Krakowski Szybki Tramwaj

Fot. 1. Tunel na odcinku od stacji Dworzec Główny do ronda Mogilskiego

Autor
mgr inż. Alina Ryż - Agencja Rozwoju Miasta S.A.
dr inż. Karol Ryż - Politechnika Krakowska; Przedsiębiorstwo Usług Inżynierskich „PROKOM" S.C.

12 grudnia 2008 r. uruchomiono pierwszą linię KST stanowiącą najnowocześniejszy obecnie element infrastruktury komunikacyjnej miasta

Wprowadzenie

Infrastruktura komunikacyjna Krakowa na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat podlega stałym przeobrażeniom. Dynamiczny rozwój miasta w tym okresie wygenerował potrzeby w zakresie przemieszczania się ludzi, towarów i surowców na skalę dotychczas u nas nie spotykaną. Zaspokojenie ich wymaga podejmowania trafnych, strategicznych decyzji rozwojowych, jak również systematycznego inwestowania w nowe rozwiązania komunikacyjne we wszystkich obszarach. Doświadczenia komunikacyjne w Europie i świecie pokazują, że najbardziej efektywnym środkiem transportu w dużych aglomeracjach miejskich, w zakresie ruchu pasażerskiego, jest metro. W latach siedemdziesiątych XX w. rozbudzono nadzieje na taką inwestycję w Krakowie, realizując szereg zadań studyjno-koncepcyjnych z nią związanych, poddawanych dyskusji i krytycznej ocenie na wielu konferencjach naukowo-technicznych i sympozjach. Jak pokazał czas, na budowę pierwszej linii metra w Krakowie trzeba będzie jeszcze długo czekać. Prognozowane koszty takiej inwestycji są nadal porównywalne ze strategicznymi wydatkami z budżetu naszego państwa. Dobrym kontekstem dla tej sytuacji są znane kłopoty realizacyjne Warszawy w tym zakresie i tymczasowe wstrzymanie budowy tak potrzebnej drugiej linii metra.

Aktualną, najbardziej widoczną odpowiedzią Krakowa na rosnące potrzeby komunikacyjne w zakresie ruchu pasażerskiego jest intensywny rozwój sieci linii tramwajowych, w tym linii szybkich. Jest to chyba racjonalny kompromis uwzględniający wszystkie obecne uwarunkowania. Szybki tramwaj ma się stać w Krakowie tym środkiem transportowym, który zapewni sprawne połączenia centrum z odległymi rejonami miasta. Jest to możliwe, jak pokazują doświadczenia w innych krajach, pod warunkiem prowadzenia torów po wydzielonych pasach oraz w sposób wysoce bezkolizyjny (estakady lub tunele na skrzyżowaniach z innymi ciągami). Wdrażane ostatnio obszarowe sterowanie ruchem w odniesieniu do linii tramwajowych powinno być wykorzystywane przede wszystkim tam, gdzie zawodzą uzasadnione rozwiązania inżynierskie.

Aktywność inwestycyjna miasta w ciągu ostatnich kilku lat czytelnie wpisuje się w konsekwentnie realizowaną strategię rozwoju komunikacji, która zdecydowanego priorytetu udziela komunikacji zbiorowej. Tu, w Krakowie, realizowany jest największy w Polsce unijny projekt „Zintegrowany Transport Publiczny w Aglomeracji Krakowskiej". Właśnie komunikacja zbiorowa stała się ostatnio wizytówką naszego miasta, zwłaszcza dzięki bardzo nowoczesnemu taborowi tramwajowemu (50 niskopo-

Fot. 3. Rampa dojazdowa i portal wlotowy od strony Politechniki Krakowskiej

Fot. 2. Portal wlotowy do tunelu od strony ronda Mogilskiego

dłogowych tramwajów „Bombardier", co stanowi 25% taboru MPK SA) i autobusowemu, który w wysokim stopniu zastąpił pojazdy stare, ponad miarę wyeksploatowane.

Uruchomiona 12 grudnia 2008 r. pierwsza linia Krakowskiego Szybkiego Tramwaju stanowi obecnie najnowocześniejszy element infrastruktury komunikacyjnej miasta, dorównujący pod wieloma względami podobnym rozwiązaniom w wysoko rozwiniętych metropoliach europejskich. Należy wyrazić nadzieję, że oddana linia będzie stanowiła zalążek szybko realizowanej sieci szybkich tramwajów w Krakowie, która wraz z planowanymi innymi przedsięwzięciami komunikacyjnymi usprawni poruszanie się po szybko rozwijającym się mieście.

Ważniejsze wydarzenia w historii budowy KST

Początki budowy pierwszej linii Krakowskiego Szybkiego Tramwaju (KST) sięgają połowy lat siedemdziesiątych XX w. W ramach przebudowy i rozbudowy układu torowego dworca kolejowego Kraków Główny oraz budowy nowego, wielofunkcyjnego obiektu komunikacyjnego powstał na początku lat dziewięćdziesiątych w stanie surowym pierwszy odcinek tunelu KST o długości około 180 m, razem z przestrzenią przeznaczoną dla podziemnej stacji Kraków Dworzec Główny. Wykonano wtedy również pierwsze roboty przy budowie tunelu płytkiego (ściany palisadowe) pod ulicą Modrzewskiego (dzisiejsza Lubomirskiego).

Decyzja o przyjęciu KST jako nowego środka transportu zbiorowego zapadła w 1994 r. po uchwaleniu Planu Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa. Wtedy ustalono przebieg trasy i dokonano stosownych rezerwacji terenów.

