



Wagony metra Metropolis dla linii: Fioletowej, Zielonej i Żółtej wyprodukowane przez Alstom na terenie zakładu w Chorzowie (18.04.2018 r.).

Fot. © Alstom

Marek Graff

Metro w Rijadzie

Metro w Rijadzie, stolicy Arabii Saudyjskiej, będzie kolejnym systemem metra w krajach naftowych leżących nad Zatoką Perską. Na budowę linii oraz zakup taboru przeznaczono 23 mld USD, decydując się na pozyskanie pociągów kolei podziemnej od Alstomu, Bombardiera i Siemens. Jednym z powodów budowy metra jest szybko rosnąca liczba mieszkańców Rijadu (obecnie 6,5 mln) oraz wyczerpywanie się przepustowości arterii miejskich. System kolei podziemnej docelowo będzie składać się z 6 linii o całkowitej długości ok. 177 km. Utworzono międzynarodowe konsorcja złożone z renomowanych firm pod przewodnictwem podmiotów saudyjskich, które otrzymały kontrakty na kompleksowe zaprojektowanie, zbudowanie i wyposażenie sieci metra w Rijadzie oraz późniejszy nadzór. Polskim akcentem jest zaprojektowanie i wyprodukowanie pociągów metra z rodziny Metropolis w dywizji koncernu Alstom – zakładzie w Chorzowie.

Słowa kluczowe: Rijad, metro, Arabia Saudyjska, Metropolis, Alstom.

Metro w Rijadzie, stolicy Arabii Saudyjskiej, jest obecnie w fazie budowy i docelowo będzie składać się z 6 linii o całkowitej długości ok. 177 km. Decyzja o rozpoczęciu budowy została podjęta w lipcu 2013 r., wraz z podpisaniem kontraktów z wykonawcami. Podmiotem nadzorującym budowę jest spółka Arriyadh Development Authority (ADA, pol. Urząd Rozwoju Arriyadh). Sumarycznie na budowę linii oraz zakup taboru przeznaczono 23 mld USD, decydując się na pozyskanie pociągów kolei podziemnej od Alstomu, Bombardiera i Siemens.

Arabia Saudyjska to kraj będący jednym z czołowym producentem ropy naftowej na świecie (2016 r.) [11]. Stolica Arabii – Rijad, jest metropolią liczącą 80 tys. mieszkańców w latach 50. XX w., w 2010 r. już 5,4 mln, w 2016 r. – 6,5 mln oraz szacunkowo 8,3 mln w 2030 r. Średni przyrost naturalny w latach 1974–1992 oscylował w granicach 82‰, czemu sprzyjał rozbudowany system świadczeń socjalnych ze strony państwa. Środki finansowe pochodziły z wpływów z eksportu ropy naftowej, zwłaszcza po skokowej podwyżce związanej z kryzysem naftowym w 1973 r. Dotychczas

podstawę transportu w obrębie Rijadu zapewniały samochody prywatne, ewentualnie taksówki (benzyna na miejscowym rynku jest bardzo tania), jednak systematyczny przyrost liczby pojazdów spowodował, iż przepustowość arterii miejskich zaczęła się szybko wyczerpywać. Szacuje się (wg danych The High Commission for the Development of Arriyadh), iż do 2030 r. przeciętna liczba przejazdów samochodem przez miasto zwiększy się z 7,4 mln do 15 mln, liczba godzin spędzonych w samochodach z 2 mln do 4,7 mln, a średnia prędkość przy przejeździe przez miasto spadnie z 45 km/h do 18 km/h. Choć do 2030 r. planowane jest zbudowanie 1 500 km nowych dróg, jednak nie rozwiąże to problemów komunikacyjnych miasta. Zatem władze państwowe i miejskie zdecydowały się stworzyć system komunikacji publicznej, w możliwie krótkim czasie. Za niemalą kwotę 23 mld USD w ramach projektu The King Abdulaziz Project for Riyadh Public Transport powstanie całkowicie automatyczny system metra składający się z 6 linii o długości sumarycznej 176,7 km plus 85 stacji. Dodatkowo zostanie utworzona sieć autobusowa złożona z 24 linii o długości całkowitej 1 230 km za kwotę 4 mld USD. Szacunkowo rozbudowa transportu publicznego spowoduje wzrost odsetka osób korzystających z komunikacji miejskiej z 2% do 20%. Zatem spółka ADA, powołana do budowy i organizacji komunikacji miejskiej w Rijadzie, podpisała umowy z wykonawcami sieci metra w lipcu 2013 r. Na początku 2017 r. stan zaawansowania prac oscylował w granicach 50%, a przedstawiciele ADA określali termin zakończenia prac na 2019 r. Całość inwestycji została podzielona, a kontrakty przyznano:

1. Konsorcjum 1, złożonemu z firm: Bechtel, Aecom, Saudi company Almbani General Contractors, Middle East-based Consolidated Contractors Company i Siemens, które otrzymało kontrakt na zaprojektowanie, budowę, zakup taboru, systemu sygnalizacyjnego oraz elektryfikację linii nr 1 i 2; kontrakt na budowę taboru pozyskał Siemens, który ma dostarczyć 45 pociągów 4-wagonowych dla linii nr 1 i 29 pociągów 2-wagonowych dla linii nr 2. Tabor powstanie w zakładzie Simmering w Wiedniu, podobnie jak system bezpieczeństwa ruchu oraz urządzenia do elektryfikacji obu linii,



Animacja stacji metra linii Fioletowej w Rijadzie fot. © Alstom



Rys. 1. Układ linii metra w Rijadzie

2. Konsorcjum 2 nazwane Arriyadh New Mobility Group pod przewodnictwem Salini Impregilo oraz grupujące firmy: Larsen & Toubro (Indie), Nesma (Arabia Saudyjska), Ansaldo STS, Bombardier, Idom (Hiszpania) i Worley Parsons (Australia), które otrzymało zadanie budowy linii nr 3 o wartości 5,21 mld USD. Koncern Ansaldo STS' dostarczy systemy bezpieczeństwa ruchu typu ATC i CBTC (Communications-based train control), wykona elektryfikację linii, zapewni systemy łączności oraz wyposażenie dla centrum sterowania ruchem, dostarczy wyposażenie dla zajezdni oraz urządzenia do zasilania sieci (w tym podstacje trakcyjne) oraz będzie odpowiedzialny za 10-letnie utrzymanie linii (sumarycznie 680 mln USD). Tabor dostarczy Bombardier – będą to pociągi Innova Metro 300, sumarycznie 47 pociągów dwuwagonowych za kwotę 383 mln USD. Tabor zostanie zbudowany w zakładzie koncernu w Sahagún w Meksyku,
3. Konsorcjum 3 „Fast”, pod przewodnictwem FCC, grupujące koncerny i firmy: Alstom, Samsung, Freyssinet Saudi Arabia, Struk-

ton, Setec i Tyspa, które zbuduje linie 4, 5 i 6 o długości całkowitej 63,8 km, przy czym 29,8 km będzie położonych na estakadach, 26,6 km pod powierzchnią gruntu, a 8,2 km na powierzchni gruntu. Powstanie także 26 stacji. Alstom dostarczy 69 pociągów 2-wagonowych, które będą wyprodukowane w zakładzie koncernu w Chorzowie, a także system sygnalizacyjny CBTC nazwany Urbalis, system zasilania sieci w energię elektryczną plus system Hesop pozwalający na przyjmowanie energii zwracanej (rekuperowanej)

przez pociąg podczas hamowania oraz technologię Appitrack, która pozwala na 3-krotne skrócenie czasu montażu szyn do podłoża w porównaniu z metodą tradycyjną.

Poza tym przyznano firmie Larsen & Toubro z Indii kontrakt na budowę podłoża bezpodsypkowego dla linii nr 1 i 2 na długości całkowitej 62,9 km o wartości 161,3 mln USD, a firmę Voestalpine wybrano na dostawę szyn i rozjazdów. Niemiecka firma Thyssen-Krupp dostarczy 251 schodów ruchomych oraz 390 wind dla linii nr 1 i 2. Natomiast konsorcjum firm (j. v.) Parsons, Egis Rail i Systra zapewni nadzór nad budową i wyposażeniem linii nr 1, 2 i 3. Analogiczne zadania dla linii 4, 5 i 6 wykona konsorcjum Riyadh Advanced Metro Project Execution & Delivery i Louis Berger and



Wagon metra Metropolis dla linii Żółtej na terenie zakładu Alstom-Konstal, Chorzów (23.05.2018 r.)



