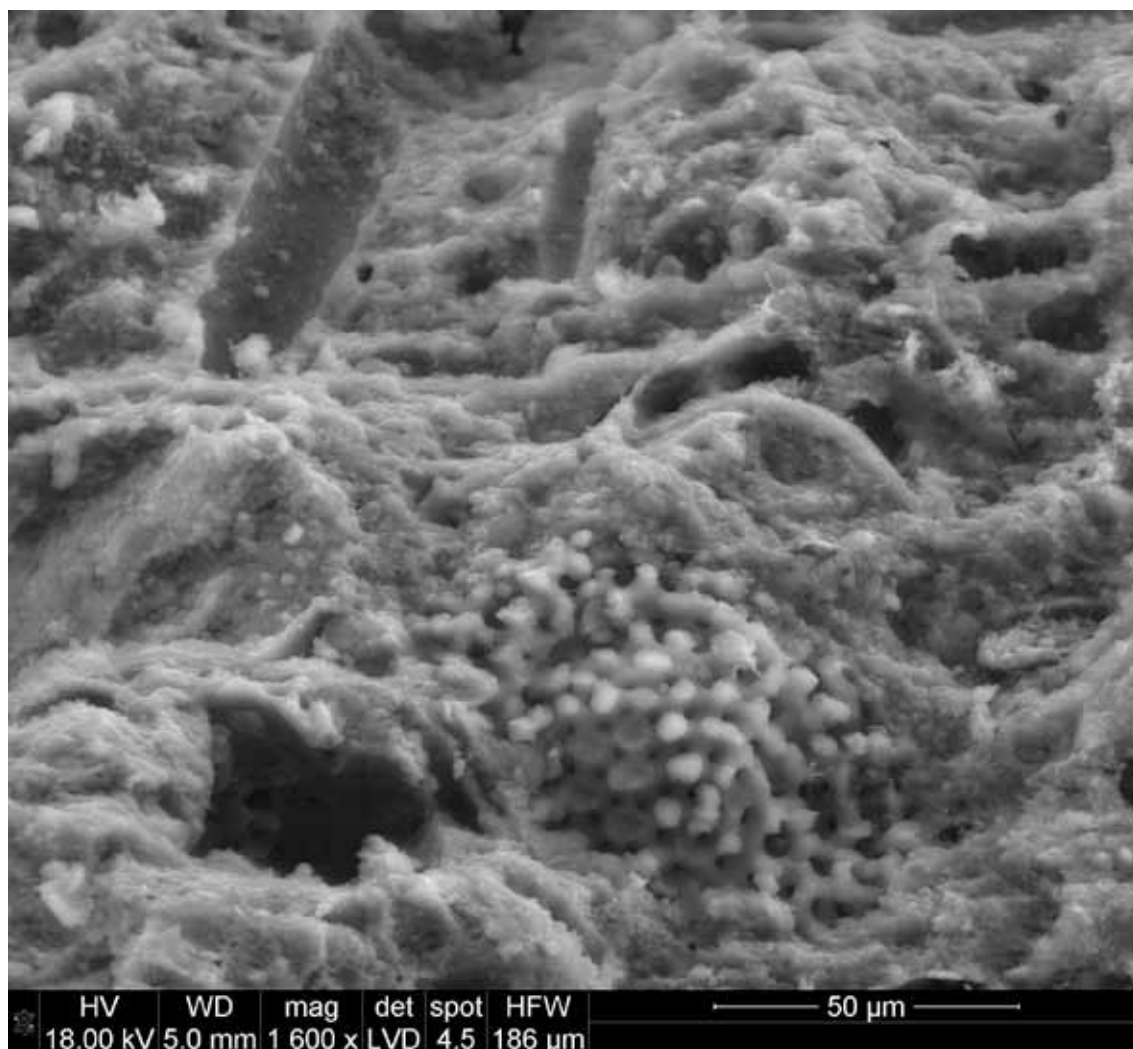
Na rycinie 4 można zauważyć kulistą formę, która może być wielopromiennym elementem gąbki typu spheraster lub szkieletem radiolarii. Najciekawsza rycina (nr 6, powiększenie na ryc. 7) uwidacznia fragment szkieletu gąbki, który zbudowany jest ze spikul typu desm (prawdopodobnie rizoklonów).

