

Wiesław Domasłowski

Kamienna konsola z popiersiem Mojżesza z kościoła św. Jana w Toruniu

Ochrona Zabytków 16/3 (62), 3-15

1963

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.

KAMIENNA KONSOLA Z POPIERSIEM MOJŻESZA Z KOŚCIOŁA ŚW. JANA W TORUNIU

STAN ZACHOWANIA, PRZYCZYNY ZNISZCZEŃ, ZAGADNIENIE KONSERWACJI

WSTĘP *

Konsola przyścienna z popiersiem Mojżesza w kościele św. Jana w Toruniu wmurowana jest obecnie w północną ścianę prezbiterium, na zachód od drzwi wiodących do zakrystii. Konsola wysokości 85 cm wykonana jest z wapienia. Składa się ona z płyty i właściwego wspornika z wyobrażeniem Mojżesza, otoczonym językami ognistymi i liśćmi, wyrastającymi z gałęzi stanowiących spód konsoli. Przedstawiony w półpostaci Mojżesz jedną ręką podtrzymywał tablice Dziesięciorga Przykazań, w drugiej dzierżył pierwotnie laskę. W stanie obecnym braknie jednego skrzydła tablicy oraz laski.

Konsola powstała w pocz. XV w. (wkrótce po 1400 r.) jako podstawa dla posągu Matki Boskiej z Dzieciątkiem wykonanego z żółtego wapienia, znanego pod nazwą Pięknej Madonny toruńskiej. Jak należy wnosić z przekazów historycznych oraz w oparciu o analizę ikonograficzną, dzieje ołtarza, którego częścią składową była konsola z popiersiem Mojżesza, przedstawiają się następująco.

Ołtarz wykonano prawdopodobnie dla innego kościoła toruńskiego, być może dla franciszkańskiego kościoła Panny Marii na Starym Mieście, a według innych przypuszczeń dla kościoła dominikańskiego, św. Mikołaja lub kaplicy zamkowej. Retabulum ze względu na jego treść ideową, wyrażającą Niepokalane Poczęcie NMP, przekazano zapewne w początkach XVII w. do — znajdującego się wówczas we

władaniu jezuitów — kościoła św. Jana, gdzie zostało umieszczone na mense d. ołtarza św. Stanisława, przy wschodniej ścianie północnej nawy bocznej. Zachował się opis figury na tym miejscu z 1671 r. kanonika Strzesza, przyrównujący posąg do dzieł Fidiasza. Po przejęciu kościoła Panny Marii w 1724 r. przez bernardynów i w związku z ich przypuszczalnymi rozszczeniami do rewindykacji retabulum lub samej figury NMP, jezuiti dokonali zapewne rozbiórki ołtarza złożonego jeszcze z dwu figur bocznych i tablicy drewnianej w formie drzewa Jessego, zachowując posąg, który ukryli w podziemiach kościoła. Po kasacie zakonu jezuitów w 1773 r. i przejściu kościoła św. Jana pod zarząd duchowieństwa świeckiego sprawa figury poszła zapewne w zapomnienie aż do ponownego jej odnalezienia w końcu XIX w. Konsolę z popiersiem Mojżesza wmurowano natomiast, po przypuszczalnym rozebraniu retabulum, w tę samą ścianę, lecz nieco bardziej na północ, pomiędzy ołtarzem Zaśnięcia NMP i kaplicą Najświętszego Sakramentu. Na tymże miejscu konsola pozostawała do 1921 r., gdy przeniesiono ją na terazniejsze miejsce do prezbiterium, ustawiając na niej po stwierdzeniu wzajemnej przynależności obu obiektów posąg NMP, po odnalezieniu mieszczący się początkowo gdzie indziej. W 1939 r. w związku z restauracją prezbiterium zdjęto z konsoli figurę Pięknej Madonny, która zaginęła podczas wojny i w ostatnich latach została zastąpiona kopią, wykonaną przez toruńskiego rzeźbiarza Witolda Marciniaka.

* Przygotowano na podstawie opracowania mgr Janiny Kruszelnickiej: Konsola z Mojżeszem w kościele św. Jana w Toruniu. Dzieje zabytku. (Referat wygłoszony na konferencji zwołanej przez ODZ w sprawie ustalenia metod konserwacji konsoli z po-

piersiem Mojżesza z kościoła św. Jana w Toruniu.) Por.: C. H. Clasen: Die mittelalterliche Bildhauerkunst in Deutschordensland Preussen, Berlin 1939, I s. 133.



Ryc. 1. Toruń, kościół św. Jana, kamienna konsola z popiersiem Mojżesza

STAN ZACHOWANIA

Kamienna konsola z popiersiem Mojżesza wmurowana jest w północną ścianę prezbiterium kościoła. Pionowa prostokątna płyta konsoli o wymiarach 90×66 cm i grubości około 6,5 cm osadzona jest w murze na wysokości 110 cm od posadzki za pomocą zaprawy cementowej. Płyta przymocowana jest czterema hakami. Dwa wspierają płytę od spodu, a pozostałe znajdują się na bokach mniej więcej w połowie jej wysokości. Haki osadzone są w zaprawie cementowej (ryc. 1).

Konsola została wykonana w drobnoziarnistym, porowatym wapieniu o zabarwieniu lekko żółtym. Na konsoli zachowane są fragmenty polichromii. Największe jej skupiska występują na szacie (wewnątrz i na zewnątrz rękawów, w załamaniach fałd i w partii pasa), oraz we wgłębieniach pomiędzy płomieniami i liśćmi (ryc. 2). Na powierzchni płyty i wspornika widoczne są bardzo nieliczne drobne jej fragmenty. Ślady polichromii występują także na włosach głowy i brody. Na twarzy nie



Ryc. 2. Toruń, kościół św. Jana, konsola z piersiem Mojżesza, fragment polichromii zachowany w dolnej części szaty

stwierdzono jej obecności. Niewielkie fragmenty znajdują się na karku postaci.

Polichromia jest krucha, posiada siatkę spękań charakterystyczną dla powłok olejnych. Jest słabo związana z kamieniem. Kruszelnicka¹, powołując się na Clasena, stwierdza, że konsola była prawdopodobnie polichromowana, a następnie przemalowana farbą olejną i klejową.

Powierzchniowe partie kamienia konsoli uległy znacznemu zniszczeniu. Wystające fragmenty rzeźby zostały poodłamywane, a cała powierzchnia kamienia objęta jest procesami rozwarstwiania i łuszczenia, oraz dezintegracji i osypywania się. Częściowo zostały odłamane promienie na głowie Mojżesza, nos, palce prawej dłoni (pozostały fragmenty dwóch palców długości około 2,5 cm) i dłoni lewej ręki wraz z połową tablicy Dziesięciorga Przykazań oraz laska, która znajdowała się w prawej dłoni postaci (ryc. 3, 4). Także płomień i liście, występujące w dolnej partii konsoli, uległy dużemu zniszczeniu. W partii spodniej, poziomej, ubytki wynoszą około 75% (ryc. 5).