Tunel płytki w stanie surowym pod ulicą Lubomirskiego (długość około 600 m) wykonano w latach 1995–99. Również w roku 1999 ustalono ostateczny przebieg trasy KST, co pozwoliło czytelnie ustalić pozostałe zadania do zakończenia inwestycji.

Rok 2000 zaowocował przekazaniem do eksploatacji pierwszego odcinka KST pomiędzy pętlą Kurdwanów a ulicą Wielicką. Pojawił się tutaj niskopodłogowy tabor tramwajowy oraz powstały nowoczesne obiekty (np. pętla na estakadzie).

W latach 2004–05 powstał w stanie surowym tunel płytki KST pomiędzy Dworcem Głównym a Politechniką Krakowską. W ten sposób wyłoniła się sylwetka najważniejszego obiektu inżynierskiego budowanej linii w rejonie centrum miasta.

Przebudowa Ronda Mogilskiego (2006–07), modernizacja pętli przy ulicy Kamiennej (2006–07), remont torowisk i pomostu estakady na odcinku pętla Kamienna – terminal autobusowy Krowodrza Górka (2007), gruntowna przebudowa alei Powstania Warszawskiego i ronda Grzegórzeckiego (2008), roboty wykończeniowe w tunelu KST (2006–08) oraz wstępne uruchomienie systemu obszarowego sterowania ruchem (2008) poprzedziły przekazanie do eksploatacji pierwszej linii KST (12.12.2008).

Długi okres trwania omawianej inwestycji związany był głównie ze skromnymi możliwościami finansowania tak bardzo kapitałochłonnego przedsięwzięcia, realizowanego w historycznie zmieniających się uwarunkowaniach gospodarczo-politycznych.

Rys. 1. Aktualny i prognozowany przebieg trasy szybkiego tramwaju

Fot. Grupa ZUE S.A.

Fot. 4. Tunel na odcinku od Politechniki Krakowskiej do stacji Dworzec Główny

Aktualny przebieg trasy

Funkcjonująca obecnie pierwsza trasa KST ma długość około 11,5 km. Łączy ona północne dzielnice miasta (terminal Krowodrza Górka) oraz obszary południowe (pętla Kurdwanów) z centrum Krakowa. Usytuowanie trasy na kierunku N-S odpowiada jednemu z głównych kanałów przemieszczania się pasażerów w naszym mieście.

Główne odcinki trasy KST przebiegają od pętli w Kurdwanowie, przez ulice Witosa, Nowosądecką, Wielicką, Limanowskiego, Starowiślną, Dietla, Grzegórzecką, rondo Grzegórzeckie, Powstania Warszawskiego, rondo Mogilskie, tunel ze stacjami podziemnymi Dworzec Główny i Politechnika Krakowska, pętla Kamienna, Dr. Twardego do terminalu tramwajowo-autobusowego Krowodrza Górka.

Na długości trasy występują zarówno obszary o charakterze typowo mieszkaniowym (części północna i południowa), jak również obszary o wysokim stopniu zurbanizowania (centrum miasta), gdzie prowadzenie nowych tras, sprawnie pokonujących zatłoczone rejony, stanowi duże wyzwanie i jest zadaniem komunikacyjnym o najwyższym stopniu trudności.

Główne budowle komunikacyjne na nowej trasie KST

Trasy szybkiego tramwaju z reguły obfitują w znaczną ilość komunikacyjnych budowli inżynierskich, w tym budowli podziemnych. Tunele tramwajowe, podziemne przejścia dla pieszych, podziemne komory stacyjne, mosty, estakady, wiadukty, rampy

KALIFORNIA: SUKCES W PIONIERSKIM PROJEKCIE TUNELOWYM.

Jeden z najbardziej skomplikowanych projektów tunelowych został z powodzeniem zakończony w górach San Bernardino w Południowej Kalifornii. Maszyna Herrenknecht S-234 Single Shield TBM osiągnęła cel w dniu 20 sierpnia 2008 r. w odległości zaledwie kilkuset metrów od uskoku San Andreas. Wykorzystano tam identyczną maszynę – S-233, jak ta, która swój cel osiągnęła na początku maja. Oba tunele zostały wydrążone po to, by zabezpieczyć w przyszłości dostawy wody pitnej do metropolii Los Angeles.

Drążenie tuneli o długościach 6840 m i 6059 m było ekstremalnie trudne z powodu ciężkich warunków geologicznych, w tym spękanych skał znacznie nasyconych wodą. Z tego powodu obie maszyny (każda o średnicy 5,76 m) zostały wyposażone w tarcze przegubowe, skuteczne systemy drenażu i specjalne sondy wiertnicze wraz z technologią iniekcyjną służącą stabilizacji przodka. TBM zostały specjalnie tak zaprojektowane, by były odporne na ciśnienie wody o wartości do 10 bar. Praca w tak trudnych warunkach opłaciła się i po raz kolejny udowodniono, że nawet najtrudniejsze projekty tunelowe mogą być zrealizowane bezpiecznie przy zastosowaniu specjalistycznej wiedzy i pracy zespołowej na najwyższym poziomie.

