

Charakterystyka i przejawy zniszczeń kamieni budowlanych i dekoracyjnych zastosowanych w kościele pw. Świętego Krzyża w Krakowie

Beata Rusek

geolog
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Anna Smoleńska

geolog
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Słowa kluczowe: Kraków, kościół Świętego Krzyża, kamienie, destrukcja

Wprowadzenie

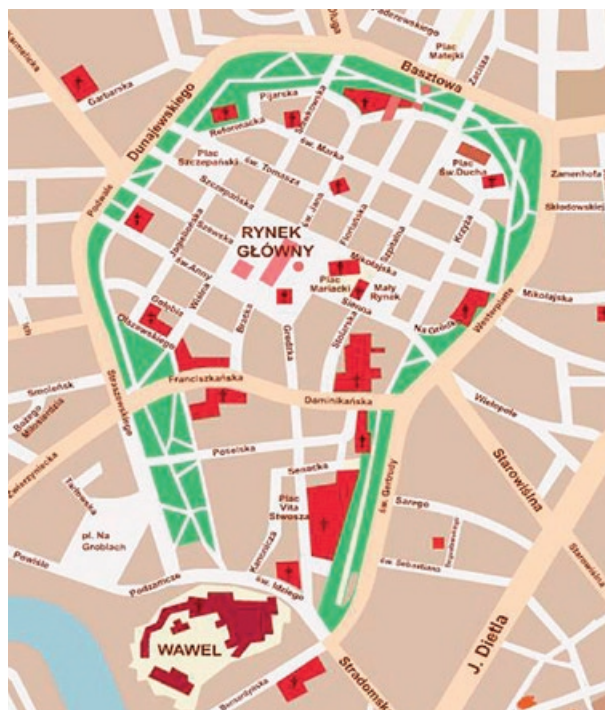
Gotycki kościół pw. Świętego Krzyża o charakterystycznej jednofilarowej konstrukcji należy do najstarszych, a jednocześnie najciekawszych budowli Krakowa. Zachował się do naszych czasów w prawie niezmienionej formie¹. Położony jest w ścisłym centrum Krakowa, a dokładnie w północno-wschodnim krańcu Starego Miasta (il. 1), w bezpośrednim sąsiedztwie Plant, dawniej murów obronnych. Do ubiegłego stulecia włączony był w kompleks nieistniejących już dziś zabudowań szpitala i klasztoru Świętego Ducha, na miejscu których znajduje się obecnie plac Świętego Ducha oraz Teatr im. Juliusza Słowackiego (il. 2).

Kościół nie był nigdy przedmiotem dokładnych badań pod kątem rozpoznania zastosowanych do budowy materiałów kamiennych i oceny stanu ich zachowania, stąd zdecydowano o przeprowadzeniu tego typu analizy.

Rys historyczny kościoła

Historia kościoła związana jest z najstarszymi, średniowiecznymi dziejami Krakowa, jednak z powodu nielicznych źródeł pisanych niewiele o niej wiemy. Wszystkie dokumenty spłonęły w 1528 roku podczas pożaru zabudowań klasztoru Świętego Ducha de Saxia, z którym losy kościoła zostały związane już w 1244

roku². Zgodnie z tradycyjnym przekazem można przyjąć, że świątynię ufundował około 1200 roku biskup krakowski Pełka (1186-1207). Pierwotna budowla była prawdopodobnie drewniana³. W 1244 roku biskup krakowski Prandota oddał kościół i parafię Świętego



1. Położenie kościoła Świętego Krzyża na planie Starego Miasta. Fot. B. Rusek

1. Situation of the Holy Cross Church within the Old Town of Kraków. Photo by B. Rusek



2

Krzyża zakonowi duchaków sprowadzonemu z Prądnika. O związkach kościoła z duchakami świadczą dziś liczne wizerunki charakterystycznego duchackiego krzyża o dwóch poziomych belkach⁴ (il. 3). Kamienne prezbiterium wzniesiono najprawdopodobniej po 1300 roku, w 2. połowie XIV wieku dobudowano najpierw wieżę, a potem nawę.

W 1528 roku miał miejsce pożar w północno-wschodniej części Krakowa, który spowodował ogromne zniszczenia w kościele – przypuszczalnie runęło wtedy sklepienie prezbiterium. Inicjatorem prac

remontowych był prepozyt Stanisław Teplar, co upamiętnia napis na łuku tęczowym oraz inicjały STP (Stanislaus Teplar Praepositus) umieszczone na jednym ze zworników sklepienia⁵.

W następnych stuleciach omawiana

świątynia nie uległa znaczącym przemianom. Dobudowano jedynie kaplice po obu stronach wieży. Koniec XVIII wieku przyniósł zmierzch szpitala duchaków, żyjącego w symbiozie z kościołem, i jego ostateczną likwidację w 1783 roku. Zabudowania oddano księżom emerytom, a kościół parafialny Świętego Krzyża przekazano pod opiekę duchowieństwu diecezjalnemu. W XIX wieku rozebrano zabytkowe budynki klasztorne, na ich miejscu zaś wybudowano Teatr im. Juliusza Słowackiego. Zniknął wówczas kompleks

średniowiecznych zabudowań, z których pozostał jedynie kościół Świętego Krzyża oraz budynek dawnego szpitala scholarów, znajdujący się na rogu ulic Szpitalnej i św. Marka, w którym obecnie mieści się jeden z oddziałów Muzeum Historycznego Miasta Krakowa.

Kościół jako obiekt architektoniczny

Kościół Świętego Krzyża obecnie jest wolno stojącą, zwartą i masywną budowlą. W jego bryle można wyróżnić trzy zasadnicze elementy o różnej wysokości, nakryte stromymi dachami (il. 4). Są to: od wschodu prezbiterium na planie prostokąta o długości 14,97 i szerokości 7,78 m, dalej nawa o niemal kwadratowym planie oraz od zachodu wieża na planie kwadratu. Do wieży przylegają dwie kaplice usytuowane na planach nieregularnych czworoboków: od strony północnej kaplica pw. św. Andrzeja, a od południowej Matki Boskiej Loretańskiej⁶. Dalszą część zabudowy kościoła, od strony północnej, stanowią: położona przy prezbiterium zakrystia ze skarbcem oraz dwie gotyckie przybudówki dostawione do nawy, mieszczące schody na ambonę i chór muzyczny. Od strony południowej do nawy przylega kaplica św. Zofii.