Takie elementy szkieletowe są charakterystyczne dla gąbek *Lithistida* z gromady *Demospongiae* (Lehmann, Hillmer 1987, Okoński et al. 2014). Prócz tego można tu zidentyfikować pojedyncze fragmenty jednoosiowych monaksonów (np. typu oksa lub tylostyl) i ich ślady – wyraźne, podłużne zagłębienia. Ten typ elementów nie ma znaczenia taksonomicznego, dlatego też nie można bardziej sprecyzować identyfikacji. Szczególnie dużo takich śladów przedstawia rycina 6, na której widać koliste zagłębienia – być może po elementach typu spheraster lub selenaster lub po szkieletach radiolarii.

WNIOSKI

Biogeniczne skały krzemionkowe zawierające zachowane skamieniałości, występują rzadko wśród monotonnych osadów karpackiego fliszu. W budowie tej części Karpat, największe rozprzestrzenienie mają utwory jednostki śląskiej i skolskiej. W profilu warstw Igockich jednostki śląskiej można wyróżnić charakterystyczne skały wieku kredowego (cenoman-turon),

które zawierają skamieniałości krzemionkowych gąbek i radiolarii. W obrębie tych jednostek występują m. in. utwory zaliczane do formacji łupków radiolariowych z Barnasiówki, stanowiącej górną część warstw Igockich (Bąk et al. 2001). Ta charakterystyczna formacja występuje też w słabo odsłoniętej jednostce podśląskiej. Jej utwory mają rozprzestrzenie-



Ryc. 5. Obraz spod mikroskopu skaningowego. Fragment formy odlewniczej. Fragment szkieletu *Lithistida*. Szczegółowy opis w tekście

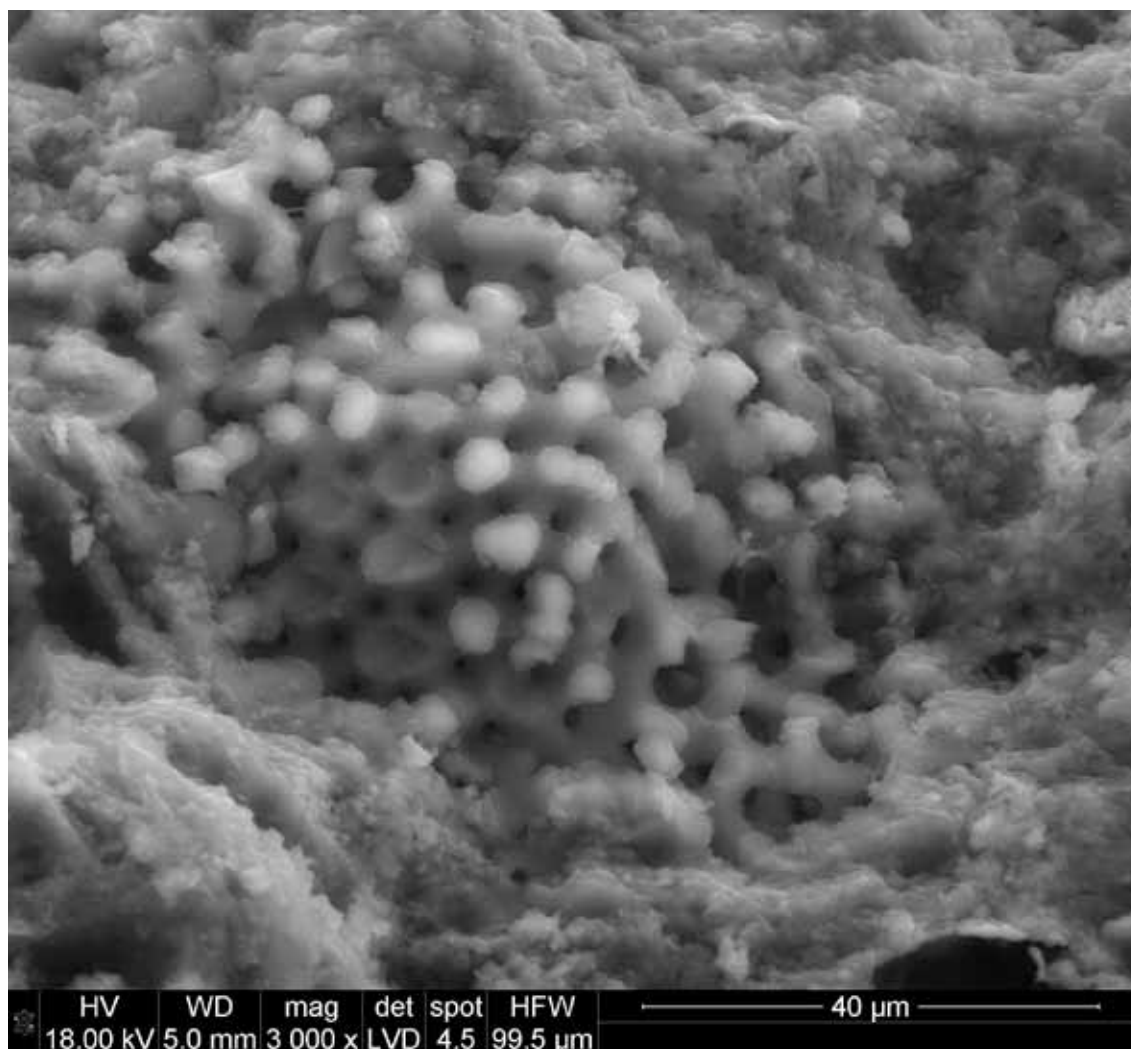
Fig. 5. The image under the scanning microscope. A fragment of the casting mould. A fragment of a *Lithistida* skeleton. A detailed description in the text

