

Piotr Stępień

Konserwacja detalu architektonicznego w warunkach szczególnego zagrożenia ekologicznego

Ochrona Zabytków 44/2 (173), 87-90

1991

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.

KONSERWACJA DETALU ARCHITEKTONICZNEGO W WARUNKACH SZCZEGÓLNEGO ZAGROŻENIA EKOLOGICZNEGO

Według danych szacunkowych ok. 1/4 powierzchni Polski to obszary szczególnego zagrożenia ekologicznego. Są to głównie tereny aglomeracji miejskich, wśród których szczególną pozycję zajmuje Kraków. W mieście tym występuje bardzo wysoki stopień skażenia środowiska (jeden z najwyższych w Polsce, przy jednocześnie niekorzystnych warunkach naturalnych położenia i klimatu), zagrażający wyjątkowo licznym i cennym zabytkom architektury.

Zniszczenia widoczne są przede wszystkim na detalu architektonicznym. Szybki ich postęp – obserwowany w Krakowie także na detalach poprzednio poddanych konserwacji lub wymienionych – skłania niektórych do wyrażania skrajnego poglądu, że działania konserwatorskie zmierzające do utrwalenia i zabezpieczenia autentycznego detalu architektonicznego są skazane na niepowodzenie. Przyjęcie takiego poglądu byłoby jednak zaprzeczeniem celu i sensu zawodu konserwatora.

Zachowanie przynajmniej części autentycznego detalu architektonicznego – także w warunkach zagrożenia ekologicznego – jest wyzwaniem dla polskiej konserwacji na progu XXI w. Wyrażam przekonanie, że działania w tym zakresie można i trzeba podejmować.

Zniszczenia detali architektonicznych spowodowane zanieczyszczeniem środowiska wywołuje głównie agresja kwaśna i osadzania pyłów. Mechanizm zniszczeń jest jednak bardziej skomplikowany i wyraża się rodzajem iloczynu, którego wynik (zakres zniszczeń) zależy od wielu czynników.

Podstawowe czynniki wpływające na zakres zniszczeń to:

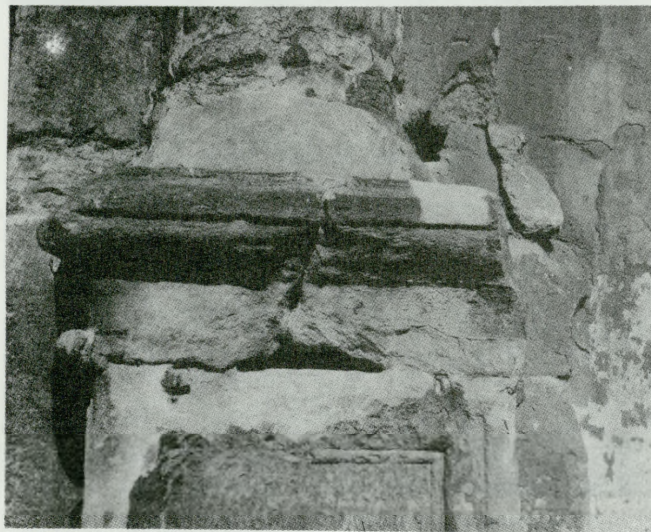
- 1) stężenie zanieczyszczeń stanowiących główne czynniki korozji,
- 2) obecność i stężenie zanieczyszczeń działających jako katalizatory w procesach korozji chemicznej,
- 3) zawilgocenie,
- 4) obecność i warunki krystalizacji soli rozpuszczalnych,
- 5) czynniki biologiczne wspomagające korozję chemiczną,
- 6) obecność i działanie powłok ochronnych,
- 7) odporność materiału.

Proces zniszczeń można zahamować przez oddziaływanie nie tylko na wszystkie (co jest rzadko możliwe), lecz także na niektóre, a nawet na jeden z wymienionych wyżej czynników.