Na podstawie analizy materiałów archiwalnych dotyczących historii kościoła wydzielono dwie fazy jego budowy⁷. Pierwsza dotyczy budowli najstarszej, prawdopodobnie późnoromańskiej, pochodzącej z około 1200 roku. Wzmianka zawarta w tekstach



3

2. Kościół Świętego Krzyża od strony placu Świętego Ducha. Fot. B. Rusek

2. The Holy Cross Church, seen from the Place of the Holy Ghost. Photo by B. Rusek

3. Herb zakonu duchaków. Źródło: www.wikipedia.pl

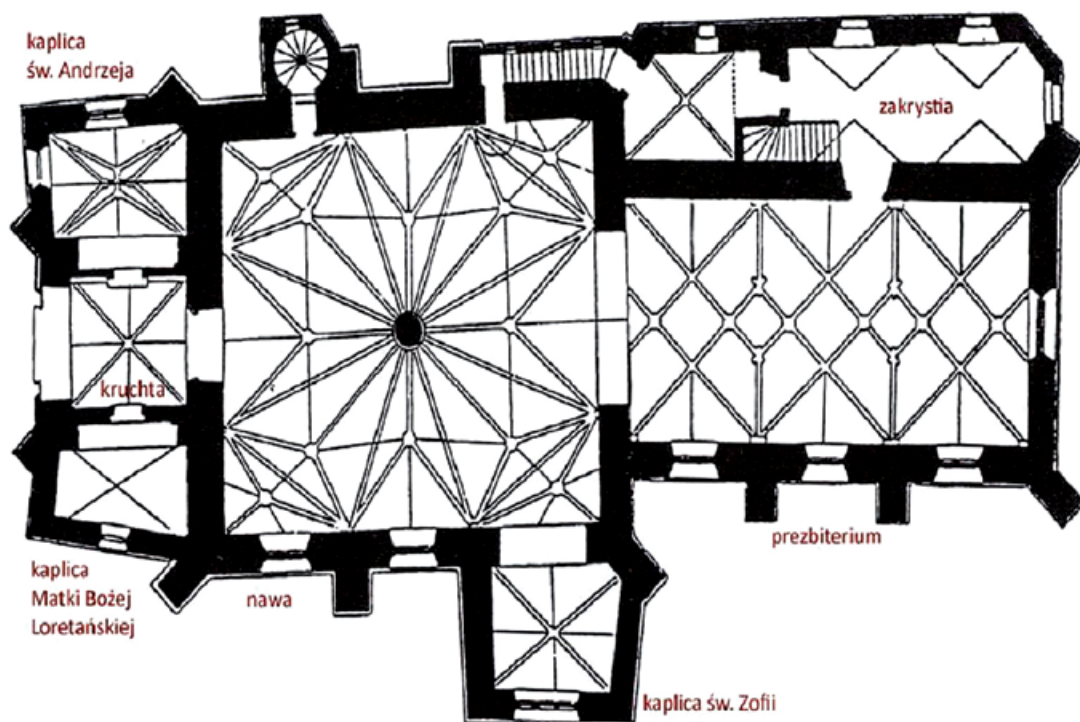
3. The coat-of-arms of the Holy Ghost order. Source: www.wikipedia.pl

4. Kościół Świętego Krzyża w Krakowie – rzut poziomy. Reprod. z: Kliš Z. (red.), *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, Kraków 1997a

4. The Holy Cross Church in Kraków – the horizontal projection. Reproduction from: Kliš Z. (ed.), *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, Kraków 1997a

5. Fragment muru kościoła Świętego Krzyża wykonanego z drobnodetrytycznego wapienia jurajskiego z krzemieniami o nieregularnych kształtach, połączonych wypukłą zaprawą wapienno-cementową. Fot. B. Rusek

5. A fragment of the wall of the Holy Cross Church made of the fine-detrital Jurassic limestone with cherts; the irregular limestone blocks are cemented with bulging lime-cement mortar. Photo by B. Rusek



4



5

Jana Długosza mówi o tym, że biskup Prandota w 1244 roku osadził duchaków przy istniejącym już wcześniej kościele Świętego Krzyża. Natomiast druga faza związana jest z budowlą gotycką, którą rozpoczęto wznosić od strony wschodniej prezbiterium najpóźniej w pierwszych latach XIV wieku.

Podczas prac badawczych, przeprowadzonych w latach 90. XX wieku, Andrzej Żaki⁸ wraz z zespołem odsłonił, przy południowej ścianie prezbiterium, mury czworokątnego pomieszczenia, które zinterpretował jako pozostałości wczesnego kościoła. Na ich podstawie postawił tezę, że świątynia była założona na planie krzyża. Stwierdzono także, że prezbiterium do około połowy XIV wieku funkcjonowało samodzielnie lub z drewnianą konstrukcją ścian nawy na kamiennej, wysokiej podmurówce.

Kamień w budowlu sakralnej

Kamień, obok cegły, zastosowany w kościele Świętego Krzyża stanowi jeden z ważnych materiałów nie tylko budowlanych, ale też dekoracyjnych. Do budowy użyto przede wszystkim dwóch rodzajów skał: drobnodetrytycznego wapienia jurajskiego z krzemieniami pochodzącego z rejonu Krakowa i piaskowca istebniańskiego z okolic Dobczyc oraz podrzędnie drobnodetrytycznego wapienia trzeciorzędowego z Pińczowa.

Mury północnej i wschodniej ściany prezbiterium zostały wykonane z wapienia jurajskiego w postaci kamienia łamanego. Jest on nieregularny i nieobrobiony z żadnej strony, zachowując naturalne wypukłości „dzikiego” kamienia. Krawędzie wapieni są postrzępione i niedopasowane do siebie, a ich lico niegładkie. Mur wykonany jest z elementów o różnej wielkości, które połączone ze sobą zaprawą wapienno-cementową, tworząc wypukłe spoiny (il. 5). Wapień ma barwę białą i zawiera okrągłe buły krzemionkowe. Charakteryzuje się zbitą, bezładną strukturą oraz drobnodetrytyczną teksturą. Najprawdopodobniej pochodzi z okolic Krakowa, gdzie dawniej istniało wiele czynnych kamieniołomów tego surowca⁹.

Elementy kamienne uwidaczniają się również w obrębie podmurówki opasującej całą świątynię, w filarach przyściennych oraz obramowaniach okiennych. Okładzina podmurówki ma formę „dzikiego” muru



6



8



7



9

i wykonana jest z drobnodetrytycznego wapienia jurajskiego z krzemieniami (il. 6). Poza wzmacnianiem budowli stanowi również element dekoracyjny poprzez wysunięcie kamienia przed płaszczyznę murów.

Przypory, pełniące głównie funkcję konstrukcyjną, dzięki zastosowaniu dwóch rodzajów materiałów budowlanych zyskały także walory dekoracyjne. Filary znajdujące się przy ścianie prezbiterium od strony wschodniej zbudowane są w całości z drobnodetrytycznego i gruzłowego wapienia jurajskiego barwy białej. Kamień na przyporach, podobnie jak na przyległej ścianie, został ułożony w formie „dzikiego

muru” (il. 7). Przypory ze ściany przy wejściu do świątyni oraz przy północnej ścianie nawy wykonane są głównie z czerwonej cegły. Ich krawędzie obłożono średnioziarnistym piaskowcem karpackim o barwie żółtej oraz zbitej i bezładnej strukturze, który występuje w formie pojedynczych bloków prostopadłościanowych o różnych wymiarach (il. 8). Piaskowiec pochodzi zapewne z warstw istebniańskich występujących w okolicach Dobczyc¹⁰.