nie w całych Karpatach zewnętrznych. Nieco starsze w profilu warstw lgockich są występujące poniżej rogowce mikuszowickie, w których również występują elementy gąbek, a których osady są dobrze rozwinięte w Karpatach Zachodnich w okolicach Myślenic (Bąk et al. 2005). We wschodniej części Karpat litologicznie zastępują je bogate w spikule gąbek silikoklastyczne turbidyty, w których również mogą być spongiolity, zawierające radiolarie (Bąk et al. 2005).

We wschodniej części polskich Karpat utwory formacji łupków radiolariowych z Barnasiówki odsłaniają się w obrębie jednostki śląskiej w miejscowościach: Węglówka (w korycie Czarnego Potoku), Międzybrodzie koło Sanoka i w brzegach potoku Jabłonki, koło osady Bystre (gmina Baligród). Geologiczne profile tych odsłonień zostały uznane jako pomocnicze profile wzorcowe (hipostratotypy) formacji łupków radiolariowych z Barnasiówki (Bąk et al. 2001). W Międzybrodziu odsłaniają się również tzw. warstwy gezowe, czyli wspomniane wyżej silikoklastyczne turbidyty bogate w spikule gąbek. W obrębie jednostki skolskiej utwory tej formacji odsłaniają się współcześnie w okolicach miejscowości Rybotycze, położonej około

30 km na południe od Przemyśla. Przeprowadzone tam badania wykazały m. in. obecność krzemionkowych skamieniałości: szkieletów radiolarii i elementy szkieletowe gąbek (Bąk et al. 2014). W utworach tych występują szczątki gąbek należących do gromady *Demospongiae* i *Hexactinellidae*, a ich największą grupę stanowią właśnie elementy szkieletowe gąbek *Lithistida* (gromada *Demospongiae*). Biorąc pod uwagę wyniki badań, nie ma możliwości jednoznacznej interpretacji, czy materiał, z którego zrobiono formę odlewniczą pochodzi z utworów zaliczanych do formacji łupków radiolariowych z Barnasiówki, czy też z silikoklastycznych turbidytów bogatych w spikule gąbek. Z wysokim prawdopodobieństwem można stwierdzić, że materiał ten pochodzi z wyższej części warstw lgockich, obejmującej wyżej wspomniane jednostki litostratygraficzne.

Analiza map geologicznych, w szczególności obszaru najbliższego badanemu stanowisku, a zatem arkuszy Przemyśl, Jasło oraz Łupków w skali 1: 200 000 wskazuje, że spongiolity tworzą ławice od kilku centymetrów do dwóch metrów miąższości. Niezwietrzałe skały są ciemnopopielate, zwietrzałe natomiast jasnobrązowe, jasnożółte, prawie białe. W składzie



