

## Skąły w romańskich murach Małopolski

Jan Bromowicz<sup>1</sup>, Janusz Magiera<sup>1</sup>



J. Bromowicz



J. Magiera

**Rocks in the medieval edifices of Małopolska (Lesser Poland; south Poland).** Prz. Geol., 71: 567–575; doi: 10.7306/2023.46

*Abstract.* Early medieval Małopolska (Lesser Poland) covered regions with diverse geological structures and, therefore, various rocks of different suitability for the construction, shown up on the surface. Masonry skills of historical builders changed with time. So did their preferences in choosing the rocks and stones of mechanical properties optimal for the stonemasonry techniques of the time and mechanical resistance. Below, we present the rocks that were chosen by the stonemasons, usually foreign, to build what were often the first stone buildings there. We present the preferences and skills of contemporary builders, changing over time, regarding the proper selection of rocks with the desired properties, ensuring sufficient resistance to destruction while allowing the use of an appropriate method of stone processing. An inventory

of stones in the available fragments of the walls was made, and their structural and textual features and petrographic composition were identified. Measurements of the size of stone elements in the faces of the walls were also made. Based on the analysis of the geological structure of the building's surroundings, the most probable sources of origin of the rocks used and, if possible, their basic physical and mechanical properties are provided. The order was established in which different rocks were used to obtain the desired effects. It depended on the possibility of obtaining them in particular regions. It was shown that the distance of the construction site from the outcrops of the rocks used did not exceed 25 km. Examples of the use of different rock properties in various architectural solutions are given.

**Keywords:** Romanesque period, Małopolska (Lesser Poland), masonry, rock properties, size and shape of the building stones

Wczesnośredniowieczna Małopolska obejmowała regiony o zróżnicowanej budowie geologicznej, z wychodniami skał o różnej przydatności dla budownictwa. W niniejszym artykule opisano skały, które członkowie strzech budowlanych, na ogół cudzoziemskich, wybierali do wznoszenia tu budowli, często pierwszych kamiennych. Preferencje i umiejętności ówczesnych budowniczych w dziedzinie należytego doboru skał o pożądanym właściwościach zmieniały się w czasie. Właściwości owe warunkowały wystarczającą odporność budowli na destrukcję i możliwości zastosowania odpowiedniego sposobu obróbki kamienia.

### ZAKRES PRAC

Dokonano inwentaryzacji kamieni w dostępnych fragmentach murów wybranych romańskich budowli w Małopolsce, rozpoznano ich cechy strukturalne i tekstualne oraz skład petrograficzny. Zmierzono wielkość kamiennych elementów w licach murów, wyliczono ich średnią wysokość i długość oraz wartości współczynnika zmienności, które umożliwiają porównanie zróżnicowania wymiarów. Na podstawie analizy budowy geologicznej okolic opisywanych obiektów architektonicznych wskazano najbardziej prawdopodobne źródła pochodzenia skał zastosowanych do ich budowy i, w miarę możliwości, ich podstawowe właściwości fizyczno-mechaniczne – takie jak: wytrzymałość na ściskanie, która pozwala określić możliwości urabiania i obrabiania kamienia, oraz nasiąkliwość wagowa, która determinuje odporność skały na procesy wietrzenia. Oznaczano parametry skał wydobywanych w pobliżu budowli – ich wartości należy uznać za orientacyjne.

### REJONIZACJA SKALNYCH MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH STOSOWANYCH W MAŁOPOLSCE

#### Monoklina śląsko-krakowska

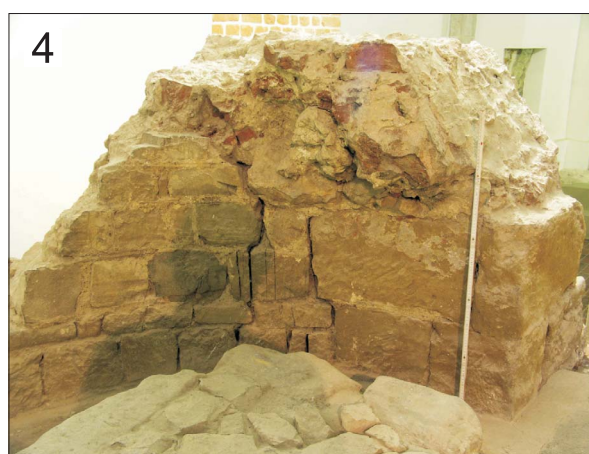
Najstarsze, kamienne mury na monoklinie śląsko-krakowskiej (ryc. 1) posadowiono na wapiennej skale wawelskiej na przełomie X i XI w. Była to rotunda św. św. Feliksa i Adaukta (ryc. 2), wzniesiona z płytek zwiezłych, dolnokredowych piaskowców karpackich (Szyszko-Bochusz,



**Ryc. 1.** Lokalizacja opisywanych budowli romańskich na monoklinie śląsko-krakowskiej

**Fig. 1.** Location of the described Romanesque buildings on the Silesian-Cracow monocline

<sup>1</sup> Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Adama Mickiewicza 30, 30–059 Kraków; bromowicz@agh.edu.pl; jmagiera@agh.edu.pl; ORCID ID: J. Bromowicz – 0000-0002-7179-9564; J. Magiera – 0000-0002-2499-0251



**Ryc. 2.** Fragment muru wawelskiej rotundy św. św. Feliksa i Adaukta  
**Fig. 2.** Part of the wall of the Wawel rotunda of St. Felix and Adauktus

**Ryc. 3.** Fragment muru katedry chrobrowskiej na Wawelu / **Fig. 3.** Part of the wall of the Chrobry cathedral on Wawel

**Ryc. 4.** Fragment muru wawelskiego kościoła św. Gereona / **Fig. 4.** Part of the Wawel wall of the church of St. Gereon

