

Poprawna rewaloryzacja zaczyna się od fundamentów

Remont zespołu pałacowo-parkowego w Rogalinie. Wybrane zagadnienia konstrukcyjno-budowlane.

Po latach starań i wysiłków dyrekcji Muzeum Narodowego w Poznaniu, w lipcu 2015 roku odbyło się uroczyste otwarcie pałacu w Rogalinie. W efekcie kompleksowego remontu obiekt jest wreszcie w pełni dostępny dla szerokiej publiczności. Od roku 1987 bowiem możliwość podziwiania rezydencji rodu Raczyńskich ograniczała się tylko do wybranych części i obiektów zespołu. W trakcie dwóch etapów prac, w latach 2007–2009 oraz 2013–2015 rewaloryzacji poddano gmach pałacu wraz z wnętrzami, zabudowania gospodarcze oraz otoczenie, w którym odtworzono zabytkowe nawierzchnie oraz zrekonstruowano na podstawie archiwalnej koncepcji mostek prowadzący od bramy wjazdowej na główny dziedziniec. **Udział Restaura w tym przedsięwzięciu dotyczył II etapu prac, zrealizowanych w latach 2013–2015.**

Późnobarokowy zespół pałacowo-parkowy w Rogalinie jest obiektem wyjątkowym, jedną z najlepiej zachowanych rezydencji tego typu w Polsce. Jego historia sięga II poł. XVIII w., kiedy to Kazimierz Raczyński, marszałek koronny na dworze Stanisława Augusta Poniatowskiego, rozpoczął budowę siedziby rodowej. Do tego dzieła zatrudnił wybitnych architektów – Dominka Merliniego i Jana Chrystiana Kamsetzera – artystów pracujących dla samego króla. W efekcie powstało imponu-

jące założenie w typie *entre court et jardin*, które w zasadniczym zrębie przetrwało do dziś. Oczywiście ulegało ono pewnym zmianom, które korzystnie wpłynęły na kształt zespołu. W początkach XIX w. wnuk Kazimierza, Edward poszerzył park o część krajobrazową, zaś w połowie w XIX powstała obecna forma dziedzińca z gazonem i alejami kasztanowymi. Wielki remont pałacu przeprowadzili w końcu XIX w. Edward Aleksander Raczyński i jego żona Róża z Potockich. W roku 1910 powstał budynek galerii, w której hr. Raczyński, wybitny znawca sztuki i kolekcjoner, utworzył dostępną dla publiczności galerię malarstwa europejskiego i polskiego.

W okresie II wojny stał się pałac siedzibą Hitlerjugend. Użytkowany przez władze okupacyjne, nie został zniszczony, ale zbiory i wyposażenie uległo rozproszeniu.

W roku 1949 powołano w pałacu Oddział Muzeum Narodowego w Poznaniu. Historia przerywanych i niekończonych remontów sięga roku 1975. Dopiero jednak przy wsparciu funduszy norweskich oraz europejskich, a także MKiDN powstał i doczekał się pełnej realizacji projekt *Rewaloryzacji i Modernizacji Zespołu Pałacowo-Parkowego w Rogalinie – Oddziału Muzeum Narodowego w Poznaniu*.¹

W ramach II etapu wykonano przebudowę, prace modernizacyjne i remontowe kor-

Panorama frontowej elewacji pałacu
Fot. Andrzej Skowroński



pusu głównego pałacu, jego skrzydeł – północnego i południowego, stajni, powozowni, drewnitni, czworaków dworskich, galerii malarstwa oraz ujeżdżalni. W otoczeniu zrewaloryzowano oraz zrekonstruowano zabytkowe nawierzchnie dziedzińca oraz alei prowadzących do pałacu, przywrócono historyczny układ ścieżek wraz z odtworzeniem mostka i nadaniem mu kształtu z zachowanego w zbiorach muzeum rysunku koncepcyjnego. Wzmocniono i wyremontowano mury oporowe i ogrodzenia. Rozebrano również budynki, które powstały w latach 70. XX w., dzięki czemu oczyszczono przestrzeń z nieestetycznych, zaburzających układ naleciałości. W ramach prac adaptacyjnych przystosowano zespół do potrzeb osób niepełnosprawnych.