Spróbujemy określić sposoby walki ze skutkami zanieczyszczeń środowiska:

1. Wylimitowanie lub zmniejszenie stężenia związków chemicznych (zanieczyszczeń) stanowiących głównie czynniki korozji (na większości obszarów zagrożonych są to tlenki siarki) – jest docelowo rozwiązaniem najskuteczniejszym, o czym należy stale przypominać decydentom i opinii publicznej. Działania w tym zakresie wykraczają jednak poza możliwości konserwatora, wymagają likwidacji źródeł zanieczyszczeń. Detale architektoniczne znajdujące się we wnętrzach można chronić, choć jest to kosztowne, przez filtrowanie powietrza w układzie wentylacji wymuszonej lub instalując system klimatyzacyjny.

2. Dopiero stosunkowo niedawno dostrzeżono oddziaływanie zanieczyszczeń, które same nie stanowią czynnika korodującego, lecz wielokrotnieją korozję jako katalizatory, np. tlenki azotu. Ich eliminacja również wymaga działań wykraczających poza możliwości konserwatora, lecz może być łatwiejsza, gdyż często związki te pochodzą z tzw. emisji niskiej (np. ruch samochodowy). Ograniczenie ruchu samochodowego w centrum Krakowa, a tym samym zmniejszenie niskiej emisji tlenków azotu, zmniejszyło – jak wskazują wstępne obserwacje – postęp zniszczeń. Związki działające przeciwnie, tj. jako inhibitory korozji znalazły jak dotąd zastosowanie jedynie w konserwacji metalu. Opracowanie inhibitorów w odniesieniu do kwaśnej korozji węglanu wapnia byłoby cennym osiągnięciem technologii konserwatorskiej.



1. Głęboka korozja kamiennego detalu architektonicznego w warunkach skażenia środowiska – Kraków, Wawel, skrzydło bramne, portal Berrecciego, stan przed pracami konserwatorskimi (fot. P. Stępień)

1. Deep corrosion of a stone architectural detail in conditions of a polluted environment, Cracow, Wawel, gate wing, the Berrecci portal, state prior to conservation.

3. Zawilgocenie zasadniczo zwiększa proces korozji. Ekspertyza wykonana przez autora dla krużganków Zamku w Niepołomicach (1988 r.) wykazała, że zasięg korozyjnych zniszczeń piaskowca karpackiego w tych krużgankach pokrywa się dokładnie ze zwiększonym zawilgoceniem (6–10%) spowodowanym podciąganiem kapilarnym i niewłaściwym odprowadzaniem wody opadowej. Zawilgocenie to istniało od dawna, lecz dopiero sprzężone ze skażeniem środowiska (podana na wstępie zasada iloczynu) spowodowało głęboką korozję kamiennych detali. Eliminacja zawilgocenia detalu architektonicznego jest sprawą aż tak oczywistą, że często pomijaną. Tymczasem samo osuszenie obiektu, bez dodatkowych zabiegów, w znaczący sposób hamuje proces korozji w warunkach zagrożenia ekologicznego. Zasadnicze znaczenie ma rozpoznanie przyczyn (źródeł) zawilgocenia. Każda wymaga bowiem innych środków przeciwdziałania. Powie-

rzchniowa hydrofobizacja detalu, np. preparatami krzemoorganicznymi, ma uzasadnienie w wypadku bezpośredniego oddziaływania na tę powierzchnię wody opadowej. Dla detalu wysuniętego przed lico elewacji niezbędne są obróbki blacharskie (tzw. obdasznice) lub spełniające analogiczną rolę warstwy ochronne na górnej powierzchni (np. na bazie kauczuku silikonowego). W razie zawilgocenia „od wewnątrz” (podciąganie kapilarne lub infiltracja w murze) hydrofobizacja powierzchni zewnętrznej może po pewnym czasie nawet pogłębić zniszczenia: sole krystalizujące na granicy warstwy zahydrofobizowanej powodują złuszczenie tej warstwy. W tych wypadkach, w razie trudności z osuszeniem całego muru, uzasadnione jest odcięcie (odizolowanie) detalu od muru; metodą iniekcji lub przez demontaż i założenie warstwy izolacyjnej (np. blacha ołowiana, zaprawa na bazie żywicy epoksydowej lub silikonowej, kauczuk silikonowy, a nawet izolacje bitumiczne). Wilgoć kondensacyjna we wnętrzach może być usunięta przez odpowiednie uregulowanie parametrów ciepłno-wilgotnościowych.