Kościół otoczony jest neogotyckim ogrodzeniem zbudowanym z kamiennie-ceglanego cokołu i kutech, żelaznych elementów w formie ażurowej koronki,

wspartych na kamiennie-ceglanych słupkach (il. 9). W ogrodzeniu zastosowano średniodetrytyczny, biały wapien jurajski. Dolna część cokołu zawiera kamień łamany, natomiast jej górną część stanowi cegła. Całość przykrywa betonowy gzyms. Po obu stronach bramy wejściowej do kościoła znajdują się dwa słupki, na których tuż pod gzymsem umocowano płaskorzeźby wykonane w sztucznym kamieniu: godło zakonu duchaków po lewej stronie (il. 10) i herb Krakowa po prawej (il. 11).

We wnętrzu świątyni również można zaobserwować zastosowanie różnorodnego kamienia. Stanowi on integralny element gotyckiej aranżacji. Pomimo iż kamień zazwyczaj nadaje wnętrzu surowy i monumentalny charakter, to w tym przypadku przeważa jego dekoracyjna funkcja. Wykonano z niego filar podtrzymujący sklepienie nawy głównej¹¹ (il. 12). Z jego szczytu wyrasta, bez udziału wsporników, dwanaście żeber z wapienia trzeciorzędowego, zwanego wapieniem pińczowskim. Poszczególne odcinki żeber połączone są spoiną piaskowo-wapienną. Makroskopowo skała ta wykazuje barwę białą oraz teksturę drobnodetrytyczną, miejscami średniodetrytyczną, a strukturę



bezludną, porowatą. Filar podtrzymujący sklepienie nawy głównej jest cylindryczny, zwężany lekko ku górze. Budują go dwa rodzaje skał: średnioziarnisty piaskowiec karpacki barwy żółtej i drobnodetrytyczny wapien jurajski z krzemieniami barwy białej. Pierwszy z nich użyty był do budowy trzonu i cokołu kolumny, w dolnej partii jedynie znajdują się pojedyncze bloki wapienia. Kamień występuje w formie poukładanych jedno na drugim 21 kręgów, podzielonych na dwie części. Wysokość każdego kręgu wynosi około 31 cm. Łączy je szeroka, nieregularna spoina piaskowo-wapienna. Poniżej połowy wysokości, z dwóch stron trzonu filara znajdują się malowane zacheusze z mosiężnymi lampkami, datowane na XIX wiek¹².



6. Okładzina cokołu kościoła Świętego Krzyża w zachodniej części nawy, wykonana z wapienia jurajskiego. Fot. B. Rusek

6. Plinth lining in the western part of the nave of the Holy Cross Church made of Jurassic limestone. Photo by B. Rusek

7. Przypory po wschodniej stronie prezbiterium kościoła Świętego Krzyża wykonane z wapienia jurajskiego o teksturze drobnodetrytycznej i gruzłowatej. Fot. B. Rusek

7. Buttresses in the eastern side of the chancel of the Holy Cross Church made of the Jurassic limestone with fine-detrital and nodular structure. Photo by B. Rusek

8. Przypory przy wejściu do kościoła Świętego Krzyża obłożone średnioziarnistym piaskowcem karpackim. Fot. B. Rusek

8. Buttresses at the entrance into the Holy Cross Church lined with the medium-grained, Carpathian sandstone. Photo by B. Rusek

9. Neogotyckie ogrodzenie szlacheckie kościoła Świętego Krzyża, widok od strony zachodniej. Fot. B. Rusek

9. Neo-Gothic railing of the Holy Cross Church, seen from the west. Photo by B. Rusek

10. Godło zakonu duchaków. Fot. B. Rusek

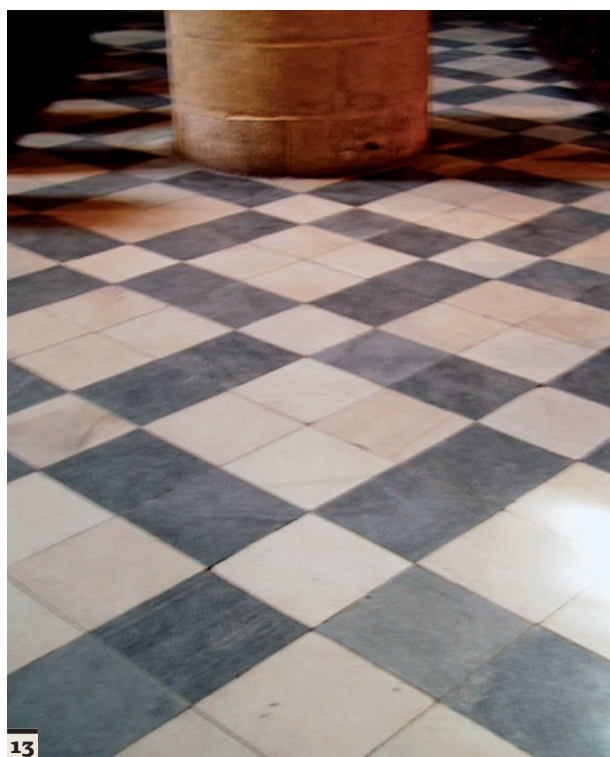
10. The coat-of-arms of the Holy Ghost order. Photo by B. Rusek

11. Herb Krakowa. Fot. B. Rusek

11. The coat-of-arms of the city of Kraków. Photo by B. Rusek

12. Filar podtrzymujący sklepienie nawy w kościele Świętego Krzyża wykonany ze średnioziarnistego piaskowca karpackiego. Fot. B. Rusek

12. The pillar supporting the vault of the nave in the Holy Cross Church made of the medium-grained, Carpathian sandstone. Photo by B. Rusek



13



14

Kościelną posadzkę tworzą płyty kamienne, do których wykonania użyto dwóch rodzajów skał różniących się barwą (il. 13). Płyty w czarnym kolorze stanowi wapień dębicki¹³ o odmianach: pelitycznej, pelitycznej z obecnością fauny oraz gruzłowej. Drugą skałą natomiast jest marmur sławniowicki¹⁴. Ma barwę jasnoszarą, z widocznymi beżowo-rdzawymi smugami o rozmytych konturach, strukturę zbitą i bezładną oraz średnioblastyczną teksturę. Wszystkie płytki mają kształt kwadratów o wymiarach boku 32 cm. W nawie głównej posadzka ułożona jest w formie rombu. Jego wnętrze wykonano z czterech płytek jasnoszarego marmuru sławniowickiego, a do każdego boku przylegają dwie płytki czarnego wapienia dębickiego, tworzące prostokąty (32 × 64 cm). W kruchcie

oraz w prezbiterium kościoła widoczne jest z kolei inne zestawienie kamiennych płytek. Ułożone są na planie szachownicy, gdzie na przemian sąsiadują płytki jasnoszarego marmuru sławniowickiego z czarnym wapieniem dębickim. Wśród tych ostatnich dominuje odmiana gruzłowa (il. 14). Z wapienia dębickiego wykonane są ponadto stopnie prowadzące do kaplic znajdujących się w nawie głównej. Mają one kształt dużych, prostokątnych bloków. Natomiast stopnie przy portalach bocznych nawy głównej zbudowano z białego wapienia jurajskiego.