Skalę działania obrazują liczby. Zespół pałacowo-parkowy w Rogalinie rozciąga się na powierzchni ponad 27 hektarów, nawierzchnie kołowe zajmują blisko 12 tys. m², alejki i ścieżki parkowe ponad 22 tysiące. Powierzchnia zabudowy wynosi blisko 5800 m², kubatura netto ponad 44 tys. m³.

Dzisiaj, gdy obiekt żyje i cieszy się wielką frekwencją, nikt nie zdaje sobie sprawy, jak bardzo zagrożony był pałac oraz budynki stajni i powozowni przed remontem. Ich fundamenty utraciły stabilność – w każdym z przypadków z nieco innego powodu.

Budynek stajni miał bardzo płytko posadowione fundamentowanie, na głębokości od 45 do 60 cm w gruncie ze spoistych i niespoistych nasypów niekontrolowanych. Aby ustabilizować podłoże, wykorzystano metodę *jet grouting* – iniekcji strumieniowej². Metoda znajduje obecnie szerokie zastosowanie w budownictwie i może być stosowana we wszystkich rodzajach gruntu. Wykorzystuje się ją m.in. do stabilizacji zboczy, skarp i tarasów, wykonywania ścian oporowych, wzmocnienia podłoża istniejących fundamentów, w przypadku zmiany funkcji użytkowej lub przebudowy budynków, wzmocnienia fundamentów istniejących budynków w sąsiedztwie głębokich wykopów. Dopuszczona została także w budownictwie zabytkowym – do podchwytywania i naprawy posadowienia fundamentów.

Iniekcja strumieniowa jest procesem wzmocnienia podłoża gruntowego, polegającym na mieszaniu gruntu z zaczynem, tłoczonym pod wysokim ciśnieniem. Na skutek procesu iniekcji cechy gruntu zostają ujednolicone, a powstały w wyniku petryfikacji kompozyt gruntowo-cementowy wykazuje znaczną wytrzymałość i bardzo małą przepuszczalność.

Najczęściej stosowanym środkiem stabilizującym jest zaczyn cementowy. Możliwe jest również wykorzystanie dodatków poprawiających właściwości spoiw, takich jak popioły



*Elewacja ogrodowa pałacu
Fot. Andrzej Skowroński*

*Wzmocnianie podłoża gruntowego metodą jet grouting budynku stajni
Fot. Radosław Osysko*

lotne oraz środki przyspieszające czas wiązania. Technologia *jet grouting* realizowana jest w dwóch etapach. Pierwszy rozpoczyna się od wywiercenia otworu za pomocą żerdzi z dyszami iniekcyjnymi, zakończonej koronką wiertniczą. Po osiągnięciu w gruncie projektowanej rzędnej podstawy konstruowanego elementu następuje druga część realizacji. Podnosi się żerdź, która jednocześnie obraca się, i podaje zaczyn pod ciśnieniem rzędu 30–50 MPa, z wydatkiem 50–450 l/min. Po zmieszaniu gruntu ze spoiwem zachodzi wiązanie, tworząc gruntowo-cementową strukturę uformowanej bryły iniekcyjnej.