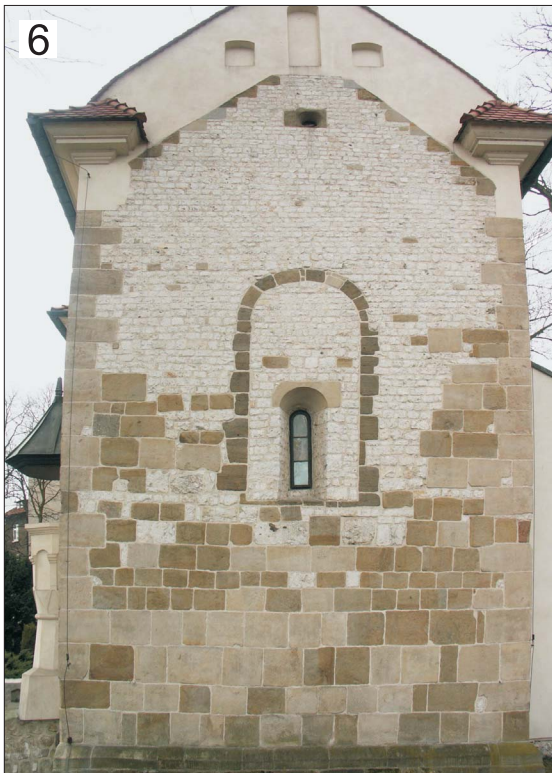


**Ryc. 5.** Fragment muru wawelskiej katedry hermanowskiej  
**Fig. 5.** Part of the wall of the Wawel Herman cathedral

(1918). Najbliższe wychodnie tych piaskowców znajdują się w odległości około 15 km od miejsca budowy. Transport skał wymagał przekroczenia Wisły. Wybór materiału wynikał z konieczności dostosowania się do obowiązujących wymagań w zakresie sztuki budowlanej (Rodzińska-Choraży, 2013) oraz niewielkich umiejętności wykonawców (Bromowicz, Magiera, 2015). Później do celów budowlanych używano już miejscowych, jurajskich wapieni płytowych, wśród których zawsze można znaleźć płytki karpaccich piaskowców, czego przykładem mogą być mury katedry chrobrowskiej (ryc. 3) odkryte przez Firleta i Pianowskiego (1985).

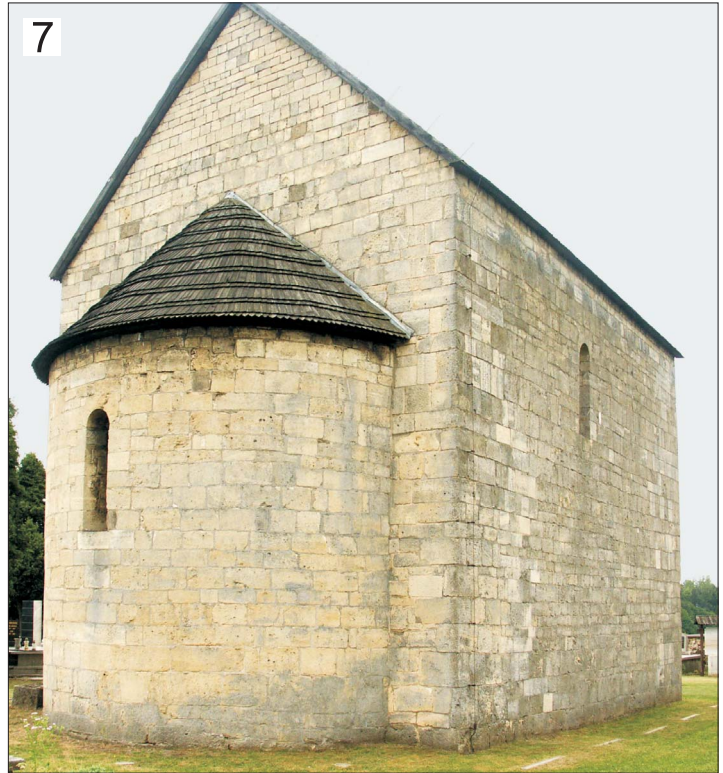
W licach kolejnych murów stawianych na Wawelu pojawiają się płaskie, prostokątne powierzchnie piaskowców i wapieni, układane w warstwach różnej grubości. Przykładem mogą tu być mury wawelskiego kościoła św. Gereona, opisanego przez Firleta i Pianowskiego (1998), do budowy którego wykorzystano zwięzłe, dolnokredowe piaskowce grubopłytowe z Karpat, i katedra hermanowska (Bromowicz, Magiera, 2009), o murach wzniesionych z miejscowych jurajskich wapieni uławiconych (ryc. 4 i 5).

Miękkie piaskowce ciosowe, znane budowniczym najstarszych wawelskich świątyń (Firlet, Pianowski, 2009), pochodzą z warstw istebniańskich. Są wieku z przełomu kredy i paleogenu. Na większą skalę zaczęto je stosować w późniejszych budowlach romańskich. Spośród karpaccich



**Ryc. 6.** Wschodnia ściana kościoła pw. św. Salvatora w Krakowie

**Fig. 6.** The eastern wall of the church of St. Salvator in Crakow



**Ryc. 7.** Kościół pw. św. Jana Chrzciciela w Siewierzu

**Fig. 7.** Church of St. John the Baptist in Siewierz

piaskowców wykorzystywanych w Krakowie do celów budowlanych droga ich transportu była najdłuższa. Kamień ten stosowano w związku z tym bardzo oszczędnie, głównie w narożach budowli wzniesionych z kształtek wapiennych i w formie warstw izolujących od podłoża (ryc. 6).

