

Najważniejszy projekt z zakresu transportu miejskiego w Krakowie

# Krakowski Szybki Tramwaj

Anna Biedrzycka



Wykonywanie pali na obiekcie W1, KST Kraków, fot. J. Bochajczuk, archiwum PeBeKa SA

Krakowskie Centrum Komunikacyjne to obszar o ogromnym znaczeniu dla Krakowa. Tu stykają się główne linie komunikacji miejskiej, łączące peryferyjne dzielnice Krakowa z jego centrum. Tu znajduje się główny dworzec kolejowy oraz Regionalny Dworzec Autobusowy. Bez przebudowy tego niewrażliwego punktu trudno wyobrazić sobie rozwój Krakowa jako nowoczesnego miasta europejskiego.

Położone kilkaset metrów od zabytkowego centrum, KCK od lat jest miejscem intensywnych działań inwestycyjnych. Ich celem jest uporządkowanie i uspokojenie ruchu w centrum Krakowa przy założeniu priorytetu dla komunikacji zbiorowej. W ramach tych działań w 2005 r. przebudowaliśmy układ komunikacyjny po wschodniej stronie dworca kolejowego. Inwestycja ta prowadzona była równolegle z budową w tym rejonie Regionalnego Dworca Autobusowego, którego miasto jest zresztą udziałowcem. Równocześnie rozpoczęliśmy przebudowę układu drogowego i porządkowanie ruchu po zachodniej stronie dworca. Już obecnie krakowianie mogą jeździć po wyremontowanych oraz nowych odcinkach ulic i korzystać z nowej linii tramwajowej wzdłuż ul. Pawiej. Jednak najtrudniejszym elementem realizacji Krakowskiego Centrum Komunikacyjnego jest budowa tuneli: drogowego i tramwajowego pod Dworcem Głównym. Połączą one dwa – przedzielone obecnie linią kolejową – obszary Krakowa. Już wiosną tego roku kierowcy będą mogli korzystać z tunelu drogowego. Dzięki temu trwający obecnie nawet kilkadziesiąt minut przejazd między wschodnią i zachodnią częścią tego obszaru zostanie skrócony do kilku minut. Trwają także intensywne prace nad dokończeniem budowy tunelu tramwajowego pod Dworcem Głównym. Pojedzie w nim Krakowski Szybki Tramwaj – największa obecnie inwestycja komunikacyjna w Krakowie.

prof. Jacek Majchrowski  
prezydent Krakowa

Budimex Dromex SA realizuje najważniejszą obecnie inwestycję komunikacyjną w Krakowie – budowę ostatniego odcinka trasy szybkiego tramwaju. Cała linia o długości 11,8 km połączy południowe osiedla z centrum Krakowa i osiedlem Górka Narodowa w północno-zachodniej części miasta. Budowa jest realizowana etapami od 1999 r. w ramach projektu *Krakowski Transport Miejski – Infrastruktura Szybkiego Tramwaju*.

Inwestycja nazywana skrótowo Krakowskim Szybkim Tramwajem (KST) obejmuje wykonanie nowej i częściową przebudowę istniejącej linii tramwajowej pomiędzy os. Kurdwanów a pętlą tramwajową przy ul. Kamiennej w Krakowie. Zamawiającym jest Gmina Miejska Kraków, funkcję inwestora sprawuje Agencja Rozwoju Miasta SA w Krakowie (ARM) – istniejąca od 1995 r. spółka Gminy Kraków, wspierająca jednostki miejskie i podmioty komercyjne w realizacji miejskich przedsięwzięć inwestycyjnych, z których większość to inwestycje komunikacyjne. Głównym projektantem została Agencja Architektoniczna Centrum Sp. z o.o.

Pierwszy odcinek Kurdwanów – Rondo Grzegórzeckie został zrealizowany kosztem ok. 50 mln zł w latach 1999–2000. Wykonano nową pętlę na estakadzie przy ul. Halszki, wybudowano od podstaw torowiska wzdłuż ul. Witosy i ul. Nowosądeckiej, włączono ten odcinek do istniejącego układu linii tramwajowej przy ul. Wielickiej oraz wykonano 300-metrowy fragment ul. Nowosądeckiej wraz z przebudową skrzyżowania Wielicka – Nowosądecka – Kamińskiego. Następnie gruntownie zmodernizowano linię tramwajową od ul. Wielickiej do Ronda Grzegórzeckiego.

