

Marmur Błogosławionej Salomei – odmiana wapienia górnourajskiego i jego rola w małej architekturze

Jan Bromowicz¹, Beata Figarska-Warchoł¹



J. Bromowicz



B. Figarska-Warchoł

Marble of Blessed Salomea – a variety of Upper Jurassic limestone and its role in small architecture. Prz. Geol., 64: 848–860.

Abstract. The paper is an attempt to evaluate the geological and quarrying conditions of the Blessed Salomea “marble”. Its physico-mechanical properties were determined in relation to the lithology. The probable volume of excavated rock material was compared to the volume of the small architecture elements, mainly altars and tombstones made of this stone. The comparison indicates that the rocks with similar colour and physico-mechanical properties occur also within other outcrops of Upper Jurassic limestones in the vicinity of Cracow. The “marble” of Blessed Salomea is distinguishable due to its other features. Besides the ability to take polish, these include the possibilities of cutting very large blocks and ability to be carved for figural and ornamental sculpture. These characteristics are related to the homogeneity caused by the large amount of micrite. So far, no other Jurassic limestone with these

distinguishing properties has been found.

Keywords: Baroque architecture, Cracow Upland, Upper Jurassic limestones, physical and mechanical properties, block-forming capability

Wśród popularnych w Krakowie wapieni jurajskich szczególnie miejsce zajmuje ich odmiana znana pod nazwą „marmuru” bł. Salomei. Jego odnalezienie pod koniec XVII w. w atmosferze legendarnego cudu oraz pochodzący z tamtego czasu opis wyglądu i właściwości są przykładem kamieniarskiego marketingu. Współcześnie dzięki pracom historyków sztuki pojawiają się nieznane dotąd przykłady wykorzystania tej skały (Wardzyński, 2012, 2013). Mimo że znane jest miejsce jej występowania i ogólny opis (Holcer & Krajewski, 2001a, b), ciągle brakuje oceny czynników, które wpłynęły na unikalne walory dekoracyjne, specjalną podatność do obróbki rzeźbiarskiej i możliwości pozyskania brył o dużych rozmiarach.

Celem pracy jest ukazanie przyczyn szczególnej wartości marmuru bł. Salomei na tle występowania i użytkowania wapieni górnourajskich w rejonie Krakowa.

Przeprowadzono obserwacje w miejscu wydobywania, wykonano opisy makro- i mikroskopowe pobranych próbek oraz oznaczono ich podstawowe właściwości fizyczno-mechaniczne. Podobne prace wykonano dla reprezentujących różne facje wapieni jurajskich ze złoża Nielepice. Wypolerowane powierzchnie wytypowanych próbek porównano z marmurami bł. Salomei użytymi w małej architekturze krakowskich kościołów. Oceniono objętość wydobytej skały z miejsca występowania opisywanej odmiany i porównano ją z kubaturą brył koniecznych do wykonania rzeźb i innych elementów architektonicznych.

PRZEDMIOT BADAŃ

Przedmiotem badań były wapienie określane nazwą „marmuru” bł. Salomei, wykorzystywane na przełomie XVII i XVIII w. przez kamieniarzy do wykonywania elementów zdobniczych barokowych kościołów. Odkrycie

złoża tych skał nastąpiło na przełomie listopada i grudnia 1689 r. (Piskorski, 1691). Nazwę dla tego kamiennego materiału zaproponował ks. Sebastian Piskorski (ryc. 1) – inicjator budowy zespołu sakralnego na wapiennym wzgórzu w Grodzisku k. Skały. Miał on upamiętniać życie bł. Salomei – siostry Bolesława Wstydlivego, fundatora klasztoru klarysek, który wg opinii znajdował się w tym miejscu w



Ryc. 1. Portret ks. Sebastiana Piskorskiego w epitafrum z początku XVIII w. w kościele św. Anny w Krakowie. Fot. B. Figarska-Warchoł
Fig. 1. Portrait of priest Sebastian Piskorski in an early 18th-century epitaph. The church of St. Anne in Cracow. Photo by B. Figarska-Warchoł

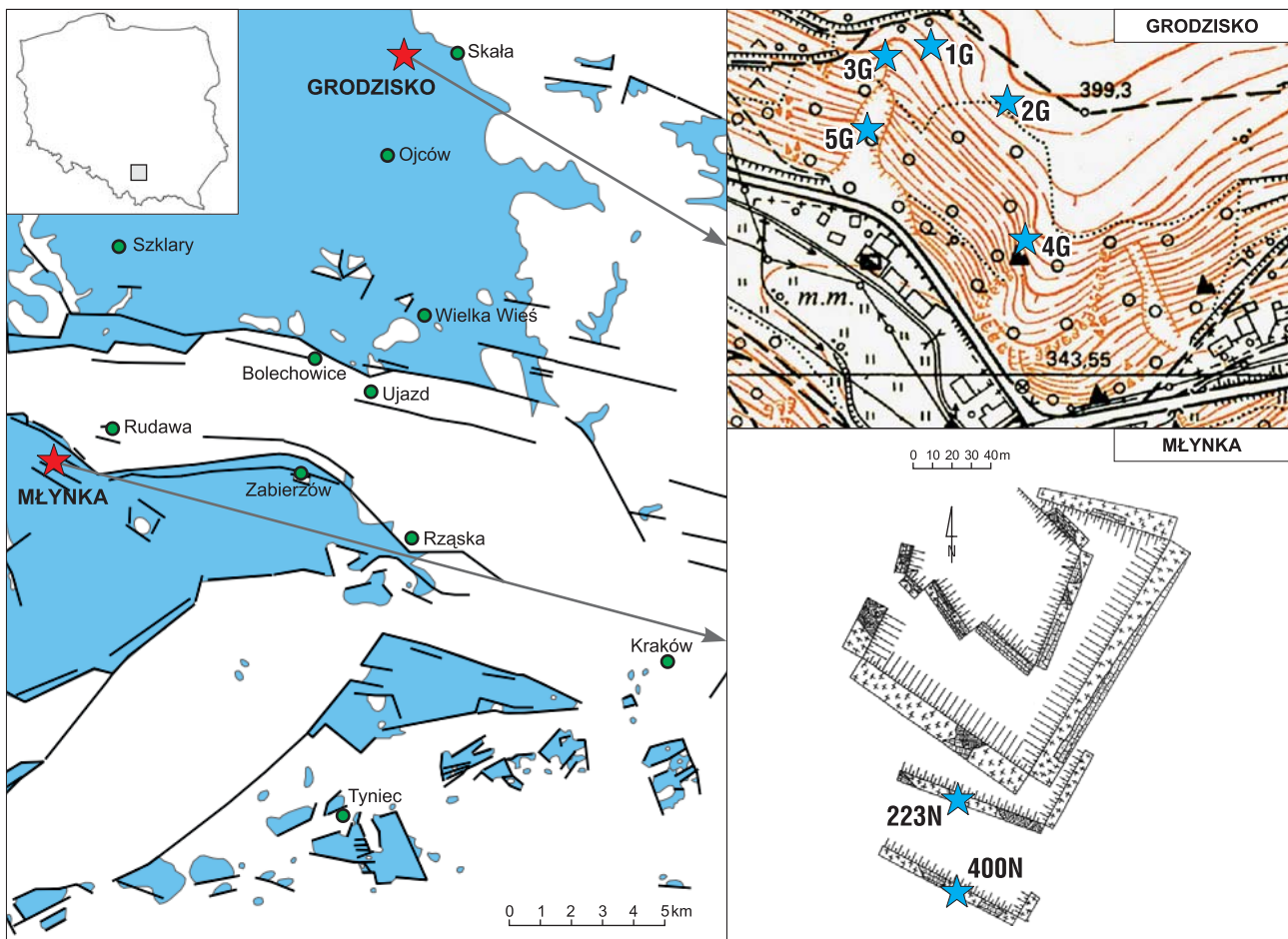
¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; bromow@geol.agh.edu.pl, figarska@agh.edu.pl.

XIII w. Co prawda późniejsze badania (Holcer, 2001) wskazują raczej na samą Skałę, jako miejsce lokalizacji klasztoru, niemniej jednak pozostałości średniowiecznych budowli (prawdopodobnie tylko zamku i kościoła) były wykorzystane najpierw do odbudowania przez krakowskie klaryski kościoła w latach 1642–1643, a później do budowy w okresie 1677–1691 zespołu pustelniczego-sakralnego nazwanego Pustelnią Błogosławionej Salomei. Składa się on z trzech zasadniczych członów: kościoła, grot-kaplic i rzekomej pustelnicznej celi bł. Salomei.

Ksiądz Piskorski, profesor i rektor Akademii Krakowskiej, podczas wznoszenia tego i innych obiektów sakralnych (m.in. przebudowy kościołów św. Anny i św. Andrzeja w Krakowie) zainteresował się odkrytymi w 1689 r. w pobliżu Grodziska wapieniami o wysokiej odporności i dużej bloczności. Ich odnalezienie skojarzył z osobą założycielki dawnego klasztoru klarysek na Skale Najświętszej Marii Panny, gdzie właśnie prowadził prace budowlane. Jego odkrycie traktował w kategoriach cudu, a ten wyjątkowy materiał zaczął być wykorzystywany w obiektach sakralnych zarówno w Krakowie, jak i w innych miastach ówczesnej Rzeczypospolitej. Niestety złożo szybko uległo wyczerpaniu, świadcząc dodatkowo o unikalnym charakterze wydobywanego z niego surowca.