Do budowy wiejskich kościołów na monoklinie (tab. 1) wykorzystywano materiał kamienny występujący w okolicy, formując z niego stosunkowo duże kształtki. W XII-wiecznym kościele w Siewierzu były to triasowe dolomity diploporowe (ryc. 7), właściwie rozpoznane przez Łuszczkiewicza (1897), a w XIII-wiecznych świątyniach w Wysocicach i Gieble jurajskie wapienie uławiczone z licznymi krzemieniami. W kościele wysocickim, w połowie wysokości murów, zastosowano martwicę wapienną z pobliskiego potoku (ryc. 8).



→

**Ryc. 8.** Kościół pw. św. Mikołaja w Wysocicach. Widoczne ciemniejsze bloki martwicy wapiennej

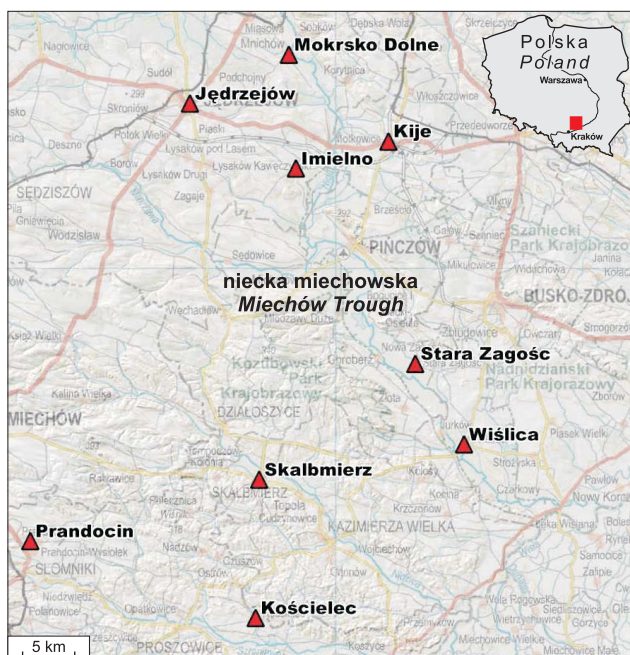
**Fig. 8.** Church of St. Nicholas in Wysocice. Darker blocks of calcareous tufa are seen

## Niecka miechowska

Na obszarze niecki miechowskiej szczególne znaczenie mają romańskie mury w Wiślicy (ryc. 9). Miasto to jest usytuowane na gipsowym wzniesieniu, zwanym wyspą (Weber-Kozińska, 1997a), i góruje nad terenami zalewowymi Nidy, podobnie jak Wawel nad Wisłą. Na względnie niewielkim obszarze Wiślicy znajdują się resztki murów romańskich, głównie ich fundamenty, ale także niewielkie fragmenty naziemne. Kamień użyty do ich wzniesienia był przedmiotem bardzo szczegółowych badań w latach 1950. i 1960. (Budkowa i in., 1963). Według Weber-Kozińskiej (1997b) do budowy najstarszych murów, z przełomu XI i XII w., użyto nieregularnych brył margli kredowych, gipsów i detrytycznych wapieni miocenu. Młodsze budowle, XIII-wieczne, wykonano już wyłącznie z detrytycznych wapieni miocenu.

Skały kredowe i gipsy występują w podłożu murów w Wiślicy lub w bardzo niewielkiej odległości od nich. Wschodnie detrytycznych wapieni miocenijskich, należące do dwóch różnowiekowych formacji: z Pińczowa i Chmielnika (Czapowski, 2004), znajdują się nieco dalej. Pierwszą z wymienionych formacji tworzą badeńskie, organodetrytyczne wapienie różnoziarniste o białej i żółtawoszarej barwie, znane jako wapienie litotamniowe, pińczowskie lub litawskie (Łyczewska, Mądry, 2021). Ich wschodnie są oddalone od Wiślicy o 12 km. Wapienie formacji z Chmielnika są wieku sarmackiego, mają podobny skład petrograficzny, często o podwyższonej zawartości kwarcu, i wyraźnie obtoczone składniki węglanowe. Ich najbliższe wschodnie są oddalone o około 20 km.

W murach większości romańskich kościołów na obszarze niecki miechowskiej tkwią wapienie litotamniowe. Do budowy świątyń usytuowanych wzdłuż doliny Nidy, przeważnie XII-wiecznych, m.in. w Starej Zagości, Imielni i Kijach, wykorzystano głównie drobnoziarniste wapienie litotamniowe barwy białej. Jedynie w XIII-wiecznym ko-

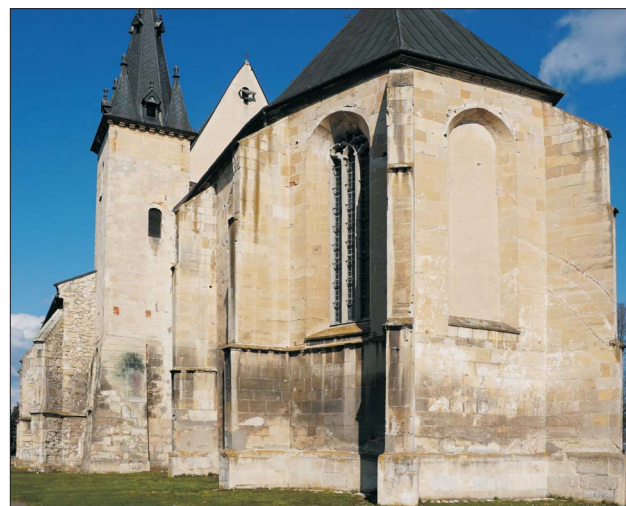


Ryc. 9. Lokalizacja opisywanych budowli romańskich na obszarze niecki miechowskiej

Fig. 9. Location of the described Romanesque buildings in the area of the Miechów Trough



Ryc. 10. Kościół pw. Wniebowzięcia NMP w Mokrośku Dolnym  
Fig. 10. Church of Assumption of the Blessed Virgin Mary in Mokrośko Dolne



Ryc. 11. Kościół pw. św. Jana Chrzciciela w Skalbierzu  
Fig. 11. Church of St. John the Baptist in Skalbierz

ściele w Mokrośku Dolnym (ryc. 10) wapieniom towarzyszą żółte, drobnoziarniste piaskowce triasowe, widoczne w dolnych częściach muru (Bromowicz, Magiera, 2022). Wschodnie skały użytych do budowy wymienionych świątyń znajdują się zwykle w odległości nie większej niż 10 km.

