

Alina Jarmontowicz, Róża Krzywobłocka-Laurów

Badania składu mineralnego i struktury wybranych piaskowców dla potrzeb konserwacji

Ochrona Zabytków 48/1 (188), 81-84

1995

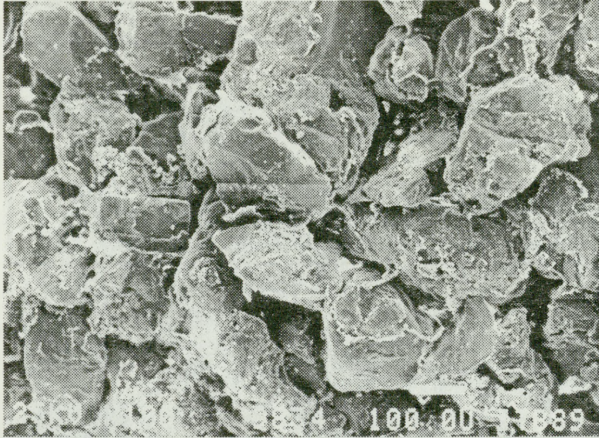
Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

BADANIA SKŁADU MINERALNEGO I STRUKTURY WYBRANYCH PIASKOWCÓW DLA POTRZEB KONSERWACJI

Wstęp

Wzrastające zainteresowanie zabytkami kamiennymi w ostatnich latach w naszym kraju narzuca konieczność bardziej wnikliwego podejścia do zagad-



1. Piaskowiec Żerkowice, powiększenie 100 x (wszystkie fot. autorki)
1. Sandstone Żerkowice, magnified 100 x (all photos: by the authors)



2. Piaskowiec Nietulisko, powiększenie 100 x
2. Sandstone Nietulisko, magnified 100 x

1. G. G. Amoroso, V. Fassina, *Stone Decay and Conservation*, Amsterdam, 1983; *Konserwacja i restauracja pomników i historycznych zdanij* (tłum. z jez. franc.: *La conservation et la restauration des monuments et des bâtiments historiques*), Moskwa 1978; R. Krzywobłocka-Laurów, A. Jarmontowicz, *Badania wybranych materiałów budowlanych metodami instrumentalnymi. Raporty z I i II etapu zadania A.1.1.4. w Resortowym programie badań podstawowych I.11.* — *Naukowe podstawy ochrony i konserwacji zabytków*, maszynopisy ITB, Warszawa 1989; *Structural Repair and Maintenance of Historical Buildings II*, Vol. 1 — *General Studies,*

nienia ich napraw i konserwacji. Wiąże się z tym potrzeba właściwego doboru materiału kamiennego.

Możliwość identyfikacji materiału w zabytku jest niesłychanie istotnym problemem. Często pozwala ona na uzupełnienie informacji o rozwoju kamieniarstwa na danym terenie znanych ze źródeł historycznych i badań archeologicznych¹.

Identyfikacja materiału kamiennego zabytku w oparciu jedynie o ocenę makroskopową lub przekazy historyczne jest często zawodna. Makroskopowe podobieństwo między różnymi materiałami kamiennymi uniemożliwia ich prawidłową identyfikację. Dużym ułatwieniem jest tu odpowiedni zbiór danych porównawczych — bank danych. W celu opracowania takiego zbioru zbadano skład mineralny wybranych skał, stosowanych w budowlach zabytkowych na ziemiach polskich. Znajomość składu mineralnego materiału kamiennego pozwoli na jego prawidłową identyfikację w obiektach zabytkowych. Praktyka konserwatorska wykazała potrzebę wprowadzenia na szerszą skalę do badań kamieniarki współczesnych analiz instrumentalnych.

Najpowszechniej stosowanym w naszym kraju kamieniem do celów architektoniczno-budowlanych były piaskowce i wapienie². Z uwagi na duży udział piaskowców w zabytkowej kamieniarsce architektonicznej, skoncentrowano się właśnie na ich analizie.

