



Tunel Šibenik, część zachodnia, grudzień 2015 r.

WYKONANIE METODĄ ODKRYWKOWĄ PORTALI TUNELU NA SŁOWACJI

tekst: inż. MAŁGORZATA STARUCH, inż. ŁUKASZ KLISZEWSKI, mgr inż. PAVEL BULEJKO, ABM Europe, oddział ABM Mosty

Konstrukcja portali nowego tunelu Šibenik, zbudowanego metodą odkrywkową w powiecie Lewocza na Słowacji, została wykonana przy użyciu systemu prefabrykowanych elementów żelbetowych o przekroju łukowym. Na Słowacji była to pierwsza tego typu konstrukcja dla poprowadzenia autostrady. W artykule przedstawiono ogólne informacje dotyczące budowy obiektu tunelowego w ramach projektu budowy autostrady D1 Jánovce – Jablonov, a także szczegóły prac związanych z technologią wykonania tunelu. Cały projekt D1 Jánovce – Jablonov był realizowany zgodnie z żółtą ksiązką FIDIC jako zaprojektuj i zbuduj.

Tunel jest usytuowany w obszarze wiejskim, na południowy wschód od miasta Lewocza. Główną zaletą projektu jest eliminacja ruchu tranzytowego z centrum Lewoczy, plan nowej autostrady D1 przebiega u podnóża wzgórza Šibenik. Aby pokonać przeszkodę, zaprojektowano dwukomorowy tunel z podziałem na pasy ruchu. Całkowita długość pojedynczego tunelu to aż 588 m, co więcej, każdy z obiektów został zaprojektowany na maksymalną dozwoloną prędkość 100 km/h. W tunelu znajdują się dwa pasy ruchu o szerokości 4,00 m i pas awaryjny o szerokości 1,00 m, po obu stronach jezdni. Wysokość skrajni drogowej wynosi 4,80 m, a pasów awaryjnych

2,20 m. Autostrada poprowadzona jest po łagodnym łuku zarówno w poziomie, jak i pionie.

1. Warunki gruntowe

Z geologicznego punktu widzenia podłoże gruntowe obejmuje skały z okresu paleogenu. We wlocie po stronie zachodniej części w podłożu przeważają warstwy piaskowca, natomiast wzdłuż wlotu wschodniego występują iły. Wykonawca robót posiadał informacje na temat warunków gruntowych z badań geologicznych przeprowadzonych na różnych etapach projektu, jednak nie były one dostateczne do oszacowania warunków brzegowych konstrukcji wykopu ani ilości wydobytego kruszywa.

2. Opis konstrukcji

Dwie nitki tunelu są powiązane rurowym łącznikiem w przekroju poprzecznym, w którym znajduje się tablica rozdzielcza niskiego napięcia. Po stronie wschodniej konstrukcji mieści się pomieszczenie techniczne, zaprojektowane jako budynek wolno stojący.

2.1. Drażnienie

Wiercone nitki tunelu składają się z ścian dwupoziomowych (pierwszorzędnej i drugorzędnej) z warstwą odwodnienia pośredniego (ochronnego) oraz warstwy hydroizolacji właściwej. Cykliczność wierceń gwarantowała konstrukcja o przekroju rurowym, która umożliwiała etapowanie robót. Prace wiertnicze prowadzone były przy zastosowaniu założeń austriac-

kiej metody NATM, przy użyciu materiałów wybuchowych. W miejscach, gdzie podłoże gruntowe i sytuacja nie pozwalały na zastosowanie materiałów wybuchowych, skały wyrobiska kruszono i usuwano mechanicznie. Konstrukcja nośna została posadowiona na monolitycznej posadzce z betonu klasy C30/37 (dla klasy ekspozycji XC3 oraz XF4), z uwagi na fazowanie prac posadzkę wylewano w 12-metrowych odcinkach przy użyciu ruchomego deskowania ze stali. Całkowita długość wykopu wynosiła 2 x 540 m.

2.2. Metoda odkrywkowa

Wykorzystanie metody odkrywkowej przy budowie wlotów do tunelu było wykonane na Słowacji po raz pierwszy. Metoda ta była z powodzeniem stosowana od wielu lat w krajach Europy Środkowo-Wschodniej, jednak wykorzystywano ją do budowy obiektów mostowych. Na etapie projektowania rozważano zastosowanie monolitycznej, łukowej konstrukcji nośnej, która miałaby różną długość w każdej z czterech części projektowanego tunelu, przy założeniu zastosowania stalowego systemu szalunków. Projektowana konstrukcja składała się z czterech osobnych portali o długości 24 m każdy, ale przy tak dużych rozpiętościach wykonanie konstrukcji monolitycznej wymagałoby zastosowania ogromnej liczby deskowań, co okazało się problematyczne i nieekonomiczne.

Wykonawca robót, firma Tubau, po wnikliwej analizie ryzyka projektu oraz harmonogramu prac deskowań, odrzucił konstrukcję monolityczną na rzecz systemowych, łukowych

prefabrykatów żelbetowych. Zaakceptował rozwiązanie przedstawione przez firmę ABM Europe, która zaoferowała kompleksową usługę projektowania, dostawy oraz montażu obiektu. Nie tylko pozwoliło to na bardzo szybką budowę obiektu, ale również niwelowało ryzyko niepowodzenia projektu.

Metoda ta nie wymagała wprowadzania istotnych zmian w projekcie. Prefabrykowana konstrukcja nośna była posadowiona na monolitycznej płycie fundamentowej, wykonanej zgodnie z projektem budowlanym. We współpracy z głównym projektantem, firmą Valbek, zaprojektowano wykonanie w systemie prefabrykacji 24 m odcinków wlotów.

