

## PETROGRAFICZNE BADANIA MATERIAŁÓW WIĄZĄCYCH Z WCZESNOŚREDNIOWIECZNEJ BUDOWLI OSTROWA LĘDNICKIEGO

UKD 666.9—1:552.08(438.222)

Istotnym uzupełnieniem studiów archeologiczno-architektonicznych nad relikdami monumentalnego, wczesnośredniowiecznego budownictwa skalnego Ostrowa Lednickiego są badania petrograficzne, których celem jest określenie rodzaju surowca skalnego, użytego do wzniesienia obiektów o charakterze sakralnym i mieszkalnym. Wyniki tych badań były już prezentowane w wielu opracowaniach (5—8). Marginalnie traktowano dotychczas problem składu mineralnego i budowy petrograficznej np. zapraw murarskich, spajających poszczególne elementy, bądź też wykorzystywane jako posadzka, tynk lub wylewka. W petrografii sztucznych kamieni technicznych metody badań są takie same, jak skał naturalnych (1).

Próbki z zapraw budowli II\* wczesnośredniowiecznego Ostrowa Lednickiego analizowano metodą rentgenowską, termiczną i mikroskopową w świetle przechodzącym. Zbadano 5 próbek zapraw z jednonawowego kościoła grodowego, określanego jako budowla II i 1 próbkę ze znajdującego się w nim grobowca (3).

Biorąc za punkt wyjścia skład mineralny wydzielono trzy rodzaje zapraw: gipsowe, gipsowo-wapienne i wapienne.

**Zaprawy gipsowe.** Ten rodzaj materiału wiążącego ma jasnoróżową barwę, jest średnio zwięzły i silnie porowaty. Jego porowatość wynosi 19,5—33,5% objętościowych.

---

\* Patrz artykuł „Martwice wapienne...”.

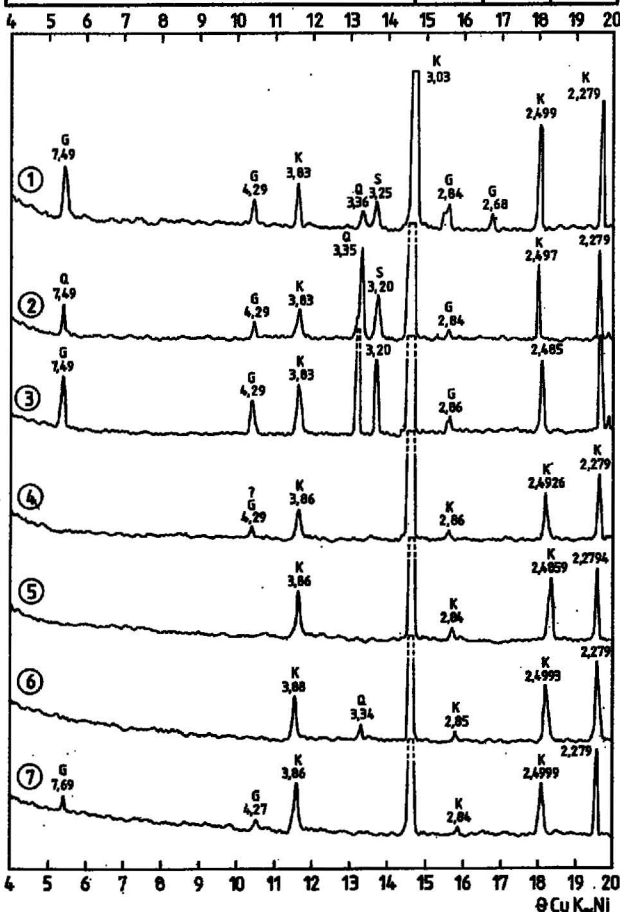
Makropory mają wielkość 1–5 mm; z reguły są owalne, niekiedy wydłużone. Średnica mikroporów natomiast wynosi 0,03–0,80 mm.

Badania mikroskopowe w świetle spolaryzowanym wykazały, że główny składnik tych zapraw – gips wykształcony jest w trzech postaciach:

- drobnoagregatowej, jednolitej masy,
- krzyżujących się włókien i tabliczek,
- zespołów równoległych włókien o wielkości 0,4–0,7 mm.

Ta ostatnia forma uznana została za relikty pierwotnego gipsu włóknistego. W masie gipsowej tkwią nieliczne ziarna kwarcu i plagioklastu wielkości 0,10–0,20 mm oraz fragmenty iłu illitowego. Obecne są także rozetkowe skupienia kalcytu, fragmenty wapieni mikrytowych oraz romboedryczne kryształy kalcytu, które wykryły w porach. Jedna z próbek zawierała szczątki materiału humusowego. Ilościowy skład mineralny próbek zapraw gipsowych ilustruje tabela, gdzie wyniki podano w procentach objętościowych.

