



Przedsiębiorstwo London Underground wspiera procesy planowania, projektowania, zabezpieczania i budowy za pomocą technologii 3D firmy Bentley. Na uwagę zasługuje fakt, że linia Jubilee pozostaje w użytku w czasie wymiany obudowy tuneli.

Londyńskie metro w 3D



Steve Cockerell
Industry Marketing Director
Rail and Transit Bentley Systems

Projekt naprawy tuneli między Bond Street a Baker Street prowadzony przez przedsiębiorstwo London Underground Ltd (LUL) polega na bezpiecznej wymianie obudowy z betonu prefabrykowanego (EPC) na obudowę z żeliwa sferoidalnego (SGI) na 215-metrowym odcinku tunelu wchodzącego w skład linii Jubilee, w sposób niezakłócający funkcjonowania metra. Największym wyzwaniem związanym z tym projektem wartym 34 mln funtów szterlingów była konserwacja funkcjonalnej infrastruktury tunelu bez szkodliwych konsekwencji dla bezpiecznego przejazdu pociągów pasażerskich. Przedsiębiorstwo LUL rozpoczęło realizację tego projektu z ambitnym celem zmniejszenia kosztów o 20% ze względu na usprawnienie wydajności planowania, projektowania i zabezpieczania.

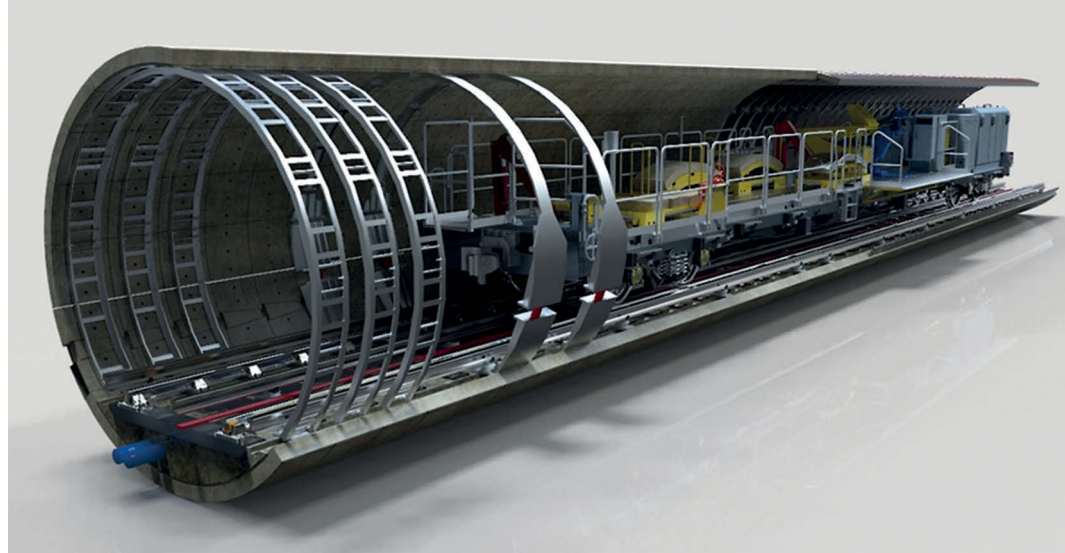
Programy AECosim Building Designer, Bentley Descartes, Bentley Pointools, Bentley Navi-

gator i ProjectWise umożliwiły współpracę i wspólnie tworzenie geoprzestrzenne dokładnego, w pełni skoordynowanego modelu 3D. Dzięki wykorzystaniu technologii firmy Bentley do wizualizacji i animacji 3D, planowania 4D, druku 3D oraz rzeczywistości wirtualnej wszystkie osoby zaangażowane w projekt oraz decydenci rozumieli go i jego cel bez żadnych niejasności. Przedsiębiorstwo LUL osiągnęło oszczędności w wysokości do 20% dzięki rozpoczęciu na wczesnym etapie projektu procesów projektowania i zabezpieczenia, co było możliwe częściowo dzięki wczesnemu stworzeniu modelu 3D miejsca realizacji projektu dzięki skanowaniu laserowemu.

