



JERZY LEJK

Metro Warszawskie  
Sp. z o.o.  
info@metro.waw.pl

## Wybrane problemy i ryzyka techniczne występujące przy budowie odcinka centralnego II linii metra w Warszawie

Pierwsze prace planistyczne dotyczące rozwoju podziemnej komunikacji szynowej w Warszawie rozpoczęto w 1925 r., kiedy to ówczesny

Zarząd Tramwajów Warszawskich opracował „Plan Metropolitenu Warszawskiego”. Plan ten zakładał prowadzenie podziemnej komunikacji szynowej w dwóch głównych korytarzach: północ – południe – aktualny przebieg I linii metra oraz wschód – zachód, łączący lewobrzeżne centrum miasta z prawobrzeżną Warszawą (rys. 1).



Rys. 1. Plan rozbudowy metra z 1925 r. wraz z kolejowymi liniami podmiejskimi, z którymi miało być połączone

Prace studialne dotyczące II i III linii powstawały w latach 2000–2002. Podstawą studium były regulacje dotyczące II linii metra zawarte w „Miejscowym Planie Ogólnym Zagospodarowania Przestrzennego m.st. Warszawy” – zatwierdzonym przez Radę Warszawy w dniu 26 września 1992 r.

Prace kontynuowano w 2005 r., przeprowadzając „Analizę obsługi metrem obszaru śródmiejskiego”. W trakcie prac dokonano oceny 9 wariantów II linii oraz 5 wariantów III linii.

Ostatecznie przebieg II linii metra określony został w „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania prze-

strzennego m.st. Warszawy”, które zostało przyjęte Uchwałą Nr LXXXII/2746/2006 Rady Miasta Stołecznego Warszawy z dnia 10 października 2006 r. (z późniejszymi zmianami).

Druga linia metra leży w korytarzu zachód–wschód i rozpoczyna się stacją techniczno-postojową w Morach (zachodnia część Warszawy), przecina Bemowo i Wolę, w rejonie Ronda Daszyńskiego osiąga Centrum miasta. Na odcinku śródmiejskim tunele zaprojektowano pod ulicami Kasprzaka, Świętokrzyską, Tamka. Następnie tunele prowadzone są pod Wisłą w kierunku Portu Praskiego. Na prawym brzegu II linia sąsiaduje ze Stadionem Narodowym i zlokalizowana jest pod skrzyżowaniem ulic: Targowa, Solidarności, Wileńska i Radzywińska. Następnie trasa odchyła się w kierunku północnym, co pozwala na obsłużenie Targówka i Bródna. Przewidziano też odgańlenie II linii w kierunku na Pragę Południe i Goław. Całość inwestycji podzielono na cztery odcinki (rys. 2):

- zachodni 8 stacji; około 10,2 km
- centralny 7 stacji; 6,5 km
- wschodnio-północny 6 stacji; 7,5 km
- wschodnio-południowy 6 stacji; 7,8 km.

### Odcinek Centralny II linii metra w Warszawie – założenia

Jako pierwszy do realizacji przyjęto odcinek centralny (rys. 3), na który składa się:

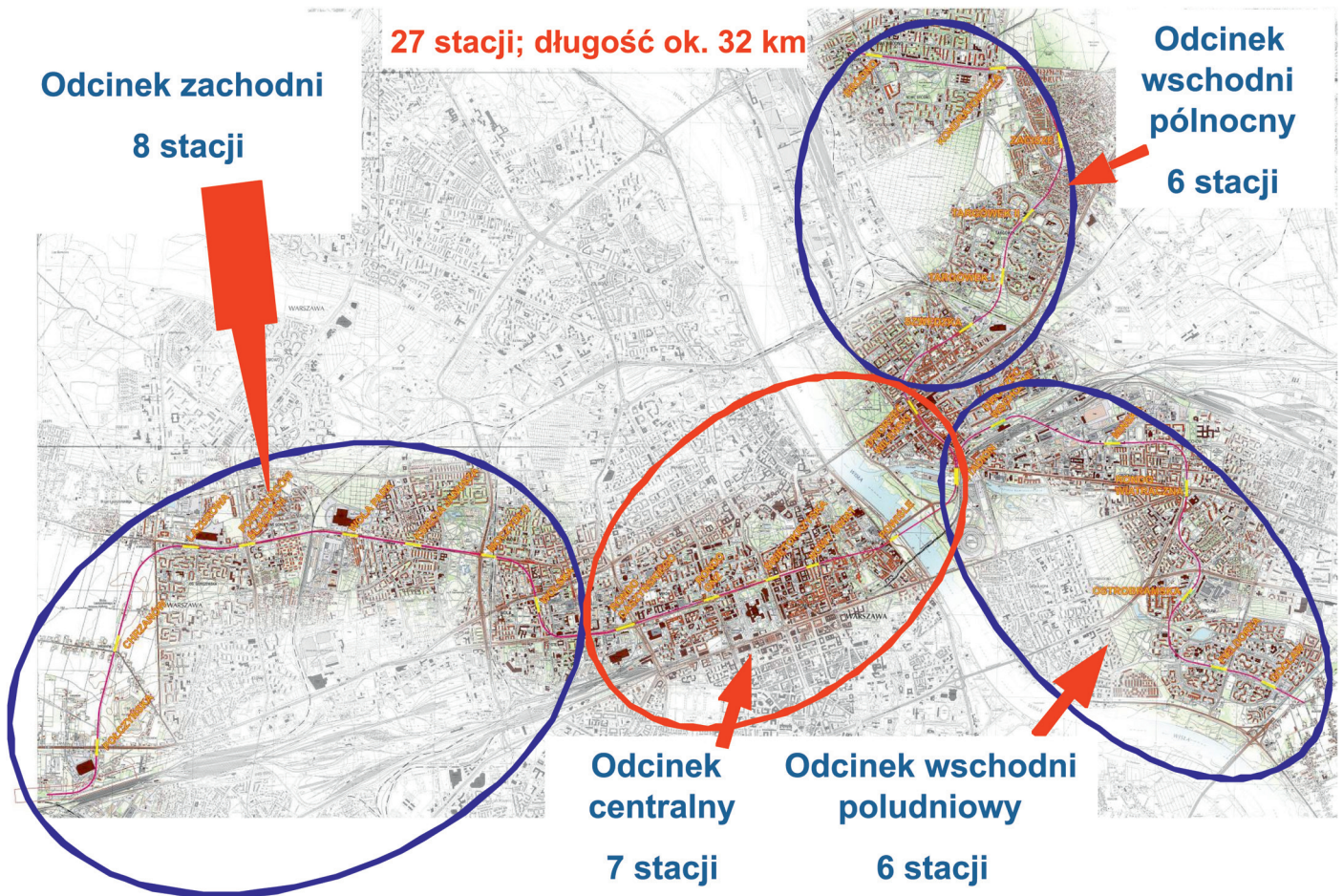
- 7 stacji, w tym dwie stanowiące element sieci metra: C11 Stacja Świętokrzyska umożliwiającą połączenie pasażerskie pomiędzy II i I linią oraz stacja C14 Stadion Narodowy umożliwiającą przyszłe połączenie z odcinkiem południowo-wschodnim,
- jednotorowy tunel łącznikowy pomiędzy I i II linią,
- przebudowa układu torowego w obszarze połączenia obu linii metra,
- dwie komory do zawracania pociągów zlokalizowane na stacjach końcowych odcinka,
- 12 616 metrów jednotorowego tunelu wraz z około 600-metrowym przejściem pod dnem Wisły.

