

Problemy wykonawcze związane z budową MOCAK i Cricoteki



Mgr inż. Paweł Bałos, Kraków

1. Wprowadzenie

W latach 2009–2014 w dzielnicy Podgórze w Krakowie wybudowano dwa obiekty, mające pomimo różnej formy zewnętrznej wiele cech wspólnych. Są to obiekty będące zespołami budynków i budowli, pełniące funkcje muzeów, popularnie zwane MOCAKiem (fot. 1) i Cricoteką (fot. 2).

2. MOCAK



Muzeum Sztuki Współczesnej na terenie tzw. Fabryki Schindlera – rozbórka i przebudowa części istniejących fabrycznych budynków przemysłowych oraz budowa nowych budynków roboty budowlane prowadzone w latach 2009–2010.

Dane techniczne obiektu

Stara przebudowana część:

- istniejące fundamenty murowane podparte mikropalami i wzmocnione powiązaniem z konstrukcją murową oczępami żelbetowymi w celu zwiększenia nośności fundamentów,
- część starych ścian murowanych wzmocniono miejscowo żelbetem,
- stara drewniana więźba dachowa zabezpieczona ppoż. i wzmocniana elementami stalowymi i drewnianymi,
- hydroizolacje fundamentów częściowo z mat bentonitowych, a częściowo w technologii bezspoinowej,
- pokrycie dachowe wcześniej wymienione na blachę tytan-cynk.

Nowa część obiektu:

- fundowana na żelbetowej płycie wspartej na palach CFA Ø60 cm i Ø50 cm (pale o zmiennej długości od 6 do kilkunastu metrów),
- ściany fundamentów ze ścian szczerelinowych (grubość 60 cm i 80 cm),
- strop w nowej części z prefabrykowanych elementów strunobetonowych,
- powierzchnia użytkowa budynków 9487,00 m²,
- hydroizolacje fundamentów z mat bentonitowych,
- pokrycie dachowe z kompozytowego materiału rolowego, od góry EPDM, a dołem asfalt modyfikowany SBS, a na części o większym nachyleniu połaci dachowej blacha tytan-cynk.

Rozwiązania instalacyjne:

- instalacja c.o., wentylacji mechanicznej i klimatyzacji,
- system zarządzania instalacjami budynków BMS,
- system telewizji dozorowej,
- system ochrony i ostrzegania przeciwpożarowego,
- inne systemy ostrzegania, bezpieczeństwa, kontroli i dozoru.

Projekt

Konsorcjum arch. Claudio Nardi,
arch. Leonardo Maria Proli
przy współudziale
Q-ARCH sp z o.o.

Konstruktorzy

mgr inż. Czesław Hodurek, mgr inż. Andrzej Soboń

Generalny wykonawca

WARBUD SA

Kierownik budowy

mgr inż. Andrzej Łagowski

Inwestor zastępczy

BUD-INVENT SP. Z O.O.

Inspektor nadzoru branży konstrukcyjnej

mgr inż. Paweł Bałos

2. Cricoteka

Budowa Muzeum Tadeusza Kantora polegała na przebudowie (rewitalizacji) zabudowań starej Elektrowni Podgórskiej wraz ze zmianą sposobu użytkowania na wielofunkcyjną salę teatralną z zapleczem administracyjno-technicznym przy ul.



Nadwiślańskiej 2–4 w Krakowie i budowie nowej części powiązanej ze starą o konstrukcji żelbetowej ze stalowym „mostem” podpartym na dwóch trzonach żelbetowych i podporze stalowej. Ze starej części zachowano i zrewitalizowano murowany zabytkowy komin.

Wzniesiona w latach 2010 – 2014.

Dane techniczne obiektu

Rewitalizowana część zabytkowa:

- istniejące fundamenty murowane najpierw podparte mikropalami (pale średnio 6 m długości), a potem podbijane w celu uzyskania dodatkowego poziomu na pomieszczenia techniczne obiektu,
- stare ściany murowane wzmocnione miejscowo prętami zbrojeniowymi oraz ściągamami stalowymi,
- stropy częściowo zachowane, częściowo wymieniane na monolityczne żelbetowe,
- hydroizolacje fundamentów z mat bentonitowych,
- pokrycie dachowe z dachówki ceramicznej,
- komin murowany, poddany czyszczeniu, wymianie cegieł, spoin i dozbrojony w spoinach.