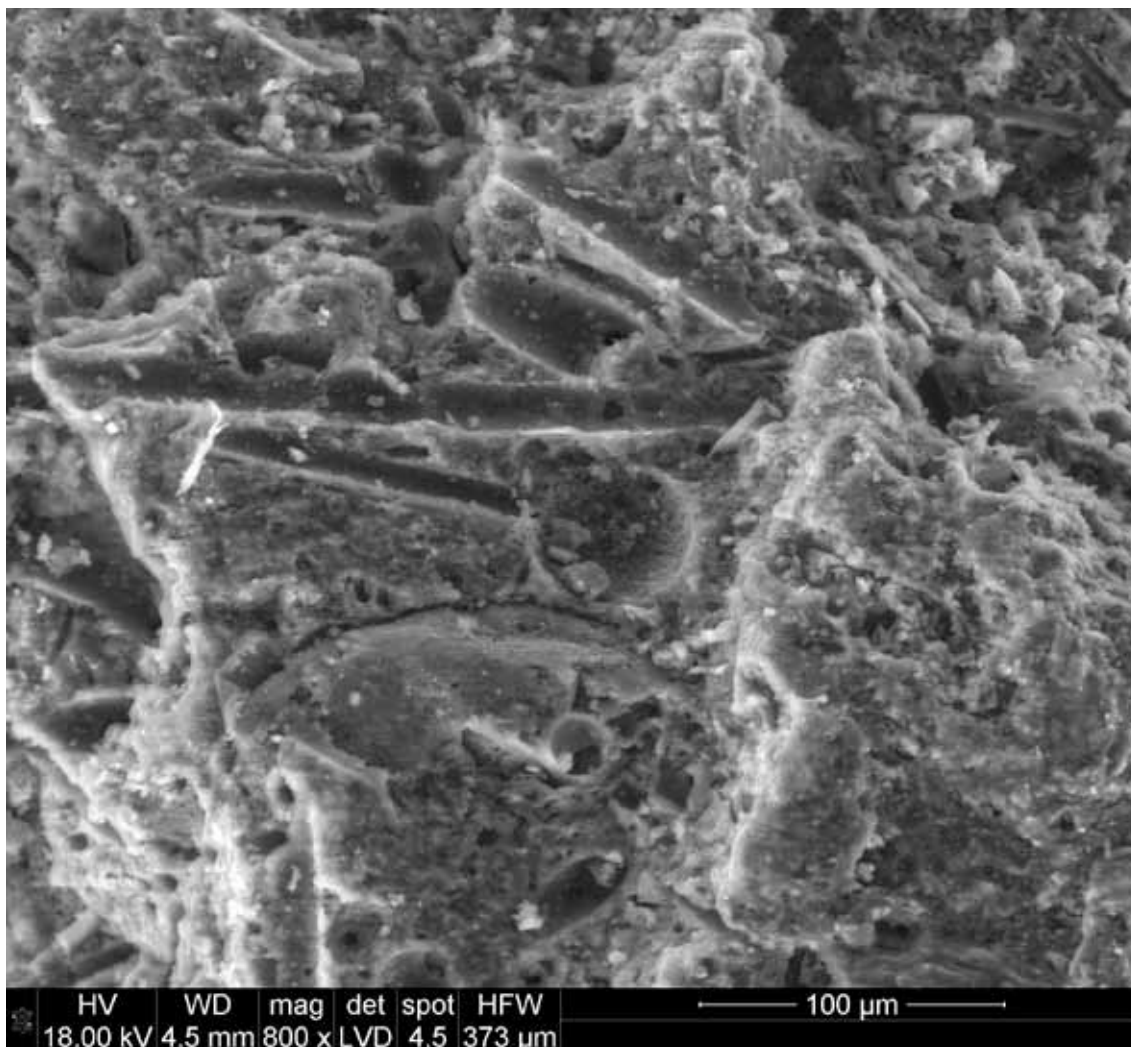
Ryc. 6. Obraz spod mikroskopu skaningowego. Fragment formy odlewniczej. W centrum struktura będąca fragmentem szkieletu gąbki

Fig. 6. The image under the scanning microscope. A fragment of the casting mould. In the centre a structure of part of sponge's skeleton