Przyjęto następujące założenia realizacyjne:

- stacje będą budowane metodą odkrywkową,
- wszystkie stacje będą budowane równocześnie,
- tunele będą budowane tarczą zmechanizowaną,
- na linii będą dwa równoległe tunele jednotorowe w obudowie żelbetonowej, prefabrykowanej,
- perony będą usytuowane w formie wyspy centralnej.

W celu określenia ryzyk związanych z realizacją projektu – budowa centralnego odcinka drugiej linii metra – przeprowadzono w 2007 r. prace studialne i analityczne.

## II LINIA METRA

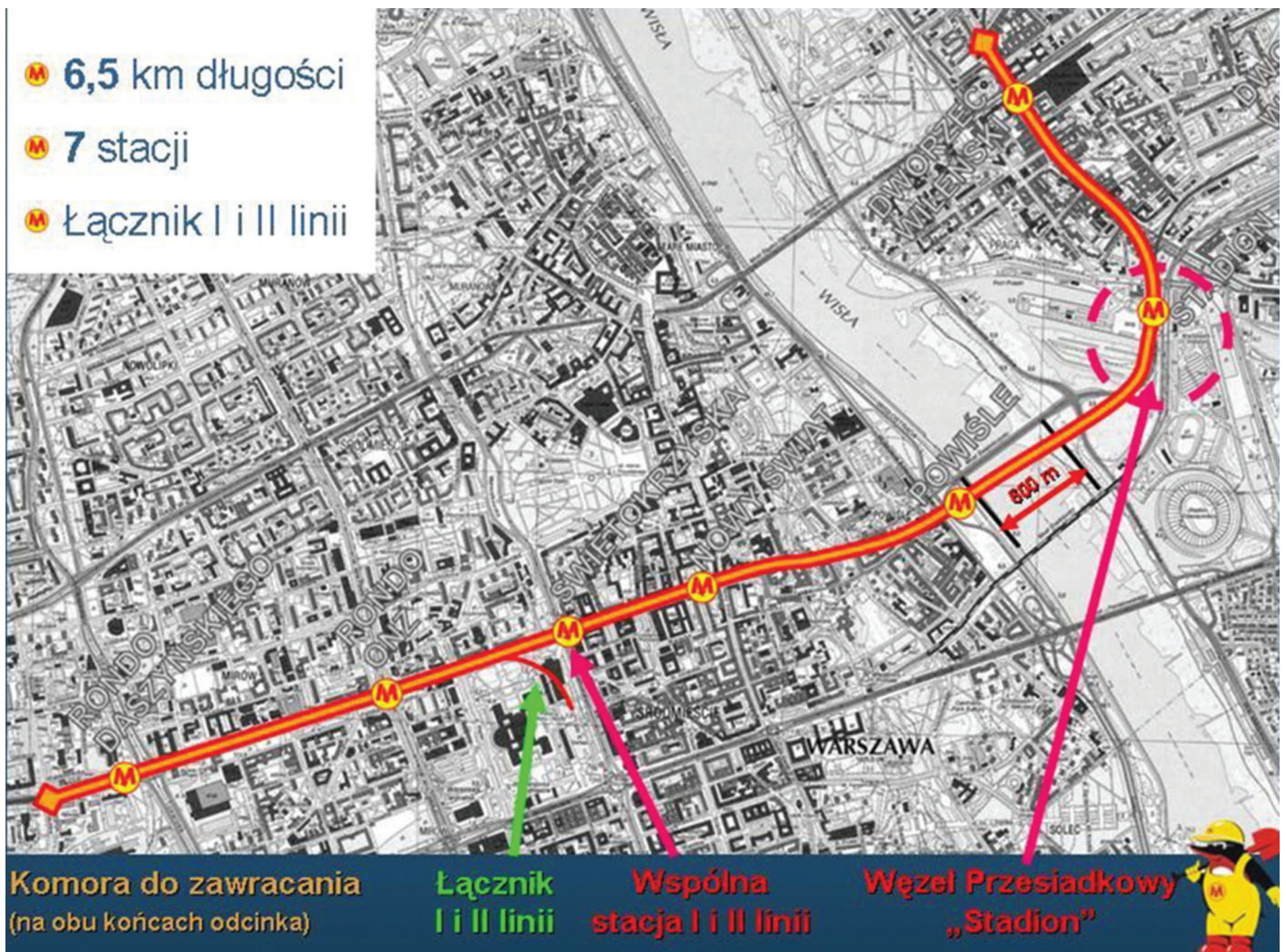


Rys. 2. Przebieg II linii metra

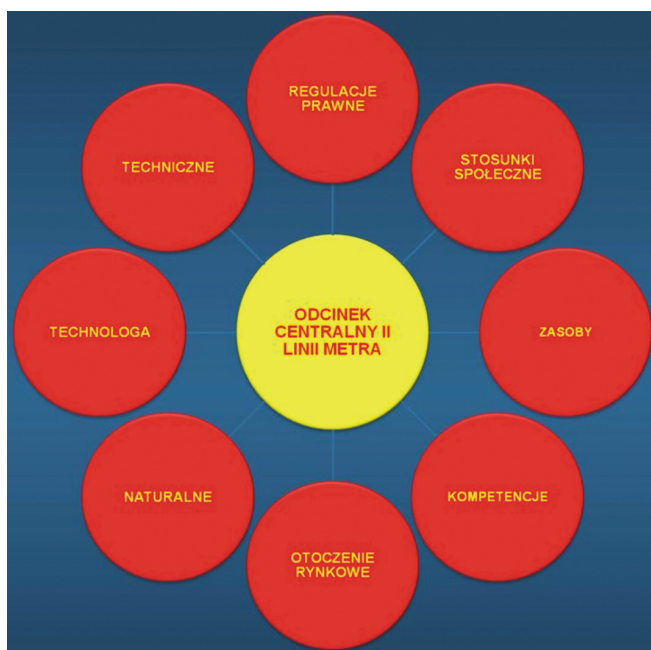
W opracowaniu doradczym „Ryzyka związane z budową odcinka centralnego drugiej linii metra” wytypowano potencjalne ryzyka mogące mieć wpływ na realizację projektu. W tym celu wykorzystano technikę „burzy mózgów”, w której udział wzięli autorzy projektu doradczego, osoby przygotowujące duże projekty oraz osoby niezwiązane z procesem inwestycyjnym.

W wyniku zastosowania ww. metody dostrzeżono 40 potencjalnych ryzyk dotyczących realizacji projektu:

- 1) regulowanie stanu własności terenów przeznaczonych pod budowę metra (przestrzenne granice wieczystego użytkowania),
- 2) dostęp do gruntów niezbędnych do budowy,
- 3) ustalenie miejsca składowania urobku,
- 4) protesty przeciwko lokalizacji elementów inwestycji,