2. Krystalizacja soli, powstających w zanieczyszczonym środowisku – Kraków, Wawel, mur wokół katedry (fot. P. Stępień)

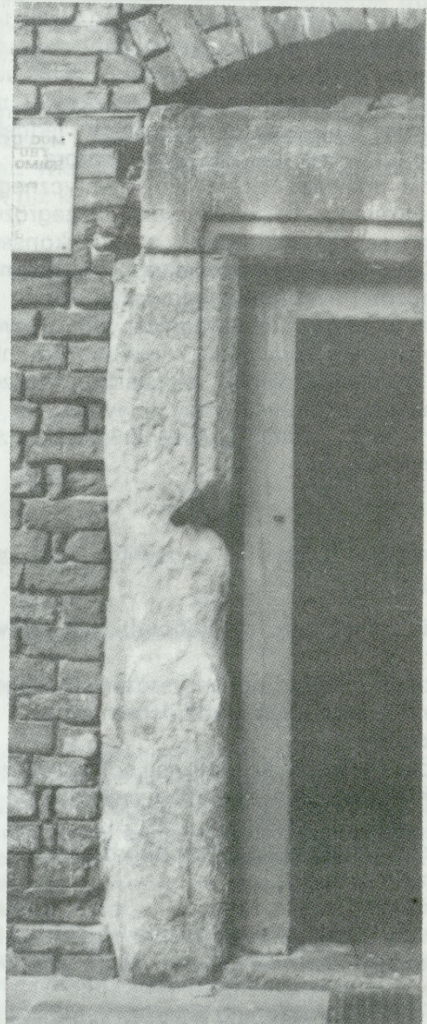
2. Salt crystallization in a polluted environment – Cracow, Wawel, wall around the cathedral.

4. W warunkach zagrożenia ekologicznego zwiększone jest również występowanie soli rozpuszczalnych. Sole te są wprowadzone do wody i gruntu (ścieki przemysłowe i komunalne, odśnieżanie ulic i inne), skąd przedostają się do murów drogą podciągania kapilarnego. W warunkach miejskich detale cokołowych części budynków narażone są na odpryski zasolonej wody z nawierzchni. Jak wykazały badania dr Wandy Wilczyńskiej-Michalik z Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, zasolenie Wisty powoduje powstawanie w jej rejonie aerozoli solnych analogicznych do morskich i odkładanie soli w materiałach budowlanych. Sole rozpuszczalne mogą powstawać również jako jeden z produktów reakcji chemicznych w zanieczyszczonym środowisku lub samym materiale podlegającym korozji. Zwiększone zagrożenie ze strony soli rozpuszczalnych wymaga odcięcia dopływu wilgoci z solami (p. 3) i odsolenia, lub ustabilizowania warunków ciepłno-wilgotnościowych tak, aby częstotliwość rozpuszczania i krystalizacji była najniższa.

5. Zanieczyszczone środowisko wbrew pozorom nie tylko nie hamuje, lecz przeciwnie stymuluje rozwój mikroflory

(bakterie, pleśnie, grzyby, porosty). Zanieczyszczenia są pożywką dla organizmów, produkujących dalsze związki oddziałujące korodująco na materiał. Materiał osłabiony atakiem biologicznym jest tym bardziej podatny na bezpośrednie oddziaływanie zanieczyszczeń (korozję chemiczną). Skażenie środowiska prowadzi przy tym do swoistej selekcji negatywnej: giną niektóre organizmy mniej szkodliwe, co dodatkowo sprzyja rozwojowi organizmów bardziej agresywnych¹. Koncentracja zniszczeń korozyjnych w niektórych tylko fragmentach obiektu (detalu) wskazywać może na biologiczny komponent korozji, którego likwidacja może w zasadniczym stopniu po-

¹ Por. badania Zespołu Interdyscyplinarnego dla Ostrowa Lednickiego, badania prof. B. Smyka – AR Kraków. Zob. też: B. S m y k, *Mikrobiologiczna degradacja zabytków w kopalni soli w Wieliczce*. „Aura” 1988, nr 12.