LOKALIZACJA OBSZARU BADAŃ

Lokalizacja łomu, z którego wydobywano marmur bł. Salomei, jest podawana przez Holcera i Krajewskiego (2001b) na podstawie opisu Piskorskiego (1691): „przez sam Skały kraniec ścieżka prowadzi do Marmurowej góry na boku wschodowym zimowym Skały nierozdzielnej”. Z powyższego opisu wynika, że ścieżka wiodąca do łomu, biegła od kościoła na szczycie wzniesienia Grodzisko w kierunku południowo-wschodnim. Opisywane wyrobisko znajduje się prawdopodobnie tuż przy drodze wiodącej z Ojcowa do Pieskowej Skały, naprzeciw wciąż działającego młyna Państwa Katarzyńskich, na południowym stoku wzniesienia, na którym założono Pustelnię bł. Salomei, kilka metrów nad dnem wąskiej doliny Prądnika (ryc. 2). Obecnie łom porasta las, ale na zdjęciu sprzed 100 lat w tym miejscu jest widoczne wyraźne odsłonięcie jasnych skał (ryc. 3). Do wyrobiska prowadzi kilkumetrowej szerokości przewężenie, które rozszerza się ku górze do maksymalnie ok. 20–30 m. Dno łomu jest nierówne i wznosi się w kierunku północnym na wysokości 350–380 m n.p.m. Kształt i wielkość łomu wykluczają powstanie w tym miejscu doliny w sposób naturalny, mimo że leży on na przebiegu linii dolinnej i do dziś stanowi drogę odprowadzania wody deszczowej ze stoku. Jedyne odsłonięcia skał w ścia-



Ryc. 2. Lokalizacja obszaru badań i miejsc pobrania próbek na tle wychodni utworów jurajskich w rejonie Krakowa (wg Gradzińskiego, 2009) oraz na podkładzie mapy topograficznej (Mapa topograficzna w skali 1 : 5000, 1980) i mapy wyrobiska w Nielepicach (wg Bromowicza, 2001)

Fig. 2. Location of the study area and sampling sites against the background of the map of Jurassic strata outcrops of the Cracow region (after Gradziński, 2009), the topographic map (Topographic map on the scale of 1 : 5000, 1980) and the map of the Nielepice quarry (after Bromowicz, 2001)



Ryc. 3. Widok na południowy stok wzniesienia Grodzisko na początku XX w. Fot. z archiwum Państwa Katarzyńskich

Fig. 3. A view of the southern slope of the Grodzisko hill at the beginning of the 20th century. Photo from the archives of the Mr. and Mrs. Katarzyński)

nach łomu znajdują się dziś w jego północnej, najwyższej części. Widoczne w nich wapienie są spękane i zwietrzałe. Świeży materiał ukazuje się w przemywanym okresowo dnie łomu, z którego pobrano próbkę do badań (próbka 5G).

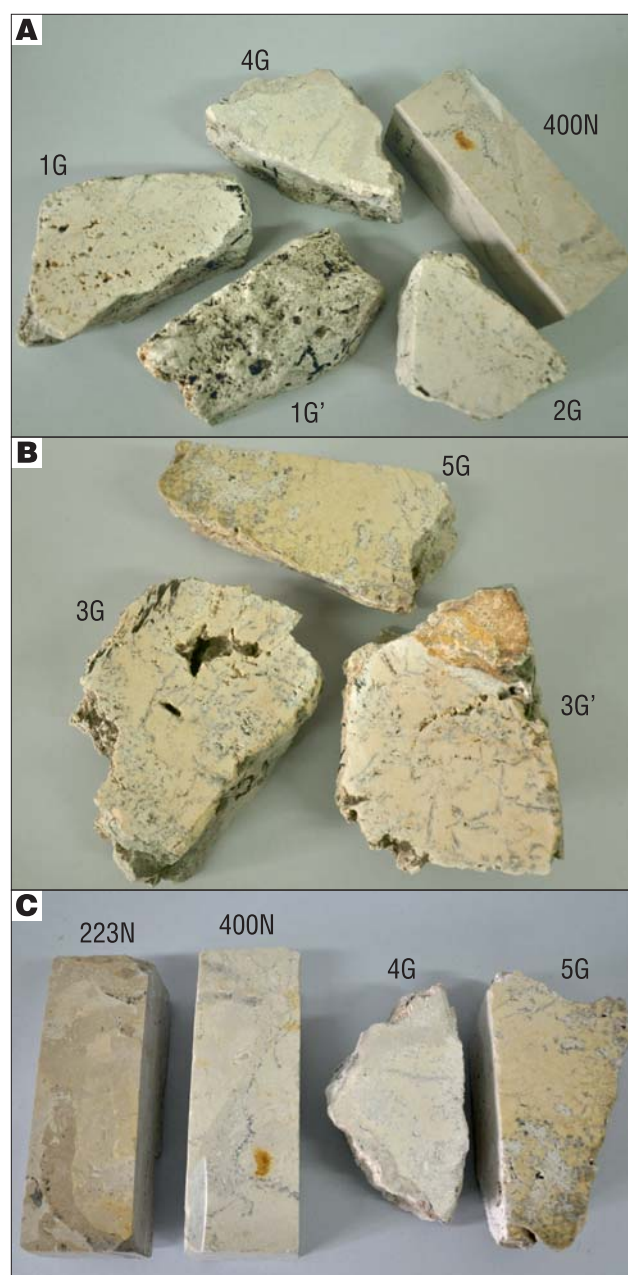
Ponadto również w otoczeniu łomu można napotkać wychodnie wapieni, których makroskopowe wykształcenie mogło wzbudzić zainteresowanie ks. Piskorskiego. Już kilkanaście metrów powyżej łomu znajdują się najbliższe takie odsłonięcia o wielkościach nie przekraczających kilku metrów (próbka 3G), a kolejne – idąc ścieżką w kierunku wschodnim (próbki 1G i 2G). Widoczne są tu wapienie skaliste zbite, o stosunkowo rzadko występujących spękaniach (nawet w odległościach ponad 2 m). Większe odsłonięcie wapieni skalistych jest widoczne ok. 100 m na SE od łomu w ścianie grupy skalnej Skalny Wędrowiec (próbka 4G).

Na podobnie wykształcone makroskopowo wapienie natrafiono w trakcie badań nad oceną odporności na zmienne naprężenia wapieni jurajskich ze złoża Nielepice, odległego o prawie 17 km w kierunku SW od Grodziska (Bromowicz & Figarska-Warchoł, 2008). Niektóre próbki należące do wapieni skalistych i uławiconych, odsłaniających się w najwyższych poziomach kamieniołomu, odznaczały się wyjątkowo wysoką odpornością na naprężenia wywołane wielokrotnie powtarzanym zamrozem i ścisaniem. Zostało to potwierdzone zarówno w obserwacjach mikroskopowych, jak i w badaniach właściwości fizyczno-mechanicznych. Z tego powodu zrezygnowano z wyników otrzymanych dla nich we wspomnianej wyżej ocenie oraz ograniczono się do rezultatów uzyskanych dla wapieni uławiconych i płytowych z niższej części kamieniołomu (100N–300N). Wymienione wyżej cechy sprawiły, że pominięte wówczas próbki wapieni skalistych z Nielepicy (223N i 400N) stały się przedmiotem niniejszych badań.

OBSERWACJE PETROGRAFICZNE

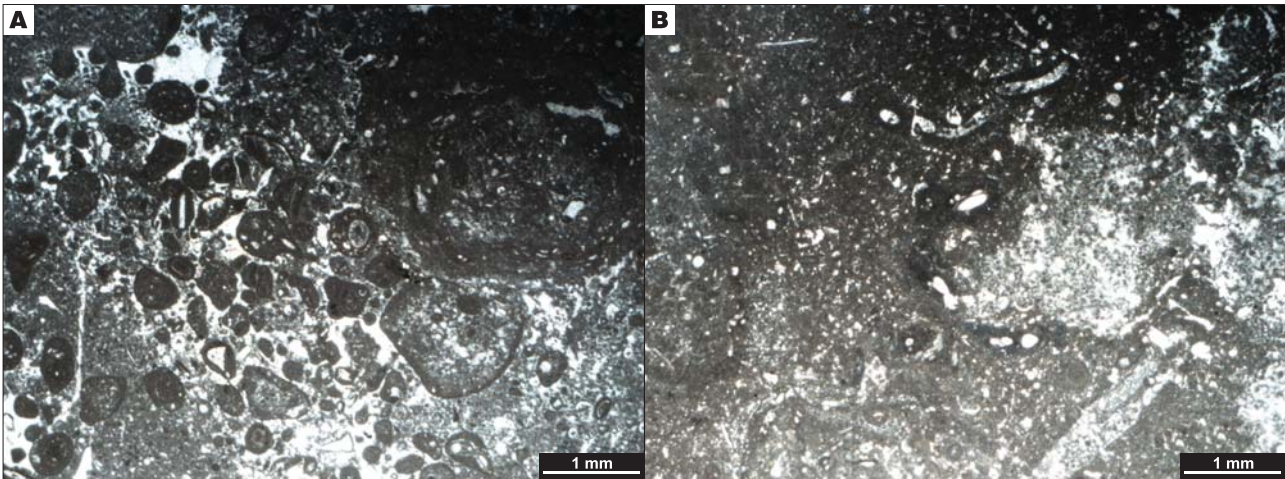
Z geologicznego punktu widzenia marmur bł. Salomei należy do facji wapieni skalistych (masywnych) jury górnej, których występowanie na obszarze Wyżyny Krakowskiej wiąże się przede wszystkim z mikrobialno-gąbkowymi biohermalnymi budowlami węglanowymi zwanymi dziś rafami, powstającymi w marginalnej części basenu epikontynentalnego (Dzuffyński, 1953; Matyszkiewicz, 1997; Krajewski & Matyszkiewicz, 2004).

Marmur bł. Salomei, wykorzystany w Grodzisku i kolegiacie św. Anny, co dokumentują źródła (Piskorski, 1691; Kurzej, 2008), jest makroskopowo barwy „białości słoniowej” z pojawiającymi się w różnym nasileniu śladami skalcyfikowanych gąbek w formie szarych, wydłużonych stref, których szerokość wynosi ok. 1 cm, a długość sięga kilku centymetrów. W mniej spektakularnych przykładach użycia skała ta posiada ciepłą, żółtą barwę o różnym natężeniu. Jest zwięzła o niedostrzegalnych składnikach, sporadycznie tylko widocznych białych i zwykle obłych plamkach o średnicach najczęściej rzędu ułamków milimetrów, rzadziej do 3 mm. Obecne są też, niezbyt często, szwy sty-



Ryc. 4. Makroskopowe wykształcenie badanych próbek: **A** – odmiany jasnokremowej i **B** – odmiany żółtawokremowej z Grodziska, **C** – z kamieniołomu Młynka w porównaniu z poprzednimi odmianami. Fot. B. Figarska-Warchoł

Fig. 4. Hand specimen development of the rocks studied: **A** – light creamy variety, and **B** – yellowish creamy variety from Grodzisko, **C** – rocks from the Mlynka quarry and the previous varieties. Photo by B. Figarska-Warchoł



Ryc. 5. Mikroskopowe wykształcenie wapieni: **A** – próbka 5G (oncopelmikryt), **B** – próbka 400N (mikrobiałno-gąbkowa struktura wapienia). Fot. J. Bromowicz

Fig. 5. The samples of limestones in thin sections: **A** – sample No. 5G (oncopelmicrite), **B** – sample No. 400N (microbial-sponge structure of limestone). Photo by J. Bromowicz

lolitowe o zygzakowatym przebiegu, których amplitudy nie przekraczają 3 cm. Wzdłuż przebiegu stylolitów i na granicy pomiędzy śladami gąbek a mikrytowym tłem występują pustki o wielkości do 3 mm, niekiedy wypełnione sparytem. Skała ta przyjmuje fakturę polerowaną, utrzymującą się w zamkniętych pomieszczeniach, izolowanych od wpływów atmosferycznych.