- 5) zmiany prawa,
- 6) protesty przeciwko wyburzeniom lub zmiana przeznaczenia obiektów kolidujących z budową,
- 7) strajki i przerwy w pracy,
- 8) oczekiwania wykonawców robót przewyższą możliwości finansowe inwestora,
- 9) uzyskiwanie decyzji administracyjnych na etapowe przygotowanie inwestycji,
- 10) uzyskanie opinii i stanowisk technicznych od gestorów sieci infrastrukturalnej i zarządców dróg,
- 11) skutki finansowe i terminowe wdrożenia rozwiązań wynikających z opinii i uzgodnień z podmiotami zewnętrznymi,
- 12) postępowania przetargowe w celu wyboru autorów projektów i wykonawców robót,
- 13) znaczny wzrost kosztów realizowanego zamówienia, w wyniku ogólnego wzrostu wynagrodzenia i cen materiałów budowlanych,
- 14) charakterystyka gruntów, w których wykonywane będą prace,
- 15) rzeczywisty stan techniczny budynków i budowli znajdujących się w pobliżu realizowanego elementu,
- 16) niewybuchy i niewypały,
- 17) katastrofa budowlana,
- 18) awaria tarczy budowy metra (tbn),
- 19) elementy infrastruktury nieujawnione na mapach,
- 20) parametry istniejącej infrastruktury w zakresie możliwości przyłączenia nowych urządzeń w czasie budowy (prąd, woda, ścieki),
- 21) jakość prac projektowych,
- 22) brak wykonawców mogących zrealizować zadanie do XII 2011 r. (w 2007 r. zakładano, że budowa metra powinna zakończyć się do grudnia 2011 r.),



