

Badania nad pochodzeniem surowców skalnych ze stanowiska archeologicznego Pyrgos-Mavrorachi (Cypr)

Michalina Dzwoniarek¹



Studies on the provenance of stone material from the archaeological site of Pyrgos-Mavrorachi (Cyprus).
Prz. Geol., 61: 583–586.

A b s t r a c t. The development of Pyrgos-Mavrorachi settlement in Cyprus (Early and Middle Bronze Age) was closely associated with environmental conditions. The village was founded at a strategic point of an elevation between the sea and the area rich in copper deposits. The purpose undertaken in this work was to assign the provenance of building stone materials. Investigations showed that the fossiliferous porous calcarenite was used as basic building material. In the lower parts of some buildings, crystalline rocks, mainly dolerites, were also used. Analysis of the samples revealed a particular structural similarity with rocks from a local outcrop (about 500 m west of Pyrgos-Mavrorachi site). It indicates that the building material came from the local area which belongs to the

Circum Troodos Sedimentary Succession zone (Pakhna Formation).

Keywords: petroarchaeology, Pyrgos-Mavrorachi, Troodos ophiolite, Pakhna Formation, Bronze Age, Cyprus

Na Cyprze badania geoarcheologiczne i archeometryczne są prowadzone sporadycznie, a większość z nich skupia się głównie na opracowaniu drobnych przedmiotów kamiennych (np. Elliott, 1991; Xenophontos, 1991; Polikreti i in., 2004). Badania te dotyczą określenia pochodzenia naczyń ceramicznych lub analizy obiektów wykonanych z metalu (głównie z miedzi). Wciąż brakuje analiz petroarcheologicznych, pozwalających określić pochodzenie surowców skalnych wykorzystywanych do zabudowy i używanych jako narzędzia. Jedną z nielicznych publikacji związanych z tym obszarem jest praca Elliott (1991) na temat rozpoznania surowców skalnych wykorzystanych jako narzędzia kamienne z południowo-zachodniej części Cypru w okresie chalkolitu (ok. 2500 r. p.n.e.).

Niniejszy artykuł dotyczy petroarcheologicznych badań na stanowisku Pyrgos-Mavrorachi, będącym pozostałością po dawnej osadzie (ryc. 1). Jednym z głównych czynników umożliwiających jej powstanie i rozwój był dostęp do surowców skalnych. Badania przeprowadzono w celu rozpoznania i wskazania proveniencji materiału skalnego użytego do zabudowy mieszkalnej i przemysłowej osady Pyrgos-Mavrorachi, a także do wykonania narzędzi.

STANOWISKO PYRGOS-MAVRORACHI – ARCHEOLOGIA I SYTUACJA GEOLOGICZNA

Stanowisko Pyrgos-Mavrorachi należy do najciekawszych odkryć archeologicznych na Cyprze. Regularne badania wykopaliskowe w tym rejonie były prowadzone od 1998 r. przez włoską misję archeologiczną pod kierunkiem dr Marii Rosarii Belgiorno (Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali, Consiglio Nazionale delle Ricerche w Rzymie). Jest to jedno z najlepiej zachowanych stanowisk z okresu wczesnej i środkowej epoki brązu (ok. 2350–1850 r. p.n.e.), na którym odkryto ślady wielu dziedzin przemysłu (Carannante, 2010). Na powierzchni 4000 m² znajdują się pozostałości m.in. tłoczni oliwy, fabryki perfum, warsztatu tkackiego, miejsc, w których produkowano wino, oraz obszary związane z metalurgią (Belgiorno, 1999).

Surowce skalne były podstawowym budulcem domostw i budynków przemysłowych (ryc. 2). Dolne części ścian budowano ze skał krystalicznych, a górne z wapieni. W mniejszym stopniu korzystano z cegły mułowej i materiałów