Na projekt i realizację pozostałej części trasy tramwaju, od Ronda Grzegórzeckiego do Ronda Mogińskiego, biegnąca wzdłuż al. Powstania Warszawskiego oraz od wylotu z tunelu tramwajowego w okolicy ul. 29-listopada do pętli tramwajowej przy ul. Kamiennej, ARM SA ogłosiła przetarg publiczny. Wygrała go w 2003 r. turecka firma Güriş Insaat ve Mühendislik AŞ i w konsekwencji podpisała umowę z miastem. Güriş zaproponował najniższą cenę – 31,5 mln euro. Już wtedy pozostali oferenci oceniali, że jest ona zaniżona. Budowa rozpoczęła się z pośliz-



giem, a następnie, już w trakcie realizacji, była przerywana. Wykonawca nie mógł znaleźć dostatecznie tanich podwykonawców i dostawców. Umowa została wypowiedziana w marcu 2005 r.

Na wyłonienie nowego wykonawcy inwestycji wyraził zgodę EBOR, który jest największym kredytodawcą przedsięwzięcia. Ponadto jest ono finansowane przez Gminę Kraków i Europejski Bank Inwestycyjny (EBI). 3 lipca 2006 roku konsorcjum Budimeksu Dromeksu SA (spółka w 100% zależna od Budimeksu SA) oraz PeBeKa SA podpisało z ARM SA kontrakt na realizację kolejnego etapu budowy Krakowskiego Szybkiego Tramwaju. Wartość kontraktu opiewa na ponad 212 mln zł netto. Rozpoczęcie robót nastąpiło 2 sierpnia 2006 r., a termin zakończenia budowy wyznaczono na 31 maja 2008 r. Wykonywane prace są objęte 60-miesięczną gwarancją.

#### Sześć odcinków

Przedsięwzięcie Krakowski Szybki Tramwaj: pętla przy ul. Kamiennej – Rondo Grzegorzeckie zostało podzielone na części odpowiadające odcinkom tramwaju przebiegającym w różnych warunkach terenowych i własnościowych:

□ odcinek 1 – tramwaj naziemny od pętli przy ul. Kamiennej do początku murów oporowych przy zjeździe szybkiego tramwaju do tunelu w rejonie wiaduktu ul. 29-listopada. Obejmuje końcowy przystanek naziemny szybkiego i tradycyjnego tramwaju przy ul. Kamiennej oraz naziemny odcinek trasy. W całości nowo projektowany;

□ odcinek 2 – część tunelowa tramwaju po zachodniej stronie stacji PKP Kraków Główny. Obejmuje przystanek „Politechnika” i dwa odcinki tunelowe z obu stron przystanku. W całości nowo projektowany;

□ odcinek 3a – część trasy tramwaju na obszarze kolejowym. Obejmuje przystanek „Dworzec” i fragmenty tuneli po obu stronach przystanku. Konstrukcja nośna przystanku i tuneli została zrealizowana w latach ubiegłych w ok. 90%;

□ odcinek 3b – część trasy tunelu po wschodniej stronie stacji PKP Kraków Główny istniejącym tunelu pod ul. Lubomirskich. Konstrukcja w całości zrealizowana w latach 90. XX. w., wymaga dodatkowych elementów wynikających z dostosowania do obowiązujących przepisów budowlanych;

□ odcinek 4 – obejmujący przebudowę Ronda Mogińskiego wraz z przylegającym terenem na dwupoziomowe. Obejmuje przesiadkowy węzeł tramwajowy na poziomie dolnym, przebudowę układu drogowego na poziomie górnym, jak również przebudowę sieci uzbrojenia w rejonie ronda. Na terenie odcinka kończy się część tunelowa trasy, znajdują się przystanki naziemne tramwaju, rampa wyprowadzająca linię szybkiego tramwaju na poziom al. Powstania Warszawskiego oraz rampy wyprowadzające linię tramwaju tradycyjnego na poziom ul. Lubicz i ul. Mogińskiej. Szerokości ramp dostosowano do wymagań



Dzięki budowie Krakowskiego Szybkiego Tramwaju i przystanku podziemnego „Dworzec Główny”, zlokalizowanego pod układem torowym PKP, ten punkt miasta stanie się największym centrum komunikacyjnym w Małopolsce, gdyż zbiegać się w nim będą wszystkie rodzaje komunikacji zbiorowej: tramwajowa (tramwaj szybki i tradycyjny), kolejowa (pociągi dalekobieżne i lokalne), autobusowa (linie miejskie, regionalne i międzynarodowe), a także poprzez połączenie z portem lotniczym w Balicach – samolotowa. Tak zaplanowany fragment aglomeracji krakowskiej spełniał będzie klasyczne zasady stosowane w urbanizacji miast, albowiem poprzez koncentrację na swym obszarze obiektów o wielu funkcjach (w szczególności transportu i handlu)

pozwoli na szybkie zaspokajanie codziennych potrzeb mieszkańców oraz osób przyjezdnych.