Składniki mineralne	Numery próbek		
	1	2	3
Gips agregatowy	75,1	88,2	82,0
Gips tabliczkowy i włóknisty	19,7	—	15,0
Relikty pierwotnego gipsu włóknistego	2,7	10,7	1,1
Fragmenty wapieni mikrytowych	—	0,4	0,4
Kalcyt	0,4	0,5	1,0
Kwarc	1,4	0,2	0,5
Fragmenty iłu	0,7	—	—



Ryc. 1. Dyfraktogramy próbek zaprawy gipsowej (1, 2, 3), wapienno-gipsowej (4) i wapiennej (5, 6). Refleksy: G – gipsu, K – kalcytu, Q – kwarcu, S – skaleni, H – hydromik

Fig. 1. Diffractograms of the grout samples: gypseous (no 1, 2, 3), gypseous-carbonate (no 4) and carbonate (no 5, 6) ones. G – gypsum, K – calcite, Q – quartz, S – feldspar, H – hydromica

Na obraz dyfrakcyjny zapraw gipsowych (ryc. 1) składają się zarówno refleksy pierwotnego gipsu, jak i prawdopodobnie, przekrystalizowanego na gips metastabilnego półhydratu o wzorze chemicznym  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ . Obraz ten nie odbiega od wzorcowych rentgenogramów próbek naturalnego gipsu.

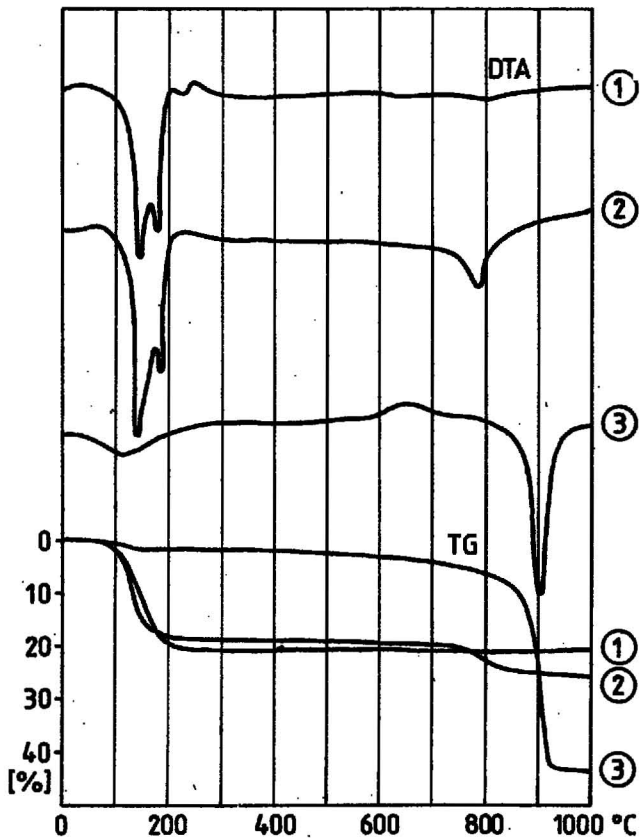
Półhydrat siarczanu wapnia, który po zarobieniu wodą wykazuje właściwości wiążące, otrzymuje się poprzez zmielenie gipsu i wyprażenie go w temperaturze do 100 lub 120–140°C (1, 2). Obecność fragmentów naturalnej skały gipsowej w zaprawach świadczy o niedokładnym wypaleniu surowca.

Również analiza termiczna potwierdziła obecność tylko fazy gipsowej w badanych zaprawach. Na krzywej DTA (ryc. 2) widoczne są następujące efekty termiczne:

- 1) endotermiczny w temperaturze 138°C, jako wynik odwodnienia gipsu do półhydratu,
- 2) endotermiczny w temperaturze 179°C wskutek utraty wody przez półhydrat,
- 3) egzogeniczny w temperaturze 350°C związany z powstaniem rozpuszczalnego anhidrytu.

Zaprawy wapienno-gipsowe. Jest to materiał jasnoszaroróżowy, dosyć mocno porowaty, zawierający makropory średnicy 1–2 mm. Jego zwięzłość jest niezbyt duża. Porowatość zaprawy wynosi 15,2% objętościowych. Badania mikroskopowe w świetle spolaryzowanym wykazały, że jego głównym składnikiem jest gips. Mineral ten wykształcony jest w dwóch formach: drobnoagregatowej, jednorodnej masy oraz zespołów równoległych włókien, wielkości 0,5–2,0 mm. Zespoły te są fragmentami pierwotnego włóknistego gipsu.