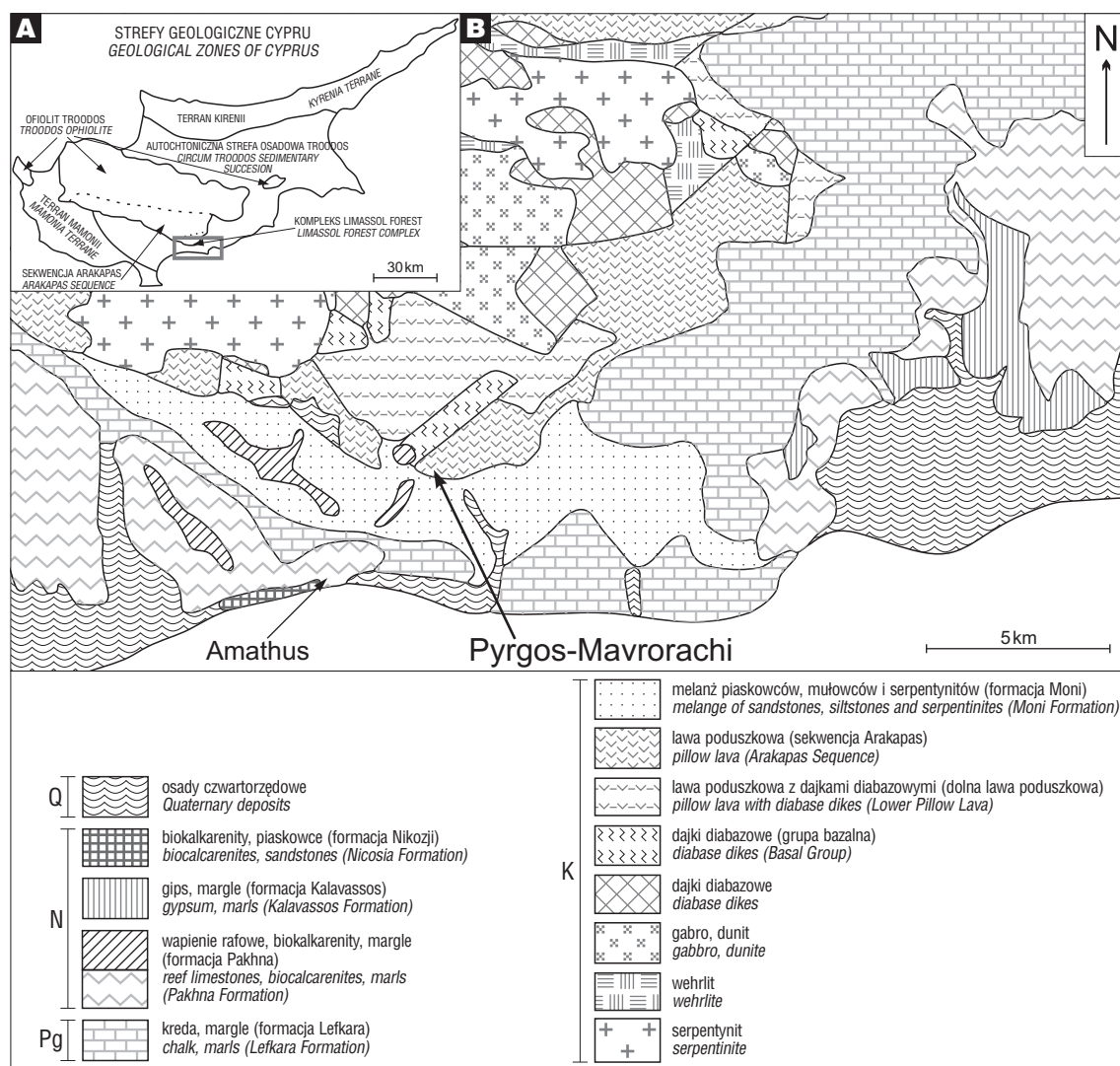
organicznych (konstrukcje drewniane). Kamień wykorzystywano również jako narzędzia, np. tłuczki, rozcieracze, kowadła, toporki czy żarna.

Stanowisko Pyrgos-Mavrorachi leży na płaskowyżu Pyrgos w południowo-zachodniej części Cypru. Tworzą go niskie wzgórza na przedpolu Troodos zbudowane z ofiolitowych skał magmowych, takich jak doleryty, diabazy (dajki diabazowe) i bazalty (ława poduszkowa). Geologicznie obszar ten jest strefą pogranicza między kompleksem Limassol Forest (przeobrażone i stektonizowane skały ofiolitowe) a zgodnie zalegającą strefą osadową, którą tworzą skały węglanowe i klastyczne zaliczane do paleogenu i miocenu (formacje Lefkara i Pakhna) oraz seria melanzu Moni (górną kreda) (ryc. 1). Na miocenijskich osadach rozwijały się utwory rzek Pyrgos i Moni, u których zbiegu znajdowała się osada Pyrgos-Mavrorachi. Rzeki te niosły zwierzęta materiał skalny z górnych części masywu Troodos. Zbudowane z górnomiocenijskich margli i kalkarenitów wybrzeże było nadbudowywane materiałem rzeczonym, wskutek czego brzeg przesunął się w stronę morza (dziś stanowisko znajduje się ok. 4 km od wybrzeża).