Podstawową ideą budowy szybkiego tramwaju jest jego bezkolizyjność, która będzie uzyskana poprzez budowę wielopoziomowych skrzyżowań (dwupoziomowe Rondo Mogińskie, tunel pod Dworcem Głównym i Galerią Krakowską, dwa przystanki podziemne) oraz przez wprowadzenie Obszarowego Sterowania Ruchem, polegającego na ustanowieniu priorytetu (pierwszeństwa przejazdu) dla komunikacji zbiorowej.

Dużą rolę w toczącym się procesie inwestycyjnym zajmują sprawy związane z bezpieczeństwem. W szczególności dotyczy to realizacji tunelu tramwajowego, który będzie wyposażony m.in. w system wentylacji i oddymiania, wyjścia ewakuacyjne, system informacji pasażerów oraz monitorowania. Ze szczególną uwagą rozwiązywane są zagadnienia dostępu do obiektów osób niepełnosprawnych. Zaplanowano wykonanie schodów ruchomych, wind oraz pochylni.

Prowadzenie tak dużej budowy jest nie lada wyzwaniem, biorąc pod uwagę złożoność zagadnień organizacyjnych i technicznych występujących w trakcie realizacji. Roboty budowlane wykonywane są w terenie najbardziej wyposażonym w uzbrojenie i infrastrukturę podziemną, czego skutkiem była konieczność zastosowania technologii ścian szczelinowych oraz posadowienia obiektów na palach. Poważne problemy należało rozwiązać z uwagi na bezpośrednie sąsiedztwo zabytkowych fortów (ochrona konserwatorska), Ogrodu Botanicznego (zagadnienie nawadniania) oraz Opery Krakowskiej (zabezpieczenie przed drganiami i hałasem).

Janusz Jakubowski, prezes zarządu Agencji Rozwoju Miasta SA

obowiązujących dla wspólnych pasów ruchu przewidzianych dla komunikacji zbiorowej (tramwaj + autobus);

□ odcinek 5 – część trasy naziemnej od końca murów oporowych zlokalizowanych przy Rondzie Mogińskim, wzdłuż al. Powstania Warszawskiego do pierwszego rozjazdu tramwajowego na Rondzie Grzegorzeczkim – po istniejącej trasie.

□ odcinek 6 – obejmujący przebudowę Ronda Grzegorzecckiego zarówno w zakresie układu drogowego (wraz z ciągami dla pieszych oraz ścieżek rowerowych), jak i tramwajowego, a także infrastruktury podziemnej. Nowy kształt układu komunikacyjnego na Rondzie Grzegorzeczkim zostanie dostosowany do wprowadzenia tramwaju na Most Kotlarski.

## Rondo Mogiłskie

Najbardziej złożonym technicznie elementem KST jest przebudowa Ronda Mogiłskiego, które stanie się nowoczesnym dwukondygnacyjnym obiektem drogowo-mostowym. W jego ramach powstaną dwa wiadukty, tunel tramwajowy oraz pięć przejść dla pieszych. Fundamenty wszystkich obiektów inżynierskich będą budowane w technologii ścian szczelinowych oraz pali wielkośrednicowych.

WIADUKT W-1 zaprojektowano jako konstrukcję wieloprzęsłową, skomplikowaną geometrycznie, dostosowaną kształtem do przebiegu łączących się w obrębie ronda ulic: Lubicz i Powstania Warszawskiego. Zostanie wykonany w technologii żelbetowej monolitycznej (częściowo sprężonej). Obiekt złożony jest z dwóch części oddzielonych dylatacją. Jedna część obejmuje wylot ul. Lubicz i odcinek ronda do wschodniej jezdni al. Powstania Warszawskiego, natomiast druga – fragment wschodniej nitki tej alei. Konstrukcyjnie składa się z dwóch oddzielnych części (pomostów): A – obejmującej obszar w obrębie tarczy nowo projektowanego ronda i B – obejmującej włączenie jezdni al. Powstania Warszawskiego w jezdnię ronda. Część A ma szerokość zmienną od 7,0 do 17,97 m, część B – szerokość stałą wynoszącą 15,70 m. Konstrukcje pomostów stykają się na filarze w osi E. Ustrój niosący części B zostanie wykonany w postaci płyty o nieregularnym kształcie, dostosowanym do kształtu jezdni przyjętego w rozwiązaniu drogowym.