Wapienie litotamniowe wykorzystano też jako budulec kościołów na Płaskowyżu Proszowickim: w Skalbierzu (ryc. 11) i Kościelecu. W XII-wiecznym kościele w Skalbierzu rudawobrazowe i żółtoszare wapienie pochodzą zapewne z wschodni w dolinie Sancygniówki, odległej o ok. 12 km na północny wschód (Woiński, 1991). W otynkowanych murach świątyni kościeleckiej z XIII w. zastosowano

cegłę oraz ciosy wapieni jurajskich i wapieni litotamniowych, użytych też w licznych elementach dekoracyjnych (Łuszczkiewicz, 1879; Świechowski, 2009). Najbliższe wystąpienia obu wymienionych skał są oddalone o ok. 25 km od świątyni. Jest to miejsce zastosowania wapieni pińczowskich w budowlach romańskich, usytuowanej najbliżej Krakowa. Trzeba dodać, że skał tych dotąd nie stwierdzono w romańskich budowlach tego miasta.

Interesujący jest kamienny materiał dwóch XII-wiecznych kościołów – pw. św. Jana Chrzciciela w Prandocinie i św. Wojciecha w Jędrzejowie – oddalonych od siebie o ponad 40 km. Obydwa mają podobną architekturę i przypuszcza się, że są dziełem jednej strzechy budowlanej (Grzybkowski, 1997). Podobny jest też kamień użyty do ich budowy – piaskowce o spoiwie węglanowym z udziałem licznych okruchów wapieni oraz szczątków organicznych. Są to miocenne piaskowce warstw podlitotamniowych formacji z Pińczowa, obecnie nie odsłaniające się na powierzchni terenu (Bromowicz, Magiera, 2019). Ich wychodnie były znane w odległości 6,5 km od Prandocina. Skały te mogły się też odsłaniać w odległości 17 km od Jędrzejowa (Boratyn, Brud, 2001; Mądry, Salwa, 2020).

### Pasma fałdowe Gór Świętokrzyskich

Mury XIII-wiecznych kościołów romańskich na obszarze pasma fałdowego Gór Świętokrzyskich, m.in. w Koprzywnicy, Sulisławicach i Goźlicach na południe od Opatowa (ryc. 12), są zbudowane z detrytycznych wapieni miocennych. W ścianach kościoła (i klasztoru) w Koprzywnicy i Sulisławicach (ryc. 13) są to różnie uziarnione, jasnobrązowe wapienie sarmackie, w Goźlicach zaś wapieniom sarmatu towarzyszą wapienie badeńskie o zmiennym uziarnieniu i barwie – od szarobrązowej do szaroniebieskiej. Zastosowany materiał transportowano z odległości 3,5 km do Sulisławic, 8 km do Koprzywnicy i 11 km do Goźlic.

W starszej, XII-wiecznej, monumentalnej kolegiacie św. Marcina w Opatowie (ryc. 14) mury romańskie zbudowano



Ryc. 12. Lokalizacja romańskich budowli w Górach Świętokrzyskich  
Fig. 12. Location of the Romanesque buildings in the Holy Cross Mountains



Ryc. 13. Ściana zachodnia kościoła pw. Narodzenia NPM w Sulisławicach

Fig. 13. The western wall of the church of Nativity of the Blessed Virgin Mary in Sulisławice



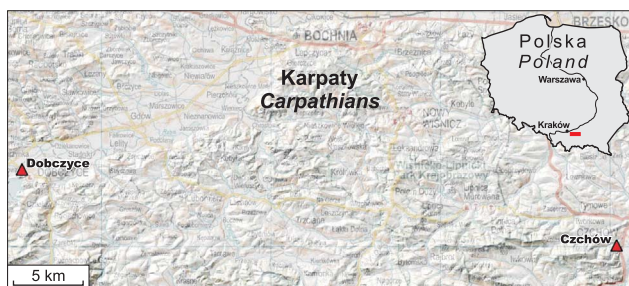
Ryc. 14. Kolegiata pw. św. Marcina w Opatowie  
Fig. 14. Collegiate Church of St. Marcin in Opatów

z miękkich piaskowców jurajskich, głównie bardzo drobnoziarnistych, szarobiałych, odsłoniętych w odległym o 4 km od świątyni Podolu (Bromowicz, Magiera, 2023).

W kościołach na północnych stokach Gór Świętokrzyskich – w Grzegorzowicach i Tarczku – do wzniesienia murów wykorzystano skały podłoża. W rotundzie grzegorzowickiej były to bardzo zwarte, dolnodowńskie piaskowce kwarcytowe o barwie szarej na przełamie i rdzawej na powierzchniach spękań. W Tarczku zastosowano różnobarwne piaskowce dolnotriasowe, od szarych do czerwonych, przeważnie drobno- i równoziarniste, o zaznaczonej laminacji.

### Karpaty

W ścianach gotyckiego kościoła pw. Narodzenia Najświętszej Marii Panny w Czchowie jest widoczny wtórnie użyty materiał kamienny, pochodzący z wcześniejszego kościoła romańskiego. Romańskie fragmenty występują także w murze kościoła pw. św. Marii Magdaleny i św. Mikołaja w Dziekanowicach (ryc. 15–16). W obu świątyniach



Ryc. 15. Lokalizacja romańskich budowli w Karpatach

Fig. 15. Location of the Romanesque buildings in the Carpathians



Ryc. 16. Kościół pw. św. Marii Magdaleny i św. Mikołaja w Dziekanowicach

Fig. 16. Church of St. Mary Magdalene and St. Nicholas in Dziekanowice

materiałem kamiennym są piaskowce istebniańskie płaszczowiny śląskiej (Bromowicz, Magiera, 2021). Najczęściej mają one barwę szarą i żółtordzawą oraz drobne uziarnienie. Sporadycznie występuje grubsze ziarno z białymi skaleniami. Wschodnie piaskowców istebniańskich znajdują się w pobliżu wymienionych budowli.