wyróżnia się drobne ziarna kwarcu, spikule gąbek, szkielety radiolarii i otwornic. Wszystkie one spojone są spoiwem krzemionkowo-węglanowym. W stropie warstw gezewych występują cienkie ławice twardych gez z gniazdami i soczewkami czarnych rogowców. Te ostatnie są typowymi spongiolitami o spoiwie krzemionkowym (Gucik, Wójcik 1982), lecz ich makroskopowa charakterystyka nie odpowiada badanemu surowcowi. Na obszarze objętym arkuszem Przemyśl warstwy lgockie biegną wąskim pasem mniej więcej przy miejscowościach Stara Wieś – Grabownica Starzeńska – Srogów Górny – Trepcza – Sanok. Warstwy lgockie występują także na obszarach pokrytych arkuszami Jasło i Łupków. Na arkuszu Jasło występują w postaci wąskiego, przerywanego z przyczyn tektonicznych, pasa. W północnej części arkusza, charakteryzują się przebiegiem zbliżonym do równoleżnikowego, o tendencji SE, mniej więcej wzdłuż miejscowości: Łękawica – Wola Lubecka – Przeczyce – Nawsie Brzostockie – Wiśniowa – Bonarówka (Rączkowski et al. 1995). Informacje na ten temat są sprecyzowane w *Objaśnieniach do mapy* (Mojski, Poprawa 1996, 14–15), gdzie warstwy gezewo brzeżnej części serii śląskiej lokuje się

w pasie Kokocz-Chełm-Czarnorzeki, a podśląskiej w pasie Kozłówek-Bączaląka-Smarzowa-Berdechów-Brzeziny. Tam też miąższości wahają się między 20 cm a 1 m. Największej ilości spongiolitów należy spodziewać się w okolicach Oparówki (*op. cit.*). Na arkuszu Łupków zaznaczono tylko jedną, niewielką wychodnię na południe od Baligrodu. W objaśnieniach do tego arkusza nie wspomina się już o spongiolitach (Ślącza 1980, 22–23). Należy zatem uznać, że wychodnie interesujących nas skał znajdują się przede wszystkim w miejscach zaznaczonych na arkuszach Jasło i Przemyśl. Miąższość tych skał pozwalała na ich eksploatację jako surowca. Ze względu na miejsce odnalezienia formy najbardziej prawdopodobne jest wyeksplorowanie surowca ze wspomnianych wychodni z okolic Przemyśla.

Materiały przeznaczone do wykonywania form odlewniczych powinny charakteryzować się pewnymi określonymi cechami. Zalicza się do nich: trwałość, zapewniającą możliwość wykonania bezpiecznego odlewu jednorazowego lub nawet kilku- czy wielokrotnego użytkowania; ogniotrwałość, czyli odporność na temperaturę lanego metalu lub stopu; struktu-



Ryc. 7. Obraz spod mikroskopu skaningowego. Fragment formy odlewniczej z negatywami igieł gąbek i prawdopodobnie szkieletów radiolari, w dolnej części widoczne prostopadłe przekroje igieł z kanałem osiowym

Fig. 7. The image under the scanning microscope. A fragment of a casting mould with negative elements of sponges and probably skeletons of radiolarian. In the lower part – visible perpendicular sections of needles with an axial channel

rę zapewniającą możliwość ucieczki gazów powstających lub rozprężających się w czasie odlewania; spoiłość i pewien stopień zdolności do modyfikacji kształtu (Benesch et al. 1977). Forma powinna zapewnić dokładne odwzorowanie odlewanego kształtu, brak uszkodzeń, możliwość wyjęcia odlewu bez jego uszkodzenia. Powinna charakteryzować się własnościami termofizycznymi, zapewniającymi stabilne i równomierne krzepnięcie i stygnięcie odlewu (Kowalski 2011).

Do odlewania form z metali ich stopów, rozważając kontekst archeologiczny, służyły formy kamienne, ceramiczne, brązowe i być może piaskowe (Garbaczk-Klempka, Rządkosz 2014, tam dalsza literatura). Znanymi materiałami form odlewniczych są piaski formierskie i na ich podstawie przeanalizujemy pokrótce optymalne właściwości form odlewniczych. Piaski te muszą charakteryzować się wystarczająco wysoką temperaturą spiekania, wynoszącą minimum 1200°C dla metali kolorowych. Bardzo drobne ziarno zapewnia uzyskanie gładkiej powierzchni odlewu. Pożądane jest możliwie niskie zanieczyszczenie glinami i kalcytem, a zatem największy możliwy udział krzemionki (Kowalski 2011, tam dalsza literatura). Luźny piasek należy

