

Znaczenie badań petrograficznych przy rekonstrukcji obiektów kamiennych

Marek W. Lorenc

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Architektury Krajobrazu

Słowa kluczowe: zabytki z kamienia, deterioracja, petrografia, rekonstrukcja, flekowanie

Wstęp

Kamień jest naturalnym surowcem, towarzyszącym człowiekowi od najdawniejszych czasów. W różnych strefach klimatycznych ludzie zamieszkiwali jaskinie – naturalne twory krasowe, jak też chronili się pod wielkimi głazami lub nawisami skalnymi. Luźne fragmenty skał były zbierane i służyły jako budulec przy wznoszeniu rozmaitych murów oraz prostych form mieszkalnych. Ponadto, niektóre odmiany kamieni stanowiły surowiec do produkcji prostych narzędzi i broni. W wielu miejscach świata sytuacja pod tym względem nie zmieniła się do dziś.

Równoległe z funkcją ochronną i użytkową kamień wykorzystywany był w celach dekoracyjnych, czego przykładem są niezliczone, powstałe w różnym czasie rzeźby i bogato zdobione obiekty architektoniczne, a także drobna kamienna galanteria, ozdoby i biżuteria.

Jakkolwiek kamień jest względnie wytrzymałym tworem, to jednak nie wszystkie jego odmiany reagują na czynniki atmosferyczne w podobny sposób, z czasem ulegając mniej lub bardziej zaawansowanej destrukcji. Jest to dobrze widoczne w dziełach architektury i rzeźby, gdzie ostre krawędzie z czasem ulegają zaokrągleniu i wygładzeniu, przez co nadana im przez artystę indywidualna forma stopniowo zanika. Szczególnie narażone na niszczenie są obiekty

kamienne znajdujące się na terenie dużych aglomeracji miejskich i przemysłowych. Na naturalne procesy wietrzeniowe nakłada się tu wpływ antropogenicznie zanieczyszczonej atmosfery, dodatkowo nasilone na skutek słabego przewietrzania obszarów miejskich. Obecne techniki konserwatorskie umożliwiają zatrzymanie dalszego postępu procesów destrukcyjnych, jednakże w niektórych przypadkach zaistniałe zniszczenia wymagają dokonania mniejszych lub większych uzupełnień w celu przywrócenia rzeźbie lub obiektowi architektonicznemu pierwotnego kształtu (dotyczy to również ubytków powstałych w sposób mechaniczny). Wykonuje się to z zastosowaniem naturalnego kamienia (flekowanie) oraz specjalnych zapraw. Ważne jest staranie, aby pozyskać taki materiał kamienny, który nie będzie odróżniał się, przede wszystkim właściwościami, od oryginalnego surowca rekonstruowanego obiektu. Bardzo pomocna w tym zakresie jest analiza petrograficzna, będąca podstawowym badaniem, które powinno być wykonywane przy każdym zabytku kamiennym – nie tylko na potrzeby przeprowadzanych rekonstrukcji.

Przedstawione w artykule informacje z pewnością nie są ani nowe, ani odkrywcze. Większość specjalistów branży konserwatorskiej doskonale je znane i stosuje w praktyce. Niestety, obserwacje poczynione w kraju i za granicą pozwalają wnioskować, że w przypadku wielu obiektów – nie tylko zabytkowych, ale



też współczesnych, które w różnych czasach były rekonstruowane – ta podstawowa wiedza nie zawsze bywała wykorzystywana.

Rodzaje kamieni

Ze względu na trwałość oraz odporność na warunki atmosferyczne najlepszym materiałem kamiennym jest wielka grupa skał krystalicznych popularnie zwana „granitami”, faktycznie obejmująca jednak skały magmowe o różnym składzie mineralnym, począwszy od gabr i diorytów, przez tonality, monzodioryty i syenity, aż po właściwe granity. Wszystkie one są skałami twardymi i obejmują szeroką gamę kolorów, od czerni po biel, przez wszelkie odcienie brązu, czerwieni, żółci, a nawet zieleni i błękitu. Skład mineralny tych skał jest bardzo zróżnicowany, a o podstawowej klasyfikacji decyduje proporcjonalna zawartość takich minerałów głównych jak kwarc (SiO_2), skażeń potasowy (KAlSi_3O_8) i plagioklaz (ciągły szereg minerałów od sodowego albitu $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ po wapniowy anortyt $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Istotne znaczenie dla parametrów technicznych i chemicznych ma też udział procentowy innych minerałów skałotwórczych, takich jak pirokseny, amfibole i łuszczyki, będących glinokrzemianami żelaza i magnezu. Uniwersalność skał tej dużej grupy wynika z ich krystalicznej struktury oraz względnie dużej twardości.