LAKE ARROWHEAD | USA

DANE PROJEKTU	WYKONAWCA
S-233, S-234 **2x Single Shield TBMs** Średnica: 5.760 mm Moc znamionowa: 2.000 kW Długości tuneli: 1x 6.840 m, 1x 6.059 m Geologia: granit, gnejs	Shea-Kenny JV

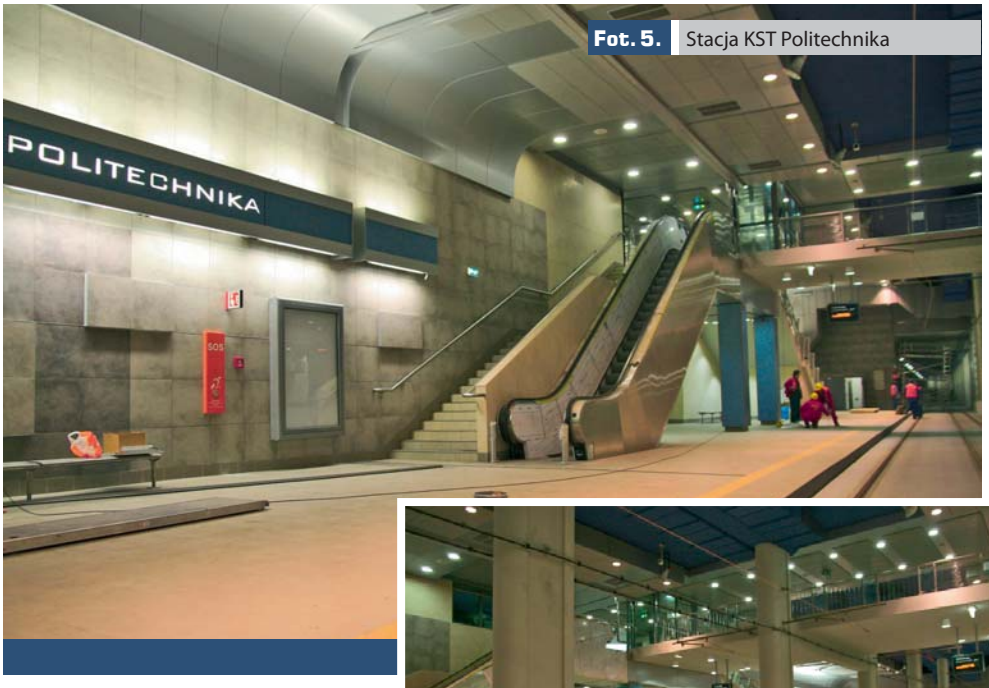
Herrenknecht AG
D-77963 Schwanau
Tel. +49 7824 302-0
Fax +49 7824 3403
marketing@herrenknecht.com

www.herrenknecht.com

Herrenknecht Tunnelling Systems USA, Inc.
USA-Sumner (WA) 98390
Tel. +1 253 447 2300
Fax +1 253 863 9376

Przedstawiciel na Polskę
Dymitr Petrow-Ganew
Tel. +48 22 872 40 37
Fax +48 22 872 14 79
Tel. kom. +48 508 367 302
ganew.dymitri@herrenknecht.de

HERRENKNECHT
Tunnelling Systems



Fot. 5. Stacja KST Politechnika

Fot. 6. Stacja KST Politechnika, widok na antresolę

dojazdowe i kładki dla pieszych to główne obiekty infrastruktury inżynierskiej tras szybkiego ruchu tramwajowego. Pionierska w naszym mieście linia KST wyposażona została również w kilka znaczących budowli komunikacyjnych. Należą do nich:

- tunel tramwajowy o długości ponad 1,5 km,
- stacja podziemna Politechnika,
- stacja podziemna Dworzec Główny,
- wiadukt drogowy nad linią KST w obrębie ronda Mogilskiego,
- estakada tramwajowa na pętli w Kurdwanowie.

Wszystkie wymienione budowle inżynierskie wyróżniają się ciekawą architekturą, nowoczesnymi układami konstrukcyjnymi, a wykorzystywane przy ich budowie technologie nie odbiegały od powszechnie stosowanych obecnie praktyk w zakresie komunikacyjnego budownictwa podziemnego i mostownictwa.

Najdłuższy tunel tramwajowy w Polsce

Podstawową budowlą komunikacyjną na trasie KST jest tunel tramwajowy, zlokalizowany w samym sercu Krakowa. Tunel łączy duży nowoczesny węzeł komunikacyjny miasta, którym jest rondo Mogilskie z ul. Pawią (rejon kampusu Politechniki Krakowskiej), stanowiącą jeden z ważniejszych ciągów ruchu w obszarze zwanym obecnie Krakowskim Centrum Komunikacyjnym (KCK).

Krakowski obiekt jest najdłuższym tunelem tramwajowym w Polsce. Długość obiektu zasadniczego wynosi 1538 m, a długość rampy dojazdowej (przy portalu północnym) – ponad 100 m.

W tunelu zlokalizowane są dwa przystanki tramwajowe: Przystanek Dworzec Główny i Przystanek Politechnika. Geneza nazw przystanków jest łatwa do rozszyfrowania: Przystanek Dworzec Główny usytuowany został pod obiektami podziemnymi i naziemnymi oraz układem torowym dworca kolejowego Kraków Główny (najniższy poziom), natomiast Przystanek Politechnika położony jest nieopodal krakowskiej wyższej uczelni o tej samej nazwie.

Z uwagi na swą długość i usytuowanie, a także skomplikowane wyposażenie technologiczne oraz konieczność dostosowania budowli podziemnej do wcześniej wykonanych konstrukcji związanych z funkcjonowaniem przyległych obiektów, tunel posiada zmienny przekrój poprzeczny. Zróżnicowana była również przyjęta technologia jego realizacji. Jak wspomniano wcześniej, pierwsze elementy konstrukcji tunelu KST zostały wykonane w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych (odcinek pod dworcem PKP) oraz dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku (odcinek pod ul. Lubomirskich). W ramach późniejszych robót wykończeniowych odcinki te były poddawane pracom naprawczym oraz adaptacyjnym.