zmieszać rzecz jasną z nośnikiem zapewniającym mu formę (ta kwestia nie dotyczy analizowanego przez nas przypadku). Forma odlewnicza wykonana starannie i z dobrego surowca jest kluczowa dla otrzymania dobrej jakości produktu. Badana skała jest porowata, co widoczne jest zarówno w obrazie mikroskopii polaryzacyjnej, jak i skaningowej. Pory są liczne, ale przeważają bardzo drobne, wielkości rzędu kilkudziesięciu mikrometrów. Są one połączone z powierzchnią przedmiotu, co zapewnia drożność gazów oraz relatywnie niski ciężar właściwy skały i przedmiotu z niej wykonanego. Skała zbudowana jest, jak wspomniano wyżej, głównie z krzemionki, a jej składniki są drobnoziarniste. Jednorodność strukturalna i chemiczna spongiolitu sprawia, że surowiec ten mógł nadawać się na formę odlewniczą. W szczególności podkreślić należy korzystny skład, drobnoziarnistość i umiarkowaną porowatość. Wiele wskazuje na to, że mamy do czynienia z nieprzypadkowo dobranym surowcem, ale „rzeczywiste warunki pracy określa się w praktyce oraz dzięki obserwacji surowego odlewu” (Kowalski 2011). Forma odlewnicza wykonana ze spongiolitu może być przyczyną wad odlewu, wynikających z przemian

polimorficznych faz krzemionkowych, w szczególności krystalizacji form opalowych i chalcedonu zawierających w swej strukturze wodę. Cechy mikromorfologii formy, a mianowicie

zachowanie się delikatnych struktur biologicznych oraz brak śladów miedzi i cyny na powierzchni formy, wskazują na niewykorzystanie jej do celów odlewniczych.

PODSUMOWANIE

Spongiolit w literaturze archeologicznej odnotowywany jest przede wszystkim wśród surowców krzemionkowych społeczności paleolitycznych. W okresach późniejszych grocki i sztylety ze spongiolitu zidentyfikowano na stanowisku grupy morawskiej kultury pucharów dzwonowatych (Kopacz et al. 2006, Kopacz 2012). Sierpy typu Altheim z See am Mondsee

w Dolnej Bawarii wykonane były ze spikulitu północnoalpejskiego (Brandl et al. 2017). Spongiolit z okolicy Myślenic wskazany został jako potencjalny surowiec dla średniowiecznych i renesansowych hut szkła (Waškowska et al. 2013). Zgodnie z wiedzą autorek informacja o formie odlewniczej wykonanej z tej skały pojawia się w naszym artykule po raz pierwszy.

WYKAZ CYTOWANEJ LITERATURY

Bąk M., Bąk K., Ciurej A. 2005. Mid-Cretaceous spicule-rich turbidites in the Silesian Nappe of the Polish Outer Carpathians: radiolarian and foraminiferal biostratigraphy. *Geological Quarterly* 49/3, 275–290.

Bąk K., Bąk M., Górny Z., Wolska A. 2014. Environmental conditions in a Carpathian deep sea basin during the period preceding Oceanic Anoxic Event 2 – a case study from the Skole Nappe. *Geologica Carpathica* 65/6, 433–450.

Bąk K., Bąk M., Paul Z. 2001. Barnasiówka Radiolarian Shale Formation – a new lithostratigraphic unit in the Upper Cenomanian-lowermost Turonian of the Polish Outer Carpathians. *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 71, 75–103.

Benesh R., Janowski J., Kopeć R., 1977. *Metalurgia ogólna. Część 2*. Kraków: Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej.

Bober M. 2007. Wczesnośredniowieczne oraz pradziejowe ślady osadnictwa odkryte pod wałem wczesnośredniowiecznego podgrodzia w Przemyślu. *Rocznik Przemyski* 43/2, 113–128.

Bober M. 2019. Stanowisko nr 20 w Przemyślu w świetle badań wykopaliskowych. Cz. 1. Analiza typologiczno-chronologiczna źródeł ruchomych pozyskanych w trakcie badań w latach 2005–2007, w tym tomie.

Borysławski A., Gucik S., Paul Z., Ślęczka A., Wójcik A., Żytko K., 1979. *Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Przemyśl–Kalników*. Warszawa.

Bradl M. 2016. The multilayered chert sourcing approach (MLA) analytical provenance studies of silicite raw materials. *Archeometriai Műhely* 13/3, 145–156.

Brandl M., Hauzenberger C., Trnka G. 2017. Analysis of a Baidersdorf sicle blade from Eastern Austria. *Anthropologie* 55/1–2, 181–191.

Garbacz-Klempka A., Rzadkosz S. 2014. Analiza technologii odlewania z epoki brązu i wczesnej epoki żelaza na podstawie form odlewniczych z osady kultury łużyckiej w Grzybianach. W: T. Stolarczyk, J. Baron (red.), *Osada kultury pól popielnicowych w Grzybianach koło Legnicy*, 539–567. Legnica–Wrocław: Muzeum Miedzi w Legnicy.