Do grupy „granitów” bardzo często włącza się również ładne i twarde skały krystaliczne, których geneza jest zupełnie inna. Są to najczęściej różnorakie odmiany gnejsów i kwarcytów, które należą do skał metamorficznych, powstałych na skutek przeobrażeń mineralnych, strukturalnych i tekstualnych takich skał jak granity i piaskowce.

Druga grupa skał powszechnie stosowanych w architekturze i sztuce to piaskowce, występujące w równie szerokiej gamie kolorów jak „granity”. Są to skały pochodzenia osadowego, zbudowane z pojedynczych ziaren piasku spojonych mineralnym spoiwem, którego skład decyduje o podstawowych cechach fizycznych tych skał. Najczęściej spotykanym spoiwem piaskowców jest krzemionka i te odmiany są bardzo odporne na zmienne warunki atmosferyczne. Często spotyka się też piaskowce o spoiwie krzemionkowo-iłastym, kalcytowym lub iłastym. Poza piaskowcami kwarcowymi o spoiwie krzemionkowym, w których łączna zawartość SiO_2 może sięgać nawet 98%, pozostałe odmiany są mniej lub bardziej podatne na wietrzenie i deteriorację. Szczegóły dotyczące szkieletu ziarnowego i spoiwa piaskowców można określić dopiero w trakcie analizy petrograficznej. Rodzaj i proporcje poszczególnych składników szkieletu ziarnowego oraz szkieletu ziarnowego do spoiwa są podstawą szczegółowej klasyfikacji i nazewnictwa skał tej grupy. Należy podkreślić, że wszystkie piaskowce są skałami porowatymi, która to cecha sprawia, że bardzo łatwo chłoną wilgoć i wodę.



Kolejnym powszechnie stosowanym surowcem kamiennym są skały węglanowe, które pod względem genetycznym reprezentują dwie zupełnie różne grupy. Jedną z nich stanowią skały osadowe pochodzenia organicznego lub chemicznego, prawie w całości zbudowane z węglanu wapnia. Są to wapienie. Do drugiej grupy genetycznej należą marmury, które są węglanowymi skałami metamorficznymi, wywodzącymi się z osadowych wapieni przeobrażonych w warunkach podwyższonego ciśnienia i temperatury. W nich węglan wapnia ma postać krystaliczną, co jest przyczyną nieco innego wyglądu marmurów i ich odmiennych właściwości fizycznych od osadowych wapieni.

Destrukcja obiektów kamiennych

Zawarte w powietrzu agresywne pyły i gazy powodują znaczne zniszczenia w obiektach wykonanych z kamienia, zwłaszcza gdy znajdują się one w słabo przewietrzanej, ciasnej zabudowie miejskiej. Szczególnie niebezpieczne pod tym względem są dwutlenek siarki i tlenki azotu, które w połączeniu z parą wodną przechodzą w bardzo agresywne kwasy: siarkowy i azotowy. W reakcji z wieloma minerałami, zwłaszcza porowatych odmian kamieni, kwasy te powodują krystalizację nowych soli, zmieniając w znacznej mierze skład chemiczny, parametry fizyczne i wygląd zewnętrzny kamieni. W przypadku niektórych soli ważną rolę odgrywa ich ciśnienie krystalizacji, działające mechanicznie na skały, podobnie jak woda w procesie zamarzania, powodując podczas wzrostu rozsadzanie i kruszenie kamienia. Należy też pamiętać, że szczególnie podatne na destrukcję są skały porowate i na przykład posiadające system niewidocznych makroskopowo spękań.

