

dr inż. Wojciech Terlikowski*

Aspekty techniczne i inżynierskie konserwacji starożytnych konstrukcji murowych jako trwałej ruiny

Konserwacja starożytnych konstrukcji, w tym murowych, często związana z restauracją, rekonstrukcją, adaptacją, odbudową, rewaloryzacją i rewitalizacją, podlega zasadom i wytycznym, określonym w międzynarodowych porozumieniach, m.in. Karcie Ateńskiej z 1931 r. i Karcie Weneckiej z 1964 r. Są one znane i z zasady powszechnie stosowane, w prawidłowo prowadzonych pracach konserwatorskich. Do podstawowych należą: zasada minimalnej interwencji, polegająca na zastosowaniu minimalnych środków, które mają wpływ na istniejącą tkankę zabytkową oraz zasada odwracalności interwencji, która polega na tym, że zawsze powinna istnieć możliwość zlikwidowania skutków zabiegu konserwatorskiego, a nadbudowa i rekonstrukcja powinny być wyraźnie oddzielone od stanu oryginalnego.

Europejska konwencja o ochronie dziedzictwa archeologicznego [1], popularnie zwana Konwencją Maltańską z 1992 r. (ratyfikowana w 1995 r.) została opracowana na podstawie Karty Ochrony i Zarządzania Dziedzictwem Archeologicznym (tzw. Karty Lozańskie), przyjętej w 1990 r. przez Międzynarodową Radę ds. Zabytków i Miejsc Zabytkowych (ICOMOS), na konferencji w Lozannie w Szwajcarii. Nakłada ona obowiązek ochrony dziedzictwa archeologicznego jako źródła zbiorowej pamięci europejskiej oraz instrumentu badań historycznych i naukowych. Dziedzictwo archeologiczne obejmuje struktury, konstrukcje, obiekty oraz zespoły budowlane, eksplorowane tereny i ich otoczenie ze znajdującymi się na nich zabytkami. Przedmioty dziedzictwa archeologicznego powinny być odpowiednio zbadane, udokumentowane, poddane konserwacji, w celu ich

zabezpieczenia i udostępnienia społeczeństwu w formie rezerwatów-parków archeologicznych, obiektów będących znaleziskami archeologicznymi. Tworzenie odpowiednio zorganizowanych rezerwatów archeologicznych, ukazujących prawdę historyczną popartą badaniami naukowymi, powinno mieć wymiar edukacyjny i ogólnodostępny [2]. Pojęcie trwałej ruiny oznacza obiekt zabytkowy, egzystujący w formie zabezpieczonego i ustabilizowanego reliktu historycznego. Wynika z tego, że podstawowym działaniem konserwatorskim w przypadku konstrukcji znajdujących się w stanie trwałej ruiny jest ich zabezpieczenie, wzmocnienie i stabilizacja, również w sensie statycznym oraz zwiększenie trwałości. Aby to osiągnąć, w ramach prac konserwatorskich wykonywana jest często reprofiliacja muru lub jego fragmentów najbardziej zniszczonych, konsolidacja muru oraz jego częściowa lub całościowa rekonstrukcja (najczęściej nadbudowa na fragmentach istniejących). Nadbudowę stanowią czapy ochronne, zabezpieczające oryginalne fragmenty murów przed destrukcyjnym oddziaływaniem czynników środowiskowych – deszczu, mrozu, śniegu itp. Ewentualne uzupełnienia i nadbudowy konstrukcji powinny być możliwe do odróżnienia w przyszłości i powinny ograniczać się do rekompozycji, zwanej anastylozą. Jest to metoda rekonstrukcji obiektów budowlanych w naturze, polegająca na ponownym zmontowaniu zrujnowanej budowli, jej części lub odbudowie jej części przy użyciu zachowanych oryginalnych fragmentów [2]. Wynikiem prawidłowo przeprowadzonej reprofiliacji lub rekonstrukcji metodą anastylozy jest zachowanie oryginalnego wątku murowego. Ma to bardzo duże znaczenie, gdy w jednym wykopie archeologicznym (w parku archeologicznym) występują struktury murowe pochodzące z różnych okresów, mają-