W zależności od stosowanego ciśnienia, czasu iniekcji, ruchu posuwistego żerdzi i prędkości obrotowej podczas jej wyciągania formuje się w gruncie elementy o różnych przekrojach i średnicach. Można również realizować całe moduły o dowolnych kształtach konstrukcyjnych. Najczęściej stosowane są elementy iniekcyjne walcowe (kolumny), których średnice wynoszą od 0,4 do ponad 3,0 m. Dotychczasowe wyniki badań potwierdzają dobrą współpracę kolumn *jet grouting* zarówno z gruntami niespoistymi,

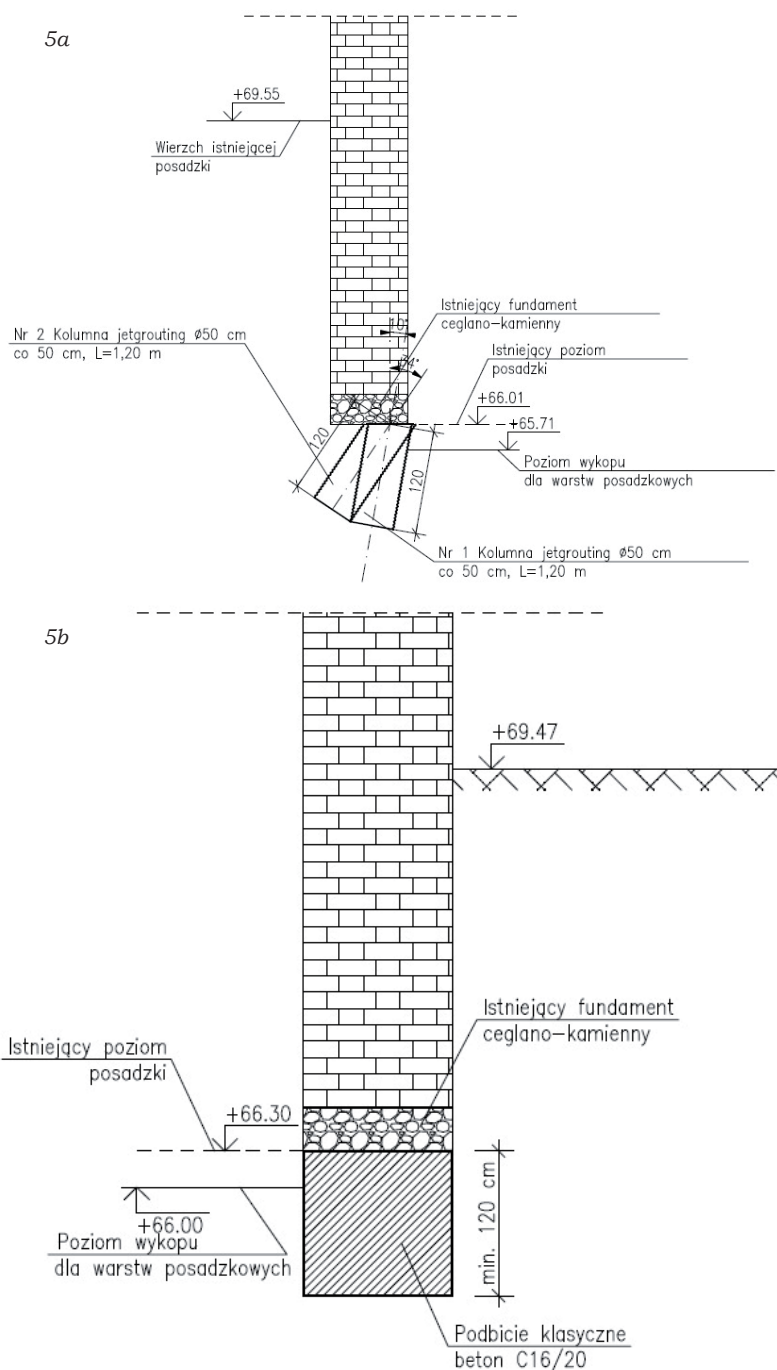
jak i spoiстыми, także w przypadku występowania wierzchnich warstw nasypowych.