1. Zniszczenia obiektu wykonanego z piaskowca wywołane przez grzyby. Wszystkie fot. M.W. Lorenc

1. Destruction of sandstone caused by fungus. All photos by M.W. Lorenc

2. Uzupelnienie cementem ubytków podstawy wykonanej z granitu i zasadniczego bloku zabytku wykonanego z piaskowca

2. Cement used for reconstruction of granite basement and sandstone block

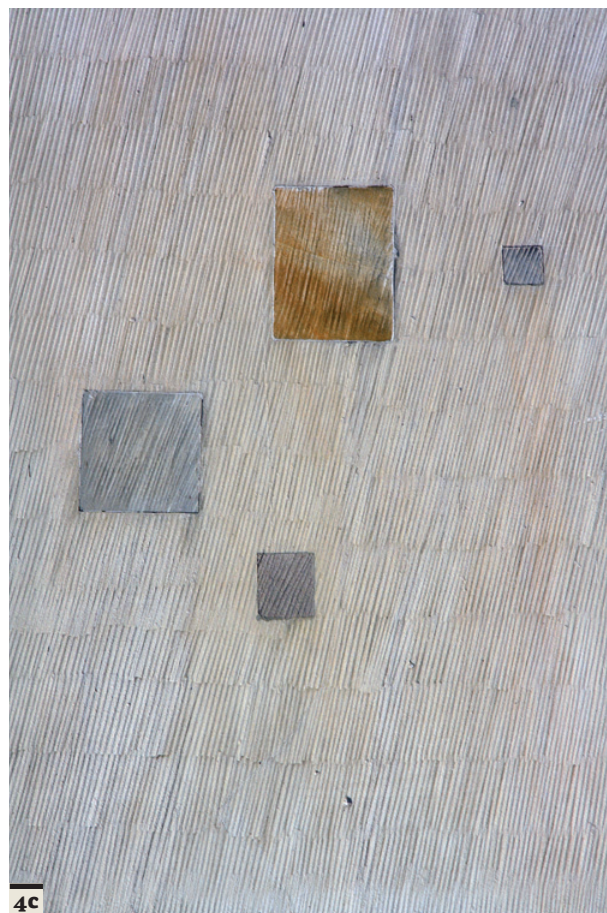
3. Niewłaściwe uzupełnienie ubytków bloku granitowego z użyciem cementu

3. Improper use of the cement for reconstruction of the granite block



Zewnętrzne objawy oddziaływania agresywnych substancji na wyroby z kamienia są bardzo różne. W przypadku barwnych odmian wapieni są to najczęściej zmiany intensywności lub kontrastu barw. We wszystkich skałach zawierających węglan wapnia obserwuje się dość powszechną rekrytalizację węglanu wapnia, a niekiedy krystalizację wykwitów gipsowych. Materiał skalny ulega też destrukcji za sprawą bakterii, grzybów, glonów i porostów, czyli procesowi biodeterioracji. Jednym z produktów metabolizmu tych mikroorganizmów są kwasy organiczne, które w reakcji z niektórymi minerałami powodują wytrącanie się nowych soli, zależnie od porowatości skały nawet do głębokości około 2 cm od powierzchni. Innymi objawami destrukcji kamieni na skutek działalności mikroorganizmów są zmiany ich oryginalnego zabarwienia, powstanie nowych, barwnych plam lub odbarwień, a także łuszczenie się (il. 1) i dezintegracja³. Metody konserwacji i zabezpieczenia kamienia przed dalszą destrukcją są od dawna aplikowane, a kompendium wiedzy w tym zakresie można znaleźć w wielu pozycjach specjalistycznej literatury³.

Procesy degradacyjne, wietrzenie i deterioracja, częstokroć doprowadzają do powstania tak znacznych ubytków, że prace konserwatorskie wymagają dokonania odpowiednich uzupełnień. Podobnych zabiegów wymagają też obiekty z różnych przyczyn uszkodzone mechanicznie. Niewielkie ubytki uzupełnia się odpowiednimi masami mineralnymi lub organicznymi, natomiast w przypadku uszkodzeń większych pozostaje jedynie uzupełnienie naturalnym kamieniem, tzw. flekowanie. W szczególnych przypadkach z mineralnych zapraw wykonuje się kopie całych rzeźb. Wnikliwa obserwacja zabytków kamiennych, zarówno obiektów