Poniżej scharakteryzowano zasadnicze odcinki zrealizowanego tunelu tramwajowego.

- Odcinek tunelu o długości 150 m, położony przy Rondzie Mogilskim – jest konstrukcją żelbetową, jednokomorową, o przekroju prostokątnym i wymiarach w świetle: szerokość – 8,40 m, wysokość – 5,30 m. Elementy pionowe konstrukcji obudowy tego odcinka zostały wykonane w technologii ścian szczelinowych.
- Odcinek tunelu o długości 550 m, zlokalizowany pod ulicą Lubomirskiego jest konstrukcją żelbetową, jednokomorową, o przekroju prostokątnym i wymiarach w świetle: szerokość – 8,40 m, wysokość – 5,30 m. Elementy pionowe konstrukcji obudowy stanowią palisady z pali wielkośrednicowych, zamkniętych kotwioną w nich ścianą maskującą. Stropy obudowy są wykształcone w postaci monolitycznych płyt żelbetowych. Odcinek realizowano metodą mediolańską (technika półodkrywkowa).
- Odcinek tunelu pod Dworcem Głównym, w skład którego wchodzi stacja podziemna, usytuowana na poziomie „-2", jest częścią wielofunkcyjnego, czterokondygnacyjnego obiektu KCK. W skład tego obiektu wchodzą również:
  - przestrzenie programu użytkowego dworca kolejowego, związanego z obsługą podróżnych (m.in. kasy, poczekalnie, sklepy, przechowalnie bagażu, toalety, przejścia na perony, dojścia do wind, wejścia/wyjścia na przystanek KST, przejście z Galerii Krakowskiej do przestrzeni publicznych Regionalnego Dworca Autobusowego – na poziomie „-1";
  - układ torowy dworca kolejowego wraz z peronami, usytu-

Fot. 7. Stacja Dworzec Główny

owany na zespole kilkudziesięciu przęseł dźwigarobetonowych – na poziomie „0";
- parking nad układem torowym dworca kolejowego Kraków Główny (tzw. Płyta Centrum) – na poziomie „+1";
- dwie estakady najazdu na płytę parkingową od strony wschodniej (konstrukcja zespolona typu stal-beton) i zachodniej (konstrukcja z betonu zbrojonego i sprężonego).

Długość tunelu pod dworcem kolejowym wynosi ok. 200 m, natomiast sam peron przystankowy zajmuje 55 m długości. Pomimo że szerokość przystanku, obejmująca perony wraz z torowiskiem wynosi ok. 15 m, to zakres robót związanych z komunikacją pasażerską rozciągał się na szerokości niemal 150 m. Związane to było, między innymi, z koniecznością wyprowadzenia ruchu pieszego na perony. Konstrukcję nośną komory stacyjnej stanowi układ słupowo-belkowy. Żelbetowe płyty i słupy konstrukcji nośnej zostały posadowione na palach i wykonane w technologii monolitycznej. Natomiast stropy wykonano w części ze stalowych dźwigarów, a częściowo jako żelbetowe płyty monolityczne.

- Odcinek tunelu pomiędzy przystankami podziemnymi KST, o długości 325 m, ma obudowę skonstruowaną w postaci monolitycznej, dwukomorowej skrzyni żelbetowej, o wymiarach w świetle: szerokość – 2 x 4,3 m, wysokość – 5,3 m. Znaczna część konstrukcji przebiega pod budynkiem Galerii Krakowskiej, która przekazuje na konstrukcje tunelu dodatkowe obciążenia. W związku z tym grubość płyty stropowej tunelu osiąga miejscami 1,15 m, a ścian – 0,9 m. Odcinek ten wykonano metodą odkrywkową, w wykopie szerokoprzestrzennym i wąskoprzestrzennym, zabezpieczonym kotwionymi ścianami berlińskimi. Do obniżania zwierciadła wody gruntowej wykorzystywano m.in. technikę igłofiltrów.
- Stacja Politechnika jest obiektem dwukondygnacyjnym, pełniącym jednocześnie rolę przejścia podziemnego pod ul. Pawią (układ antresolowy). Podstawowe parametry techniczne: kubatura – 16 745 m^3, powierzchnia zabudowy – 1854 m^2, długość – 55 m; szerokość 22,5 ÷ 49,3 m; maksymalna wysokość – 13,8 m. Główny korpus stacji zaprojektowano w formie zamkniętej, dwuprzęsłowej, monolitycznej skrzyni żelbetowej, o sztywnych węzłach. Wewnątrz skrzyni znajduje się kładka dla pieszych – antresola wraz z układem schodów, a w częściach bocznych – pomieszczenia techniczne. Obiekt wykonano metodą odkrywkową, z wykorzystaniem kotwionych ścian berlińskich.
- Odcinek tunelu o długości 130 m, zlokalizowany pomiędzy Stacją Politechnika a wylotem z tunelu od strony ul. Pawiej, posiada konstrukcję żelbetowej skrzyni, dwukomorowej, o wymiarach w świetle: szerokość – 2 x 4,3 m (z lokalnymi poszerzeniami technologicznymi do szerokości 16,4 m), wysokość 5,3 m (z lokalnymi podniesieniami technologicznymi do wysokości 8,1 m). Odcinek zrealizowano w wykopie zabezpieczonym kotwionymi ścianami berlińskimi.