Nowa część obiektu:

- fundowana na żelbetowej płycie (średnio 1 m grubości) wspartej pod żelbetowymi trzonami komunikacyjnymi na palach CFA Ø60 (średnio 11 m długości), a pod ścianą zachodnią od strony Wisły na mikropalach (średnio 10,5 m długości),
- podpory „mostu” stalowego: od zachodniej strony trzon żelbetowy mieszczący windę osobową, windę towarową i klatkę schodową, od strony wschodniej trzon żelbetowy, mieszczący windę osobową i klatkę schodową i od strony południowo-wschodniej podpora stalowa (przechodząca przez nawę budynku zabytkowego od strony ul. Nadwiślańskiej), podpora fundowana na płycie żelbetowej wspartej na mikropalach,
- „most” o konstrukcji z przestrzennych kratownic stalowych tworzących dwa przenikające się przęsła, jedno o rozpiętości około 40 m, drugie o rozpiętości około 50 m i szerokości każdego przęsła około 11 m. Przy

trzonach żelbetowych dodatkowe przewieszenia wspornikowe konstrukcji stalowej „mostu”, przy zachodnim wycięciu wspornika zmienny średnio 10 m, przy wschodnim około 6,5 m,

- wysokość budynku do atyki elewacji frontowej to 20,62 m,
- ściany i strop części podziemnej z żelbetu,
- hydroizolacje fundamentów z mat bentonitowych,
- pokrycie dachowe z kompozytowego materiału rolowego, od góry zbrojony EPDM, a dołem asfalt modyfikowany SBS.

Rozwiązania instalacyjne:

- kotłownia gazowa, instalacja c.o., wentylacji mechanicznej i klimatyzacji,
- system zarządzania instalacjami budynków BMS,
- system telewizji dozorowej,
- system ochrony i ostrzegania przeciwpożarowego,
- inne systemy ostrzegania, bezpieczeństwa, kontroli i dozoru.

Projekt

IQ-GROUP CONSORTIUM:

WIZJA SP. Z O.O.

nsMoonStudio

Projektant generalny

arch. Sławomir Zieliński

Autorzy projektu

mgr Agnieszka Szultk, mgr Piotr Nawara, arch. Stanisław Deńko

Konstruktorzy

mgr inż. Czesław Hodurek, mgr inż. Andrzej Soboń

Generalny wykonawca

Przedsiębiorstwo Budownictwa Przemysłowego

CHEMOBUDOWA – KRAKÓW SA

Kierownik budowy

mgr inż. Rafał Kowalczyk

Inwestor zastępczy

BUD-INVENT SP. Z O.O.

Inspektorzy nadzoru branży konstrukcyjnej

mgr inż. Krzysztof Pocałujko

potem mgr inż. Paweł Bałos

potem mgr inż. Andrzej Nieuporany

3. Oba zespoły budynków

Zespoły budynków:

- powstały poprzez połączenie starszej przebudowanej zabytkowej części, będącej uprzednio przemysłową zabudową starego Podgórze, z nowymi obiektami,
- nowe budynki zostały połączone ze starą poprzemysłową zabudową w jeden obiekt spełniający nową muzealną funkcję,
- położone są blisko rzeki Wisły,
- zbudowane były z dodaniem stosunkowo głębokiej części kubaturowej poniżej poziomu terenu, co było związane z wykonaniem głębokich wykopów,
- nowe budynki zostały posadowione na palach CFA, a stara



- część miała fundamenty wzmacniane mikropalami,
- na hydroizolację płyty i ścian fundamentów zastosowano maty bentonitowe,
- charakteryzują się eksponowaniem we wnętrzach dużych powierzchni z surowego betonu,
- znajdowały się na etapie budowy w okolicy różnych budynków i budowli, w tym obiektów wysokich,
- podczas budowy były poddane trudnym warunkom atmosferycznym, wynikającym z natury polskiego klimatu,
- miały konstrukcję projektowaną przez ten sam zespół konstruktorów,
- były dofinansowane z programów operacyjnych Unii Europejskiej,
- wpisują się w politykę władz samorządowych Krakowa i Małopolski rewitalizacji krakowskiego Podgórza.