3. Przykład nakładania się czynników niszczących. Zanieczyszczenia atmosferyczne oddziałują na całą powierzchnię portalu, jednak wyraźna korozja następuje w części dolnej – zawilgoconej. Najgłębsza destrukcja ma miejsce na granicy strefy zawilgoconej, z uwagi na krystalizację soli (duży ubytek w węgarze) – Zamek w Niepołomicach, portal parteru

3. Example of a combination of destructive factors. Atmospheric pollution affects the whole surface of the portal, but corrosion is distinctly present on the lower part, with a high moisture content. The greatest damage occurs on the borderline with the damp area, due to salt crystallization (a large missing fragment of the beam) – Niepołomice Castle, portal on the ground floor.

wstrzymać proces. Dlatego też w warunkach ekologicznie niekorzystnych konserwacja detalu architektonicznego powinna zawsze obejmować rozpoznanie mikroflory i odkażenie obiektu (profilaktyczne lub ukierunkowane na rozpoznane gatunki). Likwidacja zawilgocenia warunkującego rozwój mikroflory jest oczywista (zob. 4).

6. Powłoki ochronne mogą w zdecydowany sposób zahamować proces korozji, nawet w agresywnym środowisku. Praktyka konserwatorska wskazuje, że dawne pobiałe na kamieniu, cegle, stiuku itd. mają wyraźne działanie ochronne. Nawet w Krakowie detale architektoniczne z tych materiałów z zachowanymi pobiałami są w znacznie lepszym stanie od detali lub fragmentów pozbawionym tej ochrony. W badaniach laboratoryjnych (sztuczne starzenie) pobiałe wapienne nie wykazują tak wyraźnego działania ochronnego. Wynika to jednak z różnicy między świeżą pobiałą (zwłaszcza bez dodatków modyfikujących), a dawnymi pobiałami z dodatkami organicznymi (np. kazeina), w których po dłuższym czasie wytwarza się szczawian wapnia, o dużej odporności². Należy podkreślić, że odpowiednio dobrane dodatki syntetyczne do pobiał i zapraw wapiennych (głównie dyspersje wodne żywic sztucznych) mogą w pełni zastąpić dawne receptury z użyciem kazeiny, mleka, jaj, krwi bydłej itp.³. Na bazie wapna możliwe jest również uzyskanie powłok półprzezroczystych (mleko wapienne, woda wapienna). Ograniczoną trwałość takiej powłoki rekompensuje łatwość powtórzenia zabiegu.

Powłoki hydrofobowe oparte na związkach krzemooorganicznych (silany, siloksany, polisiloksany – żywice silikonowe) w warunkach silnego skażenia mają potrójne działanie:

- efekt hydrofobowy – zmniejszenie nasiąkliwości (por. p. 3)
- znaczna odporność na agresję kwaśną (osłoną materiału autentycznego)
- zmniejszenie depozycji zanieczyszczeń pyłowych.

Z uwagi na właściwości wymienione w p. b i c w warunkach silnego skażenia środowiska uzasadnione jest zastosowanie tych powłok do materiałów nieporowatych (np. wapień jurajski). Duże różnicowanie preparatów krzemioorganicznych wymaga odpowiednich analiz przy doborze środka; należy zwrócić uwagę na adsorbcję zanieczyszczeń przez powłokę⁴. Za najskuteczniejsze należy uznać połączenie zabezpieczenia (powłoki) z konsolidacją wgłębną również preparatami krzemioorganicznymi. Preparaty krzemioorganiczne mogą być również użyte do zwiększenia odporności tradycyjnych powłok woskowo-parafinowych dla marmurów.

Pod względem stabilności chemicznej właściwości jeszcze lepsze od związków krzemooorganicznych – wykazują perfluoropolieter. Doświadczenia włoskie z Fomblin-Y-Met (głównie na terenie Toskanii) są zdecydowanie pozytywne; w Polsce takich doświadczeń brakuje. Połączenie perfluoropolieterów (teflon) z żywicami akrylowymi (IMLAR CPC Du Pont'a) budzi obawy z uwagi

² Zob. badania włoskie dotyczące antycznych zabytków marmurowych Rzymu, np. C. Gratzu, *Primi dati sulle caratteristiche...*; Convegno di Studi, Bressanone 1986 oraz konserwacja katedry w Wells – artykuły J. Ashurst'a w „Monumentum” 1984, nr 3 i 4.