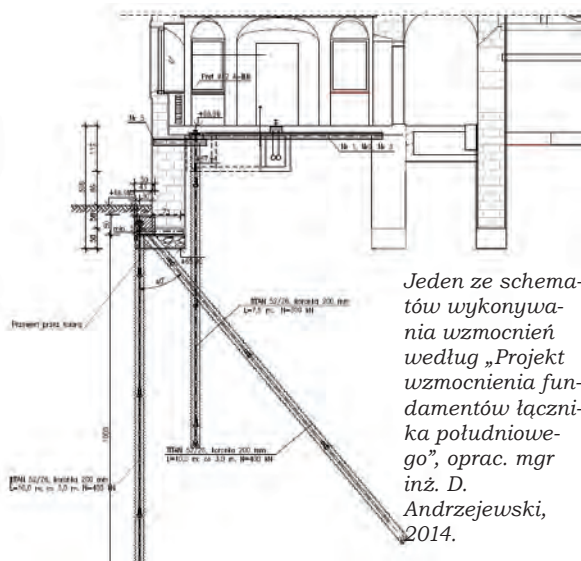
Metoda iniekcji strumieniowej ma wiele zalet. *Jet grouting* może być stosowany we wszystkich rodzajach gruntu, nawet tam, gdzie występują stare fundamenty, gruz, duże kamienie i rumosz skalny. Technologia pozwala na kształtowanie w podłożu elementów konstrukcyjnych o złożonych kształtach i dowolnej długości, różnym przeznaczeniu oraz usytuowaniu. Powstały ośrodek gruntowo-cementowy wykazuje jednolitą strukturę oraz znaczną wytrzymałość na ściskanie (nawet ponad 40 MPa). Metoda może być stosowana w przypadkach, gdy brakuje miejsca dla ciężkiego sprzętu, a także daje możliwość wykonywania wzmocnienia we wnętrzach pomieszczeń, co pozwala wzmocniać fundamenty istniejących obiektów. Realizacja technologii nie wywołuje drgań podłoża i może być prowadzona w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącej zabudowy, jednocześnie charakteryzując się bardzo dużym tempem wykonywania prac.

Opisane wyżej zalety zdecydowały o wybraniu metody *jet grouting* do ustabilizowania i wzmocnienia posadowienia zagrożonych budynków stajni i powozowni. W przypadku stajni wykonano po obwodzie budynku 396 kolumn o średnicy 40 cm i długości 100 cm. W budynku powozowni problemy natury konstrukcyjnej wynikały przede wszystkim z jej specyficznego posadowienia. Powozownia bowiem jest budynkiem „wciętym” w skarpe. Różnica poziomów posadowienia pomiędzy dwiema dłuższymi ścianami wynosi ok. 3 m. Podobnie jak stajnia, ma płytkie fundamentowanie na nasypach niekontrolowanych. W ramach remontu i adaptacji budynku w części podpiwniczonej zaprojektowano zaplecze socjalne dla sali konferencyjnej na parterze. Aby zaplecze spełniało wymogi obowiązujących przepisów technicznych, piwnica musiała zostać pogłębiona o ok. 40 cm, co stwarzało konieczność ustabilizowania podłoża i wzmocnienia fundamentów. I w tym przypadku zastosowano metodę *jet grouting*. Wykonano 180 sztuk kolumn o średnicy 40 cm i długości 120 cm po obrysie zewnętrznym, natomiast w pogłębionej piwnicy wprowadzono 125 szt. kolumn o długości od 100 do 120 cm i średnicy 40 cm. Z uwagi na przeszkody i kolizje w piwnicy oraz zabytkowy bruk w sąsiedztwie budynku *jet grouting* uzupełniono tradycyjną metodą podbijania fundamentów poprzez podmurowywanie i podlewanie betonem. **Połączenie dwóch technologii – tradycyjnej z nowoczesną – pozwoliło skutecznie wzmocnić posadowienie bez naruszania elementów struktury budowli oraz jej otoczenia – cennych z punktu widzenia konserwatorskiego.**