Bardzo niepokojące są ubytki powstające wskutek łuszczenia i osypywania się kamienia. Jak wspomniano zjawiska te zachodzą na całej powierzchni konsoli. W partiach pionowych prawie całą powierzchnię kamienia pokrywa warstewka bardzo drobnego proszku (mączki, pudru) powstałego wskutek rozpadu wapienia. Grubość tej warstewki nie przekracza na ogół średnicy cząsteczek produktów rozpadu. Proszek jest bardzo luźno związany z powierzchnią kamienia i pod wpływem dotknięcia, lub podmuchu łatwo ulega starciu, lub osypaniu. Wskutek osypywania się w ciągu wielu lat produktów rozpadu z górnych, pionowych partii konsoli, w zagłębieniach i na płaszczyznach poziomych znajdują się bardzo duże ich skupiska. Rozwarstwienia i złuszczenie kamienia następuje cienkimi i małymi warstewkami, których powierzchnia nie przekracza 1 cm². Ponieważ zgodnie z poleceniem konserwatora m. Torunia konsola nie jest oczyszczana, na podstawie powiększających się skupisk produktów rozpadu można wnioskować o postępującym procesie zniszczenia.

¹ J. Kruszelnicka, *Piękna Madonna z kościoła św. Jana w Toruniu*, maszynopis, 1951; C. H.

Clasena, *Die mittelalterliche Bildhauerkunst im Deutschordensland Preussen*, Berlin 1939.



Ryc. 3. Toruń, kościół św. Jana, fragment konsoli. Wskutek ubytków ulega zatarciu czytelność wąsów i brody; przy prawym barku widoczny fragment zniszczonej laski

Wskutek osypywania się i złuszczeń nastąpiło zniekształcenie formy i zatarcie czytelności wielu fragmentów rzeźby. Największym zniszczeniom uległy rękawy i fałdy szaty, dolna partia brody oraz płomień i liście. Wskutek zniszczeń całkowicie stracił czytelność napis na tablicy Dziesięciorga Przykazań (ryc. 6). Głowa rzeźby pomimo zniszczeń powierzchniowych jest najlepiej zachowana. Twarz, a szczególnie włosy głowy zachowały ostrość modelunku. Przednie partie włosów, oraz z lewej strony głowy uległy minimalnym zniszczeniom, natomiast z prawej strony głowy widoczne są

² Całkowitemu zniszczeniu wskutek osypywania się i złuszczenia uległa powierzchniowa warstwa płyty (ubytki dochodzą do głębokości 10 mm). Zachowane

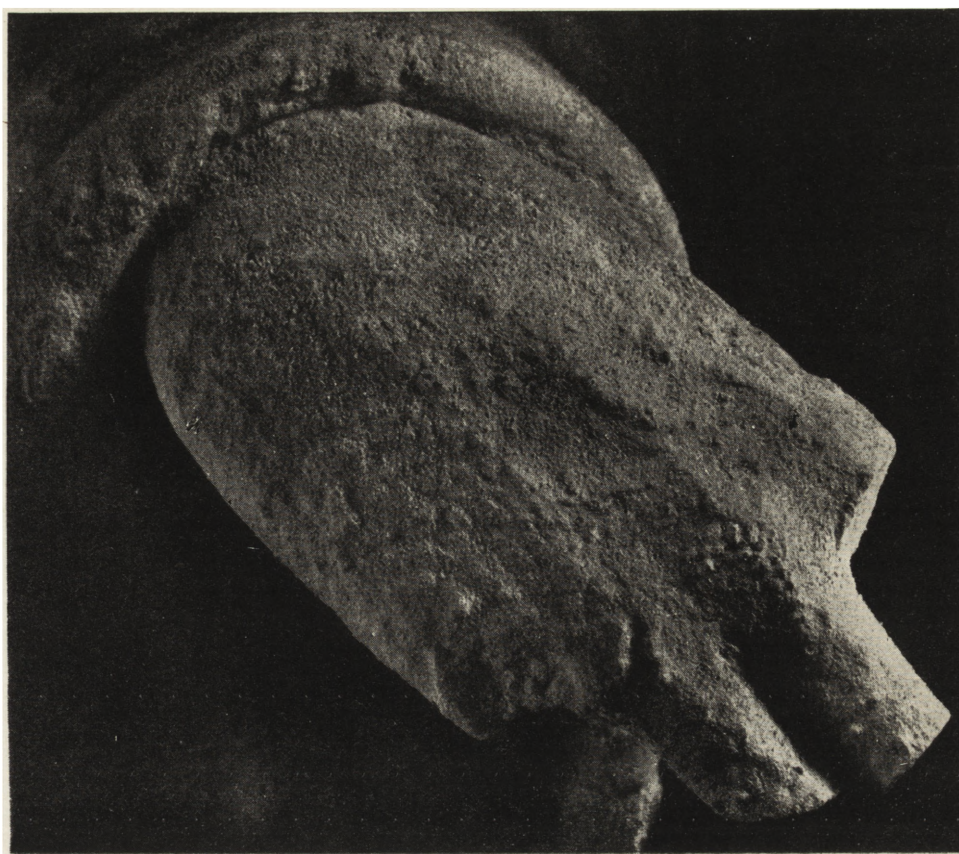
ubytki i rozwarstwiania się kamienia. Na przedniej części włosów, w przeciwieństwie do innych partii konsoli, nie występują produkty rozpadu („proszek”, rozwarstwianie się)² (ryc. 3).

Powierzchniowy rozpad kamienia zachodzi także na frontальной i jednej z bocznych stron wspornika (ubytki głębokości do 3 mm). Pozostałe partie wspornika są w dobrym stanie.

Z uwagi na niejednorodną strukturę wapienia, nierównomierne działanie czynników zewnętrznych oraz ze względu na obecność fragmentów polichromii, grubość zniszczonych

drobne „wysepki” pierwotnej powierzchni obejmują w sumie około 20 cm², co stanowi zaledwie około 0,4% powierzchni płyty.

Ryc. 4. Toruń, kościół św. Jana, konsola z piersiem Mojżesza, prawa dłoń rzeźby. Na jej powierzchni widoczny luźno leżący proszek, stanowiący produkt rozpadu wapienia



warstw powierzchniowych konsoli jest bardzo różna i waha się w granicach od kilku dziesiątych do kilkunastu milimetrów (nie biorąc pod uwagę fragmentów odłamanych). Wskutek tego powierzchnia płyty i zniszczone partie rzeźby są nierówne, chropowate i posiadają liczne wgłębienia i „wysepki” (ryc. 8).