Bezpieczeństwo i wygoda pasażerów

Linia Jubilee, którą co roku jeździ 240 mln pasażerów, jest istotnym elementem sieci kolei podziemnych obejmującym centralny Londyn (West End) i dziel-

nicę finansową Canary Wharf. Przedsiębiorstwo LUL obsługuje 30 pociągów na godzinę w ciągu porannych i wieczornych godzin szczytu komunikacyjnego. Pierwotna obudowa systemu na odcinku od Bond do Baker Street została założona w latach 70. i jej stan zaczął się pogarszać, powodując potencjalnie niebezpieczne warunki. Zamknięcie dużego odcinka linii w celu wykonania napraw uniemożliwiłoby przejazdy pociągów na okres kilku miesięcy, a odłożenie napraw w czasie zwiększyłoby zagrożenie awarii w tunelu w trakcie przejazdu pasażerów. Preferowanym rozwiązaniem było wykonanie wymiany obudowy tunelu przy jednoczesnym utrzymaniu w pełni działającej infrastruktury. Zapobieganie zakłóceniu przejazdów pasażerów lub powodowaniu utrudnień dla pasażerów było najważniejsze. Przedsiębiorstwo LUL planowało obsługiwać nieprzerwane bezpieczne przejazdy 30 pociągów na godzinę bez po-



PARTNER RUBRYKI

trzeby wprowadzania ograniczeń szybkości.

Zakres prac był bardzo rozległy. Najważniejsza była szybka wymiana obudowy EPC tunelu na obudowę SGI. Trzeba było wykonać prace mające na celu przekierowanie, przeniesienie i wymianę wszystkich elementów infrastruktury potrzebnych do utrzymania działania linii w trakcie godzin ruchu pasażerskiego. Należało również podjąć środki prewencyjne mające ograniczyć ruch, co wiązało się z taśmowaniem podpór konstrukcyjnych odcinka tunelu.

Prace te należało wykonać w jak najkrótszym czasie, przy minimalnym hałasie, wibracjach i wpływie na środowisko. Segmenty obudowy tunelu z EPC musiały być wymienione w czasie przeznaczonym na prace techniczne, który był ograniczony do dwóch i pół godziny każdej nocy. Wszystkie materiały, wyposażenie i usunięte segmenty z EPC musiały być przywiezione i wywiezione wraz z pracownikami budowlanymi z pojedynczego tunelu przed wznowieniem ruchu pasażerskiego.

Wewnętrzny projekt

W celu zagwarantowania realizacji projektu w sposób zado-

walający wszystkie jednostki zainteresowane – w tym biuro burmistrza, przedsiębiorstwo Transport for London, branżowy organ regulujący i prasę oraz opinię publiczną – przedsiębiorstwo LUL postanowiło samodzielnie zająć się projektowaniem, zabezpieczeniem projektu i budowy i zarządzaniem nimi. Była to okazja do potwierdzenia reputacji przedsiębiorstwa LUL i ukazania standardów panujących w branży.