Próbki pobrane w Grodzisku (1G–5G) reprezentują zwarte wapienie w dwóch barwnych odmianach, o niedostrzegalnych składnikach, z charakterystycznymi szarymi strefami. Niekiedy tylko w nadwiertzalych fragmentach są widoczne pojedyncze składniki o kulistych kształtach i średnicach ok. 1 mm oraz gąbki o wielkości do kilku centymetrów, jak też i stylolity, ujawniające się najpełniej po wypolerowaniu powierzchni. Wszystkie próbki wykazywały oznaki wietrzenia i zawierały pustki oraz spękania do 1 cm, zwykle w całości wypełnione sparytem. Jasne wapienie pobrano z mniejszych odsłoneń ze stoku powyżej łomu oraz z kilkumetrowej ławicy Skalnego Wędrowca (próbki 1G, 2G i 4G; ryc. 4A). Próbki z samego wyrobiska, pozostałego po eksploatacji marmurów bł. Salomei, i z załomu skalnego położonego kilka metrów nad nim zasadniczo charakteryzowały się ciepłą żółtawą barwą, ale miejscami były widoczne przejścia do odmiany jasnej (próbki 3G i 5G; ryc. 4B).

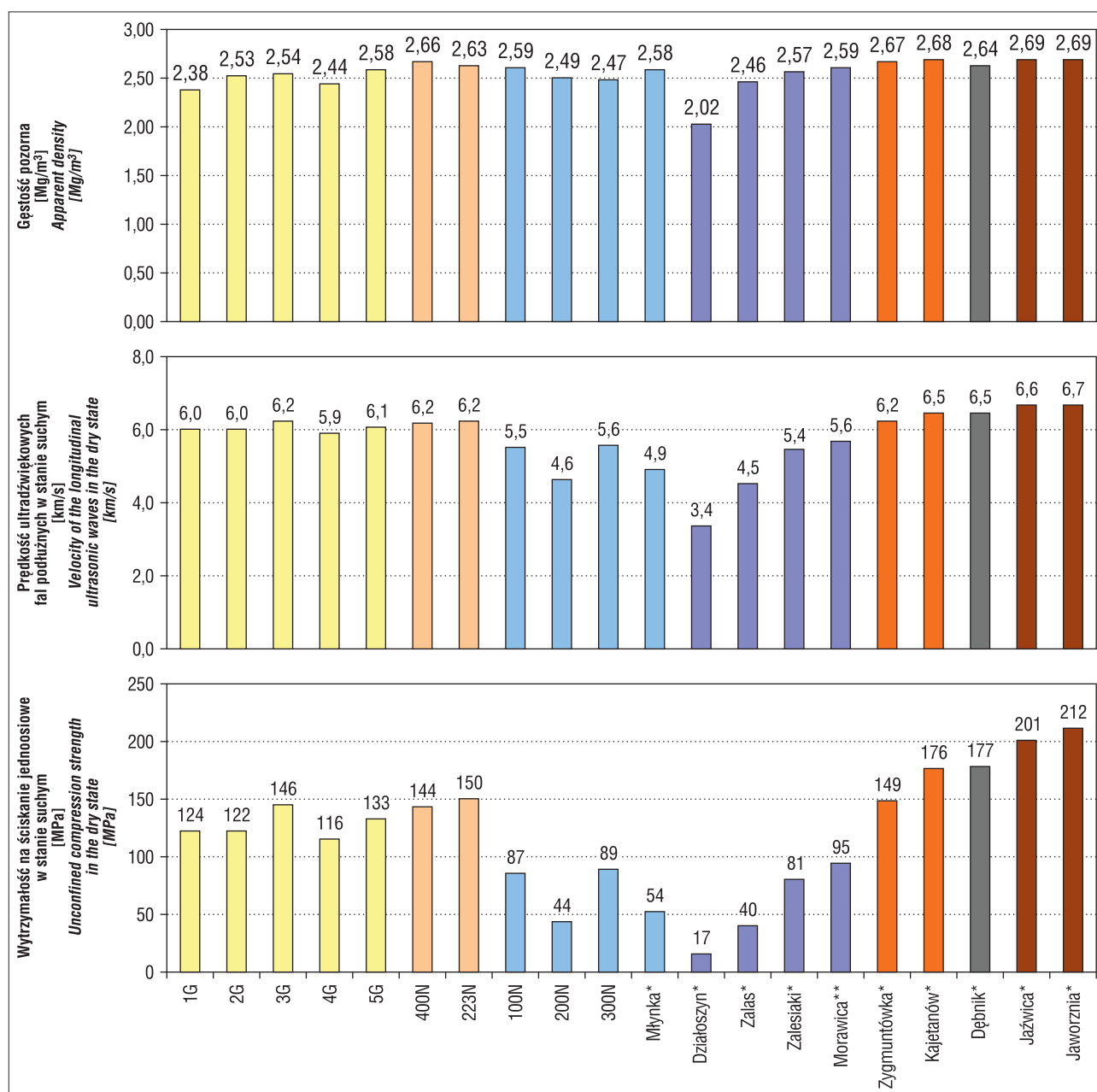
W obserwacjach mikroskopowych przeważają składniki mikrytowe, zwykle w formie peloidów z luźno rozmieszczonymi silnie zmikrytyzowanymi onkolitami, rzadziej intraklastami reprezentowanymi głównie przez oncopelmikryty wg klasyfikacji Folka (1959). We wszystkich próbkach obserwuje się bioklasty, np. w postaci rozpoznawalnych fragmentów wapiennych i zwapniałych gąbek krzemionkowych (tuberoidów) o wielkości do 10 mm z serpulami i śladami drażeń, płytek szkarłupni, mszywiołów, otwornic oraz ramienionogów. Towarzyszą im formy silnie zatarte. Jedne i drugie posiadają mikrytową otoczkę mikrobiałnego oskorupienia. Stosunkowo liczne są mikrobiałity, najczęściej wykształcone jako leiolity, rzadziej stromatolity peloidalne oraz trombolity warstwowe. Według klasyfikacji Dunhama (1962) omawiane skały należą do typu wackstone, a w obecności dużych składników – do floatstone. Na podkreślenie zasługuje silna mikrytyzacja składników, obecność mikrobiałitów i licznych bioklastów (ryc. 5A).

Szczególnie odporne wapienie skaliste ze złoża Nielepice o wyglądzie bardzo przypominającym marmur bł. Salomei (próbka 400N – odmiana jasnokremowa) opisano w pięciu płytkach cienkich wykonanych z różnych partii 15-centymetrowych prostopadłościaków (ryc. 4C). Obrazy z poszczególnych szlifów różnią się składem materiału okruczowego i jego wielkością, a ich wspólną cechą jest przewaga mikrytu, brak kontaktów między składnikami oraz silna mikrytyzacja komponentów (ryc. 5B). Zarówno udział składników, jak i ich wielkość, obecność pustek, a także stylolitów oraz pozycja w klasyfikacji Dunhama (1962) upodabniają te próbki do opisanych powyżej z Grodziska.

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNE BADANYCH PRÓBEK NA TLE INNYCH WAPIENI DEKORACYJNYCH

Pobrane próbki poddano badaniom laboratoryjnym, oznaczając ich gęstość pozorną, nasiąkliwość wagową, porowatość efektywną i prędkość fal podłużnych o dużych częstotliwościach. Przyjmując kalcyt za podstawowy składnik tych skał, założono ich gęstość właściwą równą $2,72 \text{ Mg/m}^3$ i na tej podstawie obliczono porowatość całkowitą, obejmującą zarówno pory zamknięte, jak i dostępne dla wody. Pomierzone prędkości przebiegu podłużnych fal ultradźwiękowych pozwoliły na oszacowanie wytrzymałości na ściskanie badanych wapieni z wykorzystaniem zależności pomiędzy tymi parametrami dla skał węglanowych (Pinińska & Płatek, 2002), jak też na ocenę dynamicznego modułu Younga wg metodyki opisanej w pracy Pinińskiej i Karskiej (1986). Otrzymane wyniki porównano z właściwościami innych polskich wapieni, określanymi w nomenklaturze kamieniarskiej jako marmury, czyli przyjmujących poler skał węglanowych, wykorzystywanych, podobnie jak marmury bł. Salomei, jako dekoracyjne.

Właściwości fizyczno-mechaniczne skał o historycznej nazwie marmurów bł. Salomei wyraźnie różnią się od znanych z literatury właściwości wapieni jurajskich wydobywanych do niedawna w okolicach Krakowa (Bromowicz, 2001). Gęstość pozorną tych ostatnich zwykle nie przekracza $2,50 \text{ Mg/m}^3$, nasiąkliwość wagowa jest wyższa niż 1%, a wytrzymałość na ściskanie rzadko sięga 100 MPa. Z kolei wyniki oznaczeń gęstości pozornej w



Ryc. 6. Porównanie właściwości fizyczno-mechanicznych badanych próbek i wapieni z innych złóż. Dane wg: *Pinińskiej (1994, 1999), **Dębskiego (1966) – tylko gęstość pozorną

Fig. 6. Comparison of the physico-mechanical properties of the studied limestones and limestones from other deposits. After: *Pinińska (1994, 1999), **Dębski (1966) – only apparent density

próbkach z Grodziska były nieco zaniżone ze względu na obecność licznych pustek, w których podczas badania gromadziła się woda. Jednak z uzyskanych wyników można wnioskować, że gęstość ta jest stosunkowo wysoka (ok. 2,44–2,58 Mg/m³), rzadziej niższa, a w próbkach z Nielepic dochodzi do 2,66 Mg/m³, przy nasiąkliwości nie przekraczającej 3% dla próbek z Grodziska i 1% z Nielepic (tab. 1). Podobną gęstość pozorną wykazują inne wapienie jurajskie o charakterze marmurów technicznych, np. Zalesiaki – 2,57 Mg/m³, Morawica – 2,59 Mg/m³, a nawet niektóre paleozoiczne np. Dębnik – 2,64 Mg/m³ (ryc. 6).