Opisane zniszczenia (osypywanie się, złuszczenia) mają charakter wyłącznie powierzchniowy i zachodzą w bardzo cienkich warstewkach. Grubość warstewek ulegających rozwarstwieniu nie przekracza kilku dziesiątych części milimetra (0,2—0,6 mm). Dezintegracja zachodzi także w bardzo cienkich warstewkach powierzchniowych, które natychmiast ulegają osypywaniu. Dlatego pod produktami rozpa-

du, nawarstwianymi przez wiele lat i luźno pokrywającymi powierzchnię, z wyjątkiem partii ulegających rozwarstwianiu kamień jest twardy, zwarty i nie są widoczne oznaki jego zniszczenia w postaci rozluźnienia spoistości.

Na uwagę zasługuje fakt, że konsola pomimo postępującego zniszczenia w zasadzie nie była naprawiana, a co najczęściej się spotyka nie rekonstruowano braków i nie łątano ubytków. Do wyjątków należy rekonstrukcja odłamanego fragmentu nosa za pomocą kitów olejnych (występują dwie warstwy: biała i zielona) oraz sklejenie fragmentu wspornika za pomocą cementową. Ubytki na krawędziach sklejonych części zostały wypełnione także za pomocą cementową.

PRZYCZYNY ZNISZCZEŃ

Celem określenia przyczyn zniszczeń wykonano badania kamienia i produktów jego rozpadu oraz przeprowadzono pomiary temperatury i wilgotności w kościele.

Badania kamienia. Ponieważ w literaturze brak jest danych dotyczących wła-

sności kamienia pobrano z lewego boku płyty konsoli jedną próbkę, którą poddano badaniom. Wyniki podano w tabeli I.

Wyniki mają charakter orientacyjny, szczególnie w przypadku określenia własności fizycznych i mechanicznych kamienia, ponieważ przeprowadzono je na jednej małej próbce.

Ryc. 5. Toruń, kościół św. Jana, dolna, bardzo zniszczona partia konsoli. Widoczne dwa haki wspierające

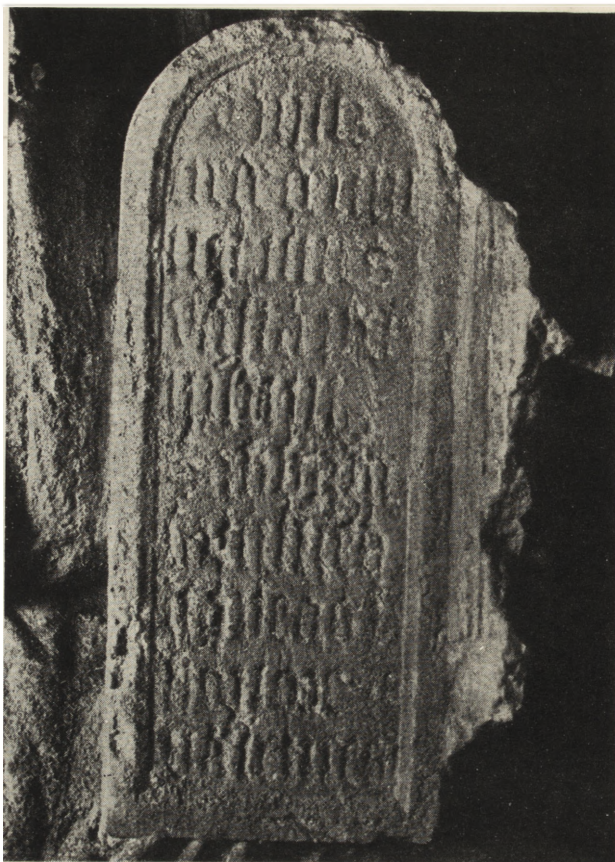
Ryc. 6. Toruń, kościół św. Jana, konsola, tablica Dziesięciorga Przykazań. Produkty rozpadu wypełniają wgłębienia liter, zacierając czytelność napisu

Ryc. 7. Toruń, kościół św. Jana, konsola, makrofotografia kamienia (fragment środkowej części szaty). Na powierzchni „rozsiane” cząsteczki kamienia

Ryc. 8. Toruń, kościół św. Jana, konsola, makrofotografia z łuszczącymi się warstewkami kamienia (zagłębienie fałd w dolnej partii szaty)



5



6



7



8

T a b e l a I
Własności wapienia

Higroskopijność po 24 godz. w %	7,34
Nasiąkliwość po 24 godz. w %	24,40
Porowatość otwarta w %	35,50
Ciężar objętościowy w g/cm ³	1,3510
Odporność na złamanie w Kg/cm ²	57,60
Zawartość węglanu wapnia w %	53,07
Zawartość substancji nierozpuszczalnych w 6 n kwasie solnym w %	42,33
Strata wskutek prażenia w %	26,66

Większej ilości, czy też dużej próbki nie pobrano ze zrozumiałych względów³.

Jak wynika z tabeli wapień posiada dużą higroskopijność, nasiąkliwość i porowatość oraz dość znaczną, przy tak dużej porowatości, odporność na złamanie. Odznacza się on małym ciężarem objętościowym. Kamień jest zsylikowany, o czym świadczy duża zawartość substancji nierozpuszczalnych w kwasie solnym oraz, mała zawartość węglanu wapnia i niewielka strata ciężaru wskutek prażenia.

Próbka kamienia zadana 6n kwasem solnym zachowała swój pierwotny kształt, oraz znaczną zwartość i twardość (pomimo rozłożenia węglanu wapnia) dzięki nierozpuszczalności szkieleciku krzemionkowego. Próba ta, służąca do określenia rodzaju wapieni⁴, jest zgodna z wynikami uzyskanymi na drodze analizy.

Badania produktów rozpadu wapienia. Z różnych miejsc rzeźby pobrano do badań proszek stanowiący produkt rozpadu wapienia. Proszek wysuszono do stałego ciężaru i celem stwierdzenia ilości zawartych w nim rozpuszczalnych w wodzie soli oraz ich zdolności rozpuszczania się przygotowano cztery próbki, w których na 1 g proszku przypadało: 300, 600 750 i 1000 ml wody destylowanej. Stosowano bardzo duże ilości wody, aby wyekstrahować możliwie wszystkie sole zawarte w proszku. Proszek z wodą ogrzewano na łaźni wodnej przez 1 godzinę, odsączono składni-

³ Cztery pierwsze oznaczenia przeprowadzono na próbce o ciężarze 3,104 g. Określenie zawartości węglanu wapnia wykonano na próbce 0,2 g, ilość substancji nierozpuszczalnych w kwasie solnym na próbce o ciężarze 0,1011 g, a do oznaczenia straty wskutek prażenia wzięto 0,3823 g wapienia. Badanie odporności na złamanie przeprowadzono na próbce o wymiarach 15 × 10,17 × 4,5 mm w aparacie „Dynstat”.

ki nierozpuszczalne i roztwory odparowywano do sucha. Na podstawie ciężaru suchej pozostałości określano w poszczególnych próbkach zawartość substancji rozpuszczalnych. Wyniki umieszczono w tabeli II.