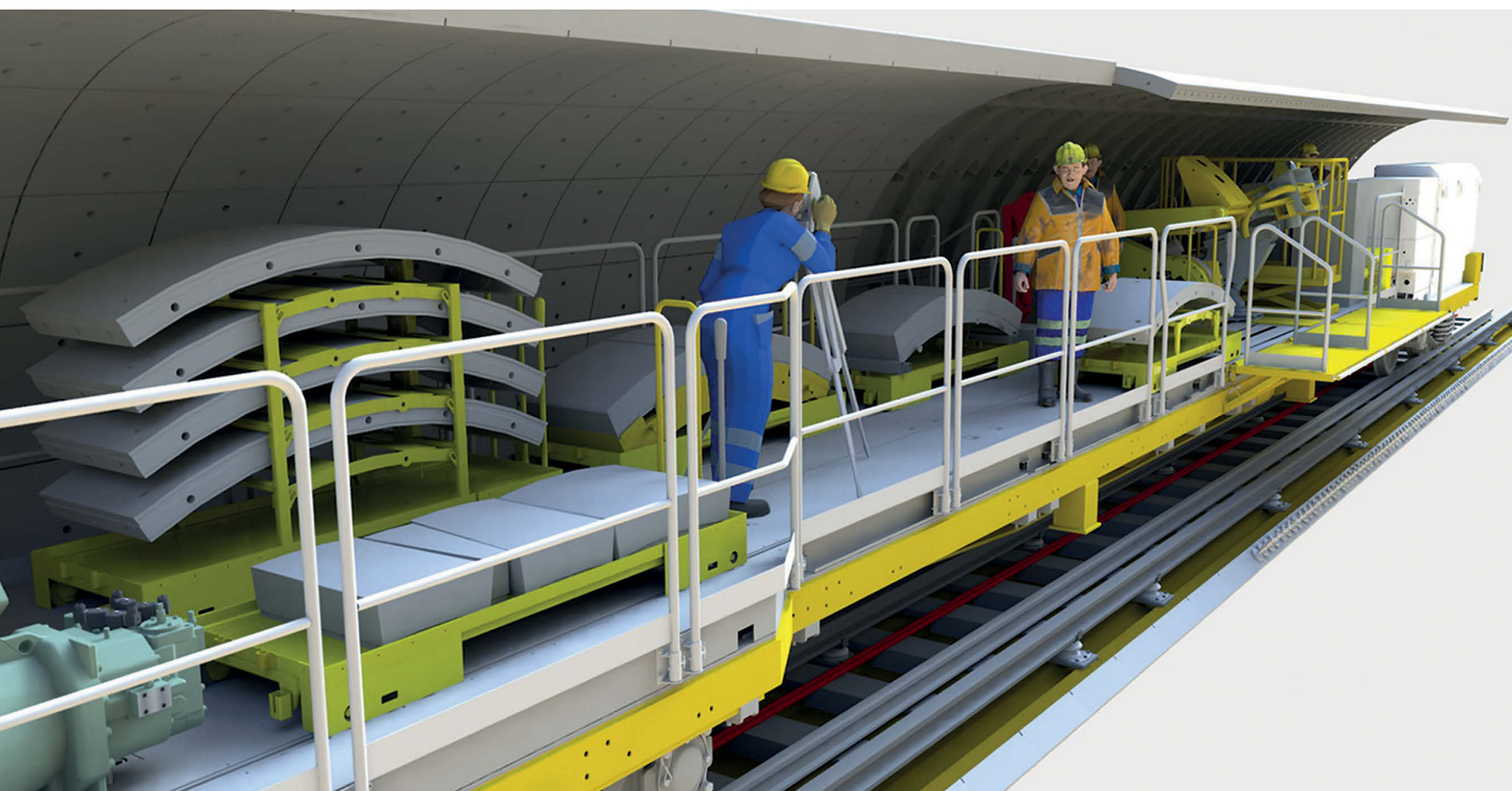
Przedsiębiorstwo LUL rozpoczęło ten bardzo nagłośniony i niezwykle ambitny projekt z dodatkowym celem dokonania znacznych postępów w realizacji projektu zgodnie z harmonogramem i w granicach ustalonego budżetu. Przedsiębiorstwo LUL musiało również wykorzystać technologię informatyczną w celu obniżenia kosztów o nawet 20%, począwszy od planowania i projektowania, aż po zarządzanie aktywami. Oprogramowanie firmy Bentley do modelowania 3D i wizualizacji pozwoliło zespołowi projektowemu na zrealizowanie celów i stworzenie rozwiązania dla procesu wymiany obudowy tunelu. Innowacyjny projekt polegał na stworzeniu samowystarczalnego mobilnego

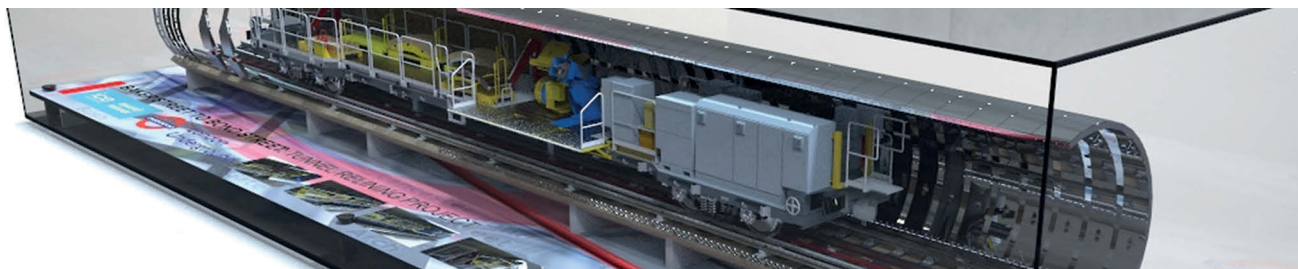
Organizacja:	London Underground Ltd
Rozwiązanie:	kolejnictwo i transport
Lokalizacja:	London, Wielka Brytania
Cele projektu:	Bezpieczna wymiana niszczonej obudowy tunelu na odcinku linii Jubilee liczącym 215 m. Konserwacja sprawnej infrastruktury tunelu bez szkodliwych konsekwencji dla bezpiecznych przejazdów pociągów pasażerskich.
Wykorzystane produkty:	AECOSim Building Designer, Bentley Descartes, Bentley Navigator, Bentley Pointools, Bentley View, MicroStation i ProjectWise
Fakty w skrócie:	Program ProjectWise pomógł przedsiębiorstwu LUL w stworzeniu spójnego zespołu i wykorzystaniu kolektywnej inteligencji grupy. Oprogramowanie firmy Bentley pozwoliło zespołowi projektowemu na realizację solidnego rozwiązania dzięki zastosowaniu wirtualnego projektowania i inżynierii wartości. Projekt naprawy tuneli między Bond Street a Baker Street uzyskał nagrodę w kategorii „Największa korzyść dla Londynu” podczas ceremonii wręczenia nagród London Civil Engineering Awards za 2014 r.
Zwrot z inwestycji:	Technologia 3D firmy Bentley usprawniła wydajność planowania, projektowania i zabezpieczania i pozwoliła zaoszczędzić 20% czasu, odzyskać 92% usuniętej obudowy tunelu i bezpiecznie ponownie użyć 77% elementów wyposażenia tunelu. Zamówienie dwóch instalacji do obsługi segmentów (SHP) podwoiło produktywność i przyczyniło się do zakończenia wymiany obudowy tunelu cztery miesiące przed czasem.