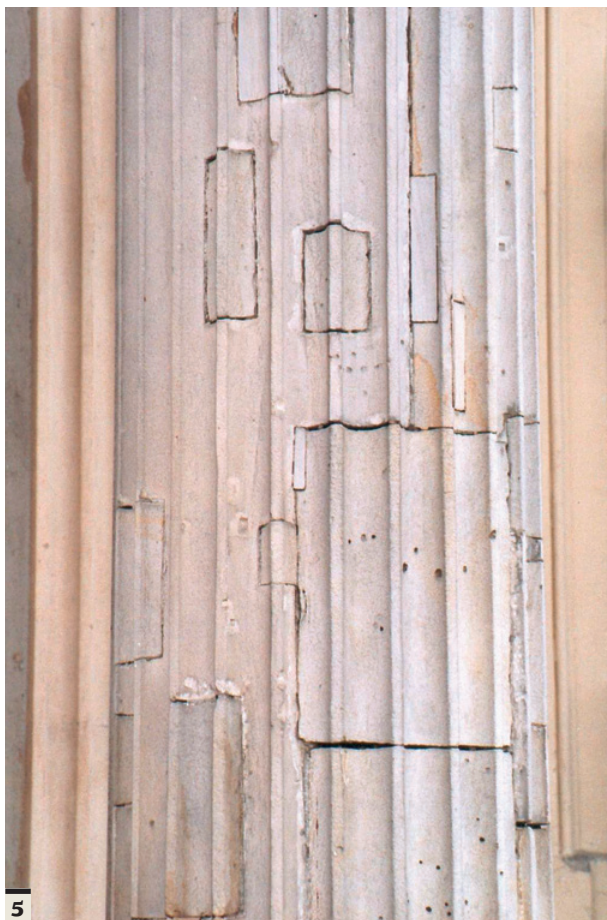


architektonicznych, jak też dzieł sztuki rzeźbiarskiej, pozwala zauważyć, że w niektórych przypadkach prowadzone niegdyś prace konserwatorskie ograniczały się jedynie do wypełnienia ubytków cementem (il. 2 i 3) lub dobrze dopasowanym fragmentem kamienia, ale tylko „podobnego” do oryginału. Efekt takiego działania skutkuje przede wszystkim odmienną barwą i strukturą fragmentów uzupełnionych, co z pewnością nie wpływa pozytywnie na estetykę obiektu (il. 4a, b, c). Faktem jest, że w wielu przypadkach uzyskanie oryginalnego surowca do rekonstrukcji jest niemożliwe. Zdarza się także, że materiał współczesny – nawet pobrany z tego samego kamieniołomu – ma nieco inne parametry fizyczne. W niektórych przypadkach uzupełnione fragmenty, które są bardziej lub mniej odporne na działania czynników atmosferycznych niż oryginalny kamień zabytku, po wielu latach odróżniają się nie tylko innym zabarwieniem, ale też odmienną strukturą, niekiedy nawet obecnością wtórnych mineralnych wykwitów. Co prawda zmiana zabarwienia może wynikać też z odmiennego sposobu starzenia się nowych „wstawek” fleków, nawet jeżeli materiał był dobrany właściwie.

Nie ulega wątpliwości, że najlepszym działaniem jest dobranie takiego kamienia, który będzie najbardziej podobny do oryginału, a gdy jest to możliwe – nawet dokładnie tego samego kamienia (il. 5 i 6)⁴. Bardzo często jednak z różnych względów nie istnieje taka możliwość. Niemniej zawsze warto sprawdzić. W przypadkach gdy oryginalny materiał jest doskonale znany i dostępny, zastosowanie kamienia zupełnie innego strukturalnie i kolorystycznie (il. 7), a nawet zupełnie innego genetycznie (il. 8) z pewnością nie powinny mieć miejsca.