Połączenie starej poprzemysłowej części z nową w przypadku MOCAKu (fot. 3) i Cricoteki (fot. 2) było przyczyną występowania na etapie realizacji dodatkowych problemów, które nie były możliwe do przewidzenia na etapie projektowania. Okazało się, że konstruktor na etapie ekspertyzy nie był w stanie przewidzieć wszystkiego, co może mieć istotny konstrukcyjnie wpływ na przebudowę rewitalizowanych budynków. Różnego rodzaju odkrytki dokonywane podczas wykonywania ekspertyzy, które z założenia muszą mieć fragmentaryczny charakter, nie dawały często konstruktorowi wystarczających informacji o istotnej miejscowej kondycji konstrukcyjnej elementów budynku. Przykładowo projektant w ramach ekspertyzy nie mógł usunąć całego podbicia zamykającego od spodu przestrzeń więźby dachowej starej części poprzemysłowej MOCAK (fot. 4). Po odsłonięciu całości więźby drewnianej dachu okazało się, że ma ona znaczne ugięcie, a miejscami wymaga dodatkowych wzmocnień, zarówno elementami stalowymi jak i drewnianymi. Z kolei po całkowitym skuciu tynków w pomieszczeniach Starej Elektrowni Podgórskiej na budowie Cricoteki okazało się, że tynk cementowo-wapienny skrywał istotne z punktu widzenia konstrukcyjnego pęknięcia, które nie propagowały na jego powierzchnię zewnętrzną. W rezultacie ściany starej Elektrowni Podgórskiej należało wzmocnić prętami zbrojeniowymi jak i ściągami w większym stopniu niż można było przypuszczać na podstawie odkrywek

wykonanych do ekspertyzy. Podobnie po wykonaniu pełnych wykopów przy przebudowie Starej Elektrowni Podgórskiej okazało się, że część fundamentów była wykonana z bloków kamienia wapiennego, które nie były połączone zaprawą murarską. Miało to wpływ na konieczność wprowadzenia dodatkowych rozwiązań przy podbijaniu fundamentów Starej Elektrowni Podgórskiej i komplikowało przygotowanie podłoża pod hydroizolację z mat bentonitowych.

Oba obiekty są położone blisko rzeki Wisły, z tym że Cricoteka jest położona zaraz za nadwiślanymi bulwarami. Dodatkowo wykonanie podziemnej części obu obiektów muzealnych wymagało głębokich wykopów, wykonywanych w bezpośrednim sąsiedztwie innych budynków i budowli, w tym wysokich. W pobliżu wykopu pod nową część MOCAK znajdował się wysoki budynek biurowy (fot. 5), natomiast przy wykopie pod nową część Cricoteki stał wysoki murowany komin przemysłowy (fot. 2). Istotną więc sprawą było najpierw sporządzenie inwentaryzacji uszkodzeń istniejących budynków w okolicy budów, przed rozpoczęciem budowy nowych obiektów, a także stały i ciągły nadzór geodezyjny budów. Do podstawowych obowiązków kierownika budowy i inspektora nadzoru należała więc stała analiza wyników pomiarów geodezyjnych przemieszczeń budynków objętych nadzorem geodezyjnym. Przykładowo podczas robót ziemnych nagle okazało się, że niebezpiecznie dużo przemieściła się góra przemysłowego kominu murowanego starej części Cricoteki. Po natychmiastowym przerwaniu robót ziemnych, analizie poddano stale wykonywane pomiary geodezyjne. Okazało się, że co prawda góra przemysłowego kominu murowanego uległa przemieszczeniu, ale jednocześnie zanotowano bardzo małe przemieszczenia pionowe fundamentu kominu. Ostatecznie rozstrzygnięto, iż powodem przemieszczeń góry przemysłowego kominu murowanego jest nierównomierne nagrzewanie płaszcza kominu od słońca i nie mają one nic wspólnego z robotami ziemnymi, które można było w tej sytuacji kontynuować.

Murowany płaszcz kominu był wielokrotnie splekany na 2/3 wysokości, został więc zabrojeny specjalnymi prętami ze stali nierdzewnej. Nie jest on obecnie tylko atrapą po budynku starej elektrowni, której był uprzednio częścią. W środku kominu murowanego zamontowano wkład ze stali nierdzewnej, którym odprowadzane są spaliny z kotłowni Cricoteki.