W obrębie płaskowyżu Pyrgos występują liczne złoża mineralne. Stanowisko Pyrgos-Mavrorachi znajduje się na obszarze czterech źródeł surowców miedzionośnych. Poza wzgórzem Mavrorachi są to wzniesienia: Manghaleni, Mazokambos, Monagroulli i Parekklesia. Złoża te są związane z mineralizacją w obrębie ofiolitowych serii skalnych przedpola Troodos (gabra, dajki diabazowe, ława poduszkowa) (ryc. 3). Założenie osady w tym miejscu, a także fakt zachowania śladów wszystkich faz produkcji miedzi (od jej wytopu po wyrób przedmiotów) (Carannante, 2010) pozwalają założyć, że eksploatacja tych złóż była podstawą funkcjonowania i rozwoju osady. Lokalizacja osady na obszarze wyżynnym nadawała jej również cech obronnych (Belgiorno, 1995), a pogranicze różnych stref morfologicznych było zawsze miejscem wymiany wyrobów związanych z tym regionem, co przyczyniło się do rozwoju handlu w początkach II tysiąclecia p.n.e. (Belgiorno, 1995).

Aktywność strefy łuku cypryjskiego, w której obrębie znajduje się wyspa, powoduje ciągle zagrożenie trzęsieniami ziemi. Stan zachowania stanowiska jest związany z potężnym trzęsieniem ziemi, które nastąpiło na tym terenie

¹ Instytut Geologii, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Maków Polnych 16, 61-606 Poznań; michdzw@amu.edu.pl.



Ryc. 1. A – schematyczny podział geologiczny Cypru; B – lokalizacja osady Pyrgos-Mavrorachi na tle budowy geologicznej (wg Constantinou, 1995, uproszczone)

Fig. 1. A – schematic geological division of Cyprus; B – location of Pyrgos-Mavrorachi site against the geology of the area (after Constantinou, 1995, simplified)

prawdopodobnie w ok. 1850 r. p.n.e. i spowodowało opuszczenie wioski przez ludność (Flourentzos, 2010).

MATERIAŁ I METODY

W celu określenia źródła surowców skalnych znalezionych na stanowisku pobrano po 12 próbek z osady Pyrgos-Mavrorachi oraz jej otoczenia. Uzyskany materiał był złożony z wapieni, które w niegdysiejszej osadzie wykorzystywano do budowy górnych partii ścian budowli (ryc. 4A – patrz str. 550), oraz skały krystaliczne, tworzące podstawy budowli i używane do wyrobu narzędzi (ryc. 4A–B – patrz str. 550).

Badania petrograficzne wykonane w Zakładzie Geologii Dynamicznej i Regionalnej w Instytucie Geologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu wykonano na 24 płytkach cienkich. Analizę mikroskopową przeprowadzono, korzystając z mikroskopu polaryzacyjnego Olympus AX-70 Provis, a skład mineralogiczny i strukturalny skał określono w przechodzącym świetle spolaryzowanym. Za pomocą programu do graficznej analizy obrazu AnalySiS 3.1. wykonano pomiary uziarnienia bioklastów budujących opróbowane skały wapienne.

Korzystano także z mikroskopu stereoskopowego Olympus SZX-9.

W dalszej analizie bardzo pomocne były badania w elektronowym mikroskopie skaningowym (SEM). Analizy chemiczne umożliwił zamontowany do mikroskopu detektor EDS typu ultradry z oprogramowaniem Noran SIX. Tę część badań wykonano w Pracowni Mikroskopii Skaningowej i Mikroanalizy w Instytucie Geologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Przeprowadzono tam również weryfikacyjne analizy XRD.