Rys.3. Odcinek centralny II linii metra



Rys. 4. Źródła ryzyk związane z budową odcinka centralnego drugiej linii metra

- 23) brak koordynacji pomiędzy poszczególnymi jednostkami,
- 24) uzyskiwanie pozwoleń na budowę, w tym dla urządzeń kolejowych,
- 25) postępowanie przetargowe w celu wyboru autorów projektów koncepcyjnych,
- 26) negatywne oddziaływania w czasie budowy (hałas, kurz, drgania),
- 27) zmiany poziomu wód gruntowych,
- 28) wycofanie projektu z listy projektów indykacyjnych,
- 29) wycofanie współfinansowania z UE,
- 30) brak środków w budżecie Warszawy,
- 31) trzęsienie ziemi (komentarz: zjawisko istotne dla projektu niewystępujące w Warszawie),
- 32) obawa przed przyszłymi negatywnymi skutkami oddziaływania metra (drganie, zniszczenie budynków i budowli, obniżenie wartości majątku),
- 33) szkody górnicze,
- 34) trudności komunikacyjne w trakcie budowy (korki, duży ruch budowlany),
- 35) wygórowane oczekiwania właścicieli gruntów,
- 36) zniszczenia istniejącej infrastruktury (woda, gaz, prąd, ciepło, telefony),
- 37) rzetelność nadzoru,

- 38) rzetelność wykonawców,
- 39) duży pakiet zamówień do realizacji w tym samym czasie (metro, koleje, drogi, obiekty sportowe, hotele itp.),
- 40) czas produkcji i dostawy tbn.

Analiza zestawienia prowadzi do wniosku, że możliwym jest usystematyzowanie ryzyk wg ich wspólnych cech. Na rysunku nr 4 przedstawiono mapę „źródeł ryzyk” realizowanego projektu.

Część z prognozowanych problemów nie wystąpiła. Przez cały czas trwania projektu nie zachodziła obawa: braku środków w budżecie Warszawy, wycofania projektu z listy projektów indykatywnych, wycofania współfinansowania z UE oraz wpływu znacznego na polskim rynku budowlanym pakietu zamówień o charakterze infrastrukturalnym, tj. koleje, autostrady, obiekty sportowe, hotele itd. Ze względu na formę artykułu nie jest możliwe przedstawienie pełnej analizy odnotowanych ryzyk.

## Odcinek Centralny II linii metra w Warszawie – realizacja

Umowę na realizację projektu zawarto w dniu 28 października 2009 r. przy założeniu 48 miesięcznego okresu realizacji, tj. do dnia 28 października 2013 r. Ostatecznie zgłoszenie przez Generalnego Wykonawcę gotowości nastąpiło 30 września 2014 r. Przebieg budowy i odnotowane zdarzenia techniczne i organizacyjne potwierdziły prognozowane w 2007 r. źródła i rodzaje ryzyk.

Podjęte działania organizacyjne i techniczne pozwoliły na minimalizację negatywnych skutków, jednakże znaczenie niektórych ryzyk było na tyle istotne, iż nie można było całkowicie wyeliminować ich konsekwencji.

Część z zaistniałych problemów wywołała skutki techniczne i kontraktowe, które wpłynęły na zmianę pierwotnego terminu zakończenia realizacji, a w konsekwencji doprowadziły do podwyższenia kosztów budowy (tabela 1).