ce różne funkcje i będące częściami różnych obiektów budowlanych (mury miejskie, fragmenty domów mieszkalnych i struktur ich wyposażenia) wykonane często różnymi technikami, z różnych materiałów i będące w różnym stanie technicznym. Wszelkie działania przy strukturach kamiennych znajdujących się w wykopie powinny być prowadzone w sposób kompleksowy, na podstawie rzetelnych badań, ze szczególną ostrożnością i starannością, kierując się zasadą minimalnej interwencji konstrukcyjno-konserwatorskiej, w celu zachowania naturalnego i oryginalnego charakteru zabytku. Kompleksowa konserwacja zróżnicowanych struktur kamiennych powinna uwzględniać ich wyjątkowy charakter, dokumentalną wartość historyczną, edukacyjną, estetyczną. Dobór materiałów do prac konserwatorskich musi wynikać z wiedzy, zasad i praktyki konserwatorskiej.

Charakterystyka starożytnych konstrukcji murowych w Tyritake

Tyritake jest starożytnym miastem, wchodzącym od V wieku p. n. e. w skład Królestwa Bosporańskiego, rozciągającego się u wybrzeży Morza Czarnego. Obszar wykopalisk archeologicznych w Tyritake znajduje się na terenie współczesnego miasta Kercz, leżącego na Krymie (Ukraina). Misja Konserwatorska Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, prowadząca prace konserwatorskie na tym terenie, w wykopie archeologicznym nr XXVII, jest częścią Polskiej Misji Archeologicznej „Tyritake” Muzeum Narodowego w Warszawie, pracującej od 2008 r. Prace realizowane są w ramach międzynarodowego projektu naukowo-badawczego „Zabytki Bosporu Kimmeryjskiego”. Projekt obejmuje wykopaliskowe prace archeologiczne oraz kompleksowe badania miasta pod kątem geologicznym, urbanistycznym, archeologicznym, pa-

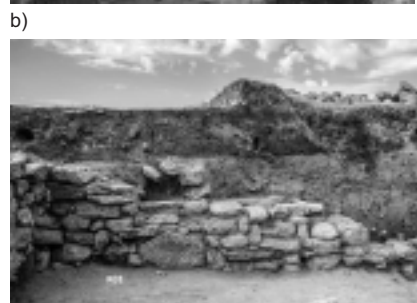
* Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej

leozoologicznym i paleobotanicznym, których celem jest uzyskanie kompleksowego obrazu warunków życia mieszkańców starożytnego Tyritake. Przewidziane jest przeprowadzenie na szeroką skalę prac konserwatorskich i rekonstrukcyjnych, co w efekcie ma zaowocować stworzeniem parku archeologicznego i lokalnego muzeum poświęconego Tyritake. Cel ten implikuje specjalne podejście do prac konserwatorskich, uwzględniając późniejszą, stałą ekspozycję badanych i zabezpieczanych obiektów/konstrukcji.