Chociaż budowa tak dużej i złożonej budowli inżynierskiej jest nie lada wyzwaniem – szczególnie, gdy toczy się ona w silnie zurbanizowanym centrum zabytkowego miasta, to najtrudniejszą częścią przedsięwzięcia było zaprojektowanie i wyposażenie tunelu wraz ze stacjami we wszystkie niezbędne instalacje i systemy.

Doświadczenia eksploatacyjne krajowe i zagraniczne pokazują szczególne znaczenie zapewnienia bezpieczeństwa pasażerów i innych użytkowników korzystających z tunelu.

Obiekt usytuowany jest w obrębie Krakowskiego Centrum Komunikacyjnego aglomeracji miejskiej, gdzie koncentrują się i integrują wszystkie rodzaje ruchu (ruch drogowy, ruch kolejowy, ruch tramwajowy oraz ogromne potoki ruchu pieszego). Trwale jest powiązany z Dworcem PKP Kraków Główny, Parkingiem Centrum, Regionalnym Dworcem Autobusowym, Galerią Krakowską, a także z kończonymi obecnie apartamentowcami przy ul. Pawiej.

Dla sprawnego i bezpiecznego funkcjonowania tunelu, oprócz instalacji standardowych, zaprojektowano i wykonano następujące systemy operacyjne:

- system oddymiania i wentylacji,
- system przeciwpożarowy,
- system zbierania danych i sterowania ruchem,
- system telewizji przemysłowej,
- system komunikatów publicznych,
- systemy łączności radiowej,
- system telefonów alarmowych,
- system oświetlenia awaryjnego

oraz wyposażenie Centrów Sterowania na Przystankach Politechnika i Dworzec Główny, połączonych z Centrum Sterowania Ruchem Zarządu Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie.

Tunel został dostosowany do wymagań z zakresu bezpieczeństwa pożarowego, zarówno w aspekcie zastosowanych materiałów, jak i koniecznych elementów wyposażenia. Posiada wymaganą ilość wyjść (klatek schodowych) i przejść ewakuacyjnych (pomiędzy komorami).

W Polsce w dalszym ciągu brak jest wystarczających doświadczeń w oddawaniu do użytkowania obiektów o tak skomplikowanym charakterze. Dlatego też Agencja Rozwoju Miasta SA, jako inwestor zastępczy zadania, posiłkując się wiedzą zdobytą w drodze kontaktów zagranicznych, w trosce o doprowadzenie do właściwego funkcjonowania tunelu i przyległego obszaru, zwróciła szczególną uwagę na konieczność opracowania dokumentów, które określiły zasady działania poszczególnych służb i jednostek, niezbędne dla prawidłowego użytkowania przedmiotowej, skomplikowanej technologicznie i urbanistycznie inwestycji komunikacyjnej. Należą do nich:

- Instrukcja obsługi systemów,
- Program Zapewnienia Bezpieczeństwa,
- Program Przeprowadzania Akcji Ratunkowych.

Dokumenty te zawierają m.in. procedury konieczne dla zapewnienia bezpieczeństwa w trakcie eksploatacji tunelu na ewentualność wystąpienia zagrożeń takich, jak: pożar w tunelu lub w sąsiadującym obiekcie, wykolejenie tramwaju, atak terrorystyczny, rozprzestrzenienie się toksycznych substancji, awaria zasilania, wypadek pieszego na torach itp.

Fot. 9. Winda dla osób niepełnosprawnych przy stacji Politechnika

Całość rozwiązań związanych z komunikacją w przestrzeniach publicznych dostosowano do potrzeb osób niepełnosprawnych: zaprojektowano i wykonano pochylnie, ciągi schodów ruchomych (14 zestawów) oraz windy (6 sztuk). Wykończenie elementów konstrukcji oraz detale architektoniczne wykonane zostały z materiałów wysokiej jakości, trwałych i wandaloodpornych.

Estakada tramwajowa na pętli w Kurdwanowie

1 października 2000 r. pierwsze tramwaje dotarły do pętli przy ulicy Halszki w Kurdwanowie. Rozpoczęto w ten sposób eksploatację mierzącego 2928 m odcinka linii Krakowskiego Szybkiego Tramwaju pomiędzy Kurdwanowem i ulicą Wielicką. Wyróżniającym się obiektem inżynierskim nowego odcinka KST jest estakada zlokalizowana pod układem torowym pętli przy ulicy Halszki, stanowiąca pod wieloma względami nowoczesny element realizowanej etapami pierwszej linii szybkiego tramwaju w Krakowie.

Na długości około 125 m pierścieniowa estakada zastępuje najwyższe partie nasypów. Dzięki posadowieniu obiektu w sposób pośredni (zawieszone pale wielkośrednicowe), ograniczono do minimum osiadania na zalegającym tam słabym, mało stabilnym podłożu, eliminując w ten sposób jego wpływ na pracę konstrukcji obiektu.

Forma architektoniczna estakady jest w znacznej mierze zdeterminowana funkcją obiektu przeznaczonego dla ruchu tramwajów, a więc pojazdów poruszających się po szynach. Kołowa geometria układu torowego pętli w naturalny sposób określiła kształt obiektu w planie w postaci wycinka pierścienia. Dążąc konsekwentnie do zrealizowania koncepcji spójności formy w obrębie obiektu, wprowadzono do jego konstrukcji elementy zawierające również łuki kołowe. Wszystkim podporom pośrednim nadano formę dwusłupową, przy czym każdy słup ma przekrój poprzeczny kształtu kołowego. Słupy usytuowane są radialnie w planie, zbiegając się do geometrycznego środka obiektu, zaakcentowanego wieżą oświetleniową ustawioną w centrum wewnętrznego obszaru pętli.