T a b e l a II

Wpływ ilości wody na rozpuszczalność substancji zawartych w produktach rozpadu wapienia

Ilość wody na 1 g proszku w ml.	300	600	750	1000
Ilość wyekstrahowanych substancji z proszku w %	6,95	8,1	10,53	9,87

Jak wynika z tabeli w produktach rozpadu wapienia występują bardzo duże ilości związków rozpuszczalnych w wodzie. Maksymalna ich zawartość (w ramach doświadczenia) wynosiła około 10%. Pomijając błędy, wynikające z nierównomiernego rozmieszczenia soli w proszku znajdującym się w różnych miejscach konsoli, należy stwierdzić, że rozpuszczalność ich jest uzależniona od ilości wody stosowanej do ekstrakcji. Przy stosowaniu 300 ml wody na 1 g proszku ilość ekstrahowanych soli wynosi około 70%, a przy 600 ml około 80% maksymalnej ilości soli zawartych w proszku. Powyższe zjawisko oznacza, że sole są mieszaniną związków łatwo i trudno rozpuszczalnych. Potwierdza to analiza ilościowa⁵ soli wyekstrahowanych za pomocą 750 ml i 1000 ml wody, której wyniki (średnie z dwóch pomiarów) podano w tabeli III.

Na podstawie wyników analizy można przypuszczać, że trudno rozpuszczalnymi związkami są węglan wapnia oraz węglan, lub wodorotlenek magnezu (wodorotlenek powstaje zwykle w wyniku reakcji wodorotlenku wapnia zawartego w zaprawie wapiennej i cementowej z rozpuszczalnymi solami magnezu). W sumie stanowią one około 18% ogólnej ilości wyekstrahowanych soli. Tak poważna ilość trudno rozpuszczalnych soli (rozpuszczalność CaCO₃ wynosi 14 mg/l Mg(OH)₂ — 9 mg/l, MgCCl₃ — 106 mg/l) mogła przejść do roztworu wsku-

⁴ B. Penkala, *Ochrona kamienia na elewacjach przed szkodliwym działaniem czynników atmosferycznych drogą zabezpieczenia chemicznego*, praca doktorska, maszynopis, 1961, s. 42.

⁵ Analizę ilościową wykonał dr Stanisław Kamiński z Katedry Technologii Nieorganicznej UMK w Toruniu (z wyjątkiem CO₂ i Cl, których oznaczenie wykonał autor).

T a b e l a III

Skład ilościowy substancji wyekstrahowanych z produktów rozpadu wapienia

Symbol chemiczny	N a z w a	Ilość w %
CO ₂	dwutlenek węgla	6,98
Cl	chlorki	13,67
NO ₃	azotany	11,10
SO ₄	siarczany	18,00
CaO	tlenek wapnia	23,50
MgO	tlenek magnezu	1,55
Fe ⁺⁺⁺	żelazo	0,30
K	potas	1,78
Na	sód	4,55
NH ₃	amoniak	3,42

tek stosowania do ekstrakcji dużych ilości wody. Do soli o średniej łatwości rozpuszczania się w wodzie, należy gips (rozpuszczalność 2016 mg/l), który stanowi (krystalizuje z dwiema cząsteczkami wody) około 32% ogólnego ciężaru soli. Procentowa zawartość pozostałych, bardzo łatwo rozpuszczalnych, soli (chlorki i azotany wapnia, sodu, amonu i potasu) wynosi około 38%. Eliminując z naszych rozważań trudno rozpuszczalne sole wapnia i magnezu dojdziemy do wniosku, że ogólna ilość, zidentyfikowanych na drodze analizy ilościowej rozpuszczalnych, soli stanowi około 70% wyekstrahowanych z proszku substancji. Biorąc powyższe pod uwagę możemy stwierdzić, że w proszku występuje minimum około 7% rozpuszczalnych w wodzie soli. Procentowa ilość zawartych w nich anionów i kationów jest następująca: a) aniony: siarczany — 42%, chlorki — 32%, azotany — 26%, b) kationy: wapń — 51%, sód — 22%, amon — 18%, potas — 9%.

Z uwagi na tak dużą ilość soli rozpuszczalnych w wodzie w produktach rozpadu wapienia postanowiono także zbadać zawartość substancji rozpuszczalnych w samym wapieniu, zaprawie cementowej (za pomocą której osadzona jest konsola) oraz w cegle występującej w murze w pobliżu konsoli. Wysuszone próbki poszczególnych materiałów zanurzono do wody destylowanej na 24 godziny i po ich wyjęciu przesączony roztwór odparowywano do sucha na łaźni wodnej. Wyniki zestawiono

w tabeli IV. W tabeli podano również higroskopijność, nasiąkliwość i wilgotność materiałów. (Wilgotność określono na podstawie ubytku ciężaru próbek wysuszonych do stałej wagi).

T a b e l a IV

Zawartość rozpuszczalnych soli w kamieniu, cegle, zaprawie cementowej i produktach rozpadu wapienia (proszku) oraz ich higroskopijność i nasiąkliwość

Rodzaj próbki	Substancje rozpuszczalne w wodzie w %	Nasiąkliwość w %	Higroskopijność w %	Wilgotność w %
kamień	0,9	25,40	7,34	3,80
proszek	7,00	—	10,75	4,27
cegła	0,24	13,60	2,00	2,85
cement	1,75	9,54	3,50	3,45

Jak wynika z tabeli, w badanych materiałach występują różne ilości rozpuszczalnych w wodzie substancji. W produktach rozpadu wapienia znajduje się ich najwięcej, bo o 300% więcej niż w zaprawie cementowej, o 677% więcej niż w próbce kamienia i o 2816% więcej niż w cegle. W próbce kamienia jest zastanawiająco mało substancji rozpuszczalnych w porównaniu z bardzo dużą ilością w produktach rozpadu i prawie dwukrotnie większą w zaprawie cementowej. Zjawisko powyższe można wytłumaczyć tym, że do badań pobrano próbkę kamienia z boku płyty zagłębionego w murze, a pozostałe próbki były wzięte z warstw powierzchniowych. Jak wiadomo, największa koncentracja soli występuje w przypowierzchniowych porach materiałów, z których powierzchni następuje odparowywanie wody. Poza tym większość soli uległa osypaniu wraz z produktami rozpadu wapienia.