Specyfiką badanych konstrukcji mурowych jest różnorodność form i technik konstrukcyjnych wynikających z dużego rozkładu czasu ich powstania (w wykopie obok siebie występują fragmenty murów z okresu od V w. p. n. e. do V w. n. e.) oraz stosowanie metod i technik konserwatorskich uwzględniających lokalne uwarunkowania. Stan techniczny murów i ich fragmentów eksplorowanych w wykopie był zły. Mury o strukturze murów dzikich, wykonane są z ciosów i kamieni z różnych skał wapiennych, o kształcie obłym lub łamanym, w większości niesortowanych, różniących się strukturą, sedimentacją, porowatością i nasiąkliwością oraz wilgotnością. Niektóre rodzaje skał, z których wykonane są elementy mурowe, wykazują również dezintegrację granularną. Jako spoiwo murów pierwotnie użyto zapraw na glinie i piasku. Mur ma małą wytrzymałość, spoiwość wewnętrzną i wynikającą z tego trwałość. Jego struktura była w dużym stopniu zdegradowana m.in. w wyniku długotrwałego oddziaływania wilgoci i agresji biologicznej w gruncie oraz oddziaływania wody opadowej, zmiennej temperatury i procesów zamarzania i odmarzania wody znajdującej w strukturze muru i elementach mурowych. W efekcie woda przenikała do wnętrza muru, zawilgacając elementy mурowe i zaprawę, powodując ich pęcznienie i osłabienie. Mury zawilgoczone są bardziej podatne na odkształcenia, tracą pierwotną wytrzymałość i nośność, przez osłabienie cech fizycznych materiałów je tworzących. Woda wypłukuje z zaprawy spoiwo, drobny piasek, a nawet słabo spojone drobne elementy mурowe oraz spłukuje zwietrzelinę skalną (ablacja). W badanych murach dzikich, wykonanych na zaprawie glinianej, wypłukiwanie jej przez wody opadowe jest zjawiskiem szczególnie destrukcyjnym. Badania przedstawione w [3, 4] potwierdzają, że zamarzając woda zwiększa objętość w temperaturze 0 °C o ok. 9%, a w temperaturze -22 °C – o ok. 13,2%. Powstanie lodu powoduje ciśnienie, które wzrasta wraz ze spadkiem temperatury: 0 °C – 6 at (ok. 0,6 MPa), -5 °C – 610 at (ok. 61 MPa), -22 0 °C – aż 2115 at (ok. 211,5 MPa) [3]. W wyniku zamarzania pojawiają się w murze odkształcenia, które w najłabszych przekrojach naruszają spoiwość i zwiększają strukturę muru, przesunięcia i spękania [4]. Na zjawisko to najmniej odporne są skały o dużej nasiąkliwości i drobno porowatej strukturze. Najbardziej podatne na działanie lodu są więc kamienie o włoskowatych zarysowaniach, szczelinach i pęknięciach. Woda wnika w głąb tych uszkodzeń, wypełnia je całkowicie, a zamarzając rozsadza, powodując głębokie pęknięcia i dezintegracje muru. Im częstsze są przemiany woda-lód-woda, tym szybciej przebiega niszczenie elementów mурowych.

Zakres prac

Konserwacja zabytkowych, kamiennych struktur mурowych polegała na konsolidacji muru oraz miejscowej reprofilacji i nadbudowie (fotografia 1). Reprofilację istniejących fragmentów murów wykonywano metodą anastylozy, zachowując oryginalne usytuowanie w murze głównych elementów mурowych (kamieni), co powodowało zachowanie oryginalnie stosowanego wstępu mурowego. Warstwy nadbudowywane



Fot. 1. Mur budynku: a) przed konserwacją; b) po konserwacji Fot. E. Skóra

– rekonstruowane oddzielano od warstw istniejących kawałkami ceramiki. Ma to bardzo duże znaczenie ze względu na różne okresy datowania struktur kamiennych, co skutkuje różnymi układami elementów mурowych, w poszczególnych murach. Reprofilację murów przeprowadzono etapami: przemurowanie, spojenie, konsolidacja zaprawą gliniano-cementową; spoinowanie – nakładanie zaprawy glinianej w spoinach na mokrą zaprawę; uzupełnienie spoin zaprawą glinianą po stwardnieniu zaprawy mурarskiej; oczyszczenie mechaniczne muru. We wszystkich konserwowanych murach wykonano naprawę i wzmocnienie spoin oraz scalenie kolorystyczne zaprawy w fugach. Szczególnie ważna była rekonstrukcja muru miejskiego, w której zastosowano oryginalne wiązanie (fotografia 2).