³ Zob. m.in. L. B. Sickels, *Organics vs. synthetics... Mortars, cements and grouts used in conservation*, sympozjum Rzym 1981.

⁴ Zob. m.in. badania M. Kęsy-Lewandowskiej, Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa Toruń 1988 UMK.

na ultrafiolet i zanieczyszczenia, a także wyłącznie powierzchniowy charakter zabezpieczenia. Jednoznaczna ocena będzie możliwa dopiero po dłuższej obserwacji elementów poddanych próbnemu zabezpieczeniu (badania prowadzone na terenie Wawelu).

Pogląd o ochronnym działaniu nawarstwień korozyjnych (depozyty zanieczyszczeń pyłowych i produktów korozji) nie znajduje potwierdzenia w praktyce. Nawarstwienia takie mogą w pewnym stopniu ochraniać materiał w początkowym stadium, gdy zachowują przepuszczalność wilgoci z materiału. Po uszczelnieniu warstwy zanieczyszczeń i zablokowaniu odparowania następuje szybka destrukcja powierzchniowa związana z koncentracją wilgoci, krystalizacją soli i uszkodzeniami mrozowymi. W warunkach zagrożenia ekologicznego detal architektoniczny wymaga częstego oczyszczenia zabezpieczającego przed takim uszczelnianiem warstwy zanieczyszczeń.

7. Odporność materiału na agresję środowiska odgrywa dużą rolę: odporność ta jest bardzo różnicowana. Przykładowo:

- dla piaskowców zasadnicze znaczenie ma rodzaj lepiszcza: piaskowce o spoiwie węglanowym (np. karpackie), a zwłaszcza odmiany z domieszką ilastą i przewagą mikroporów, są bardzo wrażliwe i szybko ulegają korozji; piaskowce o spoiwie krzemionkowym (szydłowieckie, śląskie ciosowe) – wykazują dużą odporność, w tych samych warunkach (badania autora na terenie Wawelu);
- dla wapienia porowatego typu pińczowskiego odmiany gruboziarniste (o dużych porach i przewodzie kalcytu) i przekształcone drobnoziarniste wykazują wielokrotnie większą odporność od większości odmian drobnoziarnistych z mikroporami i mikrytem (badania doc. R. Kozłowskiego i dr R. Magiery w kościele św. Piotra i Pawła w Krakowie, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni w Krakowie);
- cegła wykazuje bardzo duże różnicowanie odporności, zależnie od surowca i metod wypalania.

Z powyższych względów w warunkach dużego zagrożenia ekologicznego przy wymianie i rekonstrukcji elementów uzasadnione jest odstępstwo od zasady uzupełnienia materiału pokrewnego (o podobnej barwie, fakturze itd.), lecz o wyższej odporności.

Zwiększenie odporności materiału autentycznego możliwe jest przez wprowadzenie nowego, bardziej odpornego lepiszcza (głównie piaskowce, zaprawy, tynki). Z tych względów w konserwacji kamieniarki Wawelu (prace autora 1984–1990) zastosowano główne preparaty krzemioorganiczne: estry kwasu krzemowego i żywice silikonowe. Nowe lepiszcze krzemionkowe podnosi odporność piaskowców karpackich do poziomu zbliżonego do piaskowców o naturalnym spoiwie krzemionkowym, podobnie zwiększa odporność wapienia „pińczowskiego”, zapraw, tynków i cegły. W połączeniu z odpowiednimi powłokami ochronnymi (p. 6), dezynfekcją (p. 5), odsoleniem (p. 4) i zabezpieczeniem przed wilgocią (p. 3) pozwala to na radykalne zahamowanie procesu destrukcji⁵.

