

Streszczenie pracy doktorskiej pt.:

Możliwości wykorzystania piaskowców jurajskich i kredowych północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich jako kamieni architektonicznych w zależności od ich litologii

Jurajskie i kredowe piaskowce północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich to skały o długich tradycjach wydobywania i użytkowania w budownictwie. Wzrost zapotrzebowania na piaskowce dla celów architektonicznych, wykorzystywane przede wszystkim w postaci płyt okładzinowych (pionowych i poziomych), a także mniejszych elementów kamiennych (m.in. cienkich płytek okładzinowych oraz kamienia murowego) spowodował, iż w ostatnich latach, w granicach obszaru objętego badaniami w ramach pracy doktorskiej, udokumentowanych zostało wiele nowych złóż. Pozyskiwana z nich kopalina charakteryzuje się znaczną zmiennością parametrów jakościowych i w związku z tym wykazuje zróżnicowaną przydatność do produkcji materiałów kamiennych. Pomimo rozwoju wydobycia omawianych piaskowców jurajskich i kredowych wpływ zróżnicowania litologicznego tych skał na ich właściwości użytkowe nie został dotychczas określony.

Opublikowane w ostatnich latach wyniki badań sedymentologicznych dostarczyły nowych danych na temat warunków depozycji osadów jury dolnej, a w mniejszym stopniu również osadów kredy dolnej na analizowanym obszarze. Na ich podstawie ustalono, iż piaskowce z badanych w pracy złóż reprezentują osady deltowe, brzegowe i płytkiego szelfu silikoklastycznego (piaskowce dolnojurajskie), a także osady głębokiego szelfu silikoklastycznego (piaskowce dolnokredowe). Pod względem stratygraficznym skały dolnojurajskie zaliczono do formacji skłobskiej, ostrowieckiej i borucickiej, a dolnokredowe do dolnego albu.

Celem badawczym pracy było określenie wpływu procesów sedymentacyjnych i diagenetycznych na wykształcenie litologiczne i petrograficzne piaskowców z analizowanych złóż. Celem aplikacyjnym pracy była natomiast ocena przydatności piaskowców o zróżnicowanej litologii, ukształtowanej w wyniku ww. procesów, do zastosowań jako kamienie architektoniczne.

Piaskowce wykorzystywane jako kamienie architektoniczne muszą posiadać odpowiednie właściwości użytkowe. Skały te powinny przede wszystkim spełniać wymagania jakościowe stawiane przez odbiorców w zakresie właściwości fizyczno-mechanicznych, a ponadto posiadać korzystne walory dekoracyjne, decydujące o atrakcyjności wizualnej

wykonanych z nich materiałów kamiennych. Trzecim ważnym czynnikiem jest odpowiednio wysoki uzysk prostopadłościennych bloków, o określonej objętości i regularnych kształtach. Głównym kierunkiem ich wykorzystania jest obecnie produkcja płyt okładzinowych, a w mniejszym zakresie również różnego rodzaju elementów profilowanych (np. kolumny, parapety), zaspokajająca rosnące potrzeby branży budowlanej. Przeprowadzenie kompleksowej charakterystyki piaskowców jurajskich i kredowych, obejmującej zarówno ich cechy sedymentacyjno-litologiczne oraz petrograficzne, jak też parametry jakościowe, wymagało zatem uwzględnienia dodatkowego celu aplikacyjnego pracy. Była nim ocena możliwości pozyskiwania bloków w wyrobiskach wybranych złóż, z uwzględnieniem przestrzennej orientacji i intensywności występujących w skałach spękań.

W kontekście postawionego celu badawczego oraz celów aplikacyjnych sformułowano następującą tezę pracy: Zróżnicowana przydatność piaskowców jurajskich i kredowych północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich do stosowania jako kamienie architektoniczne pozostaje w ścisłym związku z ich litologią, ukształtowaną w wyniku różnych warunków sedymentacji i diagenety.