Największym wyzwaniem było jednak ustabilizowanie południowego łącznika pałacu. Łącznik posadowiony jest na skarpie. Różnica poziomów terenu z obu jego stron dochodzi lokalnie do 4,5 m. Niestabilizowane warunki wód gruntowych na przestrzeni lat, a także niewłaściwe wykonanie kanału c.o. wzdłuż piwnicy w latach osiemdziesiątych spowodowało charakterystyczne spękania ścian poprzecznych. W efekcie powstały siły poziome, pod wpływem których fundament ściany zewnętrznej, posadowionej niżej, zaczął się osuwać. Docelowy projekt ustabilizowania łącznika powstał w trakcie realizacji zadania³. Projektanci i wykonawca przyjęli założenie, że opracowana metoda ograniczy do minimum ingerencję w zabytkową strukturę i substancję zabytku. Wybrano technologię mikropali. Mikropale stosowane są w Polsce od lat 80. ubiegłego wieku⁴. Są to pale wiercone o średnicy mniejszej niż 300 mm lub pale przemieszczeniowe o średnicy mniejszej niż 150 mm. Wykonywane są wieloma różnymi technikami, mogą być wiercone, wciskane, wbijane, wkręcane lub wwbrowywane. Ich nośność mo-

Schematy wzmocnienia fundamentów powozowni: metodą *jet grouting* (5a), metodą klasyczną (5b). Rys. „Projekt wzmocnienia fundamentów budynku stajni oraz powozowni”, oprac. mgr inż. D. Andrzejewski, 2014





Jeden ze schematów wykonywania wzmocnień według „Projekt wzmocnienia fundamentów łącznika południowego”, oprac. mgr inż. D. Andrzejewski, 2014.

że być zwiększana przez zabiegi iniekcji pobocznic lub podstawy. Elementem nośnym w mikropalach są najczęściej kształtowniki stalowe, rury, pręty lub wiązki prętów. Nośności typowych mikropali nie przekraczają 1000 kN. Mikropale z wielokrotnie iniektowaną pobocznicą osiągają nośności do 2000 kN, a w korzystnych warunkach gruntowych i dużym przekroju osiągają jeszcze większą nośność. Dużą popularność zdobywają ostatnio mikropale samowierzące typu Titan, które nie wymagają rurowania, a żerdź wiertnicza jest jednocześnie zbrojeniem.

Projekt zakładał wykorzystanie w pierwszej fazie realizacji mikropali, które wprowadzono wewnątrz piwnic łącznika. Zastosowano mikropale samowierzące typu Titan 52/26 o długości 7,5 m w ilości 20 szt. wewnątrz piwnic łącznika, a także 38 szt. mikropali typu Titan 52/26 o długości 10,0 m wzdłuż zewnętrznej ściany posadowionej niżej.

Drugą fazą wzmocnień było wykonanie wykopów szerokoprzestrzennych, tak aby można było manewrować wiertnicą. Należało bowiem przy każdym mikropalu wykonać z obu stron po 2 otwory o średnicy 250 mm. Część otworów została wykonana na przelot obok mikropali wewnętrznych, natomiast kolejna część została wykonana na głębokość 80 cm. Wykonane otwory służyły do późniejszego osadzenia w nich belek stalowych.

W fazie trzeciej wykonano oczep żelbetowy na całej długości zewnętrznej ściany, a także wewnątrz budynku – lokalnie w miejscach mikropali. Zbrojenie główne oczepu zewnętrznego stanowi 8 szt. prętów $\varnothing 22$ ze stali A-IIIIN (po 4 szt. dołem i góra). Dodatkowo we wcześniej wykonane otwory w ścianach zamontowano belki stalowe IPE 160 ze stali S355. Ponadto każda z zarysowanych ścian poprzecznych została wzmocniona poprzez montaż belek stalowych po obu stronach na całej długości. Belki zostały połączone z belkami okalającymi mikropale wewnętrzne. Do formowania belek oczepowych zastosowano beton hydrotechniczny B30 o wodoszczelności W6 oraz mrozoodporności F150.