W masie gipsowej tkwią dobrze obtoczone ziarna



Ryc. 2. Krzywe DTA i TG zaprawy gipsowej (1), wapienno-gipsowej (2) i wapiennej (3) z budowli II Ostrowa Lednickiego

Fig. 2. DTA and TG curves of the grout samples from the II building in Ostrów Lednicki: gypseous (no 1), gypseous-carbonate (no 2) and carbonate (no 3) ones

kwarcu o rozmiarach 0,10–0,20 mm oraz materiał wapienisty. Materiał ten reprezentowany jest przez fragmenty martwicy wapiennej (rozmiary: 1,0–5,0 mm) i wapienia mikrytowego (wymiary: 0,10–0,50 mm). Stwierdzono również okruchy mułowca, ziarna minerałów nieprzezroczystych oraz smugi brunatnych wodorotlenków żelaza. Ilościowy skład mineralny zaprawy wapienno-gipsowej przedstawia się następująco:

– gips agregatowy	– 83%**
– relikty pierwotnego gipsu włóknistego	– 7,1%
– fragmenty wapieni mikrytowych	– 6,1%
– fragmenty martwicy wapiennej	– 2,9%
– kwarc	– 1,0%

Zarówno analiza rentgenowska (ryc. 1), jak i termiczna (ryc. 2) potwierdziły obecność gipsu oraz kalcytu. O domieszce kalcytu w masie gipsowej świadczy słaby efekt endotermiczny w temperaturze 790°C, spowodowany dysocjacją tego minerału. Na dyfraktogramie rentgenowskim natomiast obecność kalcytu sygnalizuje słaby refleks 3,85 Å\*\*\*.

Zaprawy wapienno-gipsowe powstały w tych samych warunkach jak opisane wcześniej zaprawy gipsowe, czyli prawdopodobnie poprzez wypalenie skały gipsowej i zarobienie jej wodą. Odróżnia je nieznaczna domieszka materiału wapiennego, a konkretnie martwicy wapiennej i wapienia mikrytowego. Wapieni mikrytowy prawdopodobnie został celowo dodany do rozdrobnionego gipsu, fragmenty martwicy wapiennej natomiast mogą pochodzić z materiału skalnego zastosowanego w budowie murów, obramowań otworów okiennych, drzwiowych itd.

**Zaprawy wapienne.** Wśród zapraw wapiennych można wyróżnić dwa rodzaje:

- zaprawę bardzo miękką, kruchą, nieporowatą,
- zaprawę twardą, silnie związłą i porowatą.

W obrazie mikroskopowym pierwszego rodzaju zaprawy widoczny jest jednorodny, pelitowy materiał wapienny, który nie reaguje na światło spolaryzowane. W materiale tym występują nieliczne większe kryształy kalcytu oraz bardzo drobne ziarna kwarcu. Więcej informacji o składzie mineralnym dostarczyła analiza rentgenowska (ryc. 1, dyfraktogram 5). Wykazała ona, iż z kalcytem współwystępuje niewielka ilość kwarcu (około 5–10%), skaleni potasowych i plagioklazów, a także ślady hydromiki.

Odmianą strukturę wykazuje drugi rodzaj wapiennej zaprawy. W jej mikroskopowym obrazie uwidaczniają się fragmenty martwicy wapiennej oraz wapieni mikrytowych i sparytowych. Mają one wielkość 0,10–6,0 mm. Są ostrokrawędziste i dosyć równomiernie rozmieszczone w tle. Tło tworzy mikro- i kryptokrystaliczna substancja węglanowa, która bardzo słabo prześwieca i jedynie miejscami słabo reaguje na światło spolaryzowane. Na tym tle występują także idiomorficzne kryształy przezroczystego kalcytu. Stwierdzono również ziarna kwarcu wielkości 0,02–0,7 mm. Ten rodzaj zaprawy jest silnie porowaty, jego porowatość wynosi 23,6%. Pory mają nieregularny kształt; ich wielkość waha się od 0,10–0,30 mm. Ilościowy skład mineralny tej zaprawy (podany w % objętościowych) przedstawia się następująco:

fragmenty wapieni i martwicy wapiennej	– 50,5
tło wapieniste	– 49,3
kwarc	– 0,2

Obraz dyfrakcyjny analizowanej zaprawy przedsta-

wiony jest na ryc. 1 (dyfraktogram 6). Obok refleksów kalcytu występuje jedynie słaby refleks kwarcu. Natomiast na krzywej DTA (ryc. 2) zaznacza się bardzo silny efekt endotermiczny dysocjacji kalcytu w temperaturze 910°C.