Przebadano próbki piaskowców stosując analizę rentgenograficzną, badania w skaningowym mikroskopie elektronowym oraz wykonano pomocnicze oznaczenia chemiczne. Badaniom poddano 10 próbek pochodzących z dwóch rejonów Polski: kieleckiego (Doły Biskupie k. Kunowa, Kopulak k. Suchedniowa, Nietulisko Małe k. Kunowa, Śmiałów k. Szydłowca, Śmiłówek Podolszański k. Szydłowca) i sudeckiego (Radków k. Nowej Rudy, Złotno k. Dusznik Zdroju, Rakowice Małe k. Lwówka Śląskiego, Wartowice k. Bolesławca, Żerkowice k. Lwówka Śląskiego).

Materials and Analysis, Vol. 2 — *Dynamics, Stabilisation and Restoration*, „Proceedings of the Second International Conference, Seville, Spain 14-16 May 1991”.

2. B. Gierych, *Od kamieniolomów do architektury*, Warszawa 1955; *Katalog kamienia* Warszawa 1975; B. Penkala, *Własności techniczne i wyniki badań laboratoryjnych materiałów kamiennych Polski przeznaczonych do celów budowlanych i drogowych*, Warszawa 1961; H. Sygietyńska, *Kamień w architekturze i rzeźbie Warszawy*, Warszawa 1978.

Tabela 1. Zawartość w piaskowcach części nierozpuszczalnych w HCl

L.p.	Oznaczenie próbki	Zawartość części nierozpuszczalnych w HCl, % wag.
1	Doły Biskupie	94,5
2	Kupulak	96,2
3	Nietulisko Małe	97,3
4	Śmiłów	97,3
5	Śmiłówek	94,7
6	Radków	90,4
7	Złotno	95,3
8	Rakowice Małe	97,5
9	Wartowice	97,9
10	Żerkowice	97,5

Tabela 2. Minerale akcesoryczne w piaskowcach

Minerał	Obecność (+) lub brak (-) minerału w próbkach piaskowców z rejonu:									
	kieleckiego					sudeckiego				
	oznaczenie próbek *									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ortoklaz	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
Mikroclin	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Muskowit	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Chloryty	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Kaolinit	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Illit	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
Hematyt	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Magnetyt	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Getyt	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+
Tlenek żelaza η -Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Lepidokrokit	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+
Rutyl	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Cyrkon	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
Turmalin	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
Heulandyt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?
Laumontyt	-	-	-	-	-	-	-	-	?	?

* – oznaczenie próbek:

1 – Doły Biskupie k. Kunowa

2 – Kupulak k. Suchedniowa

3 – Nietulisko Małe k. Kunowa

4 – Śmiłów k. Szydłowca

5 – Śmiłówek Podolszański k. Szydłowca

6 – Radków k. Nowej Rudy

7 – Złotno k. Dusznik Zdroju

8 – Rakowice Małe k. Lwówka Śląskiego

9 – Wartowice k. Bolesławca

10 – Żerkowice k. Lwówka Śląskiego

Wyniki badań

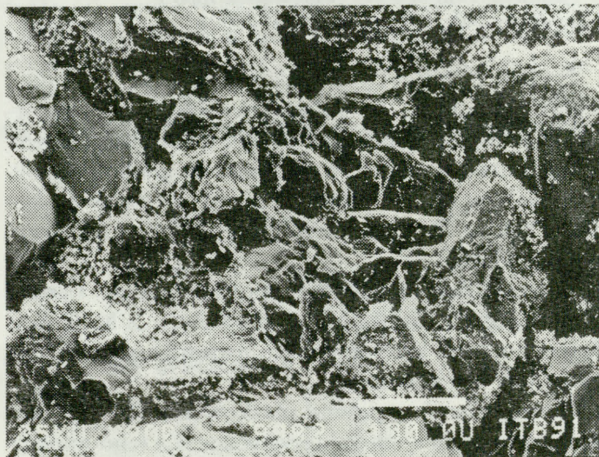
Analiza składu mineralnego. Próbkę piaskowców wybranych do badań zostały przygotowane w następujący sposób: odłupki o masie nie mniejszej niż 100 g suszono do stałej masy w suszarce labora-

toryjnej w temperaturze ok. 50°C. Wyszuszone próbki rozdrobiono w młynku laboratoryjnym do wielkości ziarna umożliwiającego przejście całości próbki przez sito o boku kwadratowego oczka 0,063 mm. Wszystkie analizy rentgenograficzne wykonano w aparacie TUR M62 z goniometrem HZG-4, stosu-