Tabela 1. Wykaz zdarzeń i ich wpływ na postęp prac

Lp.	Okoliczności, których nie można było przewidzieć w chwili zawarcia Umowy	Liczba dni dotycząca przedłużenia wg opracowania Metra Warszawskiego Sp. z o.o.	Liczba zdarzeń szczegółowych
1	Odkrycie niewybuchów i innych materiałów wybuchowych	16	450 sztuk
2	Odkrycie przedmiotów o znaczeniu archeologicznym i historycznym	51	10 zdarzeń
3	Warunki pogodowe	31	
4	Niezinwentaryzowane kolizje instalacji i urządzeń oraz uzgodnienia z gestorami	202	31
5	Problemy z przekazywaniem terenu	37	3



Rys. 5. Przebieg linii metra w ciągu ulicy Targowej i na terenie do niej przyległym



Fot. 1. Zabezpieczanie budynków nad budowaną linią metra

Ostatecznie podwyższenie wartości kontraktu z tytułu powstałych problemów wyniosło 8,2% w stosunku do pierwotnej wartości kontraktu.

Niewybuchy i niewypały znajdowane były podczas prac prowadzonych w okolicy budowy stacji C11 Świętokrzyska, C13 Centrum Nauki Kopernik, C14 Stadion Narodowy oraz C15 Dworzec Wileński, przy budowie wentylatorni V11 zlokalizowanej przy ul. Emilii Plater. Największe z nich znajdowane były podczas budowy stacji Świętokrzyska oraz Centrum Nauki Kopernik.

Łącznie znaleziono około 450 sztuk niewybuchów i niewypałów, co skutkowało wstrzymaniem prac na 16 dni. Z placów budowy usunięto m.in. 130 sztuk pocisków artyleryjskich, 300 sztuk amunicji kaliber 7,9 mm, pociski moździerzowe.

W zakresie archeologii, największym obiektem były fundamenty fabryki wybudowanej w 1913 roku w rejonie budowanej stacji C09 Rondo Daszyńskiego. Przerwa w prowadzeniu prac ziemnych trwała 22 dni.

Warunki pogodowe spowodowały opóźnienie prac konstrukcyjnych (np. prac betonarskich na stacji C09 Rondo Daszyńskiego, C14 Stadion Narodowy i C15 Dworzec Wileński). Najtrudniejsze warunki zimą wystąpiły w 2011/2012 r. w czasie wykonywania stropu głównego na stacjach C09 Rondo Daszyńskiego, C14 Stadion Narodowy.

Niezinwentaryzowane kolizje to brak instalacji na mapach i konieczność wykonywania prac projektowo-inwentaryzacyjnych oraz konieczność dodatkowych uzgodnień z gestorami sieci. Największe spowolnienia wynikały z opóźnień w wyda-

waniu opinii przez przedsiębiorstwa sieciowe na temat projektów wykonawczych dotyczących przebudowy sieci kanalizacyjnej i wodociągowej w rejonie stacji C11 Świętokrzyska (ponad 60 dni) oraz przebudowy sieci gazowej w rejonie C09 Rondo Daszyńskiego (70 dni).

Pojawiły się także problemy z przekazywaniem terenu: największe – tereny PKP pod przebudowę infrastruktury podziemnej w rejonie stacji C15 Dworzec Wileński (19 dni), a także w rejonie linii średnicowej PKP koło stacji C14 Stadion Narodowy oraz tereny prywatne w okolicy Portu Praskiego.

Największy wpływ na termin realizacji kontraktu miały trzy czynniki:

- 1) odkrycie niewybuchów i innych materiałów wybuchowych,
- 2) odkrycie przedmiotów o znaczeniu archeologicznym i historycznym,
- 3) niezinwentaryzowane (nieujawnione) na podkładach geodezyjnych kolizje z instalacjami i urządzeniami oraz uzgodnienia z gestorami.