Kamienne są również tablice epitafijne, pochodzące z różnych epok. Najstarsze epitafium w kościele powstało w 1635 roku i reprezentuje styl wczesnobarokowy. Najpóźniejsze, należące do księży kanoników pracujących w tej świątyni, umieszczono w kruchcie w latach 80. XX wieku. Oprócz wspomnianych warto wymienić także tablice: Heleny Modrzejewskiej, arcybiskupa Zygmunta Szczęsnego Felińskiego i architekta Tomasza Prylińskiego¹⁵. Miejscami rozmieszczenia wszystkich 21 znajdujących się we wnętrzu świątyni epitafiów są: przestrzeń pod chórem muzycznym, na łuku tęczowym, w arkadzie wejściowej do kaplicy św.

13. Posadzka kamienna w nawie głównej kościoła wykonana z jasnoszarego marmuru sławniowickiego i czarnego wapienia dębickiego. Fot. B. Rusek

13. Stone floor in the nave of the church made of the light grey slabs of the Sławniowice marble and the black slabs of the Dębick limestone. Photo by B. Rusek

14. Posadzka w formie szachownicy w kruchcie kościoła wykonana z jasnoszarego średnioblastycznego marmuru sławniowickiego oraz czarnego wapienia o odmianie gruzłowej. Fot. B. Rusek

14. The checker-board floor in the church narthex made of the light grey slabs of the medium-blastic Sławniowice marble and the slabs of the black, nodular Dębick limestone. Photo by B. Rusek

15. Epitafium rodziny Smoleńskich umieszczone pod chórem w kościele Świętego Krzyża, wykonane z czarnego wapienia dębickiego. Fot. B. Rusek

15. Epitaph tablet of the Smoleńskis family made of the black, nodular Dębick limestone and placed under the organ loft in the Holy Cross Church. Photo by B. Rusek

16. Portal wejściowy do kaplicy św. Andrzeja w kruchcie kościoła, wykonany z drobnodetrytycznego wapienia pińczowskiego. Fot. B. Rusek

16. Portal leading to the chapel of St Andrew in the church narthex made of the fine-detrital Pińczów limestone. Photo by B. Rusek

17. Fragment muru od strony wschodniej prezbiterium, wykonany z wapienia górnajurajskiego, przeznaczony do „mapowania”. Fot. B. Rusek

17. A fragment of the wall in the eastern part of the chancel made of Upper Jurassic limestone, selected for detailed „deterioration mapping”. Photo by B. Rusek



15



16

Zofii i w samej kaplicy, a także w przedsionku oraz na ścianach po lewej stronie nawy. Tablice mają kształty najczęściej zbliżone do prostokąta leżącego bądź stojącego, z obramowaniem lub bez niego. Wykonane zostały przede wszystkim z czarnego wapienia dębnickiego (il. 15), rzadziej różowego i białego marmuru zagranicznego. Barwa kamienia, jak również obecność fragmentów skamieniałych organizmów i żyłek kalcytowych podkreślają ich dekoracyjność.

Kolejnym elementem kamiennym w kościele są renesansowe ścianki parawanowe znajdujące się po obu

stronach kruchty (il. 16). Wykonano je z trzeciorzędowego wapienia pińczowskiego cechującego się białą barwą oraz porowatą strukturą. Nad każdą ścianką widnieje ostrołukowa arkada zbudowana z ciosów piaskowca karpackiego, połączonych zaprawą wapienno-cementową. Ciosy mają fakturę groszkowaną i gradzinowaną¹⁶.

Przyczyny deterioracji kamienia

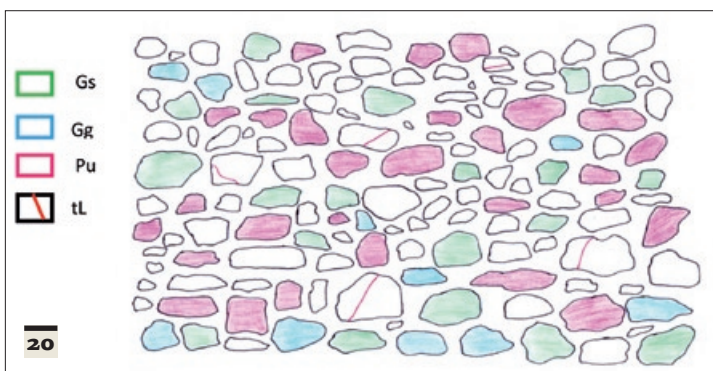
Narażenie kamienia na działanie różnych, powszechnie znanych czynników niszczących doprowadziło do zmiany jego wyglądu w ciągu 15 lat od ostatniej konserwacji. Dotyczy to zarówno kamienia na zewnątrz, jak i wewnątrz obiektu. Podstawowym czynnikiem niszczącym materiał kamienny w Krakowie są zanieczyszczenia atmosferyczne¹⁷. Dodatkowo położenie miasta w niecce¹⁸ przyspiesza przebieg deterioracji. Wzniesienia znajdujące się wokół Krakowa uniemożliwiają dobry przepływ powietrza wraz z unoszącymi się w nim zanieczyszczeniami. Brak wiatru ma znaczący wpływ na stan zachowania kamienia użytego do budowy kościoła Świętego Krzyża.

Przejawy zniszczeń kamienia na zewnątrz budowli

W opisie stanu zachowania kamienia występującego w świątyni posłużono się klasyfikacją Fitznera i Heinrichsa¹⁹, której podstawą są obserwacje w mezoskali odpowiednio wydzielonych form wietrzenia. Obejmuje ona cztery podstawowe grupy: I – ubytki materiału kamiennego, II – przebarwienia/naloty, III – odspojenia i IV – szczeliny/odkształcenia. Posłużyły one do oceny kategorii zniszczeń materiału kamiennego, dla



17



której ponadto określono stopień intensywności: niski, średni i wysoki. W celu udokumentowania stanu zachowania wapienia jurajskiego, który najbardziej narażony jest na zmiany klimatyczne oraz zanieczyszczenia antropogeniczne, dokonano „mapowania muru” (il. 17). Sporządzono szkice²⁰ wybranego fragmentu „dzikiego muru” i na nich zaznaczono miejsca występowania poszczególnych form wietrzenia (il. 18-20). Na tej podstawie, a także całościowej analizy stanu zachowania wapienia użytego do budowy kościoła, dokonano charakteryzacji zaobserwowanych zniszczeń. Należą one do wszystkich czterech grup form wietrzenia z klasyfikacji Fitznera i Heinrichsa²¹. Skała użyta jako materiał budowlany odznacza się licznymi ciemnoszarymi i czarnymi nawarstwieniami (il. 21), powstałymi wskutek oddziaływania zanieczyszczonego powietrza atmosferycznego. Położenie

kościół w bliskim sąsiedztwie ruchliwej drogi naraża powierzchnię kamienia na oddziaływanie spalin samochodowych i innych unoszących się w powietrzu zanieczyszczeń. Przy współudziale wody uaktywniają się niektóre ich składniki, głównie tlenki siarki, przekształcające węglan wapnia z powierzchni kamienia w gips. Tworzy się zwarty nalot, zwany „fałszywą patyną”²², która nie tylko nie upiększa zabytków, ale jest czynnikiem wpływającym na powstawanie dużych zniszczeń. Powoduje ona zatykanie porów w wapieniu, na skutek czego skała nie ma odpowiedniej zdolności „oddychania”. Efektem tego procesu jest łuszczenie się powierzchni kamienia, klasyfikowane do III grupy form destrukcji materiału budowlanego, charakteryzujące się wysokim stopniem intensywności. Grubość czarnych nawarstwień wynosi od 0,2 do 0,3 mm.