Głównymi elementami konstrukcji nośnej części obiektu, zlokalizowanej bezpośrednio przy rondzie (po linii jego obwodu), będą dwie pięcioprzęsłowe zakrzywione belki ciągłe, usytuowane po zewnętrznych stronach obiektu. W przekroju poprzecznym belki mają kształt zbliżony do prostokąta o szerokości podstawy 1,20 m i wysokości w osi 2,28 m (belka B1) i 2,33 m (belka B2). Od strony jezdni kształt belki odpowiada obrysowi betonowej bariery sztywnej. Na zewnątrz belek będą skonstruowane gzymsy o szerokości 25 cm. Belki wykonuje się jako żelbetowe, jedynie nad filarem S1 i w „prześle” F – S1 belkę B1 zostaną dopreżone dwoma kablami 19L15,5. Rozpiętości



Roboty przygotowawcze pod wykonanie stropu tunelu, KST Kraków, fot. J. Bochajczuk, archiwum PeBeKa SA

## PeBeKa SA w ramach zadania KST

Przedmiotem prac Przedsiębiorstwa Budowy Kopalń PeBeKa SA jest konstrukcja tunelu o długości 143,26 m dla szybkiego tramwaju na odcinku pod ul. Lubomirskiego od istniejącego już tunelu do jego wylotu na Rondzie Mogiłskim. Tunel ten został zaprojektowany w postaci jednokomorowej skrzyni żelbetowej o sztywnych węzłach na styku ściany zewnętrznej z płytą stropową. W ramach tego zadania spółka wykonała pale pod przejście dla pieszych, które zlokalizowane jest w ciągu północnej jezdni nowo projektowanej tarczy Ronda Mogiłskiego. Ponadto firma wykonała pale o średnicach 1,20 m i 1,50 m pod wiadukt zlokalizowany w ciągu nowo projektowanych jezdni tarczy ronda i al. Powstania Warszawskiego. Pod obiektem przeprowadzone będą torowiska tramwajowe oraz ciągi komunikacyjne dla pieszych i rowerzystów. W zakresie powyższego zadania do wykonania zostanie jeszcze łącznik tunelowy od strony ul. Rakowickiej.

belek dostosowano do możliwości terenowych wynikających z konieczności zapewnienia skrajni poziomej i pionowej dla ruchu tramwajowego oraz zagospodarowania terenu ronda: usytuowania przystanków tramwajowych, przejść dla pieszych, pochylni dla niepełnosprawnych, schodów terenowych oraz ścieżek rowerowych.

Belki od strony wewnętrznej ronda przyjmą następujące rozpiętości: 14,5 m + 19,2 m + 20,7 m + 19,2 m + 17,7 m. Pomiędzy belkami (40 cm powyżej ich spodu) rozpięta zostanie żelbetowa płyta o grubości 0,80 m, połączona monolitycznie z belkami, realizując schemat „jazdy pośredniej”. Z uwagi na ograniczenia wysokościowe postanowiono wewnętrzne powierzchnie belek nośnych powyżej nawierzchni wykształcić w formie barier ochronnych, a tym samym uzyskać większą wysokość konstrukcyjną dla tej części obiektu.

Podpory pośrednie tego fragmentu części konstrukcji zostaną wykonane w formie słup-pali  $\varnothing 150$  usytuowanych pod belkami nośnymi, natomiast podpory skrajne stanowiąc będą ściany szczelinowe o grubości 1,0 m. W miejscu usytuowania łożyska stałego, zlokalizowanego przy torze tramwajowym relacji al. Powstania Warszawskiego – ul. Mogiłska przewidziano wykonanie podpory słupowej w formie nie odbiegającej swym zewnętrznym wyglądem powyżej terenu od pozostałych podpór. Zaprojektowano jednak wykonanie fundamentu w kształcie ławy z jej posadowieniem na dwóch rzędach pali dużych średnic.