Komin po odnowieniu będzie więc w okresie grzewczym dymił prawie jak za starych, dobrych dla podgórskiej elekrowni czasów.

Wykonanie głębokich wykopów było oczywiście także związane z wyborem zabezpieczenia ścian głębokiego wykopu. W przypadku MOCAK wybrano technologię ścian szczelinowych (fot. 5, 7, 9). Ścianę szczelinową formuje się bezpośrednio w gruncie, zbrojenie pionowe jest układane w osobnych sekcjach pionowych i sekcje nie mają pomiędzy sobą poziomego wiązania zbrojeniem. Pionowe sekcje żelbetowe są między sobą dylatowane, a łączone za pomocą wkładek z tworzywa sztucznego. Dla Cricoteki wybrano zabezpieczenie w postaci tzw. ściany berlinki od strony ul. Nadwiślańskiej, a od strony rzeki Wisły zabezpieczeniem wykopu był mur bulwarowy (fot. 6). W przypadku jednej i drugiej technologii potrzebne jest zastosowanie tymczasowego rozparcia ścian, zanim zostaną one usztywnione płytą fundamentową i stropem na poziomie parteru, co widać na zdjęciach. Problemy wykonawcze ścian szczelinowych wynikają głównie z faktu, że są one formowane w gruncie, a ich stan faktyczny ocenić można dopiero po ich odkopaniu. Można się więc spodziewać miejscowych nieciągłości ścian szczelinowych, będących wynikiem np. wystąpienia niezinventaryzowanego miejscowego cieku wodnego. Tak więc po odkopaniu ścian szczelinowych MOCAK trzeba było wykonać miejscowe naprawy i uszczelnienia tych ścian polegające na miejscowym uzupełnianiu światła ściany (fot. 7) za pomocą betonu



wodoszczelnego jak i iniekcji żywicami dla likwidacji miejscowych przecieków.

W przypadku Cricoteki dodatkowym utrudnieniem podczas wykonywania robót ziemnych była konieczność podbicia fundamentów starej Elektrowni Podgórskiej, tak aby pod budynkiem elektrowni otrzymać dodatkowe pomieszczenia w celu uzyskania ciągłości kondygnacji podziemnej pomiędzy wschodnim i zachodnim trzonem żelbetowym. Najpierw ściany starej Elektrowni Podgórskiej podparto mikropalami, które wwiercono w ściany. Potem stopniowo ściany podkopywano i podpierano żelbetowymi blokami (fot. 8).

Ze względu na opisywany powyżej stan fundamentów starej elektrowni należało dodatkowo w wielu miejscach w ścianach wykonać ukryte belki żelbetowe, tak aby mikropale rzeczywiście wspierały ściany i aby zapobiec osunięciom starych ścian podczas ich podbijania.

Fundamenty starej rewitalizowanej poprzemysłowej części MOCAKu wzmocniono oczepami opartymi na mikropalach.

Nowe budynki MOCAKu i Cricoteki zostały posadowione na palach CFA. Ważnym elementem wykonawczym w tym przypadku było zapewnienie ciągłości hydroizolacji na styku pali z płytą fundamentową. Hydroizolację płyty i ścian fundamentowych w obu obiektach wykonano z mat bentonitowych. Maty bentonitowe pozwalają na wykonywanie hydroizolacji w trudnych i zróżnicowanych warunkach pogody, praktycznie niezależnie od temperatury i wilgotności podłoża. Jednak podłoże pod matę bentonitową musi zapewniać ciągle dociśnięcie do niej maty przez warstwę betonu, gruntu itp. Innymi słowy podłoże pod matę bentonitową musi być wystarczająco równomierne i gładkie. Największe trudności z przygotowaniem powierzchni pod maty bentonitowe przy budowie MOCAK występowały na ścianie szczelinowej, a na budowie Cricoteki na ścianach fundamentowych starej elektrowni.

W przypadku MOCAKu mata bentonitowa była układana od środka ściany szczelinowej i dociśnięta od środka monolityczną ścianką żelbetową, która od spodu zawierała uszczelniającą blachę systemową z pęczniejącymi wkładkami bentonitowymi na krawędziach (fot. 9).