Dobór kamienia

We wszystkich wymienionych wcześniej grupach kamieni istnieją odmiany bardzo do siebie podobne pod względem makroskopowym, aczkolwiek niejednokrotnie są to skały zupełnie odmiennie genetycznie. W takim przypadku podobieństwo „na oko” jest bardzo łudzące, ale skład mineralny (chemiczny) tych skał jest tak różny, że ewentualne wykonanie uzupełnienia takim materiałem, po względnie krótkim czasie da o sobie znać w sposób bardzo wyraźny, chociażby



odmiennym kolorem (il. 4a, b, c). Aby taką ewentualność potwierdzić lub wykluczyć, należy na wstępie wykonać specjalistyczne badania. Dobranie właściwego kamienia jest bowiem możliwe wyłącznie po uprzednim wykonaniu szczegółowej analizy petrograficznej – makro- i mikroskopowej – pozwalającej jednoznacznie określić rodzaj kamienia, z którego uzupełniany zabytek jest wykonany. W tym przypadku nie wystarczy tylko ogólne określenie typu skały, ponieważ zarówno granity, jak też marmury, wapienie czy piaskowce

4a-c. Do rekonstrukcji ubytków użyto piaskowca o odmiennym składzie mineralnym

4a-c. Improper reconstruction of sandstone objects with the use of sandstone of different mineral composition

5. 6. Użycie fleków z piaskowca o takich samych cechach jak materiał oryginalny gwarantuje podobny wygląd uzupełnień nawet po wielu latach

5. 6. The use of sandstone of the same mineral composition as the original material assures similar appearance of the stone-surface even after many years

7. Granitowa płyta elewacyjna uzupełniona granitem o innych cechach strukturalnych i innym kolorze

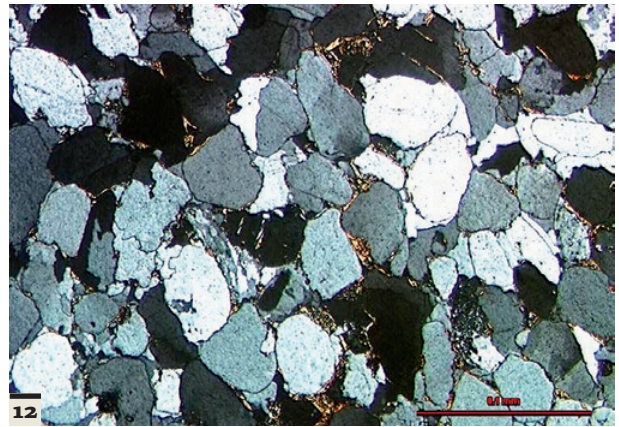
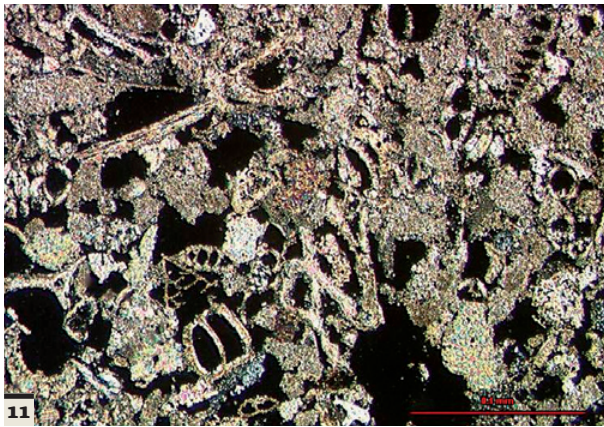
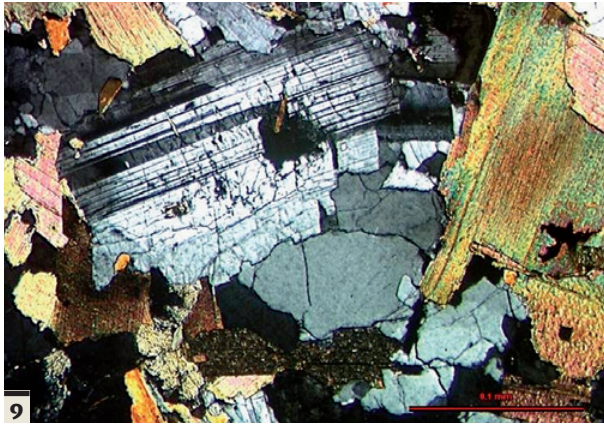
7. Granite wall-plate completed with granite of different structural characteristics and different color

8. Do rekonstrukcji dzieła sztuki wykonanego z wapienia użyto płyt marmurowych

8. The marble plates used for reconstruction of the limestone object

mogą mieć niezwykle zróżnicowany skład mineralny (il. 9-12). Różna może być też ich struktura, tekstura i barwa. Wiele piaskowców bywa podobnych do siebie pod względem cech makroskopowych; wiele z nich ma podobnej frakcji uziarnienie, a zwłaszcza barwę. Dopiero analiza petrograficzna pozwala określić rodzaj i typ szkieletu ziarnowego, a także charakter spoiwa, a to właśnie od nich zależą tak ważne cechy kamienia jak: twardość, ścieralność, porowatość, nasiąkliwość itp., a szczególnie odporność na czynniki korozyjne.