Realizacja celów pracy wymagała przeprowadzenia badań terenowych i laboratoryjnych, poprzedzonych etapem studiów literaturowych. Do badań terenowych wybranych zostało 20 złóż piaskowców, w tym 15 dolnojurajskich i 5 dolnokredowych, które w ostatnich latach stanowiły przedmiot regularnej bądź okresowej eksploatacji. Obserwacje cech sedymentacyjno-litologicznych piaskowców w dostępnych do obserwacji profilach złożowych stanowiły podstawę wyróżnienia 12 odmian piaskowców, w tym 9 blocznych i 3 nieprzydatnych do tego celu. Ostatnie z wymienionych, z uwagi na niewielką miąższość ławic, mogą być wykorzystywane wyłącznie w postaci cienkich kształtek.

Przedmiotem badań laboratoryjnych były pobrane w wyrobiskach złożowych próbki, reprezentujące każdą z wyróżnionych w pracy odmian piaskowców. Badania petrograficzne obejmowały klasyczne badania mikroskopowe w świetle przechodzącym, w tym mikroskopową analizę ilościową i analizę granulometryczną. Jako metodę uzupełniającą zastosowano elektronową mikroskopię scanningową (SEM), w połączeniu z analizą składu chemicznego przy użyciu spektrometru rentgenowskiego (EDS). Dobrana w ten sposób metodyka badań pozwoliła na identyfikację oraz ustalenie udziału głównych składników mineralnych szkieletu ziarnowego i spoiwa, a także określenie pozycji systematycznej piaskowców. Przeprowadzone obserwacje mikroskopowe dostarczyły ponadto informacji na temat cech teksturalno-strukturalnych badanych skał oraz stopnia obtoczenia ich materiału detrytycznego. Badania w elektronowym mikroskopie scanningowym były szczególnie

przydatne podczas obserwacji sposobu wykształcenia spoiwa oraz efektów przemian diagenetycznych. Z kolei na podstawie analizy granulometrycznej wyznaczono statystyczne parametry uziarnienia, w tym graficzną średnią średnicę (GSS), graficzne odchylenie standardowe (GSO) oraz graficzną skośność (GSK).

Badania właściwości fizyko-mechanicznych piaskowców obejmowały oznaczenie gęstości objętościowej, nasiąkliwości wagowej i objętościowej oraz wytrzymałości na ściskanie w stanie powietrzno-suchym. Dodatkowo jako metodę uzupełniającą zastosowano badania ultradźwiękowe, w ramach których przeprowadzono pomiary prędkości fali podłużnej w stanie powietrzno-suchym i w stanie nasycenia wodą. Na ich podstawie określono wartość współczynnika anizotropii A oraz wskaźnika zmiany prędkości B.

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na wskazanie odmian piaskowców jurajskich i kredowych północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich o najkorzystniejszych właściwościach użytkowych.

Na podstawie przeprowadzonych w pracy badań sformułowano następujące wnioski:

1. Możliwości wykorzystania piaskowców jurajskich i kredowych północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich stanowią wypadkową zróżnicowanych warunków ich sedymentacji i diagenety oraz lokalnie silniej zaznaczających się procesów wietrzeniowych.
2. Spośród odmian blocznych korzystne właściwości użytkowe posiadają dolnojurajskie piaskowce płytkiego szelfu silikoklastycznego, a podrzędnie piaskowce deltowe, o drobnym i bardzo drobnym uziarnieniu, na ogół dobrym wysortowaniu składników, stosunkowo wysokiej zawartości kwarcu oraz spoiwie zbudowanym głównie z regeneracyjnej krzemionki, z silniej zaznaczającymi się przejawami kompaktacji mechanicznej, rzadziej chemicznej. Słabsze parametry fizyczno-mechaniczne pozostałych odmian piaskowców przybrzeżnych, brzegowych oraz deltowych wynikają natomiast z większej zawartości składników niestabilnych mechanicznie lub chemicznie, w tym łuszczaków, litoklastów ilasto-okruchowych, a podrzędnie również skaleni, spadku udziału regeneracyjnej krzemionki na rzecz spoiwa typu matrix oraz ilastego, obecności zaawansowanych procesów rozpuszczania i przeobrażania skaleni oraz łuszczaków, dodatkowo lokalnie niekorzystny wpływ ma również drobniejsze uziarnienie skał, odpowiadające frakcji gruboziarnistych pyłowców.
3. Słabe właściwości użytkowe posiadają na ogół dolnokredowe piaskowce głębokiego szelfu silikoklastycznego o nierównym, drobnym oraz średnim uziarnieniu, często obfitym spoiwie zbudowanych z minerałów ilastych, mikrokryształicznej krzemionki oraz