stanowiska roboczego zdolnego do prowadzenia wymiany segmentów przy użyciu zmechanizowanej instalacji. Zespół projektujący przedsiębiorstwa LUL opracował koncept i zaprojektował, zabezpieczył i oddał do eksploatacji zainstalowaną na pociągu instalację do obsługi

segmentów (SHP), która przewoziła wyposażenie i tworzone elementy do miejsca wykonywania prac i z powrotem.

Przedsiębiorstwo LUL użyło programu ProjectWise w połączeniu z oprogramowaniem firmy Bentley do modelowania 3D w celu zmaksymalizowania międ-





dzyoperacyjności i wykorzystania danych projektu w różnych aspektach. Na skutek tego powstał bardziej usprawniony proces projektowania i zabezpieczania obejmujący sprawniejszą współpracę zespołu projektowego z osobami zainteresowanymi, lepszą kontrolę informacji i obciążony mniejszą ilością błędów. Technologia 3D pozwoliła projektantom, inżynierom budowlanym i zespołom ds. bezpieczeństwa na dokonanie wizualnej i przestrzennej oceny wagonu. Pozwoliło im to na zweryfikowanie wyposażenia, zadań, procesów i czynności z lepszym zrozumieniem i przy mniejszej ilości niejasności.

Wizualizacja 3D

Zastosowanie wiedzy, umiejętności i technik w połączeniu z rozwiązaniami firmy Bentley pozwoliło przedsiębiorstwu LUL na wydajną i skuteczną realizację projektu. Program ProjectWise zapewnił pojedyncze, jednolite środowisko danych do tworzenia, udostępniania, zarządzania i zapewniania jakości informacji projektowych, pomagając w ten sposób stworzyć spójny zespół i pozwalając przedsiębiorstwu LUL skutecznie wykorzystać kolektywną inteligencję grupy do podejmowania uzasadnionych decyzji i do osiągnięcia doskonałych wyników. Silnik programu ProjectWise obsługiwał procesy biznesowe związane z gromadzeniem, koordynacją, weryfikacją i kontrolą zarówno graficznych, jak i niegraficznych danych opisanych w normie BS 1192. Zastosowanie normy brytyjskiej zawierającej wspólną metodologię zarządzania danymi wytworzonych przez wszystkie strony pozwoliło zespołowi projektowemu na łatwe gromadzenie, interpretację i przekazywanie informacji projektowych przy użyciu zatwierdzonych przepływów prac.