WYNIKI

W celach porównawczych przeanalizowano wapienie pobrane zarówno ze stanowiska, jak i z okolicznych wychodni (ryc. 6–7 – patrz str. 600). Jedną z nich był fragment sekwencji osadowej w Amathus (ok. 5 km na południowy zachód od Pyrgos). Odślonięcie to (o wysokości 25 m) stanowi fragment dawnego klifu wapiennego (Holt, 2009), który dziś znajduje się kilkadziesiąt metrów w głębi łądy. Na podstawie analizy różnicowania petrograficznego w profilu wydzielono następujące typy litologiczne wapieni: w górnej części biomikrosparyt (oznaczony jako AM06),



Ryc. 2. Stanowisko Pyrgos-Mavrorachi, widok na kamienne struktury budowlane

Fig. 2. Pyrgos-Mavrorachi site, view of the stone structure of the building

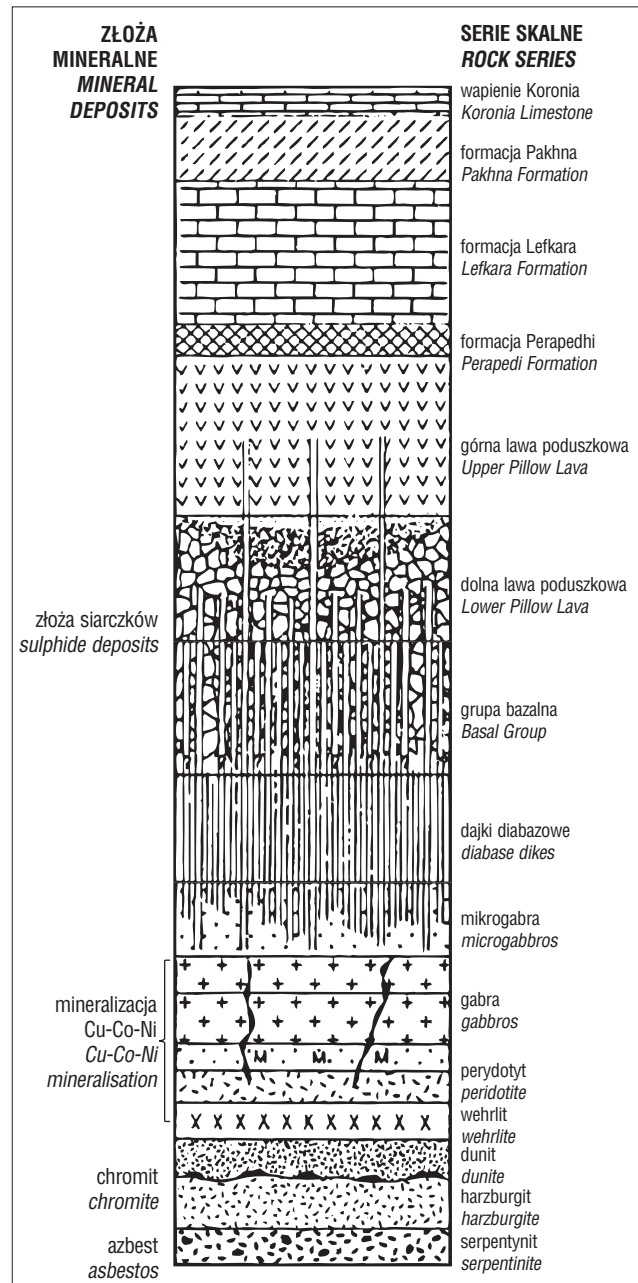
w środkowej – biomikryt (AM05), w którym rozmieszczenie bioklastów wykazuje kierunkowość, oraz biomikrosparyt (AM04) w dolnej części (ryc. 5 – patrz str. 550). Wapienie te należą do formacji Lefkara i Pakhna (paleogen–miocen) (Robertson, 1998). Analiza sekwencji posłużyła do korelacji próbek pochodzących z zabudowy kamiennej stanowiska Pyrgos-Mavrorachi (PM01) i z jego najbliższego otoczenia, czyli wychodni znajdującej się 500 m na południowy zachód od stanowiska, oznaczonej jako PR01.

Badania pod mikroskopem polaryzacyjnym wykazały, że wapienie cechują się dużą zawartością fragmentów organicznych, głównie muszlowych (ramienionogi, małże, ślimaki). Bioklasty tworzą zwarty szkielet ziarnowy we wszystkich próbkach (wapienie typu packstone). Za pomocą programu AnalySiS 3.1. dla sześciu wybranych próbek wykonano pomiary uziarnienia, w wyniku których badane skały określono jako organodetrytyczne kalkarenity. Rozmiar bioklastów waha się między 0,09 mm a 1,03 mm, średnia wartość to 0,6 mm.