Skład mineralny poszczególnych odmian skał stanowi swoiste „linie papilarne”, częstokroć charakterystyczne dla konkretnego rodzaju surowca,



wydobywanego w konkretnym miejscu – nawet wyrobisku. W niektórych przypadkach szczegółowe studium petrograficzne pozwala wskazać złożę, a nawet kamieniołom, z którego surowiec do stworzenia rekonstruowanego obiektu był pobrany. Jeżeli materiał zostanie prawidłowo i jednoznacznie zidentyfikowany, wówczas dostęp do „źródła” jest uwarunkowany tylko jego fizycznym istnieniem. W takiej sytuacji materiał kamienny pobrany do uzupełnień czy rekonstrukcji będzie najlepszy z możliwych. Pobranie odpowiedniego materiału poprzedzają kolejne petrograficzne badania porównawcze. W przypadku niemożności odnalezienia oryginalnego, historycznego kamieniołomu należy dopasować rodzaj kamienia najbardziej podobny do oryginału pod względem jakościowego i ilościowego składu mineralnego, a także struktury i barwy. Dopiero wtedy prawidłowo wykonane prace kamieniarskie nie pozostawią po sobie śladu, bądź też będzie on niewielki i pod żadnym względem nieszkodliwy dla obiektu.

Jeżeli istnieje dokumentacja obiektu, wskazująca jednoznacznie materiał, z którego został on wykonany, wówczas analiza petrograficzna nie jest potrzebna; materiał do uzupełnień pobiera się ze wskazanego

w dokumentacji miejsca. Jeżeli jednak dokumentacji brak lub nie ma w niej wzmianki o materiale źródłowym, wówczas aby zidentyfikować materiał, z którego wykonano zabytkowy obiekt wymagający rekonstrukcji, należy z obiektu tego pobrać niewielką próbkę. Od takiego postępowania odstępuje się w przypadku, gdy obiekt jest niewielkich rozmiarów. Z fragmentu pobranej próbki wykonuje się odpowiedni preparat mikroskopowy, stanowiący podstawowy materiał do przeprowadzenia analizy petrograficznej, a pozostała jej część służy do makroskopowych oznaczeń strukturalno-teksturalnych. Na tym etapie zostaje przeprowadzona analiza petrograficzna, która pozwala

9. Granit, obraz mikroskopowy, światło spolaryzowane, bar: 0,1 mm

9. Granite microphotograph, polarized light, bar: 0,1 mm

10. Marmur, obraz mikroskopowy, światło spolaryzowane, bar: 0,1 mm

10. Marble microphotograph, polarized light, bar: 0,1 mm

11. Wapień, obraz mikroskopowy, światło spolaryzowane, bar: 0,1 mm

11. Limestone microphotograph, polarized light, bar: 0,1 mm

12. Piaskowiec, obraz mikroskopowy, światło spolaryzowane, bar: 0,1 mm

12. Sandstone microphotograph, polarized light, bar: 0,1 mm

skorelować materiał kamienny użyty do budowy badanego obiektu z odpowiednim, porównawczym materiałem źródłowym, istniejącym w bazie danych, bądź też pobranym w terenie. Jeżeli jest to konieczne, wówczas przy użyciu mikroskopu elektronowego prowadzi się badania pozwalające ujawnić i określić ewentualne zmiany struktury badanej próbki, obecność w niej faz neogenicznych oraz jakościowe i ilościowe zmiany ich składu chemicznego. Badania te wskażą zarazem stan zachowania analizowanego obiektu oraz ewentualną obecność w nim produktów wtórnych, powstałych na skutek reakcji pierwotnej substancji mineralnej z agresywnymi substancjami pochodzenia nieorganicznego lub organicznego. Synteza danych otrzymanych na poszczególnych etapach badań petrograficznych próbki pobranej z obiektu pozwoli wykazać intensywność i stopień jego zniszczenia⁵.