Oddziaływanie wody na powierzchnię skały jest przyczyną wielu form deterioracji, takich jak rozkruszanie, odpajanie i przebarwianie materiału kamiennego. Często tworzą się wykwyty soli²³ będące produktem rozpuszczania węglanu wapnia przez kwas siarkowy i azotowy. Poprzez kapilary woda podnosi

18. Szkic fragmentu muru wschodniej ściany prezbiterium z ilustracji 17 z naniesionymi formami wietrzenia z grupy I – ubytki; sW – utrata spójności materiału wskutek łuszczenia zewnętrznego, uW – utrata spójności materiału wskutek kruszenia, Ro – zaokrąglanie krawędzi, Rk – wietrzenie niektórych składników, Rt – wżery. Rys. B. Rusek

18. A sketch of the wall fragment from ill. no. 17 showing weathering forms belonging to the group no. I – losses. Explanations: sW – stone material loses its cohesiveness due to outside scaling, uW – stone material loses its cohesiveness due to crushing, Ro – rounding of the edges, Rk – weathering of some components, Rt – pits. Drawn by B. Rusek

19. Szkic fragmentu muru wschodniej ściany prezbiterium z ilustracji 17 z naniesionymi formami wietrzenia z grupy II – przebarwienia / naloty; Dc – zabarwienia, pl – zabrudzenia cząsteczkami pochodzenia atmosferycznego, Ee – wykwyty, hiC – jasne naskorupienia zmieniające powierzchnię. Rys. B. Rusek

19. A sketch of the wall fragment from ill. no. 17 showing weathering forms belonging to the group no. II – colour changes / surface accumulations. Explanations: Dc – colour changes, pl – soiling by airborne particles, Ee – efflorescences, hiC – light-coloured accumulations changing the rock surface. Drawn by B. Rusek

20. Szkic fragmentu muru wschodniej ściany prezbiterium z ilustracji 17 z naniesionymi formami wietrzenia z grupy III – odspojenia i IV – szczeliny / odkształcenia; Gs – dezintegracja piaszczysta, Gg – dezintegracja granularna, Pu – kruszenia, tL – szczeliny zależne od tekstury

20. A sketch of the wall fragment from ill. no. 17 showing weathering forms belonging to the groups no. III – chippings, and no. IV – fractures / deformations. Explanations: Gs – sandy disintegration, Gg – granular disintegration, Pu – crushing, tL – structure-oriented fracturing



się z ziemi i kieruje do powierzchni skały, gdzie wyparowuje. Miejsca zawilgocone ulegają szybkiemu zabrudzeniu na skutek tworzenia się pyłowo-gipsowych naskorupień (il. 22). Ich obecność prowadzi do obniżenia zwężności skały, co przejawia się jej wewnętrznym rozsadzaniem.

Powszechnie na wapieniu jurajskim można zaobserwować dezintegrację²⁴ granularną (Gs) i okrucową (Pu), która objawia się rozkruszaniem pojedynczych ziaren bądź zwięzłych fragmentów skał o nieregularnym kształcie. Zachodzi ona pod wpływem procesów wietrzenia fizycznego, które wywołują głównie insolecja i działanie zamrozu. Wnikająca w pory woda, w wyniku wahań temperatury pomiędzy dniem i nocą, w porze jesienno-zimowej zamarza, co prowadzi do powstawania pęknięć oraz wykruszania się (Pu) składników skały. Odsparzaniu ulegają zarówno małe, jak i większe ziarna lub agregaty ziarnowe. Szczególnie podatną na tę formę niszczenia jest odmiana gruzłowa wapienia występująca w murze kościoła. Destrukcję tę można przyporządkować do II grupy form wietrzenia materiałów budowlanych i średniego stopnia intensywności.

Znaczny wpływ na niszczenie skały ma korozja biologiczna²⁴. Powstaje ona głównie tam, gdzie kamień jest zacieniony, przez co łatwiej ulega zawilgoceniu.

21. Czarne nawarstwienia pyłowe w drobnodetrytycznym wapieniu górnourajskim znajdującym się w murze kościoła. Fot. B. Rusek

21. Black accumulations of dust in the fine-detrital, Upper Jurassic limestone from a church wall. Photo by B. Rusek

22. Nawarstwienia pyłowo-gipsowe na powierzchni wapienia górnourajskiego, fragment muru wykorzystanego do „mapowania”. Fot. B. Rusek

22. Dust-and-gypsum accumulations on the surface of the Upper Jurassic limestone from the fragment selected for detailed „deterioration mapping”. Photo by B. Rusek



Skutkuje to stworzeniem idealnych warunków dla mikroorganizmów, takich jak: mchy, porosty, glony, bakterie. Penetrują one przestrzeń porową na przykład poprzez wdzieranie się cieniutkich korzonków w szczeliny kamienia, doprowadzając do rozluźnienia struktury skały i powstawania ubytków (il. 23). Dodatkowo mikroorganizmy produkują kwasy, a te niszczą fakturę kamienia i powodują przebarwienia na jego powierzchni²⁵. Według stosowanej klasyfikacji biodeterioracja zaliczana jest do II grupy zniszczeń i cechuje się wysokim stopniem intensywności tej formy wietrzenia.

Destrukcja wapienia wywołana jest też zielonym nalotem, powstałym w wyniku wypłukiwania jonów miedzi z rynien przez wody opadowe i tworzenia soli miedzi. Nawarstwienie to można obserwować we wschodniej części muru nawy głównej, na powierzchniach wapieni ułożonych w pobliżu miedzianych rynien. Taka forma wietrzenia ujęta jest w II grupie klasyfikacji zniszczeń jako zabrudzenia powstające przez kontakt wody z miedzią.