W związku z tym, że mieszanka betonowa w technologii ścian szczelinowych jest podawana bezpośrednio do gruntu, który stanowi szalunek podczas podawania i dojrzewania betonu ściany szczelinowej (betonowana w gruncie sekcja jest pierwotnie jedynie wypełniona zawieszoną bentonitową), po odkopaniu powierzchnia żelbetowych sekcji ściany szczelinowej jest miejscami wyjątkowo nierówna, nawet tam gdzie nie stwarza to zagrożenia dla szczelności ściany i jej konstrukcyjnej pracy jako ściany głębokiego fundamentu. Dlatego w wielu miejscach należało wyrównać zaprawą jej powierzchnię przed montażem maty bentonitowej. W przypadku ścian fundamentowych starej elektrowni po odkopaniu okazało się, że ściany także trzeba miejscowo nawet uzupełniać ceglami i wyrównać grubą warstwą zaprawy.

Obie budowy zostały także dotknięte niesprzyjającymi



warunkami pogodowymi charakterystycznymi dla polskiego klimatu. W przypadku MOCAK były to stosunkowo silne mrozy występujące podczas monolitycznych robót betonowych. Rozwiązaniem stosowanym przez generalnego wykonawcę był elektronagrzew (fot. 9). Technologia ta z powodzeniem pozwoliła przebrnąć z monolitycznymi robotami żelbetowymi przez okres niskich temperatur. Przy budowie Cricoteki niesprzyjające warunki atmosferyczne wynikały głównie z powodzi, co dla budowy przyległej do bulwarów wiślanych było związane z zalaniem wykopów.

Charakterystyczne dla obu zespołów budynków jest ekspozycja we wnętrzach powierzchni z surowego betonu. Dotyczy to zarówno części słupów i ścian, jak i posadzek. Posadzki w większości zostały wykonane jako szare betonowe posadzki przemysłowe. Beton na ściany i słupy był w dokumentacji określony jako architektoniczny, nie jest to ciągle ściśle określenie i dlatego wyznaczenie ostatecznych wymagań estetycznych, odnośnie tego betonu wymagało wizji lokalnych w istniejących już obiektach. Podobnie określono estetyczne wymagania w stosunku do nawierzchni betonowych posadzek o charakterze posadzek przemysłowych.

Bardziej ekspozycywnym i ekstrawertycznym w swoim charakterze budynkiem jest budynek Cricoteki. Budynek Cricoteki pomimo wewnętrznego połączenia geometrycznego i funkcjonalnego od zewnątrz wyraźnie składa się z dwóch różnych części: rewitalizowanego budynku Elektrowni Podgórskiej i przestrzenie okalającego go nowego budynku o nowoczesnej formie. Finezję konstrukcyjną i architektoniczną budynku MOCAK bardziej docenia się, będąc w środku budynku i podziwiając zgodność ostatecznej bryły z pierwotną szedową formą zadania historycznych hal przemysłowych rewitalizowanej starej części (fot. 3).

Cricoteka zbudowana bezpośrednio przy bulwarze Wisły jest bardziej otwarta na obserwację i zawiera element z gruntu inny, bardzo charakterystyczny i nie występujący w MOCAK.

Jest nim stalowy, rozdwojony od oparcia na zachodnim trzonie żelbetowym „most” (fot. 2), który zawiera dwa pomieszczenia galerii w każdej z odnóg. Czyli pierwszej od Wisły (rozpiętość konstrukcji „mostu” między podporami rzędu 50 m) opartej z jednej strony na trzonie zachodnim, a z drugiej strony na trzonie wschodnim i drugiej



odnogi od strony ul. Nadwiślańskiej (rozpiętość konstrukcji „mostu” rzędu 40 m) opartej z jednej strony na trzonie zachodnim, a z drugiej na podporze stalowej przebijającej dach starego budynku. Konstrukcja stalowa „mostu” jest dodatkowo skomplikowana przez wspornikowe przewieszenia, zarówno przy zachodnim jak i wschodnim żelbetowym trzonie (fot. 10) i jest pozbawiona w zasadzie jakiegokolwiek symetrii w przekroju poziomym. Jedno z pomieszczeń głównych galerii umieszczonych w „moście” ma potencjalnie służyć jako ekspozycja stała dzieł Tadeusza Kantora, a drugie pomieszczenie galerii na zmienne ekspozycje dzieł innych artystów.