Podsumowanie

Badania petrograficzne są niezwykle żmudne, ale prowadzą do pozyskania materiału bardzo podobnego do oryginalnego surowca rekonstruowanego kamiennego zabytku (rzadziej identycznego). W ten sposób dobrany materiał do rekonstrukcji pod względem jakościowym będzie niezauważalny, z widocznym jedynie

zarysem rekonstruowanego fragmentu. Tylko wtedy barwa zabytku i fragmentów uzupełnionych pozostanie przez długi czas podobna, a sama rekonstrukcja mało widoczna. Niepełność satysfakcji, nawet w przypadku zidentyfikowania historycznego kamieniołomu, z którego pochodzi oryginalny materiał kamienny, wynika najczęściej z faktu, że zmiany jakościowe kamienia przebiegające z czasem w inny sposób zachodzą w skali obiektu zabytkowego, zwłaszcza usytuowanego w mieście, a inaczej w monolitycznej ścianie wyrobiska pozostającego w naturalnym środowisku, najczęściej z dala od specyficznej atmosfery miejskiej. Z drugiej strony, w złożu kamień nigdy nie jest jednakowy, zarówno pod względem strukturalnym, jak też składu mineralnego. Aktualnie eksploatowany może mieć zatem odmienne cechy od tego z historycznej części wyrobiska. ■

Marek Wojciech Lorenc jest doktorem nauk przyrodniczych, doktorem habilitowanym nauk o Ziemi w zakresie geologii, profesorem nauk technicznych w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska. Autor wielu prac naukowych i popularnonaukowych, publikowanych w kraju i za granicą. Stypendysta CSIC Salamanca (Hiszpania), Instituto Miguel Lillo Tucumán (Argentyna), University College Dublin (Irlandia), Universidad de Granada (Hiszpania) oraz Universidad de Jaén (Hiszpania); członek krajowych i międzynarodowych towarzystw naukowych, członek założyciel International Association for Geotourism.

Przypisy

- 1 Por.: K. Dziedzic, S. Kozłowski, A. Majerowicz, L. Sawicki, *Surowce mineralne Dolnego Śląska*, Wrocław 1979; S. Kozłowski, *Surowce skalne Polski*, Warszawa 1986; M.W. Lorenc, *Kamień – naturalny materiał budowlany i dekoracyjny*, „Acta Scientiarum Polonorum. Architectura” 2004, nr 3, s. 55-68; M.W. Lorenc, S. Mazurek, *Wykorzystać kamień*, Wrocław 2007, 247 s.
- 2 Por.: M.W. Lorenc, *Co niszczy kamienne zabytki?*, „Spotkania z Zabytkami” 2003, nr 8, s. 37-39; M.W. Lorenc, *Deterioracja obiektów kamiennych i metody jej zapobiegania*, „Biuletyn Informacyjny Konserwatorów Dzieł Sztuki” 2003, nr 14, s. 44-48; M.W. Lorenc, S. Mazurek, jw.
- 3 Por.: J. Haber, H. Haber, R. Kozłowski, J. Magiera, I. Płuska, *Air pollution and decay of architectural monuments in the city of Cracow*, „Durability of Building Materials” 1988, nr 5, s. 499-547; W. Domaśłowski, *Zabytki kamienne i metalowe, ich niszczenie i konserwacja profilaktyczna*, Toruń 2011; W. Wilczyńska-Michalik, M. Michalik, *Deterioracja materiałów skalnych w budowlach Krakowa*, „Przegląd Geologiczny” 1995, nr 43, s. 227-235; A. Smoleńska, M. Rembiś, *Zmiany mikrostrukturalne wapieni jurajskich użytych w wybranych obiektach zabytkowych, jako efekt antropogenicznych zanieczyszczeń atmosfery*, „Ochrona Zabytków” 1999, nr 1, s. 34-38; S. Pavia, J. Bolton, *Stone, brick & mortar: Historical Use, Decay and Conservation of Building Materials in Ireland*, Wicklow 2000; M. Rembiś, A. Smoleńska, *Kamień w wybranych obiektach sakralnych rejonu Słomnik*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego” 2008, nr 429, s. 167-172.
- 4 M.W. Lorenc, *Badania petrograficzne w pracach konserwatorskich*. Materiały Konferencji „Postęp i nowoczesność w konserwacji zabytków”, Lublin, 2-3.06.2005, s. 44-48.
- 5 M.W. Lorenc, *Identyfikacja surowca kamiennego w pracach badawczych i konserwatorskich w odniesieniu do zabytków prawa powiatu świdnickiego*, „Rocznik Świdnicki 2009”, Świdnica 2010, s. 120-127.