Przeprowadzona analiza jakościowa soli wyekstrahowanych z poszczególnych próbek wykazała różnice i analogie w ich składzie. W próbce kamienia wykryto te same jony co w produktach rozpadu wapienia (tabela III), a w cegle stwierdzono identyczne jony jak w zaprawie cementowej. W tych ostatnich nie stwierdzono obecności jonów amonowych, węglanowych i żelazowych. Poza tym występują analogiczne jony jak w produktach rozpadu wapienia (tabela III). Brak w analizowanych osadach jonów węglanowych jest wynikiem stosowania do ekstrakcji małych ilości wody, wskutek czego jedynie śladowa ilość węglanu

wapnia mogła przejść do roztworu (rozpuszczalność CaCO_3 wynosi 14 mg/l). Nieobecność w cegle i zaprawie cementowej związków amonowych stanowi istotną różnicę pomiędzy składem soli w nich występujących, a solami znajdującymi się w wapieniu i produktach jego rozpadu.

Badania nasiąkliwości poszczególnych materiałów wykazały, że nasiąkliwość wapienia jest znacznie większa od nasiąkliwości cegły (o 87%) i zaprawy cementowej (o 166%). Największą higroskopijnością natomiast odznaczają się produkty rozpadu wapienia. Jest ona wyższa od higroskopijności wapienia o 46%, zaprawy cementowej o 207% i cegły o 437%. Duża higroskopijność wapienia i produktów jego rozpadu jest wynikiem obecności w nich krzemionki w rozdrobnionej postaci o bardzo rozwiniętej powierzchni⁶. Dalsze zwiększenie higroskopijności proszku jest spowodowane obecnością w nim dużej ilości soli rozpuszczalnych w wodzie.

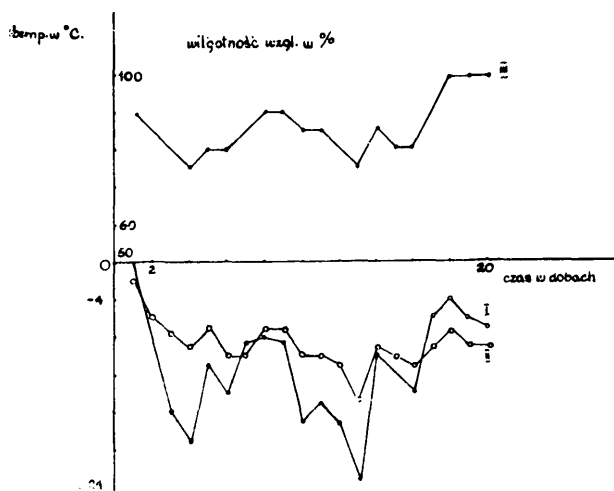
Wilgotność próbek kamienia i proszku jest w porównaniu z ich higroskopijnością mała, a mianowicie wilgotność próbki kamienia jest niższa o 48% od jego higroskopijności, a w przypadku proszku różnica ta wynosi 39%. Wilgotność zaprawy cementowej jest w przybliżeniu równa jej higroskopijności a jedynie wilgotność cegły przewyższyła higroskopijność o 42%. Do badań wilgotności pobierano próbki proszku i kamienia przy wilgotności względnej powietrza w kościele 75% i temperaturze -9°C , a podczas pobierania próbek cegły i zaprawy cementowej wilgotność wynosiła około 90%, a temperatura $-8,5^\circ\text{C}$. Niewątpliwie wilgotność podanych materiałów będzie znacznie wyższa w okresie wiosennym, kiedy do wnętrza kościoła będzie napływać wilgotne, ciepłe powietrze.

Pomiary wilgotności i temperatury w kościele. Mury kościoła św. Jana nie posiadają izolacji przeciwwilgociowej. Kościół nie jest ogrzewany. W styczniu 1963 roku przeprowadzono pomiary temperatury i wilgotności w kościele. Pomiary wykonywano dwa razy dziennie: rano o godzinie 9 i po południu o godzinie 15. Wyniki zestawiono na wykresie nr 1 i 2.

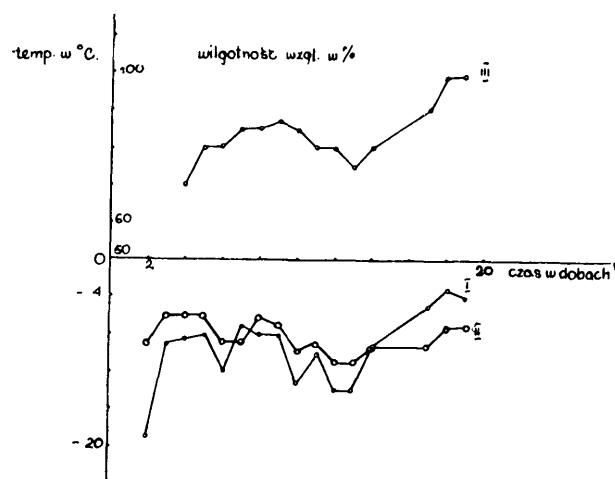
Jak wynika z przedstawionych wykresów przy najniższej temperaturze zewnętrznej

⁶ B. Penk a l a, op. cit. s. 51.

(-23°C) temperatura w kościele osiągnęła -15°C . Przy małych wzrostach temperatury zewnętrznej powietrza następują zmiany wewnętrznej temperatury wolniej, wskutek czego np. w 18 i 19 dniu badań temperatura w kościele była niższa o 4°C od temperatury zewnętrznej). Z obliczeń wynika, że w okresie pomiarów średnia temperatura zewnętrzna była w godzinach porannych o $2,5^\circ\text{C}$ niższa od temperatury wewnątrz kościoła, a w godzinach popołudniowych niższa o $1,1^\circ\text{C}$.



Wykres 1. Wpływ temperatury zewnętrznej na temperaturę i wilgotność wewnątrz kościoła. Pomiary prowadzone w godzinach porannych. I — temperatura zewnętrzna, II — temperatura w kościele, III — wilgotność względna w kościele



Wykres 2. Wpływ temperatury zewnętrznej na temperaturę i wilgotność wewnątrz kościoła. Pomiary prowadzone w godzinach popołudniowych. I — temperatura zewnętrzna, II — temperatura w kościele, III — wilgotność względna w kościele

Wilgotność względna powietrza jest, jak wynika z wykresów ściśle uzależniona od temperatury wewnętrznej i zewnętrznej. Wraz ze zmianą temperatury wewnątrz kościoła wilgot-

ność wzrastała lub malała, co odzwierciedlają załamania krzywych, niemniej maksymalny jej wzrost pozostaje w ścisłym związku także z temperaturą zewnętrzną, a mianowicie następował wówczas, gdy temperatura wewnątrz kościoła była niższa od temperatury zewnętrznej. W czasie przeprowadzania pomiarów, wilgotność względna wahała się w granicach 70—99%. Średnia wilgotność względna w godzinach rannych wynosiła 86%, a popołudniowych 81%. Odpowiednio średnie temperatury wynosiły $-8,8^{\circ}\text{C}$, $-7,8^{\circ}\text{C}$.