Prefabrykaty krawędziowe mają wypukły kształt w licu zewnętrznym, opisany również łukiem kołowym. Uzupełnione

Fot. Grupa ZUE S.A.

Fot. 8. Hall wejście - wyjście stacji Politechnika

pilastrami, wyeksponowane spokojną kolorystyką, wywołują iluzję ruchu obrotowego ustroju nośnego estakady w płaszczyźnie poziomej. Wrażenie rotacji w naturalny sposób koresponduje z urzeczywistnioną koncepcją wpisania okręgów w strukturę całego obiektu.

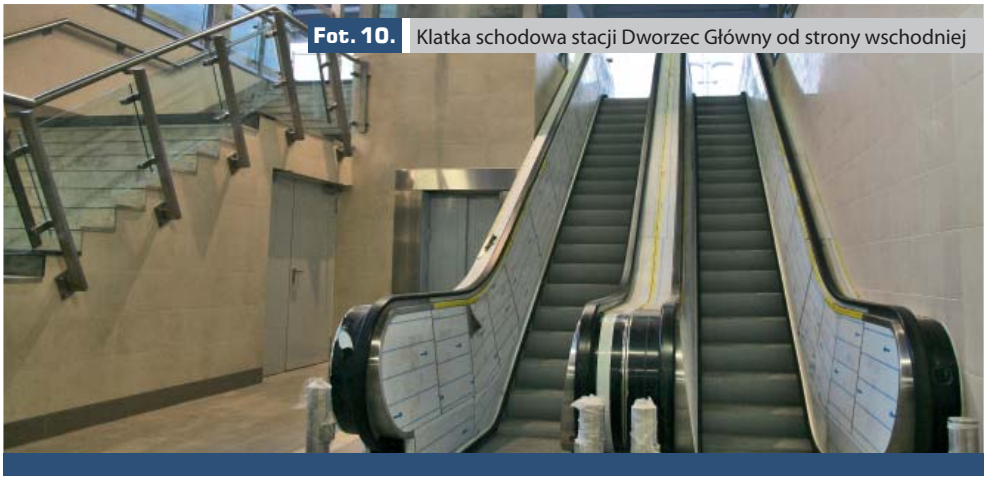
Przezroczyste ekrany akustyczne wykonane ze szkła akrylowego dyskretnie uczytelniają założoną formę architektoniczną estakady.

Konstrukcja nośna estakady tramwajowej jest żelbetowym, sześcioprzęsłowym ciągłym ustrojem płytowo-belkowym (dwubelkowym), ukształtowanym na łuku kołowym o promieniu 32,5 m, mierzonym po osi podłużnej pomostu.

Zaprojektowano przęsła o równych rozpiętościach wynoszących 20,5 m (wzdłuż osi podłużnej pomostu).

W przekroju poprzecznym konstrukcji nośnej obiektu nadano formę dwóch belek trapezowych (pełnych), usytuowanych w rozstawie 4,5 m, połączonych monolitycznie z płytą pomostową o grubości 30 cm. Płyta ta w partiach podchodnikowych pracuje jako wspornik o zmiennej wysokości i wysięgach 1,22 m po stronie zewnętrznej oraz 1,47 m po stronie wewnętrznej estakady.

Fot. 11. Winda na stacji Dworzec Główny



Fot. 10. Klatka schodowa stacji Dworzec Główny od strony wschodniej

Całkowita wysokość ustroju nośnego wynosi 1,15 m, co nadaje przęsłom obiektu smukłość l/h = 17,8.

Nad podporami estakady oraz w środku każdego z przęseł zostały wykształcone poprzecznice o przekrojach prostokątnych, które usztywniają konstrukcję nośną, zapewniają współdziałanie obu dźwigarów w warunkach jednostronnych przeciążeń, a jednocześnie umożliwiają bezpieczne zamocowanie słupów sieci trakcyjnej, usytuowanych w pasie pomostu między torami.

W ostatnich latach nastąpiły duże przeobrażenia urbanistyczne w rejonie pętli tramwajowej w Kurdwanowie. Powstała tam nowoczesna zabudowa mieszkaniowa, w otoczenie której dobrze wpisała się estakada, stanowiąc interesujący wyróżnik tamtych okolic Krakowa.

Główne inwestycje towarzyszące

Trwająca ponad 30 lat budowa KST postępowała równolegle z zakrojonymi na dużą skalę inwestycjami realizowanymi w obszarze Krakowskiego Centrum Komunikacyjnego (KCK). Nowa szybka trasa Wita Stwosza z kilkusetmetrową estakadą, rekonstrukcja układu drogowego po obu stronach dworca kolejowego, w tym zabytkowa ulica Lubicz, nowy Regionalny Dworzec Autobusowy, nowy odcinek ulicy Pawiej z Galerią Krakowską, całkowicie przebudowane ronda Mogilskie i Grzegórzeckie oraz aleja Powstania Warszawskiego to ważniejsze inwestycje komunikacyjne, które radykalnie zmieniły oblicze dużego obszaru Krakowa pomiędzy aleją 29 Listopada a rondem Grzegórzeckim. Wznoszon e tu nowe obiekty stopniowo przekształcają ten rejon Krakowa w nowoczesne centrum, które w przyszłości, być może, będzie określane mianem Nowego Miasta.

Podsumowanie dokonań, prognozy rozwojowe i zamierzenia inwestycyjne na najbliższe lata.