Wnętrze południowego łącznika pałacu. Charakterystyczna rysa pojawiająca się na kolejnych ścianach poprzecznych piwnicy łącznika. U dołu nakrywy błędnie wykonanego w latach 80. kanału c.o. Fot. Radosław Osysko



Palowanie po obwodzie ściany zewnętrznej



Otwory $\varnothing 250$ po obu stronach mikropali



Zbrojenie oczepu żelbetowego zewnętrznego po obwodzie ściany



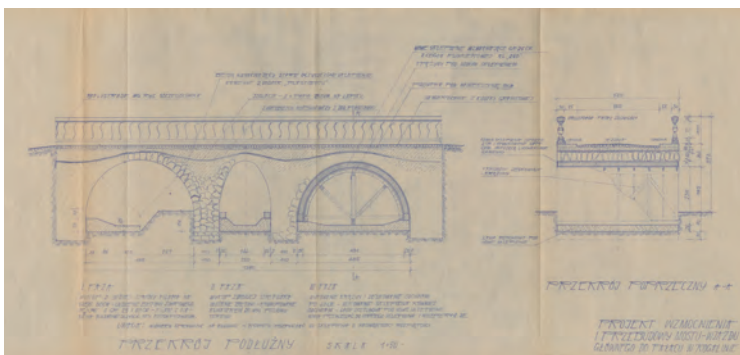
Gotowy fragment oczepu



Mostek z lat 60. ubiegłego wieku. Fot. Piotr Domagała



Odslonięte przyczółki zabytkowego mostka. Fot. Radosław Osysko



Archiwalna koncepcja rekonstrukcji mostka. Rysunek ze zbiorów Archiwum MNP, nr 1/495 „Projekt techniczno-roboczy przebudowy i wzmocnienia wjazdu głównego do pałacu w Rogalinie”. Oprac. inż. J. Gawroniak, Poznań, 1965 r.

Z uwagi na bardzo duże problemy wykonawcze podczas konstruowania oczepów, m.in.: kolizje między mikropalami, zbrojeniem a stalowymi belkami oraz istniejącymi instalacjami, znaczną różnicę poziomów terenu, łukowy kształt ścian, zwiększone zostały dopuszczalne odchyłki podczas formowania oczepu. Zbrojenie główne oczepu zewnętrznego łączono na zakład spawając je. Drugi i trzeci etap wzmocnienia realizowano odcinkami, aby nie osłabić tym samym stateczności obiektu.

Warto dodać, że podczas prac przygotowawczych odkryto pod posadzką historyczne wanny pokryte ceramiką, co zarazem stało się kolejną kolizją w trakcie wykonywanych prac wzmocniających fundamenty. W tym przypadku również **obrana metoda pozwoliła ocalić zabytkowe elementy wyposażenia łącznika.**

Innym ciekawym zadaniem podczas rewaloryzacji pałacu w Rogalinie była rekonstrukcja mostka trójarkadowego, który został zastąpiony wtórnym, wzniesionym w latach 60. XX w. Podczas jego rozbiórki, której towarzyszyły badania archeologiczne, odkryto fragmenty przyczółków historycznego mostka. Ze względów konserwatorskich zdecydowano o przeprojektowaniu konstrukcji nośnej nowego mostka, tak aby zachować historyczne filary ceglane. Projektowana koncepcja miała na celu wyeksponowanie przyczółków pod mostkiem. Zadanie dla konstruktora było tym bardziej wymagające, że mostek miał służyć jako droga pożarowa, co wymaga zapewnienia nośności o bardzo wyjątkowym obciążeniu – bojowym wozem strażackim o ciężarze 400kN (40 ton)⁵.

Projekt konstrukcji obejmował wykonanie dwóch ścian kurtynowych omijających dwa zabytkowe filary ceglane. Ławy fundamentowe powstały w miejscach, w których wzniesiono wtórny mostek, tak aby nie uszkodzić substancji zabytkowej. Wykonano dwie podłużne ławy fundamentowe połączone ze sobą czterema ławami poprzecznymi, stanowiącymi ruszt zwiększający sztywność obiektu. Ławy o przekroju 70x80 cm zbrojono prętami $\varnothing 22$, zastosowano beton hydrotechniczny B37.