Wnioski. Na podstawie przeprowadzonych badań i obserwacji można przypuszczać, że zniszczenia obiektu zostały spowodowane przede wszystkim:

a) działaniem soli rozpuszczalnych w wodzie, które zostały wprowadzone do obiektu wraz z zaprawą cementową,

b) wskutek działania wody kondensacyjnej i zmian temperatury.

Na uintensywnienie obu procesów bardzo duży wpływ miała polichromia, a szczególnie powłoki farb olejnych.

Działanie soli rozpuszczalnych w wodzie. Niszczące działanie soli rozpuszczalnych w wodzie polega na ich krystalizacji w porach kamienia, wskutek czego kryształy soli wywierają ciśnienie na otaczające je ścianki. Siła nacisku jest wystarczająca, aby przy wielokrotnym działaniu spowodować rozluźnienie spoiwości kamienia, a w dalszym etapie doprowadzić do jego rozpadu ziarnistego, tzw. dezintegracji granularnej, bądź też do łuszczenia się. Sole nie pozostają w bezruchu, lecz przy zwiększaniu wilgotności są rozpuszczalne i przenoszone do głębszych partii kamienia, a podczas wysychania ulegają krystalizacji. Krystalizacja odbywa się zawsze w ściśle określonych partiach kamienia, a mianowicie w porach powierzchniowych oraz na powierzchni, z której następuje odparowywanie wody. Największa koncentracja soli występuje w partiach, w których proces parowania odbywa się najintensywniej. Stąd też na szkodliwe działanie najbardziej narażone są warstwy powierzchniowe kamienia i te właśnie ulegają zniszczeniu. Intensywność szkodliwego działania rozpuszczalnych soli jest uzależniona od

zmian wilgotności, ilości soli w kamieniu i od ich rodzaju.

Przy stałej wilgotności powietrza i kamienia sole na ogół nie wywierają działania niszczącego (bez względu na to czy nasycenie wodą kamienia jest duże, czy małe). Natomiast przy zmianach wilgotności intensywność zniszczeń jest uzależniona od częstotliwości tych zmian i różnic wilgotności. Czym większe różnice wilgotności powietrza (dla uproszczenia pominięto wpływ temperatury), tym proces parowania, lub kondensacji wody jest szybszy, a tym samym sole szybciej krystalizują, bądź ulegają rozpuszczeniu. Oczywiście im częściej następują te zmiany tym częściej zostaje naruszona spoiwość warstw powierzchniowych, wskutek krystalizacji soli. Czym większe ilości rozpuszczalnych soli będą występowały w kamieniu, tym proces jego rozpadu będzie postępował szybciej. Siła szkodliwego działania soli jest różna. Najgroźniejsze są sole krystalizujące ze zmienną ilością wody krystalizacyjnej, a różnica temperatur, która powoduje te przemiany, mieści się w granicach temperatury zewnętrznej⁷. Na przykład siarczan sodowy w temperaturze poniżej $32,5^{\circ}\text{C}$ krystalizuje z dziesięcioma cząsteczkami wody ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), a w podanej temperaturze, nawet w środowisku wodnym traci wodę krystalizacyjną przechodząc w postać bezwodną (Na_2SO_4). Przy dostatecznym dostępie powietrza zaczyna tracić wodę poniżej tej temperatury. Podczas zmian atmosferycznych siarczan sodu będzie występował więc w postaci uwodnionej, bądź bezwodnej. Tym przekształceniom towarzyszy zmiana objętości kryształów o około 400%. Oczywiście wraz ze zwiększaniem się objętości kryształów rośnie siła ich nacisku na otaczające je ścianki, a tym samym działanie niszczące, doprowadzając do rozpadu powierzchni wapienia⁸. Należy nadmienić że siarczan sodowy może także krystalizować z siedmioma cząsteczkami wody, które traci w temperaturze $24,4^{\circ}\text{C}$. Tego typu sole, mogące występować w różnym stopniu uwodnienia wywierają szczególnie szkodliwe działanie.

W przypadku konsoli Mojżesza działanie soli jest intensywne z uwagi na ich dużą ilość w kamieniu, a także ze względu na częste zmia-

⁷ Al. Rusiecki, *Szkodliwe sole w ceglach*, „Inżynieria i Budownictwo”, Warszawa 1951, nr 3, s. 113.

⁸ H. J. Plenderleith, *The conservation of Antiquities and Works of Art*, London 1957.

ny wilgotności wewnątrz kościoła. Do szybkiego zniszczenia powierzchni kamienia w bardzo poważnym stopniu przyczyniły się także powłoki farb (szczególnie olejnych), które nie pozwalały krystalizować soli na powierzchni kamienia, wskutek czego następowała dezintegracja jego warstw podpowierzchniowych. W konsekwencji nastąpiło odpadnięcie powłok farb wraz ze sproszkowanym kamieniem. Zachodzi pytanie skąd pochodzą sole występujące w kamieniu. Na podstawie ich zawartości w kamieniu, „proszku”, ceglach i zaprawie cementowej oraz na podstawie wilgotności próbek należy sądzić, że woda gruntowa nie jest nośnikiem soli do kamienia. W przypadku intensywnej infiltracji wody gruntowej wilgotność poszczególnych składników muru powinna być większa niż to wynika z pomiarów. Także procentowa zawartość soli powinna być znacznie wyższa w ceglach i zaprawie cementowej, ponieważ odznaczają się one dużą nasiąkliwością i zdolnością kapilarnego zasysania wody podobnie jak wapień. W produktach rozpadu wapienia występuje o 2816% więcej soli niż w cegle, w wapieniu (próbka pobrana z warstw wewnętrznych, a więc gdzie koncentracja soli jest mniejsza) o 275% więcej, a w zaprawie cementowej o 629%.

W przypadku infiltracji wody stężenie soli w powierzchniowych warstwach badanych materiałów powinno być proporcjonalne do ich przepuszczalności wody. I tak np. stężenie soli w ceglach powinno być większe niż w zaprawie cementowej ponieważ nasiąkliwość cegły jest 42,6% wyższa od nasiąkliwości zaprawy cementowej. Wniosek powyższy potwierdza również analiza jakościowa soli zawartych w poszczególnych materiałach. W ceglach i zaprawie cementowej nie stwierdzono obecności soli amonowych, których dość znaczne ilości występują w kamieniu i „proszku”. W przypadku infiltracji wody gruntowej na wysokość konsoli we wszystkich materiałach powinny występować jednakowe sole. Oczywiście trudno jest całkowicie wykluczyć możliwość przedostawania się wody gruntowej do muru na wysokości konsoli, niemniej wpływ ten jest minimalny i nie mógł spowodować tak dużego zasolenia konsoli.