Na podstawie analiz mikroskopowych i chemicznych z użyciem analizatora EDS uznano, że wapienie z próbek pochodzących z górnej części profilu w Amathus (AM06 i AM02) oraz ze stanowiska Pyrgos-Mavrorachi (PM01), a także z wychodni w Pyrgos (PR01) są biomikrosparytami o cementie kalcytowym, a pozostałe – biomikrytami. Analiza z wykorzystaniem mikroskopu SEM z mikroanalizatorem EDS pozwoliła na zbadanie składu chemicznego i mineralogicznego próbek. Oprócz wspomnianego kalcytu wapienie budują także minerały akcesoryczne – ilmenit, apatyt, witeryt, ankeryt, pirokseny czy smithsonit.

Wyniki analiz mikroskopowych (mikroskopia polaryzacyjna) i chemicznych SEM-EDS wskazują, że surowce wapienne pochodzące z datowanego na epokę brązu stanowiska Pyrgos-Mavrorachi (PM01), a także z wychodni znajdującej się na południowy zachód od niego (PR01) są organodetrytycznymi kalkarenitami miocenijskiej formacji Pakhna. Ze względu na cechy strukturalne i teksturalne (szkielet ziarnowy, wielkość bioklastów, rodzaj ortochemu i skał mineralogiczny) można korelować je z górną częścią klifu w Amathus (AM06) (ryc. 8).

Próbki pobrane ze stanowiska Pyrgos-Mavrorachi obejmowały także wspomniane wcześniej skały magmowe. Wykonane z nich narzędzia kamienne stanowią trzy gładziki w formie otoczek. Dwa z nich makroskopowo są dość podobne do siebie (ciemnoszara barwa z widocznymi kryształami jasnych minerałów), trzeci wyróżnia się jasną barwą i wyraźnie większymi kryształami jasnych minerałów.

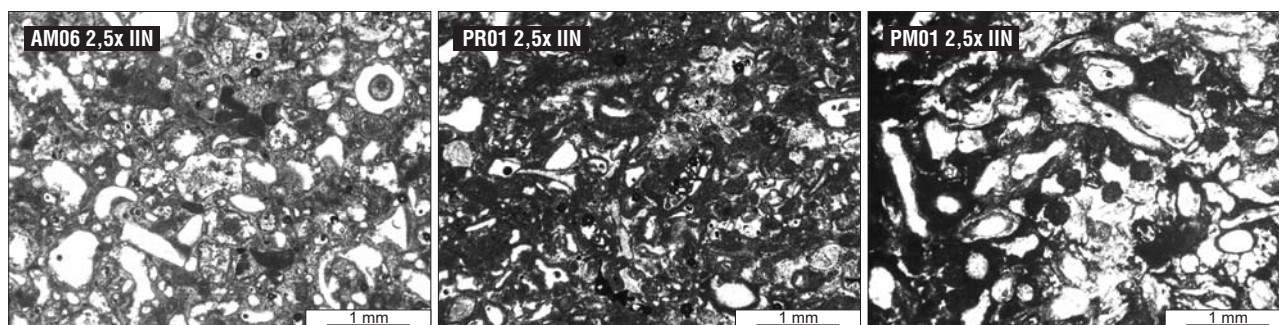


Ryc. 3. Mineralizacja w ofiolicie Troodos (wg Gale'a, 1991)

Fig. 3. Mineralisation within the Troodos ophiolite (after Gale, 1991)

Analizom mikroskopii optycznej można było poddać wyłącznie jedno narzędzie – fragment uszkodzonego artefaktu. Na podstawie badań płytek cienkich wykazano, że jest to drobnokrystaliczny bazalt z drobnymi kryształami plagioklazów (0,2 mm–0,3 mm) i oliwinów (0,25–0,35 mm) w drobnokrystalicznych agregatach piroksenów (augit) oraz minerałów ciemnych (syderyt). Potwierdzają to analizy chemiczne. Pozostałe dwa narzędzia badano niedestrukcyjnym detektorem SEM-EDS, ponieważ są to artefakty archeologiczne w formie nieuszkodzonych narzędzi. Wykonano je z dolerytu o podobnych cechach strukturalno-teksturalnych jak artefakt opisany wcześniej oraz z bogatego w krzemionkę dacytu.