Na ławach podłużnych wzniesiono ściany imitujące arkady historycznego mostka. Ściany o grubości 25 cm wykonano z prętów $\varnothing 14$, $\varnothing 16$ oraz betonu hydrotechnicznego B37.

Ostatnim etapem zamykającym konstrukcję było wykonanie płyty jezdnej. Płytę grubości 22 cm wykonano z dwóch siatek prętów $\varnothing 14$ (dołem i górą) oraz betonu B37.

Etap prac wykończeniowych był najbardziej wyczekiwany przez użytkownika obiektu – pracowników Oddziału Muzeum Narodowego w Poznaniu – elementem prac. Okładzinę wykonano z kamienia polnego, pełną balustradę wymurowano z cegły z wiązaniem krzyżowym – techniką często spotykaną w tego typu okolicznych obiektach małej architektury. Oczywiście wykonano odpowiednie systemy hydroizolacji oraz odprowadzenia wody powierzchniowej. **Miłośnicy historii architektury, a także ciekawscy turyści zobaczą pod arkadami zachowane fragmenty przyczółków zabytkowego mostka.**

Na zakończenie ostatnia refleksja. Dzieło rodu Raczyńskich, dzięki świetnej współpracy inżynierów i konserwatorów, udało się zabezpieczyć i ochronić. Czy w pałacowym parku da się ocalić coś być może jeszcze cenniejszego – rogalińskie dęby? Tegoroczne wiosenne wichury nadwężyły chylące się ku upadkowi drzewa. Pomimo wielu zabiegów i troski opiekunów o przetrwanie dębów rogalińskich na razie nikt nie wymyślił dla nich nic lepszego jak pale z gałęzi.

Autorzy tekstu: Małgorzata Dobrzyńska-Musiela, Radosław Osysko

*Fotografie: Piotr Domagała, Radosław Osysko, Andrzej Skowroński
Wykonawca II etapu Rewaloryzacji i Modernizacji
Zespołu Pałacowo-Parkowego
w Rogalinie – Restauro sp. z o. o.*

Przypisy:

1. Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko priorytetu XI działania XI.1 OCHRONA I ZACHOWANIE DZIEDZICTWA KULTUROWEGO O ZNACZENIU PONADREGIONALNYM oraz wspartego finansowo przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię poprzez dofinansowanie ze środków Mechanizmu Finansowego EOG i Norweskiego Mechanizmu Finansowego
2. W opisie technologii *jet grouting* wykorzystano następujące źródła: serwis internetowy Inżynier budownictwa; artykuł „Jet grouting” autorów Tomasa Brzeskiego, Ryszarda Rippel [w:] Inżynier Budownictwa, nr 5/2009
3. „Projekt wzmocnienia fundamentów łącznika południowego”, oprac. mgr inż. Dariusz Andrzejewski, 2014
4. W opisie technologii mikropali wykorzystano następujące źródła: serwis internetowy Inżynier budownictwa, artykuł „Mikropale” autora mgr inż. Piotra Rychlewskiego
5. „Element małej architektury, Mostek Trójarkadowy, jako obiekt historyczny z przywróceniem stanu z lat 30-tych XX w., za czasów zamieszkania z ostatnich właścicieli z rodu Raczyńskich – kategoria obiektu VIII, działka nr 77”, oprac. Biuro Projektów Jota, proj. mgr inż. Andrzej Tomaszewski, rys. nr 5, Włocławek 2014



Szalowanie ław fundamentowych z obejmami historycznych filarów



Zbrojenie ścian



Gotowa konstrukcja

Dąb w Rogalinie



*Mostek po pełnej rekonstrukcji
Fot. Andrzej Skowroński*