Z uwagi na małe ilości soli zawartych w ceglach (0,24%), należy przypuszczać, że głównym źródłem „zasolenia” wapienia jest zaprawa cementowa za pomocą której wmurowana została konsola. Do tego celu użyto dość du-

żych ilości cementu. Szerokość spoiny cementowej otaczającej płytę konsoli wynosi około 2,5 cm, a na podstawie wykonanej odkrywki (na granicy płyty konsoli, cementu i cegły), stwierdzono, że w danym miejscu grubość warstwy zaprawy na tylnej płaszczyźnie płyty wynosi około 4 cm. Jeżeli przyjmiemy, że grubość ta jest średnią dla całej warstwy zaprawy, to biorąc pod uwagę wymiary płyty zaprawa cementowa zajmuje objętość 0,032 m³ i ciężar jej (ciężar objętościowy omawianej zaprawy wynosi 1992 kg/m³) wynosi 63,7 kg. Jeżeli założymy, że w zaprawie znajduje się 1% rozpuszczalnych soli, to ich ciężar będzie się równał 0,637 kg. Podana ilość soli nie wydaje się być wygórowana, ponieważ źródłem soli w zaprawie może być cement (poza zanieczyszczeniami w cemencie mogą znajdować się specjalne dodatki, jak gips, chlorek wapnia, chlorek sodu) piasek i woda. Główna masa zaprawy cementowej znajduje się na tylnej płaszczyźnie płyty, toteż większość rozpuszczalnych soli powinna wykrywać się na powierzchni konsoli. (Częściowo sole mogły być wchłonięte przez mur, jednak w ilościach minimalnych z uwagi na mniejszą od wapienia nasiąkliwość i higroskopijność cegieł). Ponieważ w produktach rozpadu wapienia znajduje się około 7% rozpuszczalnych w wodzie soli, to wykrystalizowanie wszystkich soli zawartych w zaprawie powinno spowodować osypanie się 8,5 kg wapienia. Jeżeli z kolei, dla uproszczenia, założymy, że konsola jest półkulą o promieniu 45 cm, to przy osypaniu się z zajmowanej przez nią powierzchni (1,27 m²) podanej ilości wapienia powinno nastąpić zniszczenie warstwy o grubości około 5 mm. Jak wynika z obliczeń stosunkowo niewielka ilość soli rozpuszczalnych w wodzie może spowodować całkowite zniszczenie czytelności elementów rzeźbionych. Rozumowanie powyższe, aczkolwiek bardzo uproszczone i opierające się na wielu założeniach, wydaje się bardzo prawdopodobne. Jak wspomniano przemawia za tym fakt, że cegły zawierają bardzo małą ilość soli (0,24%) w przeciwieństwie do cementu, w którym znajduje się ich o 629% więcej (1,75%).

Oczywiście zaprawa cementowa nie stanowi jedyne źródła soli rozpuszczalnych. Część z nich mogła przedostać się do kamienia z cegieł muru (cegły zawsze zawierają pewien procent rozpuszczalnych soli⁹), pewną ich ilość

⁹ Al. Rusiecki, op. cit., s. 112.

mógł zawierać sam wapień (posiada dużą nasiąkliwość) oraz mogły powstać wskutek reakcji chemicznych zachodzących w warstwach powierzchniowych wapienia. Z tych ostatnich należy przede wszystkim wymienić działanie dwutlenku węgla i związków tlenowych siarki na węglan wapnia, w wyniku którego powstaje łatwiej rozpuszczalny kwaśny węglan wapnia [$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$] i siarczan wapnia ($\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$). Reakcje powyższe zachodzą szczególnie intensywnie w obecności dużej ilości wody. W przypadku wyschnięcia kamienia kwaśny węglan wapnia traci cząstkę dwutlenku węgla przechodząc ponownie w postać obojętną. Przemiany tego rodzaju powodują osłabienie spistości powierzchniowych warstw kamienia. Siarczan wapniowy podczas odparowywania wody krystalizuje, podobnie jak inne sole w porach wapienia, uszczelniając jego powierzchnię (krystalizuje w postaci uwodnionej $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — zajmując dwukrotnie większą objętość od węglanu wapnia). Proces ten prowadzi do zniszczenia kamienia.

Z pomiarów wilgotności wynika, że w kościele istnieją bardzo sprzyjające warunki reakcjom chemicznym (szczególnie w czasie napływu dużej liczby ludzi zwiększa się wilgotność i stężenie dwutlenku węgla). Ponieważ istnieją możliwości rozwoju na wapieniach bakterii, głównie nitrifikujących i siarkowych, dla wyczerpania całości zagadnienia dotyczącego powstania rozpuszczalnych soli w kamieniu konsoli, należy przeprowadzić odpowiednie badania.

Działanie wody i zmian temperatury. Niszczące działanie wody na wapień jest różnorodne. Woda kondensacyjna (pomijając wpływ wody gruntowej) przenikając do kamienia rozpuszcza jego składniki i ułatwia reakcje chemiczne, zachodzące pomiędzy węglanem wapnia, a rozpuszczonymi w niej składnikami (np. kwas węglowy i siarkowy). Zniszczenia mogą powstać także wskutek pęcznienia przy nawilżaniu i kurczenia się podczas wysychania warstw marglistych¹⁰. Przenikanie wody do kamienia wskutek sił kapilarnych