Część obiektu zlokalizowana na dojeździe od strony al. Powstania Warszawskiego będzie zrealizowana jako obiekt czteroprzęsłowy z konstrukcją nośną w postaci żelbetowej monolitycznej płyty o grubości 0,80 m. Rozpiętości poszczególnych prześłów wyniosą: 12,1 m + 13,0 m + 11,85 m + 11,85 m. Przyczółek wiaduktu wykonany zostanie jako ściana szczelinowa o grubości 1,0 m, natomiast pozostałe podpory jako konstrukcje trój-słupowe posadowione na palach wierconych dużych średnic ( $\varnothing 150$ ). Pod poziomem terenu pale zostaną wprowadzone w ławy fundamentowe. Obiekt będzie wyposażony w płyty amortyzacyjne, betonowe bariery energochłonne z poręczami stalowymi, szczelne dylatacje oraz łożyska stałe i przesuwne (elastomerowe i garnkowe).

WIADUKT W-2 zaprojektowano jako konstrukcję jednoprzęsłową, usytuowaną w skosie pod kątem  $70^\circ$  w stosunku do przebiegającej pod nią linii tramwajowej w ul. Mogiłskiej. Ustrój nośny obiektu stanowić będzie monolityczna płyta żelbetowa o rozpiętości 10,5 m (po skosie) i 9,9 m (prostopadle). Podpory obiektu tworzą ściany szczelinowe o grubości 1,0 m. Pod torowiskiem tramwajowym przewidziano wykonanie płyty żelbetowej, stanowiącej równocześnie rozparcie ścian podpór. Obiekt zostanie wyposażony w płyty amortyzacyjne, betonowe bariery energochłonne, szczelne dylatacje bitumiczne oraz łożyska elastomerowe (stałe na obu podporach – podparcie przegubowe).

Geometria PRZEJŚĆ PODZIEMNYCH jest zderminowana z rozwiązaniami komunikacyjnymi związanymi z koniecznością bezkolizyjnego poprowadzenia ruchu samochodowego, tramwajowego, rowerowego oraz pieszego w obrębie Ronda Mogiłskiego. Wszystkie przejścia dla pieszych zaprojektowano jako obiekty żelbetowe monolityczne. Posadowione będą na ścianach szczelinowych o grubościach: 0,6 m (przejścia podziemne oznaczone symbolami P-4 i P-5); 0,8 m (przejścia P-2 i P-3) oraz 1,0 m (przejście P-1). To ostatnie, przebiegające pod jezdnią Ronda Mogiłskiego w rejonie skrzyżowania z ul. Beliny-Prażmowskiego, zaprojektowano jako obiekt dwuprzęsłowy z podporą skrajną dwukrotnie załamana w planie. Pozostałe przejścia posiadać będą konstrukcję jednoprzęsłową.

Z uwagi na poziom ulic Lubicz i Powstania Warszawskiego na dojeździe do ronda (znaczne podniesienie w stosunku do poziomu przystanków tramwajowych) postanowiono przejścia P-4 i P-5 wykształcić w postaci ram zamkniętych, co pozwoli na zmniejszenie sił wewnętrznych, które wystąpią w płycie górnej konstrukcji, związanych z obciążeniem nasypem drogowym. Konstrukcję nośną przejść P-1, P-2 i P-3 stanowić będą płyty żelbetowe podparte przegubowo na podporach. Wyposa-



zenie przejść podziemnych P-1, P-2 i P-3 jest analogiczne jak dla wiaduktu W-2.

Kolejnym obiektem ujętym w projekcie budowlanym jest TUNEL TRAMWAJOWY o konstrukcji żelbetowej, składający się z 24 sekcji o łącznej długości 159,7 m wraz z odcinkiem wylotowym zlokalizowanym przy Rondzie Mogiłskim. Ta część tunelu stanowić będzie przedłużenie tunelu tramwajowego zrealizowanego (w technologii ścian palowych) w poprzednich latach pod ul. Lubomirskiego i sięgać będzie aż do ronda.