### FORMA MATERIAŁÓW SKALNYCH I ICH WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNE

Wybór fragmentów cienkich ławic piaskowców karpackich do budowy najstarszych murów kamiennych Małopolski wynikał zapewne ze słabych ówczynie umiejętności obróbki kamienia i z wykorzystania jego naturalnej formy – istotny był płaski kształt płyt użytego materiału. Nagromadzenia płytek tworzyły się wśród materiału osypującego się u podnóża wzniesień utworzonych z wychodni tych zwiezłych i odpornych na wietrzenie skał, o nasiąkliwości często poniżej 1% i wytrzymałości na ściskanie rzędu 100 MPa. Potwierdzeniem braku obróbki piaskowcowych płytek jest duża zmienność ich wymiarów (tab. 1). Wymiary płytek wapiennych mają mniejszą zmienność, co zapewne wiąże się z większą łatwością obróbki wapieni o wytrzymałości na ściskanie rzędu 60 MPa i większą nasiąkliwością – przekraczającą 3%.

Nowe standardy estetyczne, wymagające stosowania prostokątnych płaszczyn w licach murów, wytyczyły poszukiwania nowych materiałów kamiennych. Na monoklinie śląsko-krakowskiej stały się nimi miejscowe, triasowe dolomity diploporowe i jurajskie wapienie uławiczone oraz dolnokredowe, zwarte piaskowce grubopłytowe. Te ostatnie pochodziły z karpackich kamieniołomów utworzonych w pobliżu miejsc pozyskiwania płytek piaskowcowych. Kilkunastocentymetrowe ławice skał bez podzielności płytkowej dostarczały dużych ilości kształtek o małej zróżnicowanej wysokości, używanych do układania kolejnych warstw murów.

Wymiary kamieni użytych do budowy romańskich murów na monoklinie śląsko-krakowskiej są zróżnicowane. Najmniejsze są kształtki wapienne, nieco większe dolomitowe, największe piaskowcowe, co można wiązać z trudniejszą obróbką bardziej wytrzymałych dolomitów i piaskowców karpackich (tab. 1). Nie bez znaczenia jest też łupliwość zastosowanych skał, powielająca osłabienia obrabianego materiału zgodnie z orientacją płaszczyn spękań ciosowych, regularnych w skałach monokliny śląsko-krakowskiej i nieregularnych w osadach karpackich.

W obszarach niecki miechowskiej i pasma fałdowego Gór Świętokrzyskich mury romańskich budowli wykonywano najczęściej z najłatwiej obrabialnych materiałów kamiennych, czyli mioceńskich wapieni detrytycznych (o wytrzymałości na ściskanie rzędu 20 MPa i znacznej, zwykle kilkunastoprocentowej nasiąkliwości). W większości z tych murów kamienne kształtki mają zbliżone wymiary i są dobrze do siebie dopasowane (tab. 1).

Najokazalszą romańską budowlą obszaru niecki miechowskiej i pasma fałdowego Gór Świętokrzyskich jest monumentalna kolegiata opatowska, wzniesiona z bardziej odpornych na warunki atmosferyczne piaskowców jurajskich (o średniej wytrzymałości na ściskanie rzędu 40 MPa), choć też dobrze obrabialnych, co skutkowało niewielkim zróżnicowaniem wymiarów kształtek w murach. Niewielka jest również zmienność wymiarów ciosów piaskowców

**Tab. 1.** Skały romańskich budowli w regionach geologicznych Małopolski  
**Table 1.** Rocks in the Romanesque edifices of Małopolska in geological units