Porowatość próbek z Grodziska jest dość wysoka: 5,1–12,4% i być może zawyżona obecnością wspomnianych wyżej pustek. Uwagę zwracają jednak próbki z Nielepic, zwłaszcza 400N, które są najbardziej zbliżone swym wykształceniem makroskopowym do jasnej odmiany mar-

murów bł. Salomei, gdzie uzyskana porowatość całkowita jest stosunkowo niewielka – 2,1%, dwukrotnie przewyższając porowatość efektywną wynikającą z obecności porów dostępnych dla wody (nasiąkliwość objętościowa). Generalnie niewielką porowatość opisywanej skały potwierdzają wysokie wartości prędkości fal o dużych częstotliwościach, niewiele tylko wzrastające przy nasyceniu skały wodą.

Prędkość podłużnych fal ultradźwiękowych jest parametrem, który bardziej różnicuje próbki. Jego wysoka wartość jest związana z wyższą lityfikacją skały, co ułatwia polerowanie kamienia, podczas gdy obecność izolowanych pustek ma mniejszy wpływ na tę właściwość. Zasadniczo istotna jest tu zwięzłość skały, która wyraża stopień jej lityfikacji. Wyniki dla badanych próbek porównano z prędkościami przebiegu fal uzyskanymi dla wapieni uławiconych,

Tab. 1. Wybrane fizyczno-mechaniczne właściwości wapieni z kamieniołomów w Nielepicach i Grodzisku
Table 1. Selected physical and mechanical properties of the limestones from the quarries in Nielepice and Grodzisko

Facja wapieni <i>Limestone facies</i>	Nr próbek* <i>Sample No.*</i>	Gęstość pozorna [Mg/m ³] <i>Apparent density [Mg/m³]</i>	Nasiąkliwość wagowa [%] <i>Water absorbability [%]</i>	Porowatość efektywna [%] <i>Effective porosity [%]</i>	Porowatość całkowita** [%] <i>Total porosity** [%]</i>	Prędkość podłużnych fal ultradźwiękowych [km/s] <i>Velocity of the longitudinal ultrasonic waves [km/s]</i>		Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w stanie suchym [MPa] <i>Unconfined compression strength in the dry state [MPa]</i>	Moduł Younga (dynamiczny) [GPa] <i>Young's modulus (dynamic) [GPa]</i>
						w stanie suchym <i>in the dry state</i>	w stanie nasyconym wodą <i>after saturation with water</i>		
Płytowe <i>Platy</i>	300N	2,47	3,4	8,4	9,2	5,55	5,96	89	78
Uławiczone <i>Bedded</i>	200N	2,49	2,5	6,1	8,5	4,63	5,22	44	53
	223N	2,63	0,8	2,0	3,4	6,25	6,29	150	103
Skaliste <i>Massive</i>	100N	2,59	1,3	3,3	4,8	5,52	5,65	87	79
	400N	2,66	0,4	1,1	2,1	6,19	6,33	144	102
	1G	2,38	2,9	6,9	12,4	5,99	5,99	124	85
	2G	2,53	1,4	3,5	6,8	5,98	5,98	122	91
	3G	2,54	1,4	3,5	6,6	6,20	6,20	146	98
	4G	2,44	2,6	6,5	10,1	5,91	5,94	116	85
	5G	2,58	0,9	2,3	5,1	6,23	6,29	133	96

* Pochodzenie próbek: N – Nielepice; G – Grodzisko; wytłuszczone wyniki odnoszą się do próbek odpowiadających wapieniom znanym jako marmury bł. Salomei

** Dla obliczeń porowatości przyjęto wartość gęstości właściwej wapieni równą 2,72 Mg/m³

* Sampling sites: N – Nielepice; G – Grodzisko; samples corresponding to the limestones known as the marbles of Blessed Salomea are in bold

** The specific density of limestones equal to 2.72 Mg/m³ was accepted in the porosity calculations



Ryc. 7. Makroskopowe wykształcenie badanych próbek na tle trzech odmian barwnych wapieni morawickich. Fot. B. Figarska-Warchoł
Fig. 7. Hand specimen development of the rocks studied compared to that of the three coloured varieties of the Morawica limestones. Photo by B. Figarska-Warchoł

płytowych i nie przypominających marmurów bł. Salomei wapieni skalistych ze złoża Nielepice (tab. 1). Badane próbki charakteryzowały się wysokimi prędkościami w granicach 5,91–6,25 km/s, podczas gdy inne wapienie jurajskie (w tym także Morawica i Zalesiaki) osiągały średnie prędkości dla złóż w granicach 3,4–5,6 km/s. Jedynie zbite odmiany wapieni permskich i dewońskich, wykorzystywanych powszechnie jako materiał dekoracyjny, osiągały wyższe wartości prędkości fal 6,2–6,7 km/s.

Obliczone wartości dynamicznego modułu Younga ważyły się dla badanych próbek wapieni z Grodziska (1G–5G) i Nielepic (223N i 400N) w granicach 85–103 GPa i były wyższe od uzyskiwanych dla innych wapieni jurajskich, w tym także tych z Morawicy. Próbki z Nielepic dorównywały pod tym względem znanym marmurom technicz-

nym, a niewiele niższe wartości uzyskały próbki z łomu w Grodzisku i jego najbliższego otoczenia (3G i 5G).

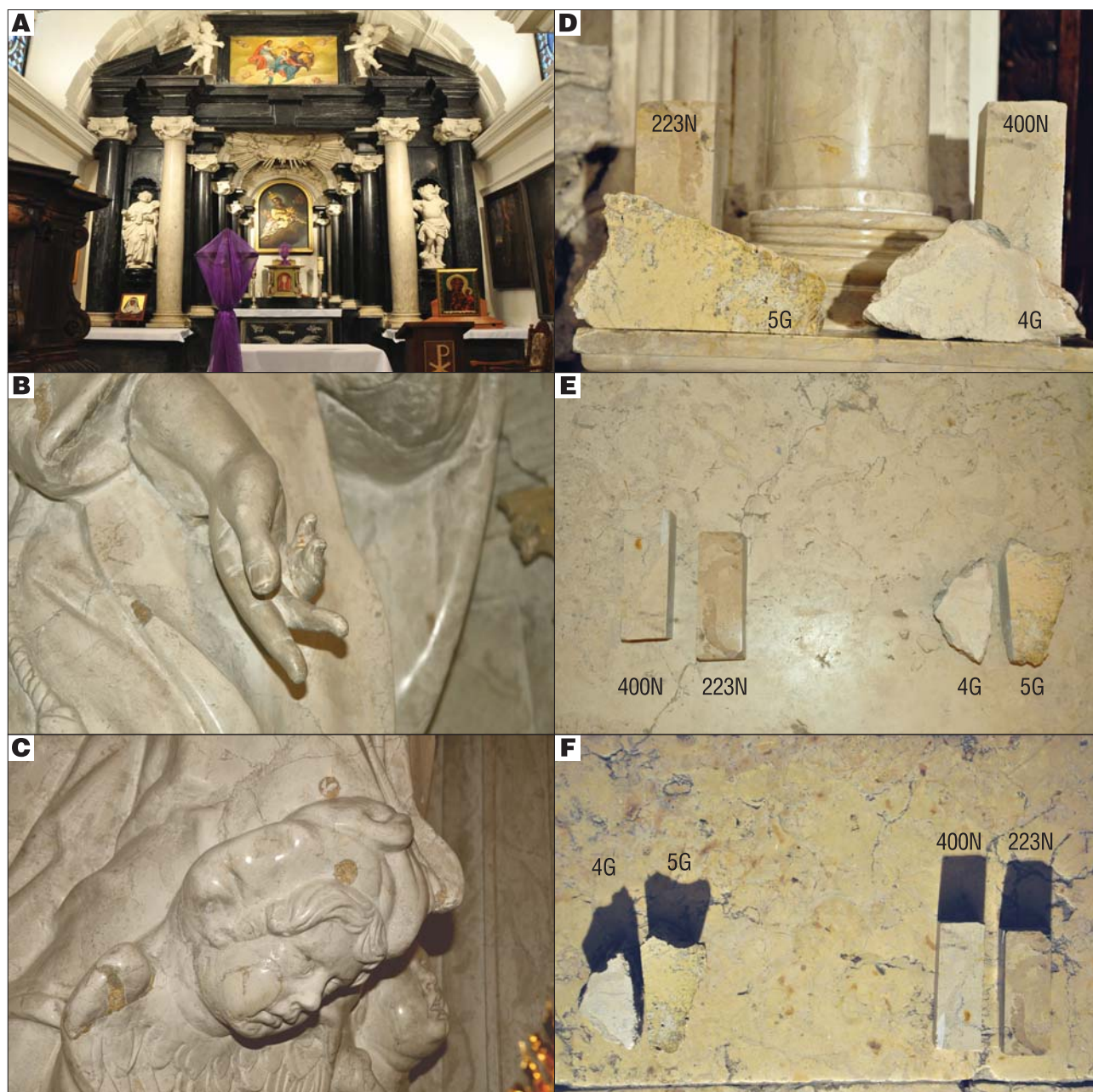
Oszacowane wartości wytrzymałości na ściskanie dla badanych skał mieściły się w granicach 116–150 MPa, podczas gdy dla wszystkich pozostałych skał jurajskich średnia nie przekraczała 100 MPa. Podobnie jak dla prędkości fal, badanym skałom dorównywały jedynie marmury techniczne permskie i dewońskie (149–212 MPa).

Poza właściwościami fizyczno-mechanicznymi o możliwości zastosowania skały decydują także jej właściwości dekoracyjne. Do takich należą przede wszystkim barwa i rysunek (struktura, tekstura). Porównując badane wapienie z różnymi odmianami barwnymi popularnie stosowanych tuberolitowych wapieni morawickich, stwierdzono, że te drugie, zwykle szarokremowe, mogą się równać jedynie z ciemniejszą próbką z kamieniołomu w Nielepicach (ryc. 7). Pozostałe próbki odpowiadające marmurom bł. Salomei mają odcienie znacznie jaśniejsze, nie wykazując przy tym struktury plamkowej, obecnej w wapieniach morawickich, a ich barwa jest bardziej jednolita, mimo widocznych gąbek krzemionkowych.

PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA MARMURU BŁ. SALOMEI W ARCHITEKTURZE

Wypolerowane powierzchnie próbek z Grodziska i Nielepic zestawiano z licznymi obiektami twórczości kamieniarskiej, w których użyto, wg historycznych zapisów, marmur bł. Salomei. Porównanie makroskopowe w zakresie barwy i struktury materiału, a także zdolności przyjmowania poleru pozwoliło na stwierdzenie z dużą pewnością ogromnego podobieństwa tych materiałów ze skałą użytą przez ks. Piskorskiego.