Oprogramowanie firmy Bentley do skanowania i pomiarów 3D chmury punktów (Bentley Pointools i Leica CloudWorx dla MicroStation), modelowania 3D (MicroStation) i planowania 4D oraz sterowania kolejnością (Bentley Navigator) pozwoliło zespołowi projektowemu, osobom zainteresowanym i opinii publicznej zwizualizować i zro-

Oprogramowanie firmy Bentley pozwoliło przedsiębiorstwu LUL stworzyć spójny i oparty na współpracy zespół ds. realizacji projektu, zabezpieczenia i budowy, co pozwoliło nam wykorzystać kolektywną inteligencję grupy. Oprogramowanie pomogło nam rozwiązać liczne wątpliwości, nieuniknione w przypadku współczesnych skomplikowanych projektów infrastrukturalnych, i zrealizować projekt bez żadnych obaw

**– GARRY PRATT,
kierownik projektu
naprawy tuneli między
Bond Street a Baker
Street w Londynie.**

zumieć, w jaki sposób wymiana obudowy tunelu zostanie pomyślnie przeprowadzona. Interaktywne pliki PDF 3D, kontenery i model, sekwencje animacji 4D, a nawet fizyczny model tunelu i wagonu SHP stworzony dzięki technologii drukowania 3D przyczyniły się do otrzymywania terminowych informacji zwrotnych i wprowadzania zmian planów projektowych, co pomogło przedsiębiorstwu LUL uniknąć potencjalnych dodatkowych kosztów i opóźnień zwią-

zanych z wprowadzaniem zmian na późnych etapach projektu.

Pewna liczba modeli 3D została stworzona na podstawie zapisów powykonawczych przy udziale danych pochodzących z pomiarów przy użyciu skanowania laserowego. Po złożeniu zintegrowany model pomógł zminimalizować ryzyko kolizji i zapewnił narzędzie do niestannego prowadzenia przeglądów i testowania projektu pod kątem możliwości wykonania, konserwacji i eksploatacji. Model ten ostatecznie zapewnił przedsiębiorstwu LUL dokładny rejestr aktywów do wykorzystania przy zarządzaniu odcinkiem tunelu z wymienioną obudową przez cały jego cykl życia.

Rzeczywisty zwrot z inwestycji

Wykorzystanie oprogramowania do wizualizacji firmy Bentley do wirtualnego badania i przeglądania projektów dało pewność co do wyboru właściwych rozwiązań zapewniających powodzenie projektu i realizację celów biznesowych. Format multimedialny był kluczowy dla uzyskania pomysłów dla projektu decyzji ze strony decydentów wysokiego szczebla, w tym biura burmistrza Londynu, komitetu ds. transportu rady miejskiej Londynu, prezesa i komisarza przedsiębiorstwa Transport for London i innych.

Oszczędności czasu sięgające 20% zostały osiągnięte dzięki rozpoczęciu procesów projektowania i zabezpieczania na wczesnym etapie projektu, co skutkowało wysoce skoordynowanym rozwiązaniem w trakcie realizacji. Wizualny i wirtualny przegląd projektu pozwalał zespołowi projektowemu na szybkie walidację projektów, wyeliminowanie zmian projektu na późnych etapach realizacji, rozwiązanie skomplikowanych kwe-

stii budowlanych przed pracami na placu budowy i zmniejszenie liczby błędów i przeczerń w projekcie. Decyzja o zamówieniu dwóch urządzeń SHP w celu prowadzenia prac po obu stronach tunelu podwoiła produktywność i przyczyniła się do zakończenia wymiany obudowy cztery miesiące przed czasem.

Oprogramowanie firmy Bentley pozwoliło zespołowi projektowemu na rozpatrzenie i wykonanie zadań związanych z planowaniem w sposób obniżający ryzyko do możliwie najmniejszego poziomu (zasada ALARP) oraz na zapewnienie danych potwierdzających zgodność bezpieczeństwa operacyjnego i zabezpieczenia. Możliwość modelowania 4D informacji o zadaniach projektowych w programie Bentley Navigator ujawniała wszelkie zagrożenia dla bezpieczeństwa. Przeprowadzanie scenariuszy alternatywnych i studiów czasu pracy pozwoliło zespołowi projektowemu dostosować zadanie w celu opracowania precyzyjnych, realistycznych i bezpiecznych harmonogramów. Czynności te zmniejszyły koszty planowania, oceny ryzyka, bezpieczeństwa i zabezpieczenia o 15%.

Korzyść dla Londynu

Uznając korzyści dla Londynu wynikające z realizacji niniejszego projektu, sędziowie przyznający nagrody London Civil Engineering Awards za rok 2014 stwierdzili: *Projekt ten jest prawdziwą demonstracją pracy zespołowej, poświęcenia i niestannego doskonalenia i ukazuje ogromny przeskok w inżynierii inżynierskiej.* Zespół projektowy przedsiębiorstwa LUL przypisał częściowo swój sukces zastosowaniu technologii 3D firmy Bentley, która wspierała procesy projektowania, zabezpieczania, planowania i budowy. ■