Wśród powyższych czynników powodujących zmianę terminu wykonania projektu największy udział mają problemy z infrastrukturą podziemną, która nie jest ujawniona na podkładach geodezyjnych oraz czas trwania uzgodnień z gestorami sieci. Wywołały one opóźnienia 202 dni przy całkowitej zmianie terminu o 332 dni.

Jednym z wielu problemów, które należało rozwiązać było zagadnienie techniczne, związane z rzeczywistym stanem technicznym budynków i budowli znajdujących się w pobliżu realizowanego elementu metra.

W strefie oddziaływania budowy centralnego odcinka II linii metra znalazły się 204 budynki, w tym 33 w strefie oddziaływania pracujących tarcz budowy metra.

Sz szczególnie skomplikowana sytuacja panowała na prawym brzegu Wisły w rejonie realizacji stacji C15 Dworzec Gdański oraz tuneli prowadzących do stacji C14 Stadion Narodowy.

W celu rozpoznania i udokumentowania stanu budynków znajdujących się w strefie budowy, dla każdego z budynków przygotowano tzw. „Kartę Katalogową Budynku”. W dokumentacji tej zawarto wszystkie dane możliwe do uzyskania. Zgromadzono informacje historyczne, istniejącą dokumentację, dane o przebudowach oraz o prowadzonych bieżących pracach utrzymaniowych.

Istniejące uszkodzenia zostały udokumentowane materiałem fotograficznym. Cały zgromadzony pakiet informacji stał się podstawą do dokonania oceny stanu budynków, stosując do opisu stanu budynków (uszkodzeń) pięciostopniową skalę opracowaną przez Instytut Techniki Budowlanej.

Zebrany materiał był podstawą do ustalenia systemu zabezpieczeń budynków (fot. 1) oraz zasad pracy urządzeń (w tym tarcz budowy metra), tak aby minimalizować negatywne skutki dla otaczającej zabudowy.

Cała operacja przejścia pod budynkami zlokalizowanymi po wschodniej stronie stacji C14 Stadion Narodowy została podzielona na dwa etapy:

I. realizacja tunelu północnego: 29 kwietnia 2013 r. – 8 maja 2013 r. przy użyciu tarczy „Elisabetta”,

II. realizacja tunelu południowego 9 czerwca 2013 r. – 18 czerwca 2013 r. przy użyciu tarczy „Krzyszyna”.

Tarcze poruszały się na głębokości 7–8 m w stosunku do fundamentów budynków. Wszystkie budynki zostały objęte specjalnym monitoringiem – zainstalowano 717 czujników. W celu zapewnienia pełnego bezpieczeństwa mieszkańcom, zaproponowano im możliwość przeniesienia się na czas robót do wynajętego hotelu. Koszty pobytu w hotelu oraz wyżywienia w tym czasie pokrywał Wykonawca robót. Z oferty skorzystała większość mieszkańców, tylko kilka osób pozostało na własne życzenie. Dodatkowym argumentem za czasowym przeprowadzeniem się mieszkańców do hotelu był fakt, że w czasie drążenia i związanego z tym większego natężenia drganiem w budynkach odłączono prąd, gaz i wodę. Ochronę całości pozostawionego mienia oraz dostępu do nieruchomości realizowała policja.

## Podsumowanie

Przebieg budowy odcinka centralnego II linii metra potwierdził występowanie w projekcie ryzyk prognozowanych w 2007 roku. Najistotniejszym problemem, który w konsekwencji wpłynął na zmianę terminu realizacji i ceny projektu były niezinventaryzowane (nieujawnione) na podkładach geodezyjnych kolizje z instalacjami i urządzeniami oraz uzgodnienia z gestorami sieci.