Wózek wagonu metra Metropolis

Hill International. Francuska firma Avant Premiere opracowała stylistykę zewnętrzną i wewnętrzną eksploatowanego taboru, czerpiąc wzorce z miejscowych tradycji kulturowych czy architektonicznych.

Budowa metra

Podczas prac projektowych zatrudniono przeszło 1 000 osób, reprezentujących 30 narodowości oraz władających 23 językami. Przy wykonaniu prac budowlanych pracowało przeszło 43 tys. osób, wykonujących prace przez 7 dni w tygodniu i 7 godzin dziennie. Wydrążono 57 km tuneli, stosując zarówno tarcze drążące (TBM), metodę odkrywkową, jak i New Austrian Tunneling Method [4]. Musiano także zbudować liczne estakady czy wiadukty, o długości sumarycznej 87,4 km. Zastosowano po raz pierwszy na Bliskim Wschodzie metodę Full-Span Launching Method (FSLM) [2]. W metodzie w pierwszym etapie wznoszone są filary, a następnie układane są przęsła docelowe (tutaj o masie 450 t) z wykorzystaniem dźwigu, który transportuje docelowe przęsła w kierunku równoległym do powierzchni gruntu, a następnie ustawia na filarach. Dźwig pracuje w ten sposób, iż jest oparty na gotowej części mostu w 2 miejscach oraz na sąsiednim filarze niepołączonym przęsłem z pozostałą częścią mostu. Po przetransportowaniu przęsła i ułożeniu ich na filarach ostatnia część dźwigu jest przesuwana w kierunku, w którym budowany jest most (dźwig zawsze opiera się w na m. in. dwóch miejscach z trzech, zatem jedno z nich może

zmieniać lokalizację, tj. być przesuwane). Metoda FSLM pozwoliła ułożyć sumarycznie 256 przęsła.

Wg szacunków ADA, pod koniec pierwszego kwartału 2017 r. przemieszczono 15 mln m³ ziemi, zużyto ok. 3 mln m³ betonu oraz 0,4 mln t stali. Równocześnie ułożono 170 km kabli zasilających, 43 km wodociągów, 38 km kabli telekomunikacyjnych, 18 km przewodów kanalizacyjnych i 26 km kanałów nawadniających. Dodatkowo wykonane prace można określić na poziomie 230 mln osobogodzin (iloczyn liczby zatrudnionych do czasu pracy).

Władze Rijadu szacują potoki pasażerskie na 1,16 mln osób dziennie oraz sukcesywny wzrost do 3,6 mln osób dziennie. Wg wstępnych ocen, po przekazaniu do eksploatacji sieci metra i komunikacji autobusowej, liczba podróży samochodowych zmniejszy się o 803 mln ewentualnie 10,9 mld samochodo-km. Zapewni to oszczędności roczne dla miasta na poziomie 320 mln USD. ADA ocenia, iż każdy 1 USD zainwestowany w transport publiczny generuje 3,4 USD przychodu. Zmniejszenie przyrostu samochodów spowoduje, iż spadnie intensywność budowy nowych dróg i autostrad oraz parkingów, co przełoży się na zwiększenie powierzchni gruntów, które można przeznaczyć na budowę nowych wieżowców, ewentualnie drapaczy chmur.

W ramach budowy metra w Rijadzie powstanie sumarycznie 85 stacji, w tym 50 pod powierzchnią gruntu, 31 na estakadach i 4 na powierzchni gruntu. 25 stacji zostanie wyposażonych w parkingi (P+R), a 5 z nich będzie stacjami przesiadkowymi. Tabor będzie stacjonował w 7 zajezdniach (STP). Zasilanie sieci metra w energię elektryczną będzie realizowane przez Saudi Electricity Company, a zapotrzebowanie na moc określono na 468 MW. ADA zadbała o to, aby 4 główne stacje zostały zaprojektowane przez czołowych światowych architektów w ten sposób, aby stały się swoistą wizytówką oraz symbolem metra w Rijadzie. Są to:

1. Stacja Olaya, zaprojektowana przez niemiecką Gerber Architekten, będąca jednocześnie stacją przesiadkową dla linii nr 1 i 2. Powierzchnia całkowita jest równa 97 tys. m². Stacja znajduje się w na skrzyżowaniu ulic: Olaya, King Abdullah Road i King Fahad Road oraz w sąsiedztwie parków palmowych. W okolicy stacji urządzono parking podziemny,
2. Stacja Western, zaprojektowana przez Omrania & Associates, o powierzchni 12,5 tys. m², zlokalizowana na linii nr 3 i w pobliżu centralnego targu warzywnego (Central Vegetable Market of Al-Suwaidi Al-Gharbi),
3. Stacja King Abdullah Financial District (KAFD), zaprojektowana przez Zaha Hadid Architects, o powierzchni 8 150 m², znajdu-



Połączenie międzywagonowe w pociągu Metropolis

Tab. 1. Zestawienie linii metra w Rijadzie

Numer linii	Nazwa linii	Długość [km]	Liczba stacji	Liczba stacji przesiadkowych	Przebieg linii
1	Niebieska	38	27	4	Linia o przebiegu północ-południe, biegnąca wzdłuż ulic Olaya i Batha oraz King Salman Bin Abdul Aziz. Linia biegnie pod powierzchnią gruntu w pobliżu ulic Olaya i King Faisal, na estakadach wzdłuż ul. Batha oraz na obu końcach.
2	Czerwona	25,3	16	3	Linia o przebiegu wschód-zachód, wzdłuż King Abdullah Road i łączy dzielnicę uniwersytecką (King Saud University) oraz wschodnią część centrum miasta.
3	Pomarańczowa	40,7	24	2	Linia o przebiegu wschód-zachód, biegnąca wzdłuż ulic Al-Madinah Al Munawwarah i Prince Saad Bin Abdulrahman Al Awal. Linia w zachodniej części przebiega na estakadach, pod ziemią w centrum, na powierzchni gruntu wzdłuż ulicy Prince Saad Ibn Abdulrahman Road.
4	Żółta	29,6	11 (3 z linią 6)	2	Linia łączy lotnisko cywilne (King Khaled International Airport) i dzielnicę finansową King Abdullah Financial District (KAFD).
5	Zielona	12,9	12	2	Linia biegnie pod powierzchnią gruntu wzdłuż ul. King Abdulaziz, przy centrum historycznym króla Abdula Aziza (King Abdul Aziz Historical Centre) do bazy sił powietrznych (Riyadh Airbase) i kończy przy ul. King Abdullah.
6	Fioletowa	29,9	12 (3 z linią 4)	3	Linia biegnie z dzielnicy finansowej (King Abdullah Financial District), przez dzielnicę uniwersytecką (Imam Mohamed Bin Saud University) i kończy się przy ul. Prince Saad Ibn Abdulrahman Al Awal. Linia w większości biegnie na estakadach, z wyjątkiem odcinka w tunelu przy ul. Sheikh Hasan Bin Husein Bin Ali Street.

Tab. 2. Planowana obsługa taborowa linii metra w Rijadzie

Numer linii	Nazwa linii	Liczba pociągów/wagonów	Liczba wagonów w pociągu	Nazwa handlowa	Producent
1	Niebieska	45/180	4	Inspiro	Siemens
2	Czerwona	29/58	2		
3	Pomarańczowa	47/94	2	Innovia	Bombardier
4	Żółta	69/138	2	Metropolis	Alstom
5	Zielona				
6	Fioletowa				

jąca się po wschodniej stronie Northern Ring Road i będąca stacją przesiadkową dla linii 1, 4 i 6,

4. Stacja Qasr Al-Hukm, zaprojektowana przez firmę Snøhetta z Norwegii, o powierzchni 19,6 tys. m², będąca stacją przesiadkową dla linii 1 i 3.