Próbka skały magmowej pobrana z dolnej partii ściany (PM08; ryc. 4A – patrz str. 550) oraz próbka pochodząca z oddalonej o ok. 200 m na zachód od stanowiska wychodni (PR02) pod względem makroskopowym są do siebie bardzo podobne. Są to masywne i jawnokrystaliczne doleryty o ciemnej barwie, z widocznymi drobnymi kryształami



Ryc. 8. Obrazy mikroskopowe porównywanych wapieni. Próbkę AM06 to biomikrosparyt z górnej części profilu w Amathus (miocenna formacja Pakhna). Próbkę ze stanowiska Pyrgos-Mavrorachi (PM01) i z wychodni (PR01) wykazują podobieństwo strukturalne i teksturalne do wapieni z Amathus (szczególnie pod względem rodzaju i składu szkieletu ziarnowego oraz typu cementu)

Fig. 8. Microscopic images of the compared limestones. Sample AM06 is a biomicrosparite from the upper part of the Amathus section (Pakhna Formation, Miocene). Samples from Pyrgos-Mavrorachi site (PM01) and the local outcrop (PR01) indicate structural and textural similarity with the limestone from Amathus (particularly in terms of type and content of grain skeleton and type of cement)

jasnych minerałów. Choć ich skład chemiczny (określony na podstawie badań SEM-EDS) również jest zbliżony, to mikroskopia optyczna wykazała pewne zróżnicowanie w składzie mineralnym, szczególnie w odniesieniu do minerałów ciemnych. Próbkę pochodzącą z zabudowy osady składa się głównie z amfiboli (gedryt) z domieszką chromitu, a próbka z wychodni – z piroksenów (augit, bronzyt). Rozbieżności te potwierdzają analizy chemiczne poszczególnych faz mineralnych uzyskane dzięki detektorowi EDS i weryfikacyjnym badaniom XRD.

Zróżnicowanie to może wynikać z procesów przeobrażenia skały. Odsłaniające się w wychodni utwory mają charakterystyczną „bulastą” strukturę o średnicy poszczególnych form wynoszącej ok. 30 cm, typową dla lawy poduszkowej, jednak struktura wewnętrzna skały jest stosunkowo zbyt jawnokrystaliczna. Dla porównania z krystalicznego podłoża stanowiska pobrano także próbkę lawy poduszkowej o podobnej, bulastej strukturze. Mikroskopowo przypomina skałę wykorzystaną do budowy dolnej części ścian budowli na stanowisku Pyrgos-Mavrorachi, choć makroskopowo różni się od niej znacząco, także pod względem ciężaru. Jest to skała ultramaficzna, którą budują amfibole, kwarc i plagioklasy. Wyniki analizy chemicznej wykazały obecność afrosydytytu. Ślady miedzi mogą świadczyć o mineralizacji tej skały. Wysoka zawartość amfiboli może być związana z przeobrażeniami metamorficznymi, jakim mogły ulec serie skalne, podobnie jak w przypadku utworów skalnych, z których pochodzi próbka z datowanej na epokę brązu budowli ze stanowiska Pyrgos-Mavrorachi.

WNIOSKI

Petrograficzne analizy materiału skalnego ze stanowiska Pyrgos-Mavrorachi wykazały, że surowiec wapienny użyty do zabudowy pochodził z najbliższego otoczenia dawnej osady. Miejszem wydobywania była prawdopodobnie wychodnia wapienia (PR01) w obrębie wzgórza znajdującego się ok. 500 m na południowy zachód od stanowiska. Jest to organodetrytyczny kalkarenit formacji Pakhna (miocen).

Skały krystaliczne, choć strukturalnie i mineralogicznie podobne do siebie, wykazują pewne różnice. Może to wynikać z budowy geologicznej ofiolitowego kompleksu Limassol Forest, którego historia geologiczna spowodowała, że typowe dla ofiolitu serie skalne zostały miejscami stektonizowane i przeobrażone. Z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że doleryt wykorzystany do budowy murów pochodził z wychodni skalnych znajdujących się ok. 200 m od osady. Materiał, z którego wykonano narzędzia, przypuszczalnie pochodzi z górnych stref masywu Troodos

i został przetransportowany w okolice stanowiska przez rzekę. Być może dlatego jest on dosyć zróżnicowany petrograficznie (dacyt, doleryt). Materiał ten stanowił doskonałe źródło surowców o wysokiej wytrzymałości, które używano do wyrobu np. siekierek czy gładzików znalezionych w Pyrgos-Mavrorachi (Elliott, 1991; Dutton, 2002).