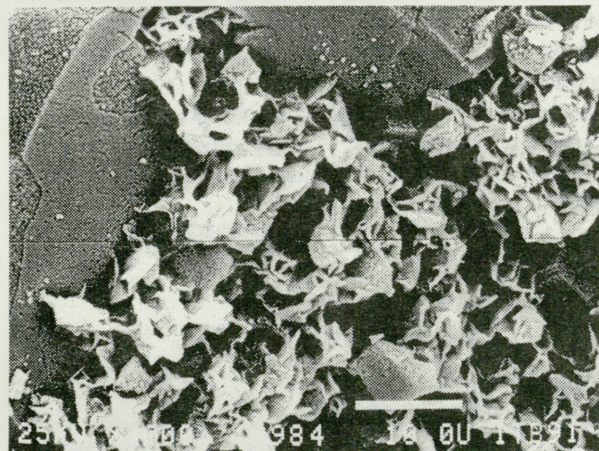
jąc lampę miedziową. Przy identyfikacji składników korzystano z wzorców JCPDS³, literatury⁴ i doświadczeń własnych. Dodatkowo oznaczono zawartość części nierozpuszczalnych w HCl (1:3).

W piaskowcach z rejonu kieleckiego, oprócz dominującego składnika, jakim jest kwarc, występują: ortoklaz i mikroclin z grupy skaleni potasowych, muskowitz z grupy mik, kaolinit z minerałów ilastych, a z innych grup mineralnych — hematyt, getyt, lepidokrokit, cyrkon, rutil, turmalin i sporadycznie apatyt.

W piaskowcach z rejonu sudeckiego, podobnie jak w piaskowcach kieleckich, oprócz dominującego składnika, jakim jest kwarc, występują skalenie w postaci ortoklazu i mikroclinu, z mik — muskowitz oraz z minerałów ilastych — kaolinit i illit. Z innych grup



3. Piaskowiec Radków, powiększenie 200 x
3. Sandstone Radków, magnified 200 x



4. Piaskowiec Radków, powiększenie 200 x
4. Sandstone Radków, magnified 200 x

mineralnych występuje lepidokrokit, tlenki żelaza, a sporadycznie cyrkon oraz heulandyt i laumontyt.

Zawartość kwarcu w badanych próbkach określano na podstawie zawartości w nich części nierozpuszczalnych w HCl, która wynosi w granicach od 90 do 98% wagowo (tabela 1).

Minerały akcesoryczne stwierdzone w poszczególnych próbkach badanych piaskowców zestawiono w tabeli 2.

Analiza struktury. Obserwacje w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) przeprowadzono na świeżych przełamach badanych próbek piaskowców, pokrytych uprzednio warstewką przewodzącego metalu (Au) w urządzeniu „Fine coat”. Tak przygotowane próbki poddano oględzinom w mikroskopie skaningowym typu JSM 35C, produkcji japońskiej firmy JEOL. Zakres stosowanych powiększeń — od 20 do 10000 x.

Skład mineralny badanych piaskowców pod względem jakościowym nie wykazuje istotnych różnic. Piaskowce te wykazują jednak znaczne różnice pod względem struktury. Ziarna kwarcu w jednych piaskowcach tworzą strukturę zwartą, np. piaskowiec z Żerkowic (il. 1), w innych natomiast między zianami kwarcu występują liczne i stosunkowo duże pory (il. 2). Dalsze różnice są widoczne na przykład przy porównaniu struktury piaskowca z Radkowa z piaskowcem z Żerkowic — oba pochodzą z rejonu sudeckiego.

W piaskowcu z Radkowa wyróżniają się dwa typy ziarn kwarcu. Pierwszy typ stanowią nieregularne ziarna kwarcu o przełamie muszlowym i są one dominujące (il. 3). Drugim typem są kryształy kwarcu o wyraźnie wykształconych gładkich ścianach. Tego typu ziarn kwarcu nie stwierdzono w badanym piaskowcu z Żerkowic. Charakterystycznym elementem mikrostruktury piaskowca z Radkowa jest występowanie krzemionki w postaci bardzo drobnych utworów w formie rozetkowej między autogenicznymi zianami kwarcu (il. 4). Należy zaznaczyć, że wiele obszarów w tym piaskowcu składa się tylko z kryształów kwarcu i „rozetkowej” krzemionki. Obszarów o takiej budowie nie stwierdzono w piaskowcu z Żerkowic. Piaskowiec z Żerkowic charakteryzuje się natomiast występowaniem mikroobszarów zajętych przez utwory o budowie tabliczkowatej, miejscami tworzących typowe „książeczki” kaolinitu (il. 5).