Tunel, jako kontynuacja istniejącego, będzie tunelem jednokomorowym. Zostanie wykonany w technologii ścian szczelinowych, metodą podstropową. Obecnie realizowany jest odcinek wylotowy. Konstrukcja starej części tunelu składa się z U-kształtnej półramy, zwieńczonej płytą stropową, pełniącą również rolę rozpory. Szerokość ścian wynosi w świetle 7,90 m, wysokość 5,26 m. Wykonano płytę dolną o grubości 40 cm, minimalna grubość ścian to 30 cm. Ściany w górnej części są połączone z masywnymi belkami oczepowymi, wieńczącymi palisady. W dolnej części ścian, na styku z płytą dolną, wykształcono skosy (pogrubienia) usztywniające konstrukcję i zapewniające bardziej równomierny rozkład naprężeń. W zrealizowanych oczepach zostały osadzone w odstępach co ok. 2,25 m rury stalowe, mające służyć do podawania betonu podczas betonowania górnych części ścian. Płyta stropowa o rozpiętości teoretycznej 9,30 m jest oparta na oczepach na pośrednictwie przegubów betonowych. Grubość płyty jest zmienna, z uwagi na spadki górnej powierzchni i wynosi 85–95 cm w osi tunelu. Na wspornikach przebiegających wzdłuż zewnętrznych krawędzi płyty stropowej będą oparte płyty przejściowe.

Całą konstrukcję tunelu wykonano z betonu mostowego B-40. Izolacja przeciwwodna została wykonana preparatem MAXSEAL FLEX, w formie powłoki nanoszonej na chudy beton pod płytą dolną oraz na powierzchnię palisad.



Przystanek „Politechnika”, KST Kraków, fot. J. Bochajczuk, archiwum PeBeKa SA

#### PeBeKa SA – przystanek „Politechnika”

Przedsiębiorstwo Budowy Kopalń PeBeKa SA, jako podwykonawca Budimex Dromex SA, wybudowało przystanek „Politechnika” na trasie podziemnej części linii szybkiego tramwaju w Krakowie. Przystanek składa się z trzech zasadniczych elementów: głównego korpusu, przejścia podziemnego wraz z klatką schodową od strony wschodniej oraz klatek schodowych od strony zachodniej. Główny korpus przystanku to dwuprzęsłowa skrzynia żelbetowa zaprojektowana jako konstrukcja monolityczna, bezdylatacyjna. Przejście podziemne zaprojektowane w formie zamkniętej dwuprzęsłowej monolitycznej skrzyni żelbetowej natomiast zewnętrzne klatki schodowe wykonano częściowo w formie zamkniętej jednokomorowej ramy prostokątnej, a częściowo otwartej od góry półramy żelbetowej. Budowa była realizowana w ramach budowy Krakowskiego Centrum Komunikacyjnego.

Podstawowymi elementami konstrukcji nowej (aktualnie realizowanej) części żelbetowego tunelu tramwajowego są ściany zewnętrzne (w postaci ścian szczelinowych) oraz płyty: stropowa i denna. Ściany tunelu są połączone w sposób sztywny z płytą stropową, a przegubowo z płytą denną. Przyjęto nastę-

GRUPA KAPITAŁOWA **KGHM** POLSKA MIEDŹ S.A.

## Przedsiębiorstwo Budowy Kopalń PeBeKa S.A.



**Budowa  
wielkogabarytowych  
obiektów podziemnych.**

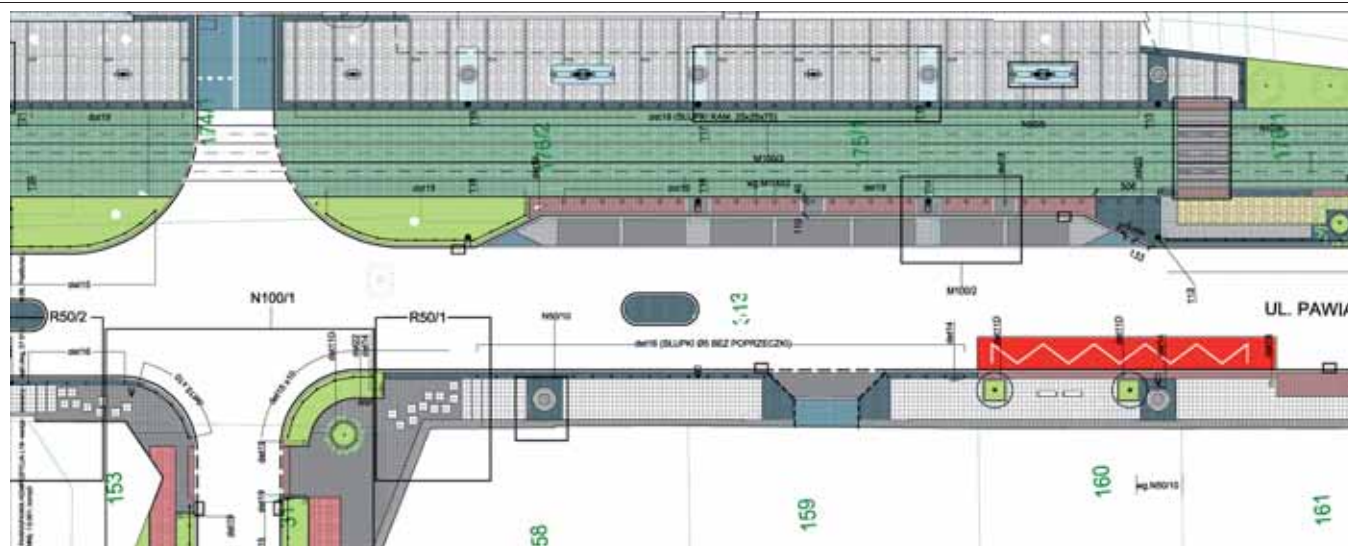
**Wykonawstwo tuneli  
komunikacyjnych  
i hydrotechnicznych.**