Dla cypryjskiej społeczności pradziejowej, choć w tym czasie już wysoko rozwiniętej, ważny był dostęp do lokalnego kamienia budowlanego, którego nie trzeba było sprowadzać z obszarów położonych w dalszej odległości od powstającej osady. Liczne wychodnie skał osadowych i krystalicznych na przedpolu Troodos stanowiły doskonałe zaplecze surowcowe do rozbudowy osady.

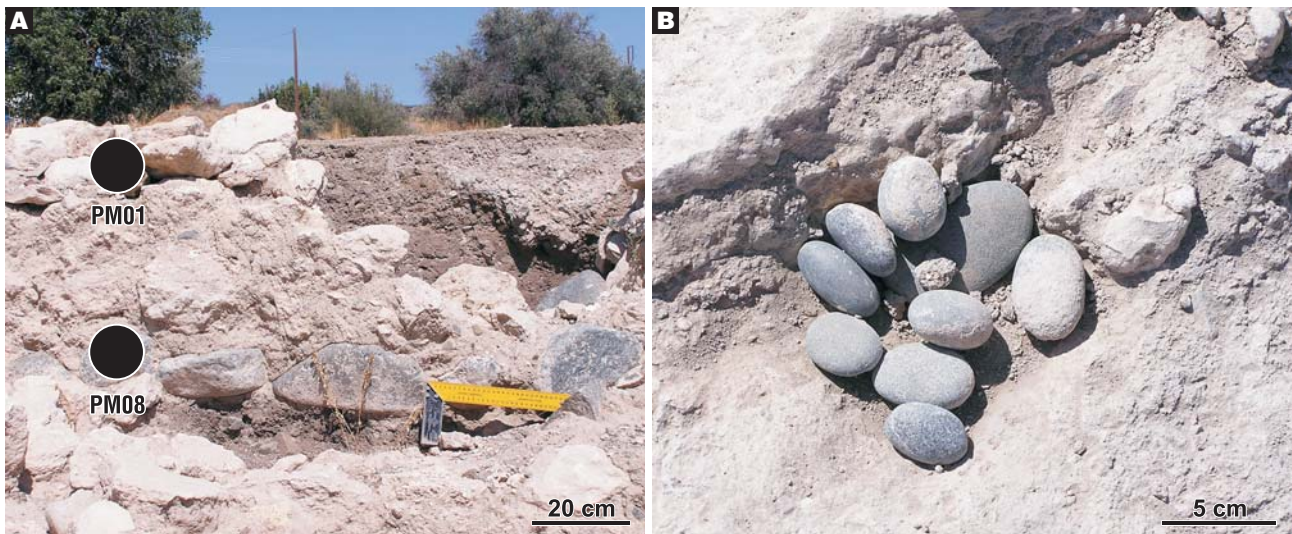
Składam serdeczne podziękowania dr Małgorzacie Mrozek-Wysockiej za poświęcony czas i owocne dyskusje, prof. Andrzejowi Wierzbowskiemu i dr. Jackowi Grabowskiemu za cenne uwagi i sugestie dotyczące artykułu. Prace wykonano w ramach badań statutowych Zakładu Geologii Dynamicznej i Regionalnej Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