Region geologiczny Geological unit	Budowle Edifices	Czas budowy Construction time	Skały użyte w murach Rocks used	Średnie wymiary kształtek [cm] /Współczynnik zmienności [%] Average size of stone blocks [cm] /Coeff. of variability [%]		Wytrzymałość na ściskanie [MPa] /Nasiąkliwość wagowa [%] Pressure strength [MPa] /Water absorption [%]
				Wysokość Height	Długość Length	
monoklina śląsko-krakowska Silesian-Cracow Monocline	Rotunda św. Feliksa i św. Adaukta, Wawel, Kraków <i>St. Felix and St. Adaukt Rotunda, Wawel, Cracow</i>	X/XI w.	dolnokredowe piaskowce cienkopłytkowe Karpat <i>Lower Cretaceous thin bedded sandstones from the Carpathians</i>	5,4/52	22,6/4	100/1,0
	Katedra chrobrowska, Wawel, Kraków <i>Chrobry Cathedral, Wawel, Cracow</i>	XI w.	jurajskie wapienie cienkopłytkowe <i>Thin bedded Jurassic limestones</i>	4/29	12/42	60/3,7
	Kościół św. Gereona, Wawel, Kraków <i>St. Gereon Church, Wawel, Cracow</i>	XI w.	dolnokredowe piaskowce grubopłytkowe Karpat <i>Lower Cretaceous thick bedded sandstones from the Carpathians</i>	13/49	22/61	100/1,0
	Kościół opactwa benedyktyńskiego, Tyniec, Kraków <i>Benedictine abbey church, Tyniec, Cracow</i>	XI w.	dolnokredowe piaskowce grubopłytkowe Karpat <i>Lower Cretaceous thick bedded sandstones from the Carpathians</i>	13/57	26/60	100/1,0
	Katedra hermanowska, Wawel, Kraków <i>Herman Cathedral, Wawel, Cracow</i>	XII w.	jurajskie wapienie uławiczone <i>Bedded Jurassic limestones</i>	10/31	18/38	60/3,0
	Kościół św. Salwatora, Kraków <i>St. Salvator Church, Cracow</i>	XII w.	miękkie piaskowce ciosowe warstw istebniańskich z Karpat <i>Soft Istebna sandstones, Carpathians</i>	26/36	36/48	50/3,7
	Kościół św. Salwatora, Kraków <i>St. Salvator Church, Cracow</i>	XII w.	jurajskie wapienie uławiczone <i>Bedded Jurassic limestones</i>	11/40	16/42	60/3,0
	Palatium, Morawica <i>Pallatium, Morawica</i>	XII w.	jurajskie wapienie uławiczone <i>Bedded Jurassic limestones</i>	12/38	26/44	60/3,0
	Siewierz	XII w.	triasowe dolomity diploporowe <i>Triassic diplopora dolomites</i>	20/40	33/45	102/4,1
	Wysocice	XIII w.	jurajskie wapienie uławiczone <i>Bedded Jurassic limestones</i>	25/32	44/49	60/3,0
	Giełbo	XIII w.	jurajskie wapienie uławiczone <i>Bedded Jurassic limestones</i>	20/35	36/42	60/3,0
niecka miechowska Miechów Trough	Kościół koło prezbiterium gotyckiej kolegiaty, Wiślica <i>Church by the presbytery of the gothic collegiate, Wiślica</i>	XI/XII w.	miocenne wapienie i gipsy oraz kredowe margle <i>Miocene limestones and gypsum, Cretaceous marls</i>	12–14	25–78*	
	Kościół pod gotycką kolegiatą, Wiślica <i>Church under the gothic collegiate, Wiślica</i>	XII w.	miocenne wapienie litotamniowe <i>Miocene Lithotamnium limestones</i>	22–40**	25–47**	10,0/15,0
	Kościelec	XIII w.	miocenne wapienie litotamniowe <i>Miocene Lithotamnium limestones</i>			10,0/15,0
	Skalbmierz	XII w.	miocenne wapienie litotamniowe <i>Miocene Lithotamnium limestones</i>	29/20	52/34	10,0/15,0
	Stara Zagość	XII w.	miocenne wapienie litotamniowe <i>Miocene Lithotamnium limestones</i>	29/24	41/37	10,0/15,0
	Imielno	XIII w.	miocenne wapienie litotamniowe <i>Miocene Lithotamnium limestones</i>	22/27	43/39	10,0/15,0
	Kije	XII w.	miocenne wapienie litotamniowe <i>Miocene Lithotamnium limestones</i>	17/47	33/36	10,0/15,0
	Mokrsko Dolne	XIII w.	miocenne wapienie litotamniowe <i>Miocene Lithotamnium limestones</i>	26/31	39/46	10,0/15,0
	Mokrsko Dolne	XIII w.	piaskowce triasowe <i>Triassic sandstones</i>	48/8	48/33	90/4,0
	Prandocin	XII w.	piaskowce miocenne <i>Miocene sandstones</i>	33/10	33/38	8/0
Jędrzejów	XII w.	piaskowce miocenne <i>Miocene sandstones</i>	15/30	23/39	8/0	

\* zakres wymiarów [cm] (wg Weber-Kozińskiej, 1997b)/range of dimensions [cm] (after Weber-Kozińska, 1997b)

\*\* zakres wymiarów [cm] (wg Świechowskiego, 2009)/range of dimensions [cm] (after Świechowski, 2009)

c.d. Tab. 1. Skąły romańskich budowli w regionach geologicznych Małopolski  
 cont. Table 1. Rocks in the Romanesque edifices of Małopolska in geological units

Region geologiczny <i>Geological unit</i>	Budowle <i>Edifices</i>	Czas budowy <i>Construction time</i>	Skąły użyte w murach <i>Rocks used</i>	Średnie wymiary kształtek [cm] /Współczynnik zmienności [%] <i>Average size of stone blocks [cm] /Coeff. of variability [%]</i>		Wytrzymałość na ściskanie [MPa] /Nasiąkliwość wagowa [%] <i>Pressure strength [MPa] /Water absorption [%]</i>
				Wysokość <i>Height</i>	Długość <i>Length</i>	
Góry Świętokrzyskie <i>Holy Cross Mountains</i>	Opatów	XII w.	piaskowce jurajskie <i>Jurassic sandstones</i>	34/18	62/30	41,3/10,1
	Koprzywnica	XIII w.	miocenne wapień sarmatu <i>Miocene (Sarmatian) limestones</i>	23/35	45/44	20,0/10,0
	Sulisławice	XIII w.	miocenne wapień sarmatu <i>Miocene (Sarmatian) limestones</i>	21/42	41/37	20,0/10,0
	Goźlice	XIII w.	miocenne wapień sarmatu <i>Miocene (Sarmatian) limestones</i>	28/29	46/37	20,0/10,0
	Grzegorzowice	XIII/XIV w.	piaskowce kwarcytowe dewonu <i>Devonian quartzitic sandstones</i>	10/70	14/164	172/0,8
	Tarczek	XIII w.	piaskowce triasu <i>Triassic sandstones</i>	24/29	43/35	50,6/5,0
Karpaty <i>Carpathians</i>	Dzieskanowice	XIII w.	miękkie piaskowce ciosowe warstw istebniańskich z Karpat <i>Soft Itsebna sandstones, Carpathians</i>	26/28	36,7/37	50/3,7
	Czchów	XII w.	miękkie piaskowce ciosowe warstw istebniańskich z Karpat <i>Soft Itsebna sandstones, Carpathians</i>	33/23	38,7/33	50/3,7