Piaskowce użyte we frontowej elewacji pokryte są ciemnoszarymi naskorupieniami, które powstały w wyniku osadzania się zanieczyszczeń atmosferycznych (il. 24). Towarzyszą im też wykwyty soli w postaci jasnych plam. Zniszczenia te, o wysokim stopniu intensywności, należą do II grupy form wietrzenia. Dodatkową przyczyną destrukcji jest wietrzenie wgłębne²⁶, polegające na utracie spójności materiału kamiennego, co skutkuje łuszczeniem się powierzchni piaskowca. Według przyjętej klasyfikacji należy ono do III grupy form wietrzenia o średnim stopniu intensywności zniszczenia. Ponadto w piaskowcu obserwuje się przebarwienia. Występują one zwykle w postaci rdzawych zacieków, które powstają na

skutek utleniania związków żelaza zawartych w składzie mineralnym skały. Zabarwienia te klasyfikuje się do II grupy deterioracji kamienia jako niski stopień zmiany teksturalnej barwy.

Deterioracja kamienia wewnątrz budowli

Elementy kamienne składające się na wystrój kościoła w stosunku do zewnętrznych odznaczają się różnymi, a zarazem nieco odmiennymi typami zniszczeń. Głównym surowcem zastosowanym do wykończenia wnętrza jest wapień. Występuje on w posadzce oraz w filarze podtrzymującym sklepienie nawy głównej. Powierzchnia wapienia jurajskiego, obecnego w przyziemnych blokach, odznacza się większym zniszczeniem niż piaskowcowe elementy filara. Uwidaczniają się tam miejsca pokryte warstwą brudu i kurzu. Podwyższona zawartość pary wodnej, spowodowana słabym ogrzewaniem kościoła, sprzyja powstawaniu zabrudzeń. Łatwo zbierający się na zawilgoconej powierzchni kamienia pył tworzy ciemnoszary osad, który zatyka pory wapienia i powoduje jego mechaniczne niszczenie (il. 25). Zabrudzenia w najniższej części filara mogą także wynikać ze stosowania różnych past do czyszczenia posadzki. Ponadto na powierzchni dolnych piaskowcowych bloków filara można zaobserwować wykwyty soli w formie białych nalotów (il. 26). Tworzą się one w miejscach styku kamienia z zaprawą wypełniającą spoiny. Przyczyną ich powstawania są reakcje chemiczne, jakie zachodzą między składem mineralnym skały a składem zaprawy²⁷ łączącej poszczególne bloki. Makroskopowo destrukcja kolumny objawia się osypywaniem, złuszczeniem i odpryskiwaniem fragmentów piaskowca, co kwalifikuje się do I grupy form wietrzenia o wysokim stopniu intensywności.

Stan zachowania kamienia użytego do wykonania posadzki kościoła jest różny, w zależności od rodzaju skały, jej odmiany oraz miejsca usytuowania. Największe zniszczenia wykazują płytki znajdujące się w środkowym pasie nawy głównej prowadzącym do prezbiterium oraz po bokach nawy. Związane jest to z panującą w świątyni wilgocą oraz ciągłym ruchem wiernych, którzy wchodząc do kościoła, wnoszą na obuwiu piasek, a w okresie zimowym śnieg z solą. Czynniki te powodują zmatowienie i porysowanie płytek posadzki, a także ich rozkruszanie wynikające



z procesów fizycznych, co w konsekwencji prowadzi do powstawania ubytków. Wapień dębnicki ulegają ponadto dość równomiernemu, częściowemu odbarwieniu – co jest rezultatem utleniania bitumicznego pigmentu – i rozluźnieniu tekstury skały w cienkiej warstwie powierzchniowej²⁸.

W posadzce zastosowano wapień dębnicki w trzech jego odmianach: pelitycznej, detrytycznej ze szczątkami organicznymi i z żyłkami kalcytowymi



25



26

oraz gruzłowej. Najmniejsze zniszczenie wykazuje odmiana pelityczna z uwagi na jednorodną budowę. Odznacza się ona utratą poleru oraz obecnością zarzysów na powierzchni. Natomiast największą destrukcję zaobserwowano na płytkach pochodzących z odmiany gruzłowej, a także z odmiany pelitycznej z fauną i żyłkami kalcytowymi. Najgorszym stanem zachowania cechuje się odmiana gruzłowa²⁹ bogata w minerały ilaste. Spowodowane jest to obecnością gruzłów otoczonych zwykle spoiwem ilasto-wapiennym, które łatwo ulega czynnikom niszczącym. Zróżnicowana budowa wapienia gruzłowego wpływa na niejednakowe jego ścieranie. Gruzły będące twardsze od spoiwa ścierają się trudniej niż lepszycze. Stąd

powierzchnie płytek tej odmiany są nierówne, lekko faliste, z uwypuklonymi gruzłami. Scharakteryzowane ubytki materiału kamiennego w posadzce można zakwalifikować do I grupy form wietrzenia wgłębnego, zależnego od tekstury skały, o często występującej intensywności, ale o małej głębokości deterioracji. Do tej samej grupy można zaliczyć zniszczenia płytek wykonanych z marmuru sławniowskiego. Na ich powierzchni występują liczne spękania oraz ubytki spowodowane wgłębnym wietrzeniem. Utrata spoiwości blastów doprowadziła do osłabienia tekstury skały, co skutkuje jej kruszeniem się.

Z wapienia jurajskiego i pińczowskiego wykonane są zdobnicze elementy kamienne oraz portale kaplic w kruchcie kościoła. Na ich powierzchniach widoczne są czarne naloty spowodowane osadzaniem unoszącego się kurzu i pyłu, których przyczepianie się ułatwia podwyższona wilgotność. Wnikając w porowatą strukturę kamienia, zatykają jego puste przestrzenie. Kamień wtedy nie oddycha i łatwiej ulega kruszeniu. Szczególnie grube nawarstwienia tworzą się na wapieniu pińczowskim, należącym do skał silnie porowatych³⁰. Gdziekolwiek obserwuje się pod nimi wykwyty gipsu, który jest główną przyczyną bardzo wysokiej sorpcji pary wodnej w kamieniu, przyspieszającej jego destrukcję³¹. Wspomniane deterioracje klasyfikowane są do pierwszych trzech grup wietrzenia i cechują się wysoką intensywnością tych procesów.

Najlepiej zachowany jest kamień w tablicach epitafijnych, do których wykonania użyto polerowanych wapieni zbitych i marmurów o różnej kolorystyce.