Fot. 2. Mur miejski: a) przed konserwacją; b) po konserwacji Fot. E. Skóra

Podstawowym problemem konserwatorskim, oprócz różnorodności technik i struktur kamiennych, był zły stan zaprawy glinianej wiążącej elementy mурowe we wszystkich strukturach w wykopie, fragmentami bliski pełnej degradacji, spowodowany wiekiem oraz destrukcyjnym działaniem wody i czynników środowiskowych. Konieczne było więc wzmocnienie zaprawy, zwiększenie jej trwałości, przyczepności i odporności na wodę. W tym celu, jako dodatek do zaprawy glinianej, zastosowano cement (uzyskując zaprawę gliniano-cementową), co wynikało z praktyki stosowanej uprzednio w pra-

cach konserwatorskich w wykopie XXVII, lepszych właściwości tej zaprawy (małej nasiąkliwości, co skutkuje dobrą odpornością na czynniki atmosferyczne i wodę) oraz niemożności zastosowania zaprawy trasowej. W celu zmniejszenia skurczu zaprawy prace murowe prowadzono małymi odcinkami. Zastosowanie środka Neoplast Latex (dyspersja wodna, specjalnie dobranych kopolimerów na bazie butadienu oraz styrenów) zapewniało zwiększenie przyczepności zaprawy, uplastycznienie jej poprawiało jej właściwości wytrzymałościowe. W ramach badań polowych zaprawy dokonano scalenia kolorystycznego w konserwowanych strukturach murowych.

W celu zatrzymania lub zmniejszenia destrukcji elementów murowych oraz struktur kamiennych i murów pod wpływem wody oraz ich wzmocnienia, wykonano hydrofobizację. Badania przeprowadzone w 2011 r. i 2012 r. oraz dostępność i kryteria ekonomiczne zadecydowały o zastosowaniu środka hydrofobowego Funcosil SL. Jest to małocząsteczkowy alkilalkoksyliloksan z dodatkami, charakteryzujący się szerokim spektrum skutecznego działania, szczególnie jako środek do impregnowania kamieni naturalnych zawierających wapno. Został on opracowany jako reaktywny, oligomeryczny roztwór siloksanowy, przeznaczony do hydrofobizującej impregnacji mineralnych materiałów budowlanych, zwłaszcza kamieni naturalnych – wapieni. Wykazuje bardzo dobrą zdolność penetracji i reaguje chemicznie w materiale kamiennym, w obecności wilgoci atmosferycznej, przechodząc w hydrofobową, odporną na promieniowanie ultrafioletowe i działanie czynników atmosferycznych substancję czynną – polisiloksan. Po hydrofobizacji substancja czynna odkłada się na ściankach kapilar i porów, nie wpływając w istotny sposób na zdolność dyfuzji pary wodnej. Oględziny i badania makroskopowe po roku od hydrofobizacji wykazały, że materiał pokryty środkiem nie odbarwia się zbyt szybko i potwierdziły prawidłowość zastosowanej techniki hydrofobizacji i skuteczność materiału hydrofobowego. Zgodnie z instrukcją środek impregnujący nanoszony był metodą bezciśnieniową, aż do właściwego nasycenia. Dyszę prowadzono poziomo, bez odrywania, wzdłuż muru. Po wsiąknięciu

środka impregnującego cykl został powtórzony. Ciśnienie i średnicę dyszy tak dobrano, żeby nie następowało rozpylanie mgławicowe. Świeżo zaimpregnowane powierzchnie nie były narażone na deszcz. Po hydrofobizacji wykonano wstępne badanie za pomocą rurki Karstena (w celach porównawczych przeprowadzono badanie na murze zaimpregnowanym preparatem Funcosil SL i na murze niezaimpregnowanym), które wykazały skuteczność przeprowadzonych działań. Właściwe badania zostaną przeprowadzone w 2014 r.