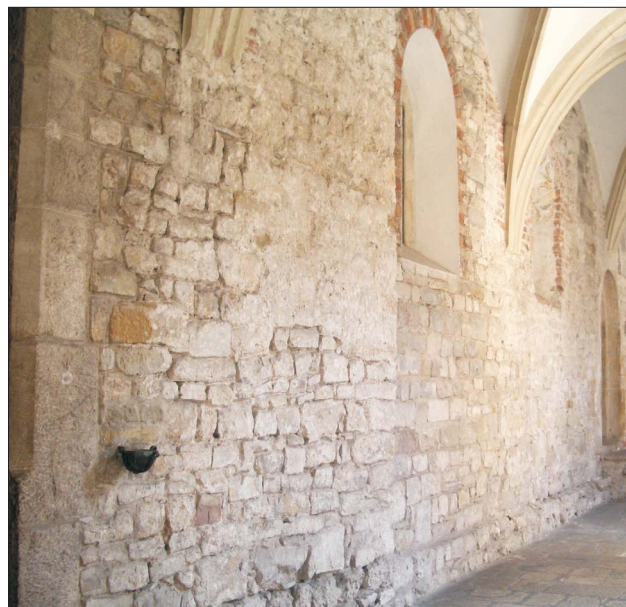
\* zakres wymiarów [cm] (wg Weber-Kozińskiej, 1997b)/range of dimensions [cm] (after Weber-Kozińska, 1997b)

\*\* zakres wymiarów [cm] (wg Świechowskiego, 2009)/range of dimensions [cm] (after Świechowski, 2009)



Ryc. 17. Kościół pw. św. Jana Chrzciciela w Grzegorzowicach  
 Fig. 17. Church of St. John the Baptist in Grzegorzowice

triasowych (o podobnej wytrzymałości na ściskanie) w murach kościoła w Tarczku. Znacznie większe jest zróżnicowanie wymiarów kształtek w murach rotundy w Grzegorzowicach (ryc. 17), zbudowanej z nieregularnych brył bardzo zwężonych piaskowców kwarcytowych dolnego dewonu (których nasiąkliwość wagowa nie przekracza 1%, a średnia wytrzymałość na ściskanie wynosi 172 MPa). Materiał użyty do budowy murów tej rotundy był zapewne, podobnie jak w przypadku rotundy św. św. Feliksa i Adaukta, zbierany z osypów w pobliżu wschodni piaskowców



Ryc. 18. Mur chóru kościoła klasztoru w Tyńcu  
 Fig. 18. The wall of the choir of the monastery church in Tyniec



kwarcytowych, znanych w Górach Świętokrzyskich jako gołoborza.

Obrobiony materiał kamienny był ceniony przez ówczesnych budowniczych, czego przykładem może być wtórne użycie zwięzłych piaskowców płytowych w murach kościoła klasztorowego w Tyńcu (ryc. 18). Być może materiał pochodził z murów wawelskich, gdzie został zastąpiony wapieniami. Podobnie obrobiony kamień wtórnie użyty do odbudowy lub przebudowy romańskich części kolegiaty opatowskiej (Bromowicz, Magiera, 2023).

Porównanie wymiarów kształtek wapiennych murów romańskich budowli w Krakowie, gdzie są one dwukrotnie mniejsze, z ich wymiarami w budowlach oddalonych od miasta zdaje się wskazywać, że kamieniołomy znajdowały się na miejscu, czyli w Krakowie. Dostarczały one kształtek o wymaganych wymiarach, podczas gdy na prowincji materiał nie był przedmiotem segregacji. Potwierdza to bardzo nieliczna obecność w krakowskich murach krzemieni (niepożądanych w budowlach sakralnych), których nie eliminowano z materiału budowlanego obiektów wznoszonych poza miastem, przy czym zasięg oddziaływania krakowskich kamieniołomów był dosyć znaczny, o czym świadczy drobna kostka bez krzemieni w murach Palatium w podkrakowskiej Morawicy (tab. 1). Wapienie miocenne wydobywano również w miejskich kamieniołomach, co przypuszczała już Weber-Kozińska (1962). Potwierdzają to zbliżone wymiary zastosowanych ciosów, jak też i wybór głównie drobnoziarnistych odmian wapieni.

## WNIOSKI

W murach romańskich budowli Małopolski stosowano skały osadowe o różnym składzie petrograficznym, różnym wieku i różnych właściwościach fizyczno-mechanicznych. Ta różnorodność wynikała z:

- budowy geologicznej najbliższej okolicy budowli;
- możliwości transportowych, które zwykle nie przekraczały 25 km;
- umiejętności pozyskiwania i obróbki kamienia;
- tradycji architektonicznych.

W regionach, gdzie pozyskanie skał budowlanych było łatwe, wybierano zwykle odmiany najłatwiej obrabialne, z wychodni usytuowanych najbliżej placu budowy.

Podobna wielkość kształtek masowo stosowanych w budowlach w Krakowie czy dolinie Nidy świadczy o obecności tam kamieniołomów. Potwierdzają to znacznie większe rozmiary ciosów jurajskich wapieni w budowlach usytuowanych blisko kamieniołomów, gdzie wykorzystywano lokalnie wydobywany kamień. W materiale kamiennym reprezentacyjnych budowli Krakowa sporadycznie można znaleźć wapienie z krzemieniami, które są częste w murach budowli prowincjonalnych. W licach najstarszych murów stosowano jeden rodzaj materiału kamiennego. Kamień o różnych właściwościach fizyczno-mechanicznych, użyty do budowy młodszych dzieł architektonicznych, takich jak np. kościół św. Salwatora w Krakowie czy kościoły w Wysocicach i Mokrsku Dolnym, służył do:

- izolacji od podłoża – przerwania transportu wody kapilarnej;
- formowania prostokątnych węglów.

Dziękujemy Recenzentom za cenne wskazówki, dzięki którym uniknęliśmy wielu błędów.