23. Cokół prezbiterium od strony Teatru im. J. Słowackiego. Powierzchnia wapienia pokryta mikroorganizmami. Fot. B. Rusek

23. A plinth of the chancel facing the Juliusz Słowacki Theatre building. The surface of the limestone is covered by microorganisms. Photo by B. Rusek

24. Naroża nawy głównej wykonane ze średnioziarnistego piaskowca, który pokryty jest czarnym nawarstwieniem pyłowym. Fot. B. Rusek

24. The corners of the nave made of medium-grained sandstone that are covered by accumulations of black dust. Photo by B. Rusek

25. Powierzchnia silnie zabrudzona drobnodetrytycznego wapienia cokołu filara podtrzymującego sklepienie nawy. Fot. B. Rusek

25. A surface of the strongly soiled, fine-detrital limestone in the plinth of the pillar supporting the nave vault. Photo by B. Rusek

26. Wykwity solne powstające wskutek kontaktu zaprawy cementowo-wapiennej z blokiem piaskowca. Fot. B. Rusek

26. Salt efflorescences developed at the contact of the lime-cement mortar and a sandstone block. Photo by B. Rusek

Podsumowanie

Analizując stan zachowania kamienia użytego do budowy i wystroju wnętrza kościoła Świętego Krzyża, stwierdzono, że opisywany obiekt zawiera większość form wietrzenia ujętych w systemach klasyfikacji. Najwięcej zniszczeń powstaje wskutek oddziaływania wody wraz z zanieczyszczeniami powietrza, a także przy udziale mikroorganizmów. W wyniku tego tworzą się zabrudzenia, ubytki, przebarwienia oraz naloty na zastosowanym materiale kamiennym. Intensywność tych zniszczeń jest zróżnicowana i zależy od wielu czynników. Największe nasilenie procesów niszczących widoczne jest w kamieniu użytym na zewnątrz, gdzie dominuje II grupa zniszczeń o wysokim stopniu intensywności wietrzenia. Natomiast mniejsze skutki procesów deterioracji obserwuje się w wewnętrznym wystroju kamiennym, jako że znajduje się w zamkniętej przestrzeni. Zniszczenia te należą głównie do I grupy form wietrzenia wgłębnego, w niektórych miejscach o wysokiej intensywności.

Ocena stanu zachowania kamienia użytego do budowy i wykończenia wnętrza kościoła ma szczególne znaczenie w doborze właściwej metody konserwacji, której celem jest przywrócenie kamiennym elementom dawnego wyglądu. Z tego względu przedstawiono

szczegółową dokumentację geologiczną zniszczeń typów i odmian skał zastosowanych zarówno w murach tej budowli, jak i w jej wnętrzu, zaklasyfikowanych do odpowiednich grup. Może być ona w przyszłości pomocna konserwatorom w opracowaniu programu odnowy tego zabytku. Wskazanie najbardziej prawdopodobnego miejsca pochodzenia skał pozwoli, w razie potrzeby, zastąpić zniszczony kamień nowym, odpowiedniej odmiany.

Profesjonalnie wykonana konserwacja zniszczonych elementów kamiennych w kościele Świętego Krzyża wpłynie na odbiór tego zabytku. Rodzaj kamienia, jego forma, faktura i barwa w znaczący sposób bowiem decydują o jego wyglądzie. Obliguje to zatem do zastosowania przemyślanej i indywidualnej technologii oraz techniki konserwatorskiej dostosowanej do rodzaju i właściwości użytego tutaj kamienia. ■

Beata Rusek, mgr inż. geolog, absolwentka specjalności Kamień i kamieniarstwo w architekturze i budownictwie na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, szczególnie interesuje się stanem zachowania kamienia zastosowanego w budowlach zabytkowych Krakowa.

Anna Smoleńska, dr inż. geolog, pracownik naukowo-dydaktyczny AGH, prowadzi badania dotyczące litologii i racjonalnego wykorzystania skał w aspekcie ochrony środowiska oraz wpływu czynników atmosferycznych na niszczenie materiałów kamiennych i możliwości ich rekonstrukcji.

Przypisy

- 1 T. Węclawowicz, *Gotyckie bazyliki Krakowa*, Kraków 1997.
- 2 K. Bąkowski, *Kościół św. Krzyża w Krakowie*, Kraków 1904.
- 3 O. Sieradzka, *Średniowieczna architektura kościoła św. Krzyża w Krakowie*, „Rocznik Krakowski” 1991, t. LVII.
- 4 K. Antosiewicz, *Zakon kanoników regularnych Ducha Świętego de Saxia w Krakowie*, [w:] *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. I, Kraków 1997.
- 5 *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. I, red. Z. Kliś, Kraków 1997.
- 6 *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. II, red. Z. Kliś, Kraków 1997a.
- 7 K. Dobrzańska, A. Grochal, *Dokumentacja prac konserwatorskich przy elementach kamiennego wystroju nawy, kaplicy św. Zofii oraz zakrystii w kościele św. Krzyża w Krakowie*, Kraków 1997.
- 8 A. Stróżewska-Słaboń, *Sprawozdanie dotyczące kompleksowych prac konserwatorskich w latach 1992-1996 w kościele św. Krzyża*, [w:] *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. I, jw.
- 9 J. Rajchel, *Kamienny Kraków*, Kraków 2004.
- 10 Tamże.
- 11 M. Goras, *Zaginione gotyckie kościoły Krakowa*, Kraków 2003.
- 12 K. Dobrzańska, A. Grochal, jw.
- 13 J. Bednarczyk, M. Hoffman, *Wapienie dębnickie*, [w:] *Przewodnik LX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Krakowie*, Warszawa 1989.
- 14 Z. Pentlakowa, T. Wojno, *O niektórych marmurach dolnośląskich*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego” 1952, nr 80.
- 15 J. Sz. Wroński, *Epitafia w Kościele św. Krzyża w Krakowie*, [w:] *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. II, jw.
- 16 A. Korczyńska, E. Pęczkowska, *Sprawozdanie z konserwacji kaplicy św. Andrzeja w kościele św. Krzyża w Krakowie*, Kraków 1993.
- 17 W. Wilczyńska-Michalik, *Influence of atmospheric pollution on the weathering of stones in Cracow monuments and rock outcrops in Cracow, Cracow-Częstochowa Upland and the Carpathians*, Kraków 2004.
- 18 T. Gawel, J. Zinkow, *Kraków i okolice*, Warszawa 1986.
- 19 B. Fitzner, K. Heinrichs, *Damage diagnosis on stone monuments – weathering forms, damage categories and damage indices*, [w:] *Understanding and managing stone decay. Proceedings of the International Conference “Stone weathering and atmospheric pollution network (SWAPNET 2001)”*, Prague 2002.
- 20 M. Labus, *Metody geologiczne w ocenie stanu zachowania kamiennych elementów budowlanych*, Gliwice 2008.

- 21 B. Fitzner, K. Heinrichs, jw.
- 22 B. Penkala, *Konserwacja kamienia w budownictwie*, Warszawa 1966.
- 23 M. Marszałek, *Niszczenie piaskowców i wapieni na przykładzie Sukiennic*. Seria „Problemy Ekologiczne Krakowa”, z. 17, Kraków 1995.
- 24 M. Labus, jw.
- 25 Z. Przedpeński, *Konserwacja kamienia w architekturze*, Warszawa 1957.
- 26 M. Rembiś, A. Smoleńska, *Charakterystyka i przejawy zniszczeń piaskowców zastosowanych w kaplicy Zygmuntońskiej przy Katedrze Wawelskiej*. Materiały Konferencji Naukowej AGH, Kraków 2003.
- 27 Tamże.
- 28 R. Kozłowski, J. Magiera, *Niszczenie wapieni dębnickich i pińczowskich w zabytkach Krakowa*, [w:] *Przewodnik LX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego...*, jw.
- 29 J. Bromowicz, *Wapień dębnicki. Badania podstawowe w geologii złóż surowców skalnych Sudetów, Karpat i Gór Świętokrzyskich*. Materiały II Konferencji Naukowej, Kraków-Mogilany, 25-26 września 1997 r., Kraków 1997.
- 30 A. Fijałkowska, J. Fijałkowski, *O zastosowaniu kamienia pińczowskiego w budowlach wczesnego średniowiecza*, „Przegląd Geologiczny” 1966, t. 14, nr 12.
- 31 R. Kozłowski, J. Magiera, jw.