Pierwszy raz marmur bł. Salomei, zgodnie z przekazem Piskorskiego (1691), został użyty w Grodzisku przy budo-



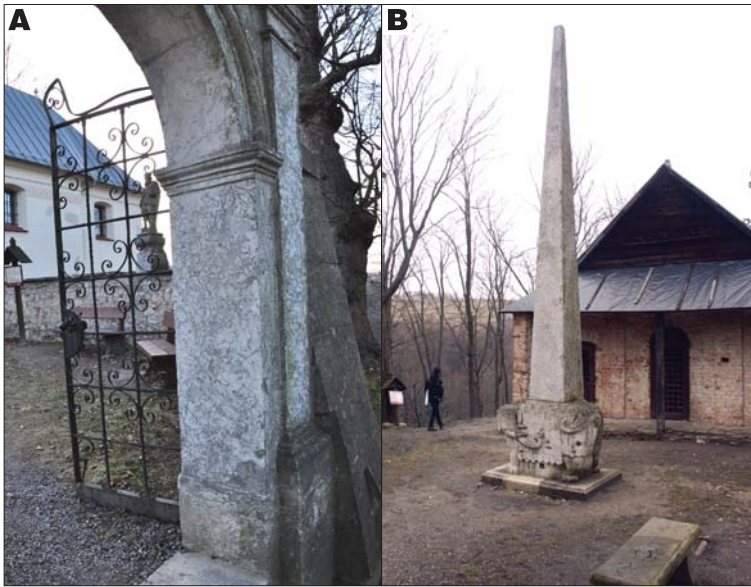
Ryc. 8. Przykłady zastosowania marmuru bł. Salomei we wnętrzu kościoła w Grodzisku: **A** – ołtarz główny, **B** i **C** – fragmenty figury bł. Salomei w bocznym ołtarzu, **D** – fragment bocznego ołtarza św. Marii Magdaleny i badane próbki, **E** i **F** – posadzki i badane próbki. Wszystkie fot. J. Bromowicz

Fig. 8. Examples of the Blessed Salomea marble inside the church in Grodzisko: **A** – main altar, **B** and **C** – fragments of the Blessed Salomea statue in a side altar, **D** – a fragment of the side altar of St. Mary Magdalene versus the rocks studied, **E** and **F** – marble floors versus the rocks studied. All photos by J. Bromowicz

wie zespołu pustelniczo-sakralnego tzw. Pustelni Błogosławionej Salomei. Wykonano z niego zarówno elementy znajdujące się wewnątrz kościoła, jak i na zewnątrz, tj. bramy czy posągi. W wystroju kościoła o barokowym charakterze wykorzystano go w kontraście z czarnym wapieniem dębnickim. W elementach wykonanych z wapienia, odkrytego w trakcie budowy kościoła, można odnaleźć bardzo jasną odmianę tej skały. Dzięki zastosowaniu marmuru bł. Salomei było możliwe wykonanie dwóch kolumn o wysokości ok. 2,5 m w ołtarzu głównym (ryc. 8A), a także detali zdobniczych i rzeźb figuralnych o bardzo wyrafinowanych kształtach (np. dłonie zachowanej do dziś figury bł. Salomei w ołtarzu bocznym; ryc. 8B, 8C). Odmiana ta najbar-

dziej odpowiada makroskopowo jasnej odmianie wapienia z Nielepic (próbka 400N), choć jest zbliżona również do jasnej odmiany z Grodziska (próbka 4G; ryc. 8D). W posadzkach kościoła zastosowano płyty należące do różnych odmian wapienia zarówno jasnych (ryc. 8E), jak i żółtawych (ryc. 8F).

W zewnętrznej architekturze Pustelni marmur bł. Salomei użyto m.in. do budowy bramy wejściowej, wiodącej na plac przykościelny, który pod koniec XVII w. stanowił teren cmentarza (Piskorski, 1691; ryc. 9A). Bloki widocznego w bramie wapiennego kamienia osiągają długość ok. 1,5 m, przy kilkudziesięciocentymetrowej szerokości i grubości. Wyjątkową formą architektoniczną jest obelisk, który



Ryc. 9. Pustelnia bł. Salomei w Grodzisku: **A** – fragment bramy głównej, **B** – obelisk z rzeźbą słonia. Ryc. 9A fot. B. Figarska-Warchoł, ryc. 9B fot. J. Bromowicz
Fig. 9. Hermitage of Blessed Salomea in Grodzisko: **A** – a fragment of the main gate, **B** – an obelisk with the sculpture of an elephant. Fig. 9A photo by B. Figarska-Warchoł, Fig. 9B photo by J. Bromowicz

nawiązuje swoim kształtem do rzymskiej rzeźby na placu przy bazylice Santa Maria sopra Minerva (ryc. 9B). Wykorzystano tutaj pomysł Giovanni Lorenzo Berniniego, a polegał on na ustawieniu obelisku na grzbiecie słonia. Piskorski (1691) opisuje go jako „słup kończatograniasty na 12 łokci wżwyż”, co odpowiada wysokości ok. 7 m. Podstawę stanowi figura słonia wykonana zapewne z wapienia uławiczonego, o czym świadczą liczne buły i płaskury krzemienne, które układają się horyzontalnie, zaś ostrosłup został wycięty z jednej bryły jasnego wapienia bez obecności krzemieni. Chropowatość ścian może być celowo nadaną fakturą (np. młotkową) lub efektem wietrzenia początkowo wyszlifowanych powierzchni. Zamieszczona na słupie data – R.P. 1686 – sugeruje powstanie dzieła trzy lata przed odkryciem złoża marmuru bł. Salomei, chociaż wielkość tego elementu i stan jego zachowania mogą przemawiać za pochodzeniem materiału z opisywanego wyżej łomu lub innego, pobliskiego miejsca występowania tak odpornej odmiany masywnych wapieni. Równie wysoki, co obelisk, był „kolos” bł. Salomei stojący na postumencie przed kościołem. Niestety koleje dziejów sprawiły, że nie dotrwał do naszych czasów, w związku z tym trudno jednoznacznie orzec czy był wykonany ze skały, która jest przedmiotem niniejszych badań. Wapień zastosowany na zewnątrz kościoła w Grodzisku przyjmuje barwę białą, typową dla wapieni jurajskich poddanych wpływom atmosferycznym. Gładka powierzchnia elementów bramy świadczy o pierwotnym zastosowaniu poleru. Należy podkreślić wysoką odporność użytych skał na wietrzenie, w tym zamróz czy działanie kwaśnych deszczy. Obserwowane zmiany dotyczą utraty poleru i wypreparowania odpornych fragmentów zwierzęcych (np. gąbek) budujących skałę, bez powstania widocznych dużych spękań. Podobną odporność wykazywały w trakcie badań próbki wapieni pochodzących z Nielepic.

Innym dobrze znanym przykładem użycia marmuru bł. Salomei jest kościół św. Anny w Krakowie, gdzie ks.

Piskorski współuczestniczył w budowie konfesji św. Jana Kantego, nawiązującej swym stylem do watykańskiej konfesji św. Piotra (Kracik, 2003). Szczególną uwagę należy zwrócić na cztery jasne spiralne kolumny, które są największymi elementami architektonicznymi (wys. 14 łokci, czyli ponad 8 m), jakie udało się wykonać z marmuru bł. Salomei (ryc. 10A). Dla porównania kolumna Zygmunta z 1644 r. była tylko o 4 łokcie wyższa (18 łokci; Lesiak, 1997). O ich niespotykanej długości świadczy fakt braku możliwości wniesienia ich do Krakowa przez bramy i konieczność przeciągania przez mury miejskie z użyciem prawdopodobnie dużych ilości mydła (Kracik, 2003; Rajchel, 2004). Wykorzystany tu wapień ma barwę jasnokremową z widocznymi licznymi przekrojami gąbek oraz szwami stylolitowymi. Drobnym pustkom i spękaniami towarzyszą nagromadzenia substancji żelazistej, ujawniające się w postaci smug i przemazów. Porównanie zastosowanego kamienia z badanymi próbkami wykazało duże jego podobieństwo do jasnej odmiany wapieni z Nielepic zarówno pod względem ogólnej barwy, jak i obecności szwów stylolitowych oraz zażelazień (ryc. 10B).

Wapień użyty w cokołach kolumn oraz w posadzkach grobowca odznaczał się bardziej żółtą barwą, co upodabniało go do próbek pobranych z dna łomu w Grodzisku (ryc. 10C). Na niektórych płytach zaobserwowano zmiany intensywności barwy od jasnokremowej do żółtawobeżowej, a nawet pomarańczowokremowej wraz ze wzrastającym stopniem wypolerowania powierzchni.

W kościele Świętych Apostołów Piotra i Pawła w Krakowie można podziwiać najpiękniejszy chyba przykład wykorzystania jasnej odmiany marmuru bł. Salomei (Wardzyński, 2013). Zbudowany z wielkim rozmachem pod koniec XVII w. (1696) nagrobek biskupa Andrzeja Trzebieckiego zawiera liczne elementy z tej skały (ryc. 11A – patrz str. 774). Większość postaci i detali wykonano z jasnej odmiany marmuru podobnej do próbki 4G (ryc. 11B, C – patrz str. 774). Wypolerowane powierzchnie mają barwę kości słoniowej i ujawniają liczne gąbki, budujące szkielet skały. Podobny kolor „białości słoniowej” przyjmował po wypolerowaniu materiał opisywany przez Piskorskiego (1691). W postumentach figur można odnaleźć odmiany jasnokremowe, podobne do jasnych wapieni z Nielepic (próbka 400N; ryc. 11D – patrz str. 774) i żółtawe, odpowiadające wykształceniem próbce z łomu (próbka 5G; ryc. 11E – patrz str. 774).

Inną krakowską świątynią, w której odnajdujemy elementy architektoniczne wykonane z omawianego materiału, jest kościół św. Andrzeja przy klasztorze sióstr klarysek (Holcer & Krajewski, 2001a, b), dokąd ostatecznie przeniosły się zakonnice ze Skały. Materiał użyty w północnym zewnętrznym portalu wykazuje, podobnie jak w Grodzisku, zwietrzenie, które objawia się zmianą barwy i wypreparowaniem szczątków organicznych, co niestety sprzyja ziarnystemu rozpadowi skały (ryc. 12A). Materiał kamienny obserwowany w architektonicznych dekoracjach świątyni odpowiada swoim wykształceniem ciepłym, kremowym odmianom badanych próbek wapieni, tj. 5G z Grodziska czy 400N z Nielepic (ryc. 12C, D). Napisy na pół-



Ryc. 10. Przykłady zastosowania marmuru bł. Salomei we wnętrzu kościoła św. Anny w Krakowie: **A** – jedna z kolumn w konfesji św. Jana Kątego, **B** – fragment postumentu pod kolumnę, **C** – posadzki konfesji i badane próbki. Wszystkie fot. B. Figarska-Warchoł

Fig. 10. Examples of the Blessed Salomea marble inside the church of St. Anne in Cracow: **A** – a column of the confession of St. John of Kęty, **B** – a fragment of the column plinth, **C** – marble floors of the confession versus the rocks studied. All photos by B. Figarska-Warchoł

nocnym portalu wewnętrznym, wiodącym z zakrystii do prezbiterium, wskazują na jego powstanie pod koniec lat 30. XVIII w., co w przypadku potwierdzenia źródła pochodzenia materiału go budującego, świadczyłoby o przynajmniej kilkudziesięcioletnim okresie funkcjonowania łomu w Grodzisku (ryc. 12B). Elementy budujące ten portal osiągają długość 1,8 m, przy pozostałych wymiarach w granicach 0,3–0,7 m.