## LITERATURA

- BORATYN J., BRUD S. 2001 – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Słomniki (947). Państw. Inst. Geol.
- BROMOWICZ J., MAGIERA J. 2009 – Kamień wczesnośredniowiecznych budowli Wawelu. *Acta Archeol. Waweliana*, 4: 52.
- BROMOWICZ J., MAGIERA J. 2015 – Kamienie wczesnośredniowiecznych budowli Krakowa – ich pochodzenie na tle geologii miasta. Wyd. AGH, Kraków.
- BROMOWICZ J., MAGIERA J. 2019 – Skały w architekturze podkrakowskich kościołów romańskich. *Prz. Geol.*, 67 (9): 728–735.
- BROMOWICZ J., MAGIERA J. 2021 – Kamień podkrakowskich budowli romańskich. *Prz. Geol.*, 69 (2): 103–108.
- BROMOWICZ J., MAGIERA J. 2022 – Kamienie i znaki apotropaiczne w murach romańskich kościołów w Siewierzu i Mokrsku Dolnym. *Prz. Geol.*, 70 (2): 91–99.
- BROMOWICZ J., MAGIERA J. 2023 – Historia zapisana w kamieniu romańskiej kolegiaty pw. św. Marcina w Opatowie. *Prz. Geol.*, 71 (1): 12–18.
- BUDKOWA Z., FLIS J., KALINOWSKI L., LALIK T., NIEPOKÓLCZYCKI M., PENKALOWA B., TOMASZEWSKI A., WARTAŁOWSKA Z., WEBER-KOZIŃSKA M., WIERCINŃSKI A., WIŚNIEWSKI E., ZAGRODZKI T. 1963 – Odkrycia w Wiślicy. PWN, Warszawa.
- CZAPOWSKI G. 2004 – Miocen. Otoczenie Gór Świętokrzyskich. [W:] Peryt T.M., Piwocki M. (red.) – Budowa Geologiczna Polski, tom I – Stratygrafia, Część 3a – Kenozoik: Miocen. Państw. Inst. Geol.: 239–246.
- FIRLET J., PIANOWSKI Z. 1985 – Sprawozdanie z badań w podziemiach katedry wawelskiej 1981–1983 r. Odkrycie kościoła przedromańskiego. Stan badań nad wczesnośredniowiecznymi kościołami katedralnymi na Wawelu. *Spraw. Archeol.*, 37: 169–179.
- FIRLET J., PIANOWSKI Z. 1998 – Wyniki badań archeologicznych w rejonie katedry i pałacu królewskiego na Wawelu (1981–1994). *Acta Archeol. Waweliana*, 2: 105–118.
- FIRLET J., PIANOWSKI Z. 2009 – Nowe odkrycia i interpretacje architektury przedromańskiej i romańskiej na Wawelu. [W:] Janik T. (red.), *Architektura romańska w Polsce. Nowe odkrycia i interpretacje, Materiały z sesji naukowej w Muzeum Początków Państwa Polskiego*, Gniezno, 9–11 kwietnia 2008 r.: 250–277.
- GRZYBKOWSKI A. 1997 – Prandocin po stu latach badań. [W:] *Ars sine scientia nihil est. Księga ofiarowana profesorowi Zygmuntowi Świechowskiemu*. Dom Wydawniczy ARS, Warszawa: 94–100.
- ŁUSZCZKIEWICZ W. 1879 – Kościół św. Wojciecha w Kościelcu pod Proszowicami, zabytek architektury XIII wieku. *Spraw. Komisji do badania Historii Sztuki w Polsce*, 1, Kraków: 33–42.
- ŁUSZCZKIEWICZ W. 1897 – Kościółek św. Jana w Siewierzu oraz szczegółowy kapitułarza w Jędrzejowie. *Przyczynki do dziejów budownictwa XII i XIII wieku w Polsce*. Akademia Umiejętności, Kraków: 83–92.
- LYCZEWSKA J., MAĐRY S. 2021 – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Busko-Zdrój (917), Państw. Inst. Geol.-PIB.
- MAĐRY S., SALWA S. 2020 – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Pińczów (884). Państw. Inst. Geol.-PIB.
- RODZIŃSKA-CHORAŻY T. 2013 – Wątki kamienne w architekturze w Polsce do schyłku XII wieku. [W:] Stala K. (red.), *III Forum Architecturae poloniae medievalis*, Kraków, 22–24 marca 2013 r., t. 1: 295–318.
- SZYSZKO-BOHUSZ A. 1918 – Rotunda świętych Feliksa i Adauka (Najśw. Panny Marii) na Wawelu. *Rocz. Krakowski*, 18: 53–79.
- ŚWIECHOWSKI Z. 2009 – Katalog architektury romańskiej w Polsce. Wydawnictwo DiG, Warszawa.
- WEBER-KOZIŃSKA M. 1962 – Warsztat budowlany przedromańskiego kościoła w Wiślicy. ZBPŚUWiPW, I Konferencja Naukowa w Warszawie, 23 i 24 marca 1960 r. PWN, Warszawa.
- WEBER-KOZIŃSKA M. 1997a – Badania na kulminacji wyspy miejskiej w Wiślicy. [W:] Grzybkowski A. (red.), *Wiślica – nowe badania i interpretacja*. Ośrodek Dokumentacji Zabytków, Ministerstwo Kultury i Sztuki: 20–31.
- WEBER-KOZIŃSKA M. 1997b – Fundamenty kościoła przy ul. Batalionów Chłopskich w Wiślicy. [W:] Grzybkowski A. (red.), *Wiślica – nowe badania i interpretacja*. Ośrodek Dokumentacji Zabytków, Ministerstwo Kultury i Sztuki: 32–53.
- WOIŃSKI J. 1991 – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Działoszyce (916). Państw. Inst. Geol.

Praca wpłynęła do redakcji 2.11.2023 r.

Akceptowano do druku 7.12.2023 r.