## WNIOSKI

Badania mineralogiczno-petrograficzne zapraw z wczesnośredniowiecznych budowli Ostrowa Lednickiego, pozwoliły na określenie rodzaju surowców dla zapraw i prawdopodobnie lokalizację ich złóż. Surowcem skalnym dla gipsowych zapraw murarskich, w świetle obecnej wiedzy geologicznej, były pokłady wtórnego gipsu występujące w okolicy Wapna w formie czapy na wysadzie solnym. Mniej prawdopodobne natomiast jest wydobywanie we wczesnym średniowieczu na potrzeby budownictwa wielkopolskiego odległych gipsów z Dobrzynia n. Wisłą, które również odsłaniają się na powierzchni.

Surowcem skalnym dla „miękkiej” zaprawy wapiennej była kreda jeziorna, wypełniająca dna jezior południowych oraz rynien glacialnych. Do najbardziej zasobnych w kredę jeziorną rejonów Polski należą województwa północno-zachodnie, a w szczególności szczecińskie, zielonogórskie i gorzowskie. Znane są również z okolic Jeziora Lednickiego, na którym znajduje się wczesnośredniowieczny obiekt, w którym prawdopodobnie Mieszko I, wraz ze swoim dworem przyjął chrzest. Wysoki stopień rozdrobnienia tej skały stwarza możliwość zastosowania jej w postaci naturalnej (2, 4).

Z kolei surowcem dla „twardej”, porowatej zaprawy wapiennej była zarówno kreda jeziorna, jak i słabo rozdrobniona martwica wapienna. Liczne niewielkie złoża martwicy występowały na Kujawach i w Wielkopolsce, a współcześnie tworzą się one m.in. w Trłagu nad Jeziorem Pakoskim (5, 7, 8).

Zaprawy gipsowe i wapienne należą do najdawniejszych budowlanych materiałów wiążących. Znane są z budowli starożytnych Persji, Grecji, Rzymu i Egiptu. Gips był także stosowany na dużą skalę w sakralnym budownictwie wczesnośredniowiecznej Polski (7). Odtworzenie technologii zapraw z tego okresu wymaga dalszych badań petrograficznych i chemicznych (8).

## LITERATURA

1. Bielanek D.S., Iwanow B.W., Łapin W.W. – Petrografia kamieni sztucznych. Warszawa 1957.
2. Bolewski A., Budkiewicz M. – Surowce przemysłu budowlanych materiałów wiążących. Warszawa 1956.
3. Kaszubkiewicz A. – Studia Lednickie, 1989 t. 1 s. 163–184.
4. Kozłowski S. – Surowce skalne Polski. Warszawa 1986.
5. Skoczylas J. – Studia Lednickie, 1989 t. 1 s. 211–225.
6. Skoczylas J. – Użytkowanie surowców skalnych we wczesnym średniowieczu w północno-zachodniej Polsce. Poznań 1990.
7. Skoczylas J., Jochemczyk L. – Materiały II Konferencji Naukowo-Technicznej nt. Perspektywy zagospodarowania złóż kredy i gytii jeziornych oraz kopalni towarzyszących w Polsce. Zielona Góra 1987 s. 287–296.
8. Wirska-Parachoniak M. – Wybrane zagadnienia z historii kultury materialnej. Kraków 1983.

\*\* Wyniki analizy planimetrycznej podano w procentach objętościowych.

\*\*\* 1 Å = 10<sup>-1</sup> nm wg SI.

## S U M M A R Y

Here were presented the results of petrographic studies (microscopic, x-ray and thermal analysis) of grouts from the one-aisle church of early Medieval age, located in Ostrów Lednicki. Various grout types were distinguished, from gypseous to gypseous-carbonate ones. The gypsum mineral has been transported from the gypsum cap-rock of the Wapno salt dome. But carbonates came from local lacustrine chalks and gyttja.

## Р Е З Ю М Е

В статье представлены результаты петрографических, (микроскопных, рентгеновских и термических) исследований кладочных растворов из однонафного раннесредневекового костёла в Острове Ледницком. Здесь видно большое разнообразие кладочных растворов, от гипсовых, гипсово-известковых до известковых. Гипсовое сырьё вероятно происходило из гипсовой шляпы соляного купола находящегося в местности Вапно. Карбонатное сырьё — это типичный местный материал мела и озерных гиттий.