Podobny jasny wapień został wykorzystany w dwóch bocznych ołtarzach w kościele św. Franciszka z Asyżu w Krakowie, a także w tralkach balustrad niektórych kaplic w kościele Mariackim oraz dość powszechnie w posadzkach wielu barokowych kościołów w postaci płytek niewielkich rozmiarów.

OCENA OBJĘTOŚCI WYDOBYTEGO MATERIAŁU I PIERWOTNEJ FORMY ZŁOŻA

Najbardziej interesującym aspektem związanym z właściwościami tego wapienia nie jest jasna barwa, którą posiadały przecież wszystkie otaczające Kraków wapień ju-

rajskie, ani właściwości fizyczno-mechaniczne, które przy mniejszych formach architektonicznych umiejscowionych we wnętrzach świątyń nie miały dużego znaczenia podczas wyboru materiału. Najciekawsza jest możliwość wydobycia brył o przynajmniej jednym bardzo dużym wymiarze, na co zwrócił uwagę i skrzętnie wykorzystał ks. Piskorski przy produkcji: cokołów, płyt okładzinowych, figur ludzkich naturalnej wielkości, a głównie kolumn, takich jak opisywane z konfesji św. Jana Kantego. Tak wysokie bloki wymagały istnienia złoża nie tylko o dużej zwięzłości surowca, ale także o bardzo mało intensywnych spękaniach. Wielkości kolejno wykonywanych form architektonicznych sugerują, że już po kilku latach eksploatacji wydobyto najcenniejszą partię złoża, żeby w kolejnych kilku dziesięcioleciach uzyskiwać bryły o długości maksymalnie do 2 m.

Na podstawie obserwacji i pomiarów obiektów kamiennych wykonanych z marmuru bł. Salomei oszacowano pierwotną minimalną objętość materiału blocznego potrzebnego do ich realizacji. Przygotowanie większych form tj. kolumny, figury, płyty wymagało użycia ok. 45 m³ bloków. Do tego należy doliczyć mniejsze elementy, takie jak płytki posadzkowe, drobne detale zdobnicze oraz marmur użyty w miejscach nie wymienionych wcześniej. W źródłach związanych z tą tematyką można znaleźć informacje o wykorzystaniu tej skały także poza Krakowem (Wardzyński, 2012, 2013). Dodatkowo pewna ilość surowca stanowiła odpad z eksploatacji i obróbki kamienia np. nieregularne bryły czy elementy spękane, nadwietrzale i kawerniste w przypowierzchniowej warstwie złoża.

Współcześnie eksploatowane złoża blocznych wapieni polerujących się charakteryzują współczynniki bloczności geologicznej w granicach 13–60%, przy czym udział bloków bardzo dużych (powyżej 2 m³) wynosi 0–16% (Bromowicz & Figarska-Warchoł, 2011). Wartości te umożliwiają co najwyżej kilkuprocentowy uzysk materiału przeznaczonego do dalszej obróbki. Zakładając zatem, że ilość wapienia użytego w innych nie wymienionych w pracy miejscach oraz tego, który stanowił odpad przerobczy, była porównywalna z obliczoną wyżej (45 m³), a także przyjmując uzysk surowca w złożu jako dość wysoki – ok. 10%, można szacować wielkość ciała złożowego na minimum 900 m³.

Miejsce łomu, założonego na przebiegu linii dolinnej (ryc. 13A), mogło pierwotnie nie wyróżniać się w terenie i stanowić fragment dolinnego obniżenia wypreparowanego przez spływającą ze stoku wodę (ryc. 13B). Z drugiej strony wydobycie zwięzłej bryły jednolitego materiału o wysokości ponad 8 m i wymiarach podstawy co najmniej 1 m, z których było można wykonać 4 kolumny z konfesji św. Jana Kantego, wymagało eksploatacji na głębokość co najmniej 10 m (przy założeniu 1–2 m grubości wapienia nadwietrzalego w przystropowej partii złoża). Analiza map topograficznych i pomiary łomu świadczą o tym, że bioherma lub jej fragment, z której pochodził marmur bł. Salo-



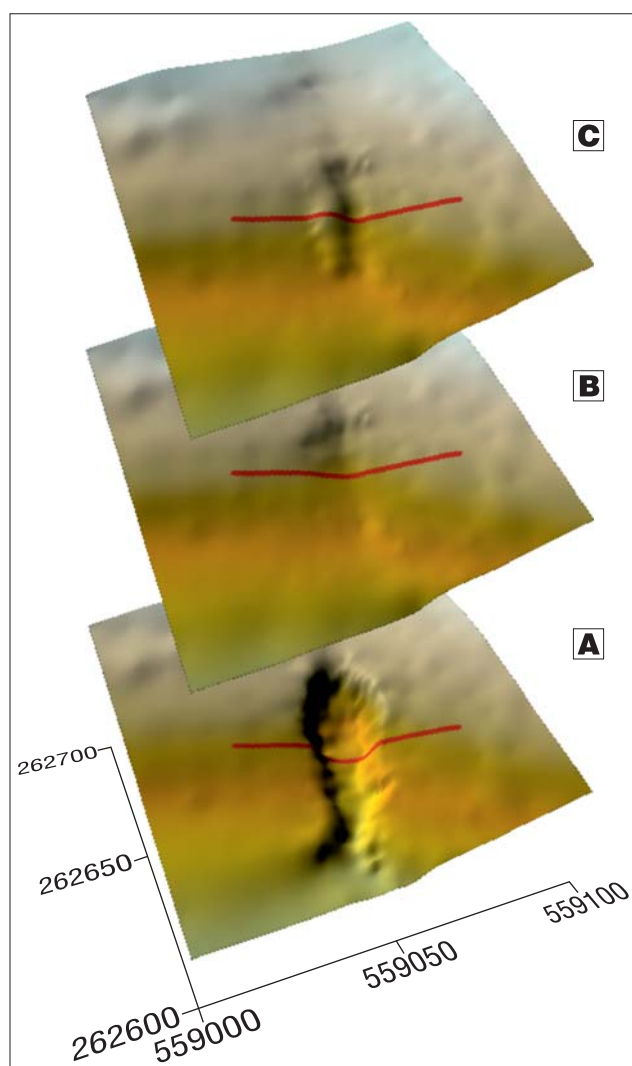
Ryc. 12. Kościół św. Andrzeja w Krakowie: **A** – portal zewnętrzny, **B** – portal wewnętrzny przy głównym ołtarzu, **D** i **E** – posadzki oraz badane próbki. Wszystkie fot. J. Bromowicz

Fig. 12. The church of St. Andrew in Cracow: **A** – outer portal, **B** – inner portal (close to main altar), **D** and **E** – marble floors versus the rocks studied. All photos by J. Bromowicz

mei, ze względu na swoją wysokość musiała się wznosić nad poziom stoku (ryc. 13C). Dlatego stała się obiektem zainteresowania ks. Piskorskiego i jego pracowników, tym bardziej, że położona była blisko dna doliny, co znacznie ułatwiało transport do miejsc przeznaczenia. Przy przyjętej powyżej objętości złoża i wysokości ciała złożowego można szacować, że rozmiary poziome biohermy musiały wynosić co najmniej 9–10 m, a w częściach obniżonych z pewnością więcej. Wykluczona była natomiast eksploatacja wysokich ścian wapiennych, na których jest usytuowane Grodzisko, ze względu na znaczne przeszkody techniczne,

tym bardziej, że działanie takie uszczupliłoby i tak niewielką powierzchnię wzniesienia.

Za istnieniem pozytywnej formy terenu w miejscu występowania marmuru bł. Salomei przemawia także fakt wysokiej odporności tej skały, potwierdzonej badaniami laboratoryjnymi i obserwacjami w budowlach. Silniejsze oddziaływanie czynników atmosferycznych na skały otaczające powinno doprowadzić do „wypreparowania” twardszej formy w postaci skałki wapiennej. Zatem wyeksploatowaniu mogła ulec wapienna forma skałkowa, która stanowiła całość lub znaczący fragment biohermy gąbkowej



Ryc. 13. Morfologia terenu w rejonie łomu w Grodzisku: **A** – stan obecny, **B** – hipotetyczny stan przed eksploatacją przy założeniu braku obecności pozytywnej formy morfologicznej, **C** – hipotetyczny stan przed eksploatacją przy założeniu istnienia w miejscu łomu formy skałkowej. Współrzędne w układzie EPSG:2180

Fig. 13. Land morphology in the area of the quarry in Grodzisko: **A** – its present state, **B** – its hypothetical state prior to quarrying assuming the lack of a positive morphological form, **C** – its hypothetical state prior to quarrying assuming the presence of a tor on the place of the quarry. Coordinates in EPSG:2180

o stosunkowo znacznej wysokości w stosunku do szerokości przy bardzo rzadkiej obecności spękań połączonych. Tego typu formy są spotykane na obszarze Ojcowskiego Parku Narodowego (ryc. 14).

DYSKUSJA WYNIKÓW

W badanych próbkach wapieni wartości prędkości fal ultradźwiękowych oscylują w pobliżu wartości 6 km/sek. Różne są natomiast ich uziarnienie i więzba. W wapieniach o wyglądzie podobnym do marmurów bł. Salomei składniki ziarniste, niekiedy znacznych rozmiarów, zwykle wzajemnie się nie kontaktują. Natomiast przeważa mikryt, wypełniając w dużym stopniu przestrzeń skały, co stanowi ułatwienie w propagacji fali ultradźwiękowej. Potwierdza to wysoka prędkość stwierdzona w próbce wapienia uławiczonego 223N (tab. 1), gdzie kontakty między składnikami skały są równie słabo rozwinięte.