oraz względnego obniżenia ciśnienia w stosunku do otoczenia w porach kamienia jest znacznie szybsze od szybkości jej odparowywania z kamienia¹¹. Stąd wysychanie kamienia odbywa się wolniej niż jego nasiąkanie, a tym samym szkodliwe oddziaływanie wody w przypadku wilgotnego wnętrza jest bardzo poważne. W przypadku obniżenia się temperatury następuje zamarzanie wody i zmianie skupienia towarzyszy w temperaturze 0°C wzrost objętości około 9% ¹². Jeżeli pory kamienia były wypełnione wodą, to lód w tej temperaturze wywiera na otaczające go ścianki ciśnienie około 140 kg/cm^2 ¹³. Ponieważ wraz z obniżeniem temperatury do -22°C objętość lodu zwiększa się do $13,2\%$, ciśnienie na ścianki wzrasta. Szkodliwe działanie zamarzającej wody jest uzależnione od stopnia wypełnienia porów, częstotliwości zamarzania i odmarzania oraz od temperatury. Rozsadzające działanie wywiera lód w granicach temperatur $-22^\circ \div 0^\circ\text{C}$, jeżeli objętość zajmowana w porach przez wodę wynosiła około $76 \div 90\%$. Przy niższym stopniu wypełnienia porów działanie jest małe z uwagi na istniejące wolne przestrzenie, które mogą być wypełnione przez lód bez wywierania silnego nacisku na ścianki. W przypadku wapienia, z którego wykonana jest konsola, całkowite wypełnienie porów przez lód nie powinno mieć miejsca z uwagi na dużą porowatość kamienia. Pierwotnie natomiast, gdy powierzchnia pokryta była warstwami polichromii, które utrudniały odparowywanie wody, wypełnienie porów w czasie wysokiej wilgotności było duże (przenikanie wody następowało poprzez szczeliny w powłokach, a także z muru), a tym samym powstały znaczne zniszczenia w okresie zamarzania. Im częściej zachodziły zmiany temperatury poniżej i powyżej 0°C , tym większe szkody powstały w powierzchniowych warstwach obiektu. Pomimo złuszczenia się powłok farb szkodliwe działanie wody na konsolę jest nadal poważne z uwagi na dużą higroskopijność kamienia, znaczne stężenie dwutlenku węgla w czasie przebywania w kościele większej ilości osób oraz ze względu na panujące niskie temperatury w okresie zimowym.

¹⁰ A. Kieslinger, *Die Steine von St. Stephan*, t. II, Wiedeń 1949, s. 337.

¹¹ J. Lehmann, *Z zagadnień konserwacji zabytków z kamienia naturalnego*, „Biuletyn Informacyjny Z. M. i O. Z.”, nr 33, Warszawa styczeń-luty 1961, s. 70.

¹² H. Badowska, W. Danielecki, M. Mięczyński, *Ochrona budowli przed korozją*, Warszawa 1962, s. 70.

¹³ H. Jędrzejewska, *Specjalne zagadnienia budowlane w konserwacji i rekonstrukcji zabytków murowanych*, „Biuletyn konserwatorski”, Warszawa 1954, nr 2, s. 2.

ZAGADNIENIE KONSERWACJI

Biorąc pod uwagę stan zachowania konsoli, rodzaje i zaawansowanie zniszczeń oraz przyczyny ich powstania, a także własności kamienia i warunki w jakich obiekt przebywa proponuje się przeprowadzenie następujących czynności i zabiegów konserwatorskich:

a) Usunięcie produktów rozpadu wapienia (proszku) z jednoczesnym utrwaleniem łuszczących się powierzchniowych warstewek kamienia,

b) Wzmocnienie przyczepności zachowanych fragmentów pierwotnej polichromii,

c) Wydobycie konsoli z muru,

d) Usunięcie zaprawy cementowej z powierzchni kamienia,

e) Wsuszenie kamienia z jednoczesnym usunięciem soli rozpuszczalnych w wodzie,

f) Usunięcie przemaalowań z zachowanych fragmentów pierwotnej polichromii,

g) Ze względu na duży stopień zniszczenia konsoli oraz niekorzystne warunki w kościele, wydaje się bardzo celowe przeniesienie obiektu do pomieszczenia muzealnego i zastąpienie oryginału w kościele kopią. Za powyższym wnioskiem przemawiają następujące okoliczności:

1. obecność dużych ilości szkodliwych rozpuszczalnych i higroskopijnych soli w kamieniu, których nie można całkowicie usunąć bez stosowania drastycznych środków (konieczność wprowadzenia do kamienia dużych ilości wody),

2. mała odporność kamienia na działanie wody i zmian temperatury (duża jego nasiąkliwość, higroskopijność i porowatość),

3. duża wilgotność w kościele i związana z nią kondensacja pary wodnej na obiekcie,

4. niskie temperatury w okresie zimowym w kościele, powodujące zamarzanie wody w kamieniu,

5. w okresie przebywania znacznej ilości ludzi w kościele duże stężenie dwutlenku węgla, który reagując z węglanem wapnia osłabia spoiwość wapienia (działanie jego jest szczególnie szkodliwe w kościele z uwagi na dużą wilgotność).

mgr Wiesław Domaśłowski
Uniwersytet im. M. Kopernika, Toruń
Katedra Technologii i Technik Malarskich

Zdjęcia do artykułu wykonał B. Olechnicki.

LA CONSOLE EN PIERRE AU BUSTE DE MOÏSE DE L'ÉGLISE ST. JEAN À TORUŃ. SON ÉTAT DE CONSERVATION LES CAUSES DE SA DÉTÉRIORATION, LES PROBLÈMES DE SA CONSERVATION

La console médiévale en pierre calcaire est très endommagée; outre les dommages mécaniques on y voit les fines couches de pierre qui se sont écaillées et la surface s'est pulvérisée. Le calcaire décomposé s'amoncellait dans les cavités de la sculpture (il n'était pas enlevé) et par sa quantité croissante on peut se rendre compte du développement de la détérioration. Pour expliquer ce développement on a examiné les particularités de la pierre (planche I); par extraéction on a déterminé le pourcentage des sels solubles dans l'eau contenus dans la poudre (c'est à dire dans le produit de la décomposition de la pierre) dans le calcaire, dans les briques du mur dans le mortier en ciment qui a servi à seller la console dans le mur (planches II et IV); on a déterminé l'imbibition, l'absorptivité et l'humidité des matériaux dont on a extrait les sels (planche IV); on a fait l'analyse chimique de ces sels (planche III) et on a mesuré l'humidité et la température à l'église (diagrammes 1 et 2).

Par ces analyses et observations on a constaté que l'endommagement de l'objet en question a été causé par l'action des sels solubles dans l'eau (dont

70% a peu près se trouvent dans le produit de la décomposition du calcaire) qui proviennent du mortier en ciment employé pour seller la console dans le mur. En plus l'humidité et les changements de la température ont aussi causé des endommagements (la pierre est très hydrophile et s'imbibe facilement; l'église n'est pas chauffée, pendant les mesurages la température la plus basse était de -15°C , et l'humidité relative de l'air montait à 99%).

La détérioration était d'autant plus intense que la console avait été peinte plusieurs fois (les restes de couleurs apparaissent encore) et sous les couches de couleurs à l'huile les sels se cristallisaient dans les pores de la pierre.

En tenant compte de l'état de conservation de l'objet, des particularités de la pierre et des causes des endommagements, on a proposé de transporter la console au musée et la remplacer à l'église par une copie, de consolider les fines couches de la pierre qui s'écalent, d'enlever le mortier en ciment de la plaque de la console et d'extraire les sels de la pierre.