drobnookruchowego matrix, z podrzędnym udziałem regeneracyjnej krzemionki wykształconej w formie obwódek na ziarnach kwarcu, w których decydujący wpływ na parametry jakościowe skał miały procesy sylikacji. Odmiana piaskowców średnioziarnistych, z uwagi na słabe wyniki oznaczeń analizowanych w pracy parametrów fizyczno-mechanicznych uznana została za nieprzydatną do stosowania jako kamień architektoniczny.

4. Możliwości pozyskiwania kamienia blocznego istnieją w wyrobiskach 14 z 20 analizowanych złóż, podczas gdy w pozostałych sześciu miąższość ławic nie jest do tego celu wystarczająca. W złożach piaskowców jurajskich, o na ogół korzystnym, ortogonalnym układzie płaszczyzn podzielnosci oraz znacznych odległościach między spękaniami pionowymi, wartość wskaźnika bloczności geologicznej determinowana jest odległościami między płaszczyznami spękań pokładowych. W złożach piaskowców kredowych, o bardzo grubym uławiceniu, decydujące znaczenie ma natomiast obecność spękań diagonalnych, w zasadzie wykluczająca pozyskiwanie bloków o regularnych kształtach i przyczyniająca się do znacznej redukcji wielkości otrzymanych wskaźników bloczności geologicznej w wyrobiskach analizowanych złóż.

Abstract

Possibilities of utilization of Jurassic and Cretaceous sandstones in the North-western margin of Świętokrzyskie Mountains as architectural stones depending on their lithology

The Jurassic and Cretaceous sandstones occurring in the North-western margin of the Świętokrzyskie Mountains are the rocks of the long traditions of mining and utilization for the building purposes. Increasing demand for the sandstones for the architectural applications, primarily used in the form of slabs as well as smaller dimension stones (the split tiles and other dimension elements) has caused that numerous sandstone deposits has been recognized in the investigated area in recent years. The extracted raw materials exhibit a considerable diversity of the quality and therefore they have various suitability for dimension elements production. Despite the growth of the discussed Jurassic and Cretaceous sandstones output, the influence of the lithological diversity of these rocks on their properties has not yet been assessed.

Recently published results of the sedimentological research in the investigated area provided the new data concerning deposition conditions of the Lower Jurassic sediments and – to a lower extent - of the Lower Cretaceous sediments. According to these research results the sandstones from the deposits investigated in this dissertation have been classified as the deltas, upper shoreface or shallow silicoclastic shelf sediments (the Lower Jurassic sandstones), as well as deep silicoclastic shelf sediments (Lower Cretaceous sandstones). Regarding their stratigraphic position, the Lower Jurassic (Liassic) rocks represent the Skłoby, Ostrowiec and Borucice formations whereas the Lower Cretaceous sandstones are of Lower Albian age.

The research objective of the study has been to determine the influence of sedimentation and diagenesis processes on the lithology and petrographic characteristics of sandstones from analysed deposits. The application goal of the study has been to assess the suitability of sandstones with varied lithology, formed in the course of the above mentioned processes, for the architectural purposes. It depends on the three important features, including physico-mechanical properties, decorative values as well as the high yield of blocks of a certain volume and regular shapes.

The complex characteristics of the Jurassic and Cretaceous sandstones, including the sedimentological and lithological features, as well as their quality, has required to consider the additional application purpose: evaluation of the possibilities of the obtaining the sandstone

blocks on the basis of measurement of the spatial orientation and intensity of cracks occurring in the rocks.