Rok 2008 r. był dla komunikacji miejskiej w Krakowie rokiem wyjątkowym. Dobiegła końca realizacja kolejnego etapu strategicznego przedsięwzięcia Gminy Miejskiej Kraków, jakim jest budowa Krakowskiego Szybkiego Tramwaju (KST). Krakowski Szybki Tramwaj jest inwestycją potwierdzającą przestrzeganie przez Gminę podstawowej zasady opracowanej i przyjętej polityki transportowej miasta, polegającej na przyznaniu priorytetu dla komunikacji zbiorowej.

- Szanujmy i doceniajmy własne dokonania

Inwestycja powstawała długo z racji zmieniających się uwarunkowań gospodarczo-politycznych. Była kosztowna w wymiarze naszych lokalnych możliwości. Jest jednak powodem do dumy. Przy jej okazji zrealizowano szereg inwestycji towarzyszących, które zmieniły wizerunek dużej części naszego miasta. Wszystkim, którzy uczestniczyli w tym przedsięwzięciu, niekiedy zostawiając tu cząstkę życia i aktywności zawodowej, należą się sło-

Fot. Karol Ryś

Fot. 12. Estakada tramwajowa na pętli Kurdwanów – widok ogólny

Fot. Karol Ryś

Fot. 13. Estakada tramwajowa na pętli Kurdwanów – fragment konstrukcji

wa podziękowania i wyrazy szacunku. W tym kontekście dziwi sceptyczna postawa niektórych tytułów krakowskich gazet, które z okazji otwarcia pierwszej linii KST, zamiast zadowolenia z pomyślnego ukończenia trudnej i kosztownej inwestycji, eksponowały poboczne problemy.

- Szybki tramwaj podstawowym elementem komunikacji zbiorowej Krakowa na najbliższe lata

Rozwinięta sieć szybkiego tramwaju w powiązaniu z innymi środkami komunikacji zbiorowej może stanowić efektywne rozwiązanie na najbliższe lata, pod warunkiem zapewniania nowym i istniejącym liniom dużej bezkolizyjności, osiąganej przede wszystkim dzięki nowym obiektom inżynierskim na skrzyżowaniach (tunele płytkie, wiadukty, estakady, podziemne przejścia dla pieszych i kładki). W kierunku rozbudowy i tworzenia sieci KST zmierzają podejmowane działania i kreślone prognozy. Szybki tramwaj w kierunku osiedla Golikówka (rozpoczęcie inwestycji być może w tym roku) oznacza rozwój sieci KST w kierunku wschodnim Podgórza. Ten obszar jest bardzo zaniedbany pod względem komunikacyjnym, a jego połączenie z centrum miasta stało się w chwili obecnej szczególnie uciążliwe. Planowana linia KST do Wzgórz Krzesławickich będzie stanowiła nową jakość w komunikacji zbiorowej pomiędzy centrum Krakowa a Nową Hutą. Pilnie na nowe połączenia oczekują Kampus Uniwersytetu Jagiellońskiego łącznie z nowymi zespołami mieszkaniowymi w jego otoczeniu (kierunek południowo-zachodni) oraz osiedle Mistrzejowice (kierunek północny).

- Ewolucyjne tworzenie metra z wykorzystaniem linii KST

Perspektywicznie należy jednak przewidywać w Krakowie budowę metra, dla którego na razie nie widać konkurencyjnych rozwiązań alternatywnych. Zamiast bieżącego przerażenia ogromem kosztów może należałoby, wzorem niektórych miast w Europie i świecie, przyjąć drogę ewolucyjną i tak budować niektóre linie szybkiego tramwaju, by później sukcesywnie przekształcać je w linie metra (tunele w obrębie węzłów komunikacyjnych). Działania takie powinny być jednak poprzedzone nakreśleniem i przyjęciem przyszłościowego przebiegu podstawowych linii sieci metra. Plan taki pozwoliłby racjonalniej prowadzić bieżącą zabudowę i zagospodarowywanie terenów miejskich z myślą o docelowych rozwiązaniach.

- Szybka Komunikacja Autobusowa – nowa jakość w systemie komunikacji zbiorowej

Warto również kierować uwagę na rozwiązania wdrażane w innych, zatłoczonych miastach świata. Szybka Komunikacja Autobusowa (ang. Bus Rapid Transit – BRT) to alternatywa lub dobre uzupełnienie dla szybkiego tramwaju. Od kilku lat wzorcowym przykładem wdrażania takiego systemu komunikacji zbiorowej jest Bogota, stolica Kolumbii, która z powodzeniem uruchomiła system TransMilenio. Jest to zamknięta sieć ściśle połączonych ze sobą linii. Niektórzy porównują go do „naziemnego metra". Podstawowym środkiem transportu w systemie są specjalnie zaprojektowane, duże, ekologiczne autobusy. Pasażerowie wsiadają do nich ze specjalnie urządzonych peronów – przystanków, roz-

mieszczonych na trasie przejazdu, w odległościach mniej więcej co 500 m. Do korzystania z systemu uprawnia bilet, mający postać karty magnetycznej, z kredytem pozwalającym na określoną liczbę wejść na peron, tj. do systemu. Dopóki się go nie opuści, możliwa jest dowolna liczba przesiadek. Pasażerowie mogą korzystać również z tzw. „linii uzupełniających", czyli regularnie kursujących autobusów, rozwożących pasażerów ze stacji węzłowych do dzielnic mieszkalnych. Wysoką bezkolizyjność systemu osiągnięto przez skierowanie autobusów na głównych liniach na wydzielone z jezdni pasy ruchu, odseparowane od potoku prywatnych samochodów wysokim krawężnikiem. Dzięki temu maksymalnie skrócono czas podróży i zwiększono jej komfort.