Symptomatyczne są też bardzo niewielkie zmiany prędkości przebiegu fal wywołane nasyceniem próbek wodą, które w innych odmianach wapieni jurajskich mogą powodować wzrost prędkości aż o 13%, jak to widać w przypadku badanych próbek wapienia uławiczonego 200N (tab. 1). Wynika stąd, że szczególne, odbiegające od innych wapieni, właściwości skały nazwanej marmurem bł. Salomei są wynikiem bardzo dużego udziału mikrytu w jej składzie. Prowadzi to do strukturalnego ujednoczenia materiału skalnego i silnego związania składników o niekiedy bardzo różnej wielkości i budowie. Proces ten był wynikiem działalności mikrobolitów, szczegółowo omówionej dla jurajskich budowli węglanowych okolic Krakowa w pracy Matyszkiewicz i in. (2012).

Opisana wyżej, ujednoczona wewnętrzna struktura marmurów bł. Salomei sprzyjała równomiernemu rozkładowi naprężeń w skale, co korzystnie wpływało na możliwości wykonywania z nich pełnoplastycznych rzeźb. Dodatkowy walor dekoracyjny to jasna barwa, którą ówczesnie przewyższały jedynie marmury z Carrary, ale ich dostępność pod koniec XVII w. była mocno ograniczona (Wardzyński, 2012).

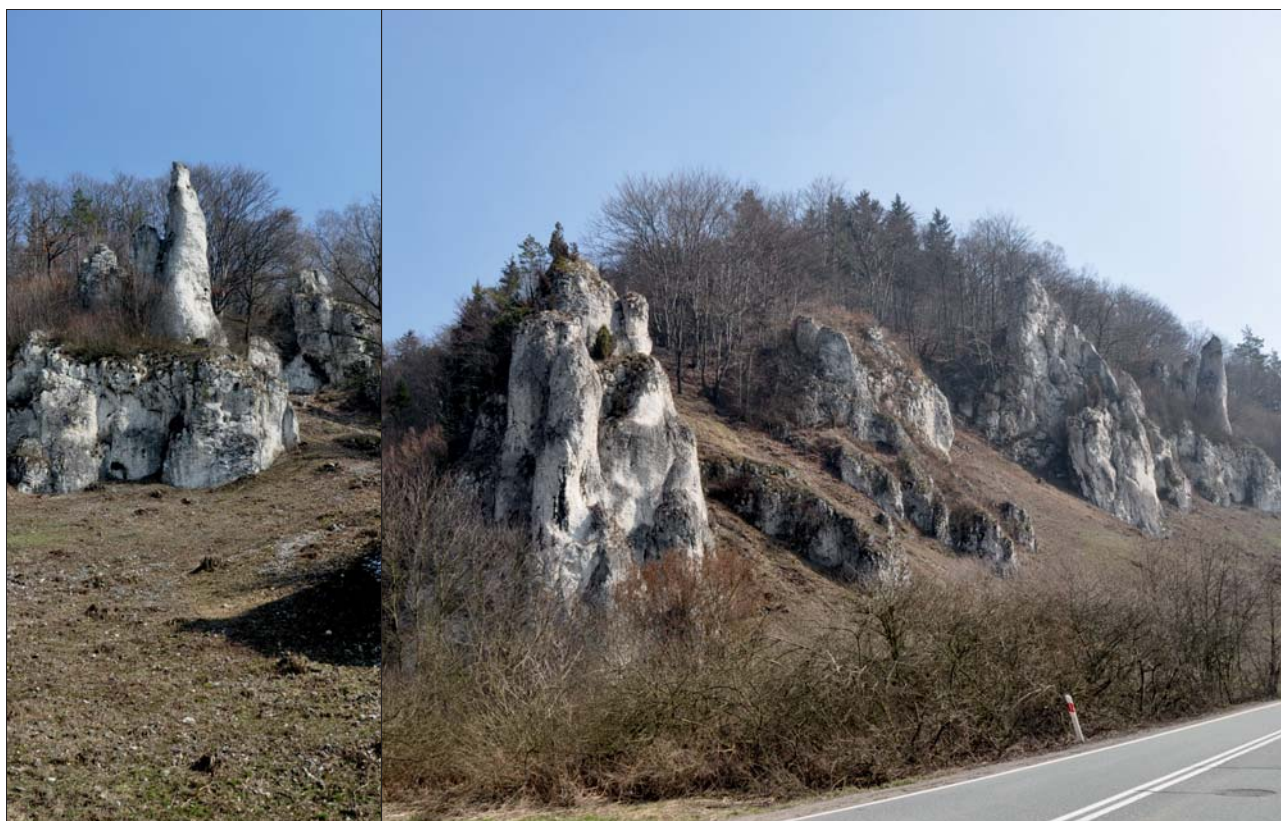
Szczególnym fenomenem omawianej skały była możliwość pozyskania brył, z których wykonano cztery powyżej wspomniane kolumny z kościoła św. Anny w Krakowie o ponad 8-metrowej długości. Prace prowadzone współcześnie, w celu ustalenia możliwości pozyskiwania bloków w złożach wapieni okolicy Krakowa, wykazały niskie prawdopodobieństwo napotkania płaszczyzn podzielnosci o zbliżonej orientacji w takiej odległości (Bromowicz, 2001). Wynika stąd, że znana pod nazwą marmuru bł. Salomei odmiana wapieni jurajskich powstała w wyjątkowej sytuacji geologicznej. Dzięki długotrwałemu, nieprzerwaniu przyrostowi osadu o mikrobialnej genezie wykształciła się stosunkowo wysoka, wyjątkowo odporna budowla węglanowa, w której sztywnym szkielecie powstały następnie powierzchnie nieciągłości w wyjątkowo dużych odległościach.

Występujące w Nielepicach odmiany wapieni mają cechy zbliżone do marmuru bł. Salomei. Wyniki badań właściwości fizyczno-mechanicznych uzyskane dla nich (223N, 400N) pozwalają zaliczyć je również do „marmurów technicznych”.

Stwierdzone wystąpienia wapieni o cechach marmuru bł. Salomei w Grodzisku i Nielepicach powstały w podobnej sytuacji geologicznej, przy istnieniu w podłożu paleozoicznym rozległych intruzji magmowych i związanych z nimi przejawów oksfordzkiej tektoniki synsedymenacyjnej, manifestowanej obecnością żył neptunicznych (Krajewski, 2004; Krajewski & Matyszkiewicz, 2004; Matyszkiewicz i in., 2005, 2012, 2016). Zjawiska te można łączyć z warunkami sprzyjającymi rozwojowi mikrobolitów. Może to być przesłanką dla rozpoznania lokalnych wystąpień na obszarze Jury Krakowskiej skał o podobnym wykształceniu i właściwościach.

PODSUMOWANIE

Marmur błogosławionej Salomei wyróżnia się na tle wapieni jury okolic Krakowa ze względu na właściwości fizyczno-mechaniczne, które stanowią o jego odporności oraz zdolności przyjmowania faktury polerowanej, barwę białą i żółtą o różnej intensywności, homogeniczność, a także dużą odległość płaszczyzn podzielnosci poje-



Ryc. 14. Przykładowe formy skałkowe na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego z niską intensywnością spękań pokładowych. Fot. B. Figarska-Warchoł

Fig. 14. Examples of tors with a low intensity of bedding fracturing within the area of the Ojców National Park. Photo by B. Figarska-Warchoł

dynczego zespołu, dającą możliwość pozyskania brył o znacznej długości.

Powyższe cechy potwierdzają wyniki oznaczeń podstawowych właściwości fizyczno-mechanicznych i liczne przykłady zastosowania tego kamienia w małej architekturze. Skały te stanowią specyficzną rzadką odmianę wapieni skalistych o charakterystycznym dużym udziale mikrytu, powstałego przy udziale mikrobiolitów, których intensywny rozwój doprowadził do powstania wyjątkowo dużej budowli. Mniejsze wystąpienia wapieni o podobnym wykształceniu i właściwościach fizyczno-mechanicznych stwierdzono poza Grodziskiem.

Wykonany przez ks. Piskorskiego na przełomie XVII i XVIII w. opis marmuru z podkreśleniem jego charakterystycznych cech należy uznać za pierwszy surowcowy opis wapieni jurajskich pod Krakowem, a przypisanie swojemu odkryciu „cudownego” wpływu bł. Salomei za godny naśladowania zabieg marketingowy, służący promocji materiału kamiennego.

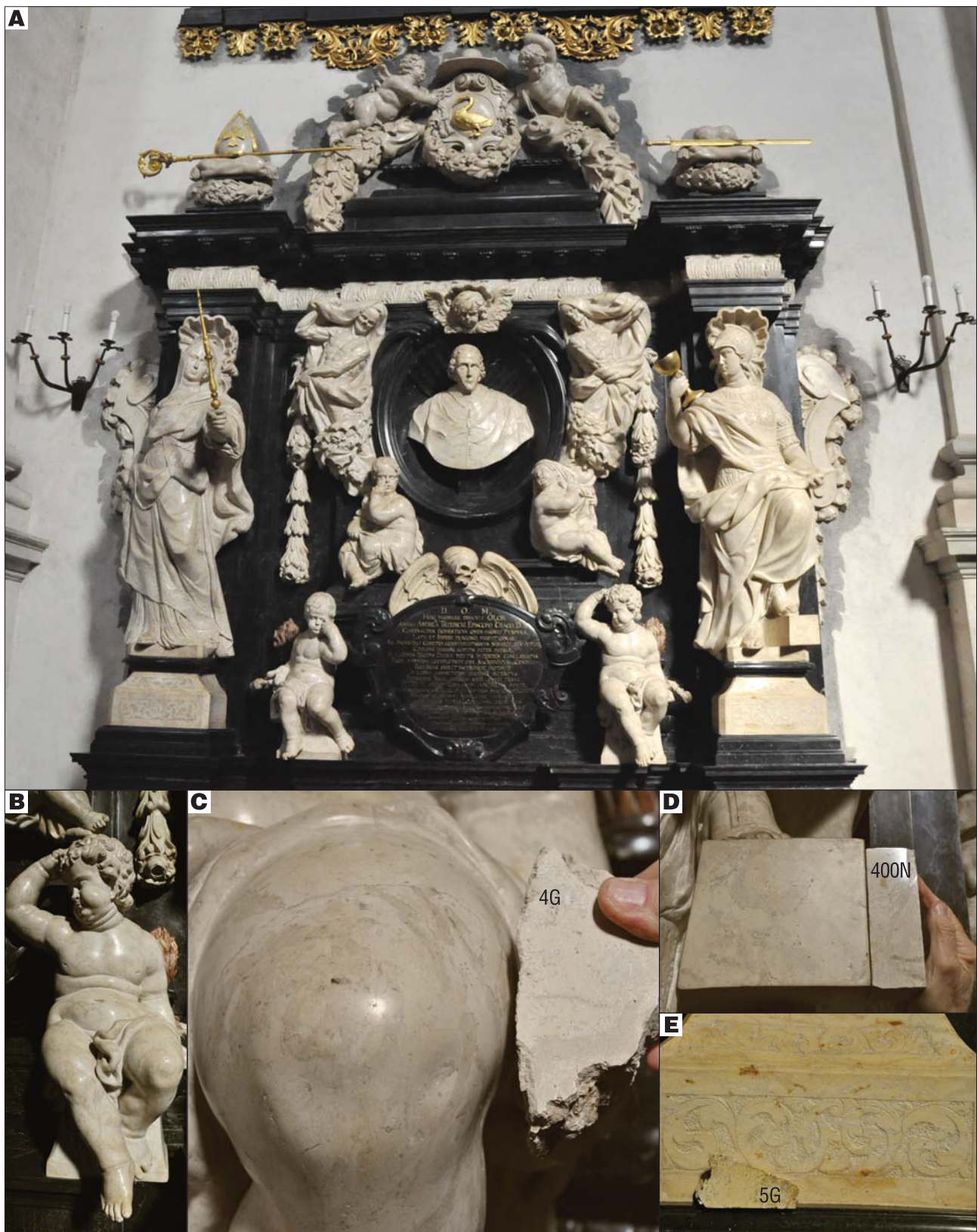
Autorzy składają szczególne podziękowania: księdzu Stanisławowi Langnerowi – proboszczowi Parafii pw. Wniebowzięcia NMP i św. Józefa Rzemieślnika w Ojcowie-Grodzisku oraz Siostrom Klaryskom z kościoła św. Andrzeja za udostępnienie pomieszczeń kościelnych do obserwacji i badań elementów kamiennych, a także Dyrekcji Ojcowskiego Parku Narodowego za zgodę na przeprowadzenie prac terenowych na obszarze Parku. Za cenne uwagi, dotyczące treści artykułu, autorzy dziękują Recenzentom oraz Redakcji Przeglądu Geologicznego. Praca finansowana w ramach badań statutowych WGGiOŚ, AGH nr 11.11.140.320.