Bibliografia

- Domasłowski W., *Zabytki kamienne i metalowe, ich niszczenie i konserwacja profilaktyczna*, Toruń 2011.
- Dziedzic K., Kozłowski S., Majerowicz A., Sawicki L., *Surowce mineralne Dolnego Śląska*, Wrocław 1979.
- Haber J., Haber H., Kozłowski R., Magiera J., Płuska I., *Air pollution and decay of architectural monuments in the city of Cracow*, "Durability of Building Materials" 1988, nr 5, s. 499-547.
- Kozłowski S., *Surowce skalne Polski*, Warszawa 1986.
- Lorenc M.W., *Badania petrograficzne w pracach konserwatorskich*. Materiały Konferencji „Postęp i nowoczesność w konserwacji zabytków”, Lublin, 2-3.06.2005, s. 44-48.
- Lorenc M.W., *Co niszczy kamienne zabytki?* „Spotkania z Zabytkami” 2003 (a), nr 8, s. 37-39.
- Lorenc M.W., *Deterioracja obiektów kamiennych i metody jej zapobiegania*, „Biuletyn Informacyjny Konserwatorów Dzieł Sztuki” 2003 (b), nr 14, s. 44-48.
- Lorenc M.W., *Identyfikacja surowca kamiennego w pracach badawczych i konserwatorskich w odniesieniu do zabytków prawa powiatu świdnickiego*, „Rocznik Świdnicki 2009”, Świdnica 2010, s. 120-127.
- Lorenc M.W., *Kamień – naturalny materiał budowlany i dekoracyjny*, „Acta Scientiarum Polonorum. Architectura” 2004, nr 3, s. 55-68.
- Lorenc M.W., Mazurek S., *Wykorzystać kamień*, Wrocław 2007.
- Pavia S., Bolton J., *Stone, brick & mortar: Historical Use, Decay and Conservation of Building Materials in Ireland*, Wicklow 2000.
- Rembiś M., Smoleńska A., *Kamień w wybranych obiektach sakralnych rejonu Słomnik*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego” 2008, nr 429, s. 167-172.
- Smoleńska A., Rembiś M., *Zmiany mikrostrukturalne wapieni jurajskich użytych w wybranych obiektach zabytkowych, jako efekt antropogenicznych zanieczyszczeń atmosfery*, „Ochrona Zabytków” 1999, nr 1, s. 34-38.
- Wilczyńska-Michalik W., Michalik M., *Deterioracja materiałów skalnych w budowlach Krakowa*, „Przegląd Geologiczny” 1995, nr 43, s. 227-235.

Summary

Significance of petrographic research in reconstruction of stone monuments

Many monumental objects, especially older ones, were made of stones which, contrary to their proverbial durability, with time and in various environmental conditions can decay. The speed of this process and the resistance of stone depend not only on environmental conditions but also to a great degree on the quality of material used for building the object considered today as “monumental”.

Degradation processes often lead to such stone loss that conservator work requires making proper refills. Smaller damages are refilled with appropriate mineral masses, whereas in case of bigger damages refilling with natural stone is necessary. In some cases after many years the refilled parts, which

are more or less resistant to atmospheric conditions than the monument's stone, differ not only by color but also by surface texture and presence of secondary mineral efflorescence, etc. This is caused by improper choice of stone material for reconstruction. The stone used for refill should be exactly the same or as much similar as possible. It can be done only after previous detailed petrographic analysis allowing to determine unequivocally the type of stone which the monument is made of. If there is no information about the source material in the monument's documentation, the only solution is to choose material most similar to the original one in respect of mineral composition and structural characteristics. Only then the stone material used for refills will be appropriate and stonework performed properly will not leave marks or marks will be completely harmless for the object.