The following dissertation thesis has been formulated: Diverse suitability of the Jurassic and Cretaceous sandstones of the North-western margin of the Świętokrzyskie Mountains for the use as architectural stones strictly depends on their lithology, formed in the different sedimentation and diagenetic conditions.

The realization of the study objectives required field and laboratory research, preceded by literature studies. For field research, 20 sandstone deposits has been selected, including 15 Lower Jurassic sandstone deposits and 5 Lower Cretaceous sandstone deposits. These deposits has been regularly or irregularly extracted in recent years. On the basis of the macroscopic observations of the sedimentary and the lithological features, the 12 sandstone types has been distinguished. Nine of them are suitable for blocks extraction whereas the remaining three - due to their small beds thicknesses - can be used exclusively for split tiles manufacture.

The samples of various types of Jurassic and Cretaceous sandstones, from the investigated mines, has been subject of the petrographic and physico-mechanical analysis. The first of them included the observations in the polarizing microscopy (passing light). Within this study the microscopic quantitative analysis and granulometric analysis has also been performed. Scanning electron microscopy (SEM) has been used as a complementary method in combination with the chemical composition analysis with use of X-ray spectrometer (EDS). The chosen methodology has allowed to identify and determine the clastic sediments composition of the sandstones as well as cement and matrix content. The sandstones has been classified according to classification triangles of Pettijohn. Moreover, the clastic sediments sorting, as well as grains roundness and sizes has been measured. The scanning electron microscope method has been particularly useful for the observations of the cements and diagenetic processes effects. On the basis of the results of the granulometric analysis the grain size statistical parameters (mean size, standard deviation and skewness) has been defined.

Research on physico-mechanical properties of investigated sandstones has included the determination of volume density, water absorption and compressive strength in air-dry conditions. As a complimentary method to assess the heterogeneity of the rock samples, ultrasonic method has been applied. On the basis of this research, the varieties of Jurassic and Cretaceous sandstones of the North-western margin of the Świętokrzyskie Mountains of highest quality have been indicated.

Based on the research carried out in the study, the following conclusions have been drawn:

1. Possibilities of utilization of Lower Jurassic and Lower Cretaceous sandstones of the North-western margin of the Świętokrzyskie Mountains are the resultant of varied sedimentation and diagenesis conditions, and – locally – also of more pronounced weathering processes.
2. From among dimension varieties of investigated sandstones, the most favourable utility features have Lower Jurassic shallow silicoclastic shelf sandstone and - to some extent - deltas sandstone, having fine and very fine granulation, good grains sorting, relatively high content of quartz, cement composed mostly of regenerative silica, with visible manifestations of mechanical (rarely chemical) compaction. Weaker physico-mechanical parameters of other varieties of Lower Jurassic deltas or upper shoreface sandstones are the result of higher content of mechanically or chemically unstable components (including mica, clayey-clastic lithoclasts, rarely feldspars), decrease of share of regenerative silica cement in favour of matrix or clayey cement, presence of advanced processes of dissolving and transforming of mica and feldspars. In some cases, also fine grain size of the rock (coarse grained mudstone) is unfavourable.
3. Lower Cretaceous deep silicoclastic shelf sandstones have commonly weak utility features. They show uneven, fine and medium graining, often abundant cement composed of clayey minerals, microcrystalline silica and fine-grained matrix, with minor share of regenerative silica on quartz grains. One of two distinguished varieties of Lower Cretaceous deep silicoclastic shelf sandstones, due to very weak physico-mechanical parameters, have been recognized as useless for use as architectural stone.
4. Possibilities of dimension stone production are confirmed in quarries of 14 from 20 analysed deposits, while in the remaining 6 deposits beds thickness is not thick enough for such purposes. In Lower Jurassic sandstone deposits, with commonly favourable, orthogonal layout of divisibility planes and significant distances between vertical cracks, value of geological dimension stone yield is dependent mostly on distances between bed (horizontal) cracks. In Lower Cretaceous sandstone deposits, with thick beds, presence of diagonal vertical cracks is decisive. In practice, it excludes possibility of production of regular blocks and influences significant reduction of geological dimension stone yield in quarries of analysed sandstone deposits.