LITERATURA

- BROMOWICZ J. 2001 – Ocena możliwości wykorzystania skał okolicy Krakowa do rekonstrukcji kamiennych elementów architektonicznych. *Gosp. Sur. Min.*, 17: 5–73.
- BROMOWICZ J. & FIGARSKA-WARCHOŁ B. 2008 – Próba oceny ilościowej zwięźnienia skał na podstawie zmian właściwości wapieni jurajskich ze złoży Nielepcice koło Krakowa. *Pr. Nauk. Inst. Gór. PWroc.*, 121 (50): 19–36.
- BROMOWICZ J. & FIGARSKA-WARCHOŁ B. 2011 – Konieczność ochrony złóż unikalnych wapieni dekoracyjnych w Polsce. *Gór. Odkryw.*, 52 (1–2): 46–54.
- DEBSKI W. (red.) 1966 – Monografia złóż materiałów kamiennych w Polsce i ich przydatność do celów drogowych. Okręg południowo-centralny Polski. Wydaw. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- DUNHAM R.J. 1962 – Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *American Association of Petroleum Geologists. Memoir*. 1: 108–121.
- DŻUŁYŃSKI S. 1953 – Powstanie wapieni skalistych jury krakowskiej. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 21 (za rok 1951): 125–180.
- FOLK R.L. 1959 – Practical petrographic classification of limestones, *American Associat. Petro. Geol. Bull.*, 43: 1–38.
- GRADZIŃSKI R. 2009 – Mapa geologiczna obszaru krakowskiego bez osadów czwartorzędowych i łądowych utworów trzeciorzędowych. Wydawnictwo Instytutu Nauk Geologicznych PAN, Kraków.
- HOLCER Z. 2001 – Zarys historii Grodziska koło Skały w średniowieczu (odkrycie trzeciego średniowiecznego murowanego zamku na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego). [W:] Partyka J. (red.), *Badania naukowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Materiały konferencyjne – referaty, postery, sesje terenowe. Ojców, 10–11 maja 2001*, 354–370.
- HOLCER Z. & KRAJEWSKI M. 2001a – Wykorzystanie górnourajskich wapieni biohermalnych jako materiału zdobniczego w XVII-wiecznym budownictwie sakralnym. *Geol. AGH*, 27 (2–4): 257–266.
- HOLCER Z. & KRAJEWSKI M. 2001b – O pochodzeniu i genezie „marmuru” bł. Salomei. [W:] Partyka J. (red.), *Badania naukowe południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Materiały*

- konferencyjne – referaty, postery, sesje terenowe. 10–11 maja 2001, Ojców: 54–58.
- KRACIK J. 2003 – Wspaniałe Bogu wystawione dzieło. Jak w Krakowie kościół św. Anny budowano. Wydawnictwo św. Stanisława BM Archidiecezji Krakowskiej, Kraków.
- KRAJEWSKI M. 2004 – Żyła neptuniczna z Grodziska w Dolinie Prądnika. [W:] J. Partyka, A. Tyc (red.), *Od Złotego Potoku do Ojcowa. Szlakiem wyprawy naturalistów z 1854 r.* Przewodnik sesji terenowych. Wydaw. Ojcowskiego Parku Narodowego.
- KRAJEWSKI M. & MATYSZKIEWICZ J. 2004 – Rozwój i architektura facjalna górnourajskich kompleksów budowli węglanowych w SW części Wyżyny Krakowskiej. [W:] Partyka J. (red.), *Zróżnicowanie i przemiany środowiska przyrodniczo-kulturowego Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej*. T. 1. Przyroda. Ojcowski Park Narodowy, Ojców: 27–34.
- KRAJEWSKI M., MATYSZKIEWICZ J. & JĘDRYS J. 2005 – Geneza i architektura kompleksów górnourajskich budowli węglanowych na Wyżynie Krakowsko-Wieluńskiej w świetle badań magnetycznych. *Nafta-Gaz*, 61 (7–8): 294–298.
- KURZEJ M. 2008 – Budowa i dekoracja krakowskiego kościoła pw. Św. Anny w świetle źródeł archiwalnych. [W:] Betlej A. & Skrabski J., *Fides ars scientia*. Tarnów: 271–301.
- LESIAK K. 1997 – Kolumna Zygmunta – jej kolejne przekształcenia i restauracje. *Ochrona Zabytków*, 50 (2): 121–141.
- MAPA TOPOGRAFICZNA w skali 1 : 5000. Ark. 163.133.1 – Wola Kalinowska. Główny Urząd Geodezji i Kartografii. 1980.
- MATYSZKIEWICZ J. 1997 – Microfacies, sedimentation and some aspects of diagenesis of Upper Jurassic sediments from the elevated part of the Northern peri-Tethyan shelf: a comparative study on the Lochen area (Schwäbische Alb) and the Cracow area (Cracow-Wieluń Upland, Poland), *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, E21: 1–111.
- MATYSZKIEWICZ J., KOCHMAN A. & DUŚ A. 2012 – Influence of local sedimentary conditions on development of microbialites in the Oxfordian carbonate buildups from the southern part of the Kraków-Częstochowa Upland (South Poland). *Sedimentary Geology*, 263–264: 109–132.
- MATYSZKIEWICZ J., KRAJEWSKI M., KOCHMAN A., KOZŁOWSKI A. & DULIŃSKI M. 2016 – Oxfordian neptunian dykes with brachiopods from the southern part of the Kraków-Częstochowa Upland (southern Poland) and their links to hydrothermal vents. *Facies*, 62 (2): 12.
- PINIŃSKA J. (red.) 1994 – Właściwości wytrzymałościowe i odkształceniowe skał. Cz. I. Skały osadowe regionu świętokrzyskiego. Zakład Geomechaniki IHiGI, Wydż. Geol. UW, Warszawa.
- PINIŃSKA J. (red.) 1999 – Właściwości wytrzymałościowe i odkształceniowe skał. Cz. III. Jura Krakowsko-Częstochowska. Zakład Geomechaniki IHiGI, Wydż. Geol. UW, Warszawa.
- PINIŃSKA J. & KARSKA Z. 1986 – Control of rocks failure state by monitoring of acoustic emission. *Proceedings of the Conference of the seismic area*, Bari, 8–12.
- PINIŃSKA J. & PŁATEK J. 2002 – Badania ultradźwiękowe w ocenie wytrzymałościowej skał. *Gór. Odkryw.*, 44 (2–3): 89–96.
- PISKORSKI S. 1691 – *Kwiecie żywota B. Salomei Panny*. Drukarnia Akademicka, Kraków.
- RAJCHEL J. 2004 – *Kamienny Kraków. Spojrzenie geologa*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.
- TRAMMER J. 1985 – Biohermy gąbkowe warstw jasnogórskich (oksford Jury Polskiej). *Prz. Geol.*, 33: 78–81.
- WARDZYŃSKI M. 2012 – Organizacja pracy i praktyka warsztatowa w kamieniołomach dębnickich od 2. ćw. XVII w. do poł. XVIII a „długie trwanie” form późnomanierystycznych i wczesnobarokowych. [W:] Rolska I. & Gąbin K. (red.), *Studia nad sztuką renesansu i baroku*. T. 11. Tradycja i innowacja w sztuce nowożytnej, Lublin: 331–381.
- WARDZYŃSKI M. (przy współpracy H. KOWALSKIEGO & P.J. JAMSKIEGO) 2013 – *Lapidarium warszawskie. Szlachetne materiały kamieniarskie w XVI i XVII wieku*. Fundacja Hereditas, Muzeum Historyczne m.st. Warszawy, Warszawa.

**Marmur Błogosławionej Salomei – odmiana wapienia górnojurajskiego
i jego rola w małej architekturze (patrz str. 848)**
**Marble of Blessed Salomea – a variety of Upper Jurassic limestone
and its role in small architecture (see p. 848)**



Ryc. 11. Nagrobek biskupa Trzebieckiego w kościele Świętych Apostołów Piotra i Pawła w Krakowie: **A** – widok ogólny, **B** i **C** – figura aniołka, **D** i **E** – postumenty figur i badane próbki. Wszystkie fot. B. Figarska-Warchoł

Fig. 11. Tombstone of bishop Trzebiecki inside the church of St. Peter and St. Paul in Cracow: **A** – general view, **B** and **C** – an angel sculpture, **D** and **E** – plinths of sculptures versus the rocks studied. All photos by B. Figarska-Warchoł