Należy oczekiwać, że różnice w cechach mikrostruktury omawianych piaskowców będą powodować ich inne cechy techniczne, np. nasiąkliwość, a tym samym inne zachowanie w kamieniarsce zabytkowej. Nasiąkliwość piaskowca z Radkowa wynosi 3,6 do 5,1% wagowo⁵, a piaskowca z Żerkowic 7 do 8% wagowo⁶.

3. Joint Committee on Powder Diffraction Standards, USA 1973.
4. A. Bolewski, A. Manecki, *Mineralogia opisowa*, Kraków 1984.

5. B. Penkala, op. cit.
6. *Katalog kamienia*, op. cit.



5. Piaskowiec Żerkowice, powiększenie 4000 x
5. Sandstone Żerkowice, magnified 4000 x



6. Piaskowiec Doły Biskupie, powiększenie 1000 x
6. Sandstone Doły Biskupie, magnified 1000 x

Podobnie można prześledzić różnice w strukturze piaskowców z rejonu kieleckiego, np. z Dołów Biskupich i Nietuliska. W piaskowcu z Dołów Biskupich występują ziarna kwarcu o zniszczonych powierzchniach, a w spoiwie zaznacza się obecność minerałów ilastych, zwłaszcza kaolinitu (il. 6). Piaskowiec z Nietuliska natomiast charakteryzuje się większą porowatością i mniejszą zawartością spoiwa. Nasiąkliwość piaskowca z Dołów Biskupich zawiera się w granicach 6,4 do 7,4%, a z Nietuliska 9,4 do 14,1% wagowo⁷.

Podsumowanie

Zawartość podstawowego składnika w badanych piaskowych, jakim jest kwarc, zawiera się w granicach od 90 do 98% wagowo. Jako minerały akcesoryczne przeważnie występują w nich skalenie potasowe — ortoklaz i mikroklin, z grupy mik — muskowitz, sporadycznie chloryty, z minerałów ilastych głównie kaolinit, niekiedy illit, tlenki żelaza — hematyt, magnetyt lub getyt i wodorotlenki żelaza w postaci lepidokrokitu, a ponadto rutyl, cyrkon i turmalin; nie wyklucza się również sporadycznego występowania heulandytu i laumontytu.

Badane piaskowce ujawniają różnice w strukturze, a głównie w ilości, wielkości i morfologii ziarn kwarcu. W jednym typie piaskowców, z Radkowa, ziarna kwarcu mają wyraźnie wykształcone, gładkie ściany, natomiast w innym piaskowcu, np. z Dołów Biskupich, ziarna kwarcu mają chropowate, zniszczone powierzchnie.

Krzemionka, stanowiąca spoiwo, tworzy bardzo drobne formy rozetkowe w piaskowcu z Radkowa. Tego typu form krzemionki nie stwierdzono w innych badanych piaskowcach.

Występujący w spoiwie piaskowców kaolinit bardzo często tworzy charakterystyczne dla tego minerału formy „książeczek”.

Uzyskane wyniki badań struktury piaskowców tłumaczą niektóre cechy techniczne tych kamieni, np. nasiąkliwość — bowiem większej zawartości minerałów ilastych towarzyszy większa porowatość, a tym samym i większa nasiąkliwość. Należy oczekiwać, że trwałość tych piaskowców będzie różna. Z tego względu badania składu mineralnego i struktury piaskowców powinny być prowadzone w ramach oceny przydatności tych kamieni do określonych prac renowacyjnych i konserwatorskich.

7. B. Penkala, op. cit.

The Examination of the Mineral Composition and Structure of Selected Sandstones Intended for Conservation

The identification of stone material in ancient monuments upon the basis of macroscopic estimations or data obtained from historical documents is often deceptive. An adequate set of data in the form of a data bank concerning the mineral composition and structure of stone materials, proves to be of great help. In order to elaborate such a set,

the mineral composition of selected sandstones used in old buildings in Polish territories has been examined. The obtained results concerning the mineral composition and structure of the sandstones explain some of their technical features such as imbibition.