Bibliografia

- Antosiewicz K., *Zakon kanoników regularnych Ducha Świętego de Saxia w Krakowie*, [w:] Kliś Z. (red.), *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. I, Kraków 1997.
- Bąkowski K., *Kościół św. Krzyża w Krakowie*, Kraków 1904.
- Bednarczyk J., Hoffman M., *Wapień dębnicki*, [w:] Rutkowski J. (red.), *Przewodnik LX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Krakowie*, Warszawa 1989.
- Bromowicz J., *Wapień dębnicki. Badania podstawowe w geologii złóż surowców skalnych Sudetów, Karpat i Gór Świętokrzyskich*. Materiały II Konferencji Naukowej, Kraków-Mogilany, 25-26 września 1997 r., Kraków 1997.
- Dobrzańska K., Grochal A., *Dokumentacja prac konserwatorskich przy elementach kamiennego wystroju nawy, kaplicy św. Zofii oraz zakrystii w kościele św. Krzyża w Krakowie*, Kraków 1997.
- Fijałkowska A., Fijałkowski J., *O zastosowaniu kamienia pińczowskiego w budowlach wczesnego średniowiecza*, „Przegląd Geologiczny” 1966, t. 14, nr 12.
- Fitzner B., Heinrichs K., *Damage diagnosis on stone monuments – weathering forms, damage categories and damage indices*, [w:] Pikrylm R., Viles H.A. (red.), *Understanding and managing stone decay. Proceedings of the International Conference “Stone weathering and atmospheric pollution network (SWAPNET 2001)”*, Prague 2002.
- Gawel T., Zinkow J., *Kraków i okolice*, Warszawa 1986.
- Goras M., *Zaginione gotyckie kościoły Krakowa*, Kraków 2003.
- Kliś Z. (red.), *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. I, Kraków 1997.
- Kliś Z. (red.), *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. II, Kraków 1997a.
- Korczyńska A., Pęczkowska E., *Sprawozdanie z konserwacji kaplicy św. Andrzeja w kościele św. Krzyża w Krakowie*, Kraków 1993.
- Kozłowski R., Magiera J., *Niszczenie wapieni dębnickich i pińczowskich w zabytkach Krakowa*, [w:] Rutkowski J. (red.), *Przewodnik LX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Krakowie*, Warszawa 1989.
- Labus M., *Metody geologiczne w ocenie stanu zachowania kamiennych elementów budowlanych*, Gliwice 2008.
- Marszałek M., *Niszczenie piaskowców i wapieni na przykładzie Sukiennic*. Seria „Problemy Ekologiczne Krakowa”, z. 17, Kraków 1995.
- Penkala B., *Konserwacja kamienia w budownictwie*, Warszawa 1966.
- Pentlakowa Z., Wojno T., *O niektórych marmurach dolnośląskich*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego” 1952, nr 80.
- Przedpeński Z., *Konserwacja kamienia w architekturze*, Warszawa 1957.
- Rajchel J., *Kamienny Kraków*, Kraków 2004.
- Rembiś M., Smoleńska A., *Charakterystyka i przejawy zniszczeń piaskowców zastosowanych w kaplicy Zygmuntońskiej przy Katedrze Wawelskiej*. Materiały Konferencji Naukowej AGH, Kraków 2003.
- Sieradzka O., *Średniowieczna architektura kościoła św. Krzyża w Krakowie*, „Rocznik Krakowski” 1991, t. LVII.
- Smoleńska A., Rembiś M., *Charakterystyka i zniszczenia kamienia użytego do budowy kościoła p.w. św. Wojciecha w Niedźwiedziu koło Słomnik*, „Biuletyn Informacyjny Konserwatorów Dzieł Sztuki” 2007, t. 18, nr 4.
- Stróżewska-Słaboń A., *Sprawozdanie dotyczące kompleksowych prac konserwatorskich w latach 1992-1996 w kościele św. Krzyża*, [w:] Kliś Z. (red.), *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. I, Kraków 1997.
- Węclawowicz T., *Gotyckie bazyliki Krakowa*, Kraków 1997.
- Wroński J. Sz., *Epitafia w Kościele św. Krzyża w Krakowie*, [w:] Kliś Z. (red.), *Studia z dziejów kościoła św. Krzyża w Krakowie*, cz. II, Kraków 1997a.

Summary

Characteristics and signs of destruction of the building stones in the Holy Cross Church in Kraków

The Gothic church of the Holy Cross with a characteristic, single-pillar construction is one of the most interesting and, at the same time, oldest buildings of Kraków. It is located in the town centre, neighbouring the Planty, i.e., the park founded on the place of old city fortifications. The church was built in two stages. The first structure, representing probably the Romanesque style, was erected around the turn of 11th century. It was followed by a Gothic church, whose constructing started from the eastern side of the chancel not later than in the early years of the 14th century.

The stone used in the Holy Cross Church proves that in the Gothic times it was not only one of the essential building, but also decorative materials. Two main rock types: the fine-detrital, Jurassic limestone with cherts from the Kraków region and the Istebna sandstone from a vicinity of Dobczyce were used for constructing purposes, while the fine-detrital Tertiary limestone from the Pińczów area was the material of minor significance. The northern and eastern walls of the chancel were erected of the broken stones. Stone elements are also present in plinths, wall pillars and window frames. The pillar supporting the palm vault of the nave is made of the Jurassic limestone

and a medium-grained sandstone, while the Gothic ribs and the vault itself of the Tertiary limestone.

Other rock types play the decorative role. The Dębnik limestone is seen in epitaph tablets and – in combination with the Sławniowice marble – in the church floor.

The stones, both occurring outside and inside the church, show the signs of deterioration in the form of soiling, colour changes, efflorescences and chippings. Their intensity differs and depends on various factors. The most pronounced and dominating alterations that belong to the group no. II of stone deteriorations (i.e., colour changes / surface accumulations) affect the material used outside. The stone elements inside the church, thus unexposed to external factors, show lesser alterations. These changes belong mainly to the group no. I of deterioration (i.e., pit losses), being frequent in places but of low depth.

The assessment of stone preservation is of particular importance in selecting proper methods of conservation that are focused on restoring the former appearance of stone elements of the church. For this reason, the authors described in details and classified into respective groups of changes all types of stone deterioration identified in the rocks used outside and inside the church. A geological report of this kind may help specialists establish a program of church conservation in the future. Identification of the most probable place of quarrying the rocks involved will also help in substituting damaged stone elements with new ones, if such an action is required.