Poważnym problemem inżynierskim okazał się obfity napływ wody do wnętrza wykopu. Struktura ścian wykopu była pod względem statycznym stabilna, a spadek gruntu na obrzeżach, przy ścianach wykopu, odcinkami ukształtowany do jego wnętrza. Powodowało to napływanie do wykopu wody opadowej i występowanie miejscowych spękań, rozluźnień oraz wykruszanie się większych kamieni. Pod wpływem spływającej wody opadowej tworzyły się pojedyncze ciekłe, żłobiące ściany wykopu, powodujące lokalne osuwiska i oberwania, a w efekcie podmywanie i zawilgacanie ścian wykopu u ich podstawy oraz dna wykopu, co niewątpliwie zwiększało destrukcję. W celu ograniczenia dopływu wody do wykopu przeprofilowano powierzchnię jego burt. Wykonano rowy odwadniające wzdłuż brzegu wykopu. Aby nie doprowadzić do zniszczenia krawędzi wykopu oraz umożliwić założenie siatki zabezpieczającej, został wykonany rów szerokości 20 – 25 cm i głębokości zróżnicowanej 10 – 30 cm w odległości ok. 50 cm. Nachylenie powierzchni gruntu w kierunku wykopu zostało zmienione na spadek w kierunku zewnętrznym przez ścięcie odpowiednich warstw gruntu.

W celu ograniczenia (pełne jej wyeliminowanie nie jest możliwe przy założeniu otwartego wykopu) destrukcji ścian wykopu zabezpieczono je siatką z polietylenu, mocowaną kotwami stalowymi do powierzchni górnej (wierzchniej burt wykopu) i dolnej (spodu wykopu). Kotwy wykonano ze stali żebrowanej średnicy 8 mm (kształt kotwy fajkowy, długość odcinka prostego 25 – 30 cm, średnica zagięcia 5 – 6 cm). Ze względu na nierówne powierzchnie ścian wykopu, wystające fragmenty kamieni, pozostałości współczesnych i starożytnych konstrukcji oraz zły stan zachowania, niemożliwe było mocowanie siatki kotwami

do pionowych burt wykopu. Między poszczególnymi pasami zastosowano zakładki szerokości 15 – 25 cm. Aby zamaskować kotwy stalowe na powierzchni wokół wykopu, siatkę wraz z kotwami przysypano gruntem z wykopu.

Podsumowanie

Konserwacja starożytnych konstrukcji murowych w stanie trwałej ruiny wymaga świadomości ich późniejszej ekspozycji, najczęściej w postaci parku (rezerwatu) archeologicznego. Implikuje to przyjmowanie trwałych rozwiązań i właściwej organizacji oraz zabezpieczenia terenu. Przykładem tworzącego się parku archeologicznego są wykopaliska w Tyritake. Analiza stanu technicznego konstrukcji murów i innych struktur kamiennych, poddanych pracom konserwatorskim w ubiegłych sezonach, wykazała poprawę ich stanu technicznego i zatrzymanie procesu destrukcji murów. Jest to stwierdzenie szczególnie ważne, ze względu na wyjątkowo trudne warunki klimatyczne w czasie ubiegłej jesieni i zimy – bardzo obfite deszcze, zmienne temperatura, silne mrozy. Bardzo dobre zachowanie zabezpieczonych i konserwowanych murów w czasie destrukcyjnego oddziaływania środowiska (szczególnie murów poddanych hydrofobizacji) jest potwierdzeniem trafności przyjętych rozwiązań i technologii konserwatorskich. Oględziny wykazały nieliczne, niemające kluczowego znaczenia ślady destrukcji murów. Znajdują się one najczęściej w innych miejscach niż te, w których w roku ubiegłym prowadzone były prace konserwacyjne. Potwierdza to, że mury dzikie, na zaprawie glinianej, mają małą wytrzymałość, spistość wewnętrzną, a w efekcie trwałość i są bardzo podatne na destrukcję.

Literatura

- [1] Europejska konwencja o ochronie dziedzictwa archeologicznego (poprawiona), sporządzona w La Valetta 16 stycznia 1992 r. (Dziennik Ustaw 1996 r., nr 120, poz. 564).
- [2] Terlikowski W.: Specyfika rewitalizacji zabytkowych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej, Miesięcznik „Materiały Budowlane” 7/2013 (nr 492), Warszawa 2013.
- [3] Domasławski W.: Profilaktyczna konserwacja kamiennych obiektów zabytkowych, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 1993.
- [4] Borusiwicz W.: Konserwacja zabytków budownictwa murowanego, Arkady, Warszawa 1985.