„Most” o konstrukcji stalowej w części przyległej do trzonu zachodniego został podzielony na dwa poziomy. W dolnej części zawiera pomieszczenie służące za salę kinową, a w górnej części pomieszczenie kawiarni z pięknym widokiem na zabytkowy Kraków. Dodatkowo „most” stalowy wyróżnia kontrast pomiędzy wykończeniem ścian elewacji z azurowej cortenowskiej stali, która w początkowym okresie rdzewieje, dając rezultacie jednolity brązowy kolor, a stalowymi nierdzewnymi panelami spodu mostu. Panele z nierdzewnej stali „podniebienia” mostu tworzą jedyne w swoim rodzaju największe lustro w Krakowie (fot. 11).

Konieczność przeniesienia przez trzony żelbetowe bardzo niesymetrycznie rozłożonego ciężaru „mostu” stalowego wymagały między innymi zastosowania i montażu w stopach trzonów żelbetowych specjalnych elementów stalowych (fot. 12). Ze względu na formę tych elementów, będących konstrukcją stalową z dospawanymi prętami zbrojeniowymi, które zapewniały współpracę z żelbetem, te elementy stalowe zostały nazwane na budowie „jeżami”. Jeden „jeż” ważył kilka ton, a przyspawane do niego pręty zbrojeniowe były dodatkowym utrudnieniem przy jego montażu w gęsto zbrojonej płycie żelbetowej, gdzie dużo prętów miało średnicę 25 mm.

4. Podsumowanie

Omawiane obiekty, poprzez realizację w terenie zabudowanym i konieczność wykonania głębokich wykopów skupiają w sobie, ze względów realizacyjnych problemy, które

są charakterystyczne przy wykonywaniu budynków w miastach.

Oba zespoły budynków miały konstrukcję projektowaną przez tych samych konstruktorów, na których współpracę zawsze można było liczyć podczas realizacji inwestycji. Było to szczególnie istotne w przypadku prac wykonywanych w starych budynkach. Wykonywanie robót budowlanych w rewitalizowanych obiektach MOCAK i Cricoteki było związane z częstym rozwiązywaniem dodatkowych problemów konstrukcyjnych. Częsta obecność konstruktorów na budowie była więc konieczna.

Podobnie, ze względu na wykonanie w ramach budowy głębokich wykopów w terenie zabudowanym, wymagany był udział konstruktorów w prowadzonej w sposób ciągły przez kierownika budowy i inspektora nadzoru analizie wyników geodezyjnych osiadań budynków i budowli, będących w strefie oddziaływania głębokich wykopów. Istotne było na wstępnym etapie określenie przez konstruktorów przemieszczeń dla poszczególnych obiektów, przy których należało natychmiast wezwać konstruktora na budowę, lub natychmiast przerwać roboty ziemne w okolicy danego obiektu.

Hydroizolacja z mat bentonitowych, pozwalająca na aplikację praktycznie niezależnie od warunków atmosferycznych i wilgotności podłoża, wymagała jednak miejscami uciążliwych prac w celu przygotowania podłoża o właściwej geometrii. Wnętrza obu obiektów muzealnych charakteryzują się śmiałym eksponowaniem we wnętrzach powierzchni z surowego betonu. Określenie wymagań estetycznych odnośnie tego betonu – zarówno ścian jak i posadzek – wymagało wizji lokalnych w istniejących już obiektach. Są to kolejne obiekty użyteczności publicznej w Krakowie, gdzie wykonano ściany i słupy z betonu określonego jako architektoniczny.

Rozmach inwestycyjny przy realizacji MOCAKu i Cricoteki był możliwy dzięki dofinansowaniu z programów operacyjnych Unii Europejskiej, dobrze wykorzystano tę szansę natury ekonomicznej.

Wybudowanie obu opisywanych obiektów wpisuje się w politykę władz samorządowych Krakowa i Małopolski rewitalizacji krakowskiego Podgórze, aktywizuje to dodatkowo zaniedbaną i mało odwiedzaną do niedawna dzielnicę Krakowa. Dodatkowo Cricoteka jest realizacją istotnego dla Krakowa „odwracania miasta w stronę Wisły”.