W warunkach szczególnego zagrożenia ekologicznego uzasadniona jest ochrona przez demontaż i przeniesienie elementów dekoracji architektonicznej do wnętrza, do stabilnych warunków ciepłno-wilgotnościowych. Ma to jednak sens w odniesieniu do detalu rzeźbiarskiego i ma-

⁵ Zob. P. Stępień, *Konserwacja kamiennego detalu architektonicznego Zamku na Wawelu. Prace w latach 1984–1986*. „Ochrona Zabytków” 1987, nr 4.

larskiego o samoistnej wartości estetycznej lub do wybranych wzorcowych elementów, pod warunkiem ekspozycji i magazynowania na zasadach muzealnych lub wbudowania we wnętrzu budynku. Demontaż połączony z przypadkowym zmagazynowaniem prowadzi niemal zawsze do zniszczenia detalu. Zdemontowane oryginały powinny być bezwzględnie zastąpione kopiami, wykonanymi z bardziej odpornego (p. 7) materiału. W warunkach silnego skażenia środowiska należy liczyć się z koniecznością wymiany i uzupełnień (rekonstrukcji) znaczącej części detalu architektonicznego. Elementy do wymiany i uzupełnień powinny być wykonywane, gdy forma tych elementów jest jeszcze możliwa do odczytania, a nie dopiero po ich destrukcji. Uzasadnione jest przygotowanie takich elementów równoległe z konserwacją (próba utrwalenia) elementów oryginalnych. Jako regułę należy

przyjąć zabezpieczenie powłokami ochronnymi (p. 6) bezpośrednio po wykonaniu, a nie dopiero po wystąpieniu objawów korozji.

W walce ze skutkami zagrożeń ekologicznych można więc stosować różne metody, które w znacznym stopniu mogą zahamować proces destrukcji. W tej sytuacji przyjmowanie postawy wyczekującej i głoszenie poglądu, że najpierw trzeba przywrócić równowagę ekologiczną, a dopiero później konserwować, wydaje się co najmniej dyskusyjne. Może bowiem się okazać, że nie będziemy mieli już co konserwować.

mgr inż. arch. Piotr Stępień
PKZ – Kierownictwo Odnowienia Zamku
Królewskiego na Wawelu

CHANCES FOR THE SURVIVAL OF ARCHITECTONIC DETAIL – CONSERVATION OF THE ARCHITECTONIC DETAIL IN CONDITIONS OF SPECIAL ECOLOGICAL OF THREAT (OUTLINE OF THE PROBLEM)

Upon the basis of experiences and observations from the region of Cracow, where numerous valuable architectural monuments are subject to the impact of a strongly polluted environment, the author discusses possibilities of retaining architectonic detail in those conditions. The most suitable solution is, of course, the elimination of pollution, or, more precisely, the elimination or reduction of the concentration of compounds which constitute the prime corrosion factor. Since undertaking in this domain exceed the possibilities at the disposal of the conservationist, the autor draws attention to the fact that the mechanism of the destruction of monuments are reflected by a product whose result depends upon many factors. The fundamental arresting of the damages can be attained by influencing the remaining factors or even only one of them, by means of:

themselves do not constitute a corrosive factor but which act as catalysts, such as hydrogen oxide from automobile exhaust fumes (the elimination or limitation of traffic in the vicinity of historical monuments);

– the elimination of dampness which affects the corrosion process – screens and lean-to's, proper draining of rain water, isolation, water-resistance;

- the removal or neutralization of soluble salts;
- the liquidation of microorganisms (bacteria, moulds, fungi and lichen) which develop in a polluted environment and stimulate corrosion;
- protective coatings; the author discusses zinc oxide, siliconorganic compounds and perfluoropolyethers;
- the resistance of material which it is possible to increase by introducing a new, more resilient binding material (this pertains mainly to limestone, mortar and plaster).

In conditions of considerable ecological threat, the author regards it as justified to depart from the principle of reconstructions and replenishment in identical material in favour of the application of akin material (similar colour, and texture) but one of higher resistance. Elements to be replaced and completed should be executed when it is still possible to decipher the original form. The author also considers protection by means of dismantling and transference of elements of the original, outer architectonic decoration to interiors justified only in cases of details of outstanding value (for example, sculpture) or model elements.