Z serwisu internetowego (edroga.pl /24-11-2014)

## Wielka Brytania: siedem nowych poradników do walki z kongestią

W połowie listopada brytyjski resort transportu opublikował wytyczne, które mają pomóc zmniejszyć zatłoczenie na drogach oraz przyspieszać i usprawniać prowadzenie robót drogowych. Siedem poradników, przeznaczonych dla przedsiębiorstw oraz zarządców dróg odpowiedzialnych za wykonywanie prac drogowych, ma zapewnić skuteczność oraz oszczędność czasu i pieniędzy.

Szacuje się, że opóźnienia w realizacji robót drogowych kosztują gospodarkę około 4,3 mld funtów rocznie. Wytyczne powstały dzięki współpracy Ministerstwa Transportu i Transport for London (TfL), instytucji odpowiedzialnej za większość środków komunikacji publicznej w Londynie. Prowadzona wspólnie inicjatywa badawcza kosztowała około milion funtów.

Brytyjski minister transportu Robert Goodwill przyznał, że zatory na drogach i opóźnienia jakie powodują to nie tylko problem kierowców, bo kosztują one gospodarkę miliardy funtów rocznie. Według niego Wytyczne będą niezastąpionym przewodnikiem dla wszystkich wykonujących prace drogowe, zapewnią bezpieczeństwo i terminowość prowadzonych prac.

Jedną z rekomendowanych metod ograniczania zatorów jest technika „wiercenia i ekstrakcji próżniowej”, nazywana czasem laparoskopią drogową. Sposób, który został opracowany dla firm gazowniczych w USA, umożliwia dostęp do podziemnych rur i zaworów bez powodowania dużych szkód w infrastrukturze.

Inna metoda skraca czas wykonywania prac z pięciu dni do zaledwie połowy dnia. Szacuje się, że dzięki temu od kwietnia 2011 roku do marca 2014 roku udało się ograniczyć opóźnienia w transporcie publicznym o 5670 dni. Kolejna innowacyjna technika to np. mapowanie podziemnych rur i kabli, aby przedsiębiorstwa dokonujące napraw wiedziały dokładnie, gdzie muszą kopać, żeby je odnaleźć.

Leon Daniels, dyrektor zarządzający w TfL, potwierdził, że źle zapla-

nowane roboty mogą doprowadzić do znacznych opóźnień i być powodem frustracji użytkowników dróg. Podkreślił, że Londyn jako pierwszy w Wielkiej Brytanii wprowadził programy, w których warunki udzielania zezwoleń na prowadzenie robót drogowych i zajęcie pasa drogowego są uzależnione od uciążliwości robót. Oba programy przyczyniły się do zmniejszenia liczby prac prowadzonych w godzinach szczytu, poprzez zachęcanie firm do współpracy między sobą i z zarządcą drogi oraz do rozwijania nowych, innowacyjnych metod. Opublikowane niedawno wytyczne mają dodatkowo pomóc wykonawcom i zarządcom dróg w Wielkiej Brytanii w zapobieganiu zatorom i utrzymaniu płynności ruchu.

Bob Collins, dyrektor wydziału infrastruktury w firmie TRL dodał, że opracowanie wytycznych to duży krok naprzód dla całej branży. Dzięki nim władze lokalne poznają rozwiązania, które uczynią drogi przyjaznymi dla kierowców.

Poradniki (robocze tłumaczenie tytułów):

1. Stosowanie techniki wiercenia i ekstrakcji próżniowej w robotach drogowych.
2. Stosowanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym w robotach drogowych.
3. Stosowanie mieszanek cementowych w robotach drogowych.
4. Stosowanie tymczasowych mieszanek wypełniających w robotach drogowych.
5. Stosowanie tymczasowych płyt przykrywających podczas prowadzenia prac drogowych.
6. Mapowanie infrastruktury podziemnej.
7. Wprowadzenie wydłużonego czasu pracy podczas wykonywania robót Drogowych.

Źródło: Department for Transport, UK

Wybrał: MR