**Budowa kopalń.**



**59-301 Lubin, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 76,  
tel. 076/ 840 54 05, fax 076/840 54 95, e-mail: pebeka@pebeka.pl, www.pebeka.pl**





Przebudowa i rozbudowa ul. Pawiej w Krakowie, projekt 2005 – w trakcie realizacji, autorzy: Agencja Architektoniczna Centrum

pujące wymiary tunelu w jego konstrukcyjnym przekroju: szerokość w świetle obiektu – 8,4 m (bez wykończenia), wysokość – 5,30 m, grubość płyty dennej – 0,40 m, grubość płyty stropowej – 0,60 m ÷ 0,70 m, grubość ścian – 0,60 m. Z uwagi na możliwość występowania zwierciadła wody gruntowej powyżej poziomu posadowienia tunelu, przewidziano zastosowanie izolacji z mat bentonitowych VOLTEX.

Wymienione główne elementy konstrukcji zaprojektowano dla wymaganej odporności ogniowej 240 min. W związku z tym zastosowano od wewnątrz tunelu minimalne grubości otulenia zbrojenia konstrukcyjnego. Przyjęto 7 cm do osi pierwszych prętów siatek zbrojenia głównego w płycie stropowej i 6 cm do osi pierwszych prętów zbrojenia głównego w ścianach i płycie dolnej.

W celu zabezpieczenia konstrukcji przed prądami błędzycami, w obiekcie przewidziano wykonanie niezależnego układu,

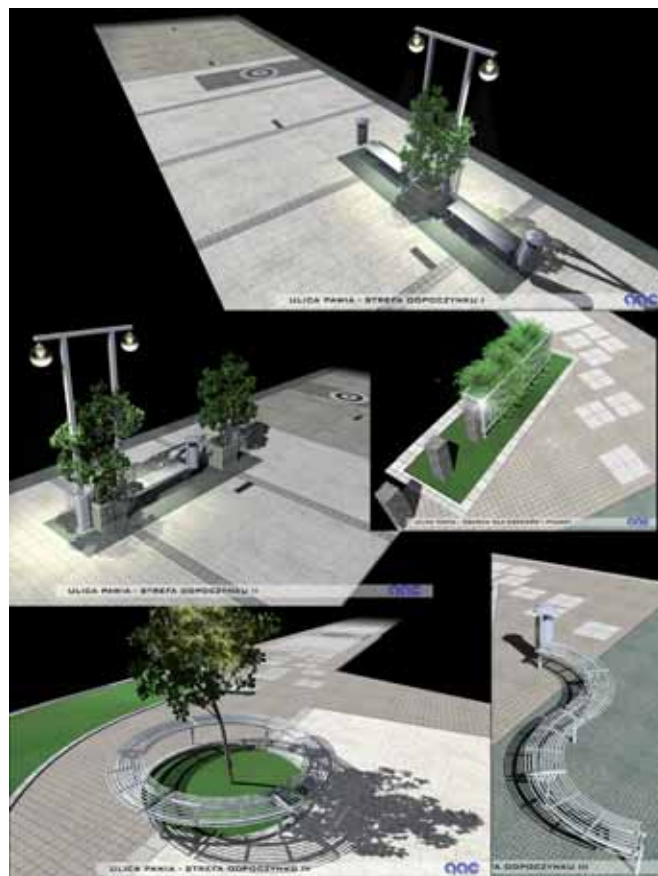
złożonego z zatopionych wewnątrz konstrukcji i połączonych elektrycznie prętów w płycie dolnej i górnej oraz ścianach, wraz z wyprowadzeniami na powierzchnię zewnętrzną elementów poprzez ocynkowane marki stalowe. Pętle systemu z prętów gładkich Ø16 mm są ułożone wewnątrz elementów przed betonowaniem i przyspawane do prętów zbrojenia.