Fot. 14. Rondo Grzegórzeckie

- Podejmujmy nowe ambitne wyzwania w obszarze podziemnego budownictwa komunikacyjnego

Realizacja pierwszej linii Krakowskiego Szybkiego Tramwaju oraz inwestycji towarzyszących dostarczyła ogromnej masy doświadczeń oraz była okazją do wdrożenia wielu nowoczesnych technologii, u nas wcześniej nie spotykanych. Należy wyrazić nadzieję, że ten kapitał będzie procentował dalszym rozwojem nowoczesnych rozwiązań komunikacyjnych, które w stopniu znacznie większym niż do tej pory powinny być związane z budownictwem podziemnym, stanowiącym obecnie na świecie jedną z najbardziej prężnie rozwijających się dziedzin inżynierii lądowej. Kraków oczekuje na nowe tunele drogowe (m.in. tunel pod wzgórzem błogosławionej Bronisławy w ciągu III obwodnicy) oraz tunele tramwajowe, gwarantujące pełną bezkolizyjność. ■

Fot. 15. Rondo Mogilskie

Szybki tramwaj (ST)

Rodzaj transportu szynowego w miastach, stanowiący ogniwo pośrednie pomiędzy klasycznym tramwajem, a metrem. Podstawową cechą charakterystyczną ST jest znacznie podwyższona w porównaniu z tramwajem zwykłym średnia prędkość eksploatacyjna. Jest ona rozumiana jako średnia prędkość podróżna pomiędzy terminalami danej linii, tzn. stosunek przebytej drogi między terminalami do łącznego czasu jazdy na tym odcinku. Średnia prędkość eksploatacyjna zależy od wielu parametrów, w tym również od maksymalnej prędkości konstrukcyjnej stosowanego taboru tramwajowego. W potocznym pojmowaniu szybkiego tramwaju ten właśnie parametr niesłusznie traktowany jest jako główny wyróżnik tego rodzaju transportu szynowego. Wymieńmy, że prędkość eksploatacyjna zależy również od odległości między przystankami (stacjami) i ich liczby na danej linii, od pozostałych zdolności trakcyjnych taboru (przyspieszenie i droga hamowania), poziomu bezkolizyjności linii, geometrii szlaku (łuki, spadki), rodzaju zainstalowanych urządzeń sterowania ruchem, czasu postoju na przystankach pośrednich i innych. W przypadku pierwszej linii Krakowskiego Szybkiego Tramwaju średnia prędkość eksploatacyjna sytuuje się w przedziale 20–30 km/h. Założenia projektowe dla linii w Szczecinie przewidują zakres 25–35 km/h. Dla porównania średnie prędkości eksploatacyjne metra zawierają się w granicach 35–70 km/h (Metro Warszawskie 36,5 km/h).

Jak widać ST łączy w sobie cechy klasycznego tramwaju i metra. Linia szybkiego tramwaju powinna być w znacznym stopniu niezależna od pozostałych ciągów komunikacyjnych. Osiągane jest to poprzez stosowanie wydzielonych torowisk, wiaduktów, estakad, nasypów, wykopów, podziemnych przejść dla pieszych i kładek. Tam gdzie dopuszcza się skrzyżowania jednopoziomowe z układem sygnalizacji świetlnej system powinien udzielać bezwzględnego pierwszeństwa pojazdowi szynowemu. Rozwinięciem takiego systemu na większą liczbę węzłów jest tzw. obszarowy system sterowania ruchem, który obecnie wdrażany jest w Krakowie dla obsługi pierwszej linii KST.

W Polsce pierwsze linie szybkiego tramwaju uruchomiono w Poznaniu (Poznański Szybki Tramwaj) oraz w Krakowie (Krakowski Szybki Tramwaj). Ten rodzaj transportu szynowego realizowany jest także (zróżnicowane stadia zaawansowania inwestycji) w Łodzi, Warszawie i Szczecinie.

Pewną odmianę miejskiego transportu szynowego stanowi premetro. Jego parametry i sposób rozwiązania nawiązują w znacznym stopniu do podziemnej kolei miejskiej (metropolitalnej), czyli metra.

Premetro

Rodzaj szybkiego tramwaju, którego linie poprowadzone są po bezkolizyjnych trasach (lub bezkolizyjnych odcinkach tras), z dużym nasyceniem odcinkami tunelowymi (w miejscach kolizyjnych lub silnie zurbanizowanych), zbudowanymi dla przewidywanych potrzeb przyszłej sieci metra. Inżynierskie obiekty komunikacyjne (tunele, wiadukty, estakady) mają skrajnie budowli dostosowane zarówno do skrajni metra jak i tramwaju. W wielu miastach premetro stanowi rozwiązanie pośrednie, które docelowo może zostać przekształcone w klasyczne metro. Należy również zauważyć, że niekiedy premetro pozostawiane jest jako rozwiązanie zamknięte (docelowe), gdyż koszty konwersji na metro są znaczne.

W Europie premetra powstawały w miastach Belgii i Holandii, a także w Niemczech (Stuttgart, Zagłębie Ruhry). W Polsce pewne cechy premetra posiadają Poznański Szybki Tramwaj (PST), Krakowski Szybki Tramwaj (KST) oraz Łódzki Tramwaj Regionalny (ŁTR).

Obecnie premetro traktowane jest coraz częściej, obok tramwaju, szybkiego tramwaju, metra i kolei jako oddzielny rodzaj transportu szynowego w miastach, który w pewnych lokalnych uwarunkowaniach stanowi racjonalny wybór dla rozwiązywania problemów komunikacyjnych.