Gedl M. 2000. Miedziane topory ze schyłku III tysiąclecia przed Chrystusem z terenu Polski. *Rocznik Przemyski* 36/1, 3–10.

Gucik S., Wójcik A. 1982. *Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski. Arkusz Przemyśl–Kalników*. Warszawa.

Kopacz J. 2012. Koncepcja krzemieniactwa schyłkowego na przykładzie eneolitu Moraw. *Przegląd Archeologiczny* 60, 25–47.

Kopacz J., Přichystal A., Šebela L. 2006. Bell Beaker Lithic Industry in Moravia (Czech Republic). W: M. Baioni, V. Leonini, D. Lo Vetro,

F. Martini, R. Keller, L. Sarti (red.), *Bell Beaker in everyday life. Proceedings of the 10th Meeting 'Archéologie et Gobelets', Florence-Siena-Villanuova sul Clisi, May 12–15, 257, 269*.

Kowalski J.S. 2011. Technologiczne aspekty przemian temperaturowych kwarcowej osnowy piaskowej syntetycznej masy formierskiej z bentonitem (= Monografia 394, seria *Mechanika*). Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.

Lehmann U., Hillmer G. 1987. *Bezkręgowce kopalne*. Warszawa: Wydawnictwo Geologiczne.

Machnik J. 1987. *Kultury z przełomu eneolitu i epoki brązu w strefie karpackiej*. Wrocław Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich.

Mojski J.E., Poprawa D. (red.). 1996. *Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski. Arkusz Jasło*. Warszawa.

Mojski J.E., Ślęczka A. (red.). 1982. *Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski. Arkusz Przemyśl–Kalników*. Warszawa.

Müller-Karpe H. 1974. *Handbuch der Vorgeschichte*, Bd. III, *Kupferzeit*. München: C. H. Beck Verlag.

Okoński S., Górny Z., Bąk M., Bąk K. 2014. Lithistid spicules in the sediments of the Turonian Variegated Shale in the Silesian Nappe, Polish Outer Carpathians. *Geology, Geophysics & Environment* 40/1, 33–48.

Přichystal A. 2010. Classification of lithic raw materials used for prehistoric chipped artefacts in general and siliceous sediments (silicites) in particular: the Czech proposal. *Archeometriai Műhely* 3, 177–181.

Rączkowski W., Wójcik A., Zimnal Z., Nieścieruk P., Paul Z., Ryłko W., Szymakowska F., Żytko K. 1995. *Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Jasło*. Warszawa.

Ryka W., Maliszewska A. 1991. *Słownik petrograficzny*. Warszawa: Wydawnictwa Geologiczne.

Ślęczka A. 1980. *Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski. Arkusz Łupków*. Warszawa.

Ślęczka A., Żytko K. 1979. *Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Łupków*. Warszawa.

Waškowska A., Bąk M., Ciurej A., Michalik M. 2013. Skały krzemionkowe okolic Myślenic jako prawdopodobny surowiec dla dawnych hut szkła. *Przegląd Górniczy* 3, 17–23.

Spongiolitowa forma odlewnicza ze stanowiska nr 20 w Przemyślu. Rezultaty badań

Summary

Przemyśl 20 site is an important research point of the early medieval city. Archaeological research confirmed the existence of intensive settlement before this time. During field works, two parts of a casting mold for the production of axes, 17 cm long, 7.5 cm wide and 4 cm thick, were found at the bottom of the settlement layer. On the discovered form, no traces of copper were observed, on the outside were visible signs of burnout. This form is the only find of this type in Poland and ascribed to the Mierzanowice culture. Petrographic tests performed using polarizing and scanning microscopes as well as micropaleontological examinations allow the identification of the mold material as spongiolite (spiculite), most likely

from the vicinity of Przemyśl, where the outcrops of this rock are located. Considering the results of micropaleontological research, it is not possible to unequivocally interpret whether the material from which the foundry mold was made comes from works classified as radiolar shale formations from Barnasiówka, or from silicoclastic turbidites rich in sponge spicules. With high probability it can be stated that this material comes from the upper part of the Lgota beds covering the abovementioned lithostratigraphic units. The type of raw material used meets the conditions for using it as a casting mold. The obtained data allow to conclude about the local production of this form.