Całość robót podzielono na cztery części z uwagi na różne podłoża gruntowe pomiędzy stroną wschodnią a zachodnią. Po stronie wschodniej, zarówno na północy, jak i na południu, wykonano uciąglenia elementów prefabrykowanych przez wylanie płyty fundamentowej w wewnętrznej części obiektu (pomiędzy stopami ścian). Natomiast część zachodnia nie wymagała zastosowania uciąglenia w postaci płyty. Każdy 24-metrowy odcinek tunelu składa się z 2,5-metrowych segmentów, tworzących swoiste pierścienie, połączone przegubowo. Natomiast każdy pierścień składa się z trzech elementów: dwóch elementów dolnych (ścian) oraz elementu górnego (sklepienia). Na wlotach do obiektu wykonano ścięcia ostatnich segmentów oraz użyto systemowych ścian oporowych.

Konstrukcje ABM charakteryzuje ścisła współpraca z ośrodkiem gruntowym, dzięki czemu w części nośnej wykorzystuje się minimalną ilość betonu i stali – w tunelu

dynamiczna budowa mostów



ABM Mosty zajmuje się projektowaniem, produkcją oraz budową obiektów inżynierskich z modularnych prefabrykatów żelbetowych na terenie Polski, Czech oraz Słowacji. Oferujemy szeroki zestaw elementów łukowych i ramowych.

Dzięki ogromnemu doświadczeniu w prefabrykacji obiektów mostowych współpracujących z gruntem nasze konstrukcje cechuje wysoka wytrzymałość przy minimalnym zużyciu naszego systemu i stali. Największą zaletą naszego systemu jest szybkość i łatwość instalacji, która przewyższa wszystkie inne technologie.





Trzecia część montażu prefabrykatów w części północnej portalu zachodniego



Montaż prefabrykowanych elementów tunelu Šibenik



Wnętrze tunelu – szczegół połączenia prefabrykowanych segmentów



Wlot do obiektu

Šibenik grubość prefabrykatów wynosiła jedynie 300 mm, przy wysokości nasypu na obiekcie dochodzącej do 7 m. Łupina, o średnicy 10,80 m, po zasypaniu ulega odkształceniu, dlatego w kluczu obiektu wymagane jest zachowanie dodatkowej przestrzeni od skrajni drogowej, o wysokości 50 cm. Użyto betonu klasy C50/60 (dla klasy ekspozycji XF4, XD3, XC4), nominalna otulina prętów zbrojeniowych to 50 cm w każdej części struktury. Wewnątrz tunelu poprowadzono przewody instalacji elektrycznej oraz zamontowano oświetlenie.

Produkcja prefabrykatów odbywała się w certyfikowanym zakładzie prefabrykacji, oddalonym o 80 km od miejsca budowy. Bliska lokalizacja pozytywnie wpłynęła na planowanie harmonogramu dostaw i montażu obiektu. Standardową procedurą polityki jakości ABM jest kontrola kształtu wykonanego prefabrykatu przez wykonanie próbnego montażu w zakładzie prefabrykacji. Montaż odbywał się przy użyciu jedynie dwóch podestów ruchomych oraz dźwigu samochodowego. Użyto dźwig Terex Demag AC200 o maksymalnym udźwigu 200 t. Najcięższy element ważył 18 t. Każdy z 24-metrowych odcinków został zmontowany przez ekipę montażową ABM w zaledwie cztery dni, co daje prędkość montażową równą 6 m.b. obiektu na dzień. Standardowe tempo montażu obiektu o takiej samej geometrii to od 10 do 15 m.b. na dzień, jednak tutaj prędkość była mniejsza z powodu wymaganego nadzoru geodety, który wykonywał pomiary posadowienia prefabrykowanego pierścienia po każdym zainstalowaniu. Autostrada została poprowadzona po łuku poziomym, konstrukcja tunelu była dostosowana do biegu drogi dzięki wachlarzowemu montażowi poszczególnych segmentów – umożliwiła to modyfikacja szerokości wolnej przestrzeni pomiędzy poszczególnymi pierścieniami. Standardowa szerokość przerwy wynosi 20 mm, aby uzyskać odpowiedni promień, z jednej strony zważano przerwę do 15 mm, a z drugiej rozszerzano do 25 mm.

3. Podsumowanie

Przedstawiona technologia wykonania obiektu z prefabrykatów żelbetowych ma wiele zalet – oprócz bardzo szybkiego i sprawnego montażu przy minimalnym wykorzystaniu zasobów ludzkich i sprzętu zmniejsza się ryzyko opóźnień i przestojów wynikających z użycia szalunków i betonowania na budowie. Co więcej, rozwiązania systemowe ABM odciążają wykonawcę oraz niwelują ryzyko projektu na wielu płaszczyznach (jakość, warunki atmosferyczne, czynnik ludzki, sprzęt itd.). Powstała konstrukcja cechuje się trwałością na stuletni okres użytkowania, nie wymaga przy tym specjalnych zabiegów konserwacyjnych (brak dylatacji czy elementów przekładkowych w postaci łożysk). Technologia ta jest atrakcyjna także przy budowie wszelkiego rodzaju zintegrowanych mostów, wiaduktów i przejść dla zwierząt.

Literatura

- [1] Zeleňák M., Svitok R., Bulejko P.: *Tunel Šibenik. „Silnice – Železnice”* 2015, nr 3.
- [2] Kyselák M., Šenk P., Dulák M., Manco E.: *Realizační dokumentace stavby Diaľnice D1 Jánovce – Jablonov, II. usek.*