LITERATURA

- BELGIORNO M.R. 1995 – Pyrgos in the Early Bronze Age. Report of the Department of Antiquities. Nicosia, Cyprus: 61–66.
 BELGIORNO M.R. 1999 – Preliminary report on Pyrgos excavations 1996–1997. Report of the Department of Antiquities. Nicosia: 71–80.
 CARANNANTE A. 2010 – Archaeomalacological data from the Bronze Age Industrial Complex of Pyrgos-Mavroraki (Cyprus). A non-dietary mollusc exploitation case. *MUNIBE, Supl., Gehigarria*, 31: 156–167.
 CONSTANTINOU G. 1995 – Geological map of Cyprus, 1 : 250 000. Geol. Surv. Dept., Cyprus.
 DUTTON R. 2002 – Troodos, from sea to summit. Kyriakou Books, Limassol, s. 79.
 ELLIOTT C. 1991 – Rock sources of ground stone tools of the Chalcolithic period in Cyprus. *Bull. Am. Sch. Orient. Res.*, 282/283: 95–106.
 FLOURENTZOS P. (red.) 2010 – Annual report of the Department of Antiquities for the year 2008. Print. Office Rep. Cyprus, Lefkosia: 53–54.
 GALE N.H. 1991 – Metals and metallurgy in the Chalcolithic period. *Bull. Am. Sch. Orient. Res.*, 282/283: 37–61.
 HOLT K. 2009 – Tales from an itinerant traveller – Roman Cyprus. Part Four. Amathus. *ARA News*, 22: 3–6.
 POLIKRETI K., MANIATIS Y., BASSIAKOS Y., KOUROU N. & KARAGEORGHIS V. 2004 – Provenance of archaeological limestone with EPR spectroscopy: the case of the Cypriote-type statuettes. *J. Archaeol. Sci.*, 31: 1015–1028.
 ROBERTSON A.H.F. 1998 – Mesozoic-Tertiary tectonic evolution of the easternmost Mediterranean area: integration of marine and land evidence. [W:] Robertson A.H.F. i in. (red.) *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 160: 723–782.
 XENOPHONTOS C. 1991 – Picrolite, its nature, provenance and possible distribution patterns in the Chalcolithic period of Cyprus. *Bull. Am. Sch. Orient. Res.*, 282/283: 127–138.

Praca wpłynęła do redakcji 7.08.2012 r.
 Akceptowano do druku 19.02.2013 r.

**Badania nad pochodzeniem surowców skalnych
ze stanowiska archeologicznego Pyrgos-Mavrorachi (Cypr) (patrz str. 583)**
**Studies on the provenance of stone material
from the archaeological site of Pyrgos-Mavrorachi (Cyprus) (see p. 583)**



Ryc. 4. Stanowisko Pyrgos-Mavrorachi: **A** – fragment struktur kamiennych, widoczny podział na skały osadowe w górnej części i skały krystaliczne w dolnej części; **B** – narzędzia kamienne. Czarnymi punktami oznaczono miejsca pobrania próbek PM01 i PM08
Fig. 4. Pyrgos-Mavrorachi site: **A** – fragment of stone structures with visible division into sedimentary rocks in the upper part and crystalline rocks in the lower part; **B** – stone tools. Black points denote location of samples PM01 and PM08



Ryc. 5. Profil z Amathus, pozostałość dawnego klifu. Zróżnicowanie warstw wapieni: porowaty biomicrosparyt (AM06), biomikryt z cechami kierunkowymi (AM05), masywny biomicrosparyt (AM04). Obie fot. M. Dzwoniarek
Fig. 5. Amathus section, the remains of the old cliff. Diversity within the limestone layers: porous biomicrosparite (AM06), biomicrite with directional features (AM05), massive biomicrite (AM04). Both photos by M. Dzwoniarek

**Badania nad pochodzeniem surowców skalnych
ze stanowiska archeologicznego Pyrgos-Mavrorachi (Cypr) (patrz str. 583)**
**Studies on the provenance of stone material
from the archaeological site of Pyrgos-Mavrorachi (Cyprus) (see p. 583)**



Ryc. 6. Amathous (ok. 5 km na południowy zachód od stanowiska Pyrgos-Mavrorachi), widok na starożytną agorę. Obszar zbudowany z wapieni i osadów koluwialno-aluwialnych (miocen–dziś)

Fig. 6. Amathous (ca. 5 km southwest of the Pyrgos-Mavrorachi archaeological site), view of the ancient agora. The area is composed of limestones and colluvial-alluvial deposits (Miocene–Recent)



Ryc. 7. Kourion (ok. 30 km na południowy zachód od stanowiska Pyrgos-Mavrorachi), widok na wapienne klify i dawną wyniesioną plażę (miocen–dziś). Obie fot. M. Dzwoniarek

Fig. 7. Kourion (ca. 30 km southwest of the Pyrgos-Mavrorachi archaeological site), view of the limestone cliffs and old raised beach (Miocene–Recent). Both photos by M. Dzwoniarek