#### Układ drogowy

Cały układ drogowy towarzyszący Krakowskiemu Szybkemu Tramwajowi zostanie przebudowany. Al. Powstania Warszawskiego poszerzy się o dodatkowe pasy ruchu, co w znacznym stopniu zwiększy jej przepustowość. Przebudowana zostanie ul. Kamienna wraz z drogą serwisową, a przede wszystkim dwa ronda: Mogiłskie i Grzegórzeckie. Całkowita powierzchnia nawierzchni drogowych objętych projektem wynosi ok. 60 tys. m<sup>2</sup>. Przebudowa samego tylko Ronda Mogiłskiego dotyczy 23 tys. m<sup>2</sup> powierzchni drogowych.

Do funkcjonowania szybkiego tramwaju zostanie przystosowane także Rondo Grzegórzeckie. Przebudowa będzie obejmować zmianę geometrii ronda wraz z jego bliskim otoczeniem. W obecnym kształcie Rondo Grzegórzeckie jest skrzyżowaniem z wyspą centralną o średnicy 58,00 m, z sygnalizacją świetlną w układzie dwufazowym. Relacje lewoskrętne mają wyczerpane możliwości akumulacji. Planowana jest przebudowa istniejącego skrzyżowania z wyspą centralną i sygnalizacją świetlną na ten sam typ skrzyżowania, ale z przebudowanymi wlotami w zakresie drogowym i torowym oraz poszerzeniu wyspy środkowej w celu uzyskania odpowiednich zatok akumulacyjnych dla lewoskrętów.

Na projektowanym wlocie al. Pokoju, wylocie al. Powstania Warszawskiego i ul. Kotlarskiej oraz obwodni wyspy centralnej zakłada się całkowite wykorytowanie fragmentów starej nawierzchni drogowej i wykonanie nowej. Dotyczy to również projektowanych torowisk tramwajowych. Jedynie wylot al. Pokoju oraz wlot i wylot ul. Grzegórzeckiej będzie wykorzystany w zakresie istniejącej nawierzchni po odpowiednim nawiązaniu wysokościowym do projektowanych elementów skrzyżowania.



Przebudowa i rozbudowa ul. Pawiej w Krakowie, projekt 2005 – w trakcie realizacji, autorzy: Agencja Architektoniczna Centrum



Przebudowa Ronda Mogiłskiego – Krakowski Szybki Tramwaj, projekt 2005, autorzy: Agencja Architektoniczna Centrum





[www.kopras.pl](http://www.kopras.pl)

Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowe  
**WYKOPY-SERWIS** Sp. z o.o.

64-510 Wronki, Szklarnia 7

tel. +48 67 254 11 96 • fax +48 67 254 11 26

e-mail: [marketing@kopras.pl](mailto:marketing@kopras.pl)

## KOPRAS VERBAUSYSTEME



### **SPECJALIZUJEMY SIĘ W PRODUKCJI:**

- PUNKTOWYCH I LINIOWYCH OBUDÓW  
DO ZABEZPIECZANIA WYKOPÓW - do głęb. 8,5 m
- OBUDÓW SKRZYNIOWYCH (BOKSÓW) - do głęb. 3,9 m
- OBUDÓW SŁUPOWYCH do głęb. 7,4 m
- SZALUNKÓW ALUMINIOWYCH
- SZALUNKÓW DO WYKOPÓW PUNKTOWYCH  
(lekkie do awarii wodociągowych)
- AGREGATÓW PRÓŻNIOWYCH DO ODWADNIANIA WYKOPÓW



### **ZAPRASZAMY NA TARGI:**

„BAUMA” Monachium 23-29 kwietnia 2007 r.

„MASZBUD” Kielce 16-18 maja 2007 r.

„WOD-KAN” Bydgoszcz 29-31 maja 2007 r.

[www.kopras.pl](http://www.kopras.pl)