Metro zostanie otwarte w 2019 r., a pełną gotowość eksploatacyjną osiągnie w 2021 r. Nazwy 15 stacji metra spośród 85 zostały wybrane przez Arriyadh Development Authority (ADA). Dla ułatwienia orientacji pasażerów, ściana czołowa każdego pociągu będzie nosić kolor odpowiadający danej linii. Poza tym stacje będą całkowicie klimatyzowane i wyposażone w monitoring. Dla uzyska-

nia oszczędności w zużyciu energii elektrycznej zostaną wykorzystywane panele słoneczne, a generowany przez nie prąd będzie wykorzystany do zasilania oświetlenia i klimatyzacji, co pozwoli na oszczędności na poziomie 20%. Zestawienie linii metra w Rijadzie znajduje się w tab. 1, a planowana obsługa taborowa – w tab. 2.

Alstom w projekcie „Metro w Rijadzie”

Alstom otrzymał kontrakt na budowę części systemu metra w Rijadzie, współtworząc konsorcjum Fast, które odpowiada za dostarczenie taboru dla linii 4, 5 i 6 wraz z wyposażeniem infrastruktury. Natomiast 12-letni kontrakt, włączając okres przygotowawczy, na utrzymanie taboru linii nr 3, 4, 5, 6, otrzymało konsorcjum FLOW, współtworzone przez m.in. Ansaldo STS i Ferrovie dello Stato Italiane (koleje włoskie). Wartość kontraktu jest równa 2,5 mld euro, a części dla Alstomu – 730 mln euro, co obejmuje także utrzymanie taboru. Strona saudyjska postawiła warunek, iż minimalny wskaźnik udziału saudyjskiego musi być na poziomie > 45% oraz 55% dla składnika lokalnego w sferze dostaw i usług związanych z obsługą metra, włączając naziemne wsparcie logistyczne. Konsorcjum FLOW zobowiązało się do utworzenia nowych miejsc pracy, zarówno dla specjalistów, jak i techników, czy szeroko zdefiniowanych osób zajmujących się obsługą klienta, a także zapewniających bezpieczeństwo, oraz pracowników administracyjnych.



Wnętrze części pasażerskiej pociągu Metropolis



Wagony metra Metropolis dla linii Zielonej na terenie zakładu Alstom-Konstal, Chorzów (23.05.2018 r.)

Pierwsze pociągi Metropolis dla Rijadu zostały dostarczone w lutym 2016 r. W części pasażerskiej urządzono miejsca trzech klas: pierwszej, rodzinnej i pojedynczej, przedzielonych nieprzezroczystą szybą. Alstom przekazał sumarycznie 69 dwuwagonowych pociągów, które będą używane na liniach nr 4, 5 i 6. Pierwszy pociąg Metropolis Alstomu został wysłany w marcu 2017 r., choć jeszcze żaden z nich nie został przekazany przewoźnikowi. Długość pociągu jest równa 36 m, szerokość 2,71 m, a zdolność przewozowa 231 osób. Wszystkie osie są napędzane, co pozwala na pokonywanie wzniesień do 60%. Dostawy pociągów metra Metropolis, wyprodukowanych w zakładzie Alstom-Konstal w Chorzowie, zakończono w połowie lutego 2019 r. Należy dodać, iż francuski koncern jest obecny w Arabii Saudyjskiej od lat 60. XX w.

Opis techniczny pociągów Metropolis zamieszczono w [5].

Bibliografia:

1. *Alstom awarded a turnkey metro project by the city of Riyadh in the Kingdom of Saudi Arabia*: <https://www.alstom.com/press-releases-news/2013/7/alstom-awarded-a-turnkey-metro-project-by-the-city-of-riyadh-in-the-kingdom-of-saudi-arabia> (dostęp: 29.07.2013 r.)
2. *Animacja metody FSLM*: <https://www.youtube.com/watch?v=n0hmEWAZJEQ>.
3. *First Riyadh metro trainset unveiled by Siemens*, „Railway Gazette International” 23.02.2016.

4. Golser J., *The New Austrian Tunneling Method (NATM), Theoretical Background & Practical Experiences*. 2nd Shotcrete conference, Easton, Pennsylvania (USA), 4–8 Oct 1976.
5. Graff M., *Metro w Warszawie*, „Technika Transportu Szynowego” 2008, nr 12.
6. *Konsorcjum FLOW zdobyło kontrakt na obsługę i utrzymanie linii 3, 4, 5 i 6 metra w Rijadzie*: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/konsorcjum-flow-z-kontraktem-na-obsloge-czterech-linii-metra-w-riyadzie-59742.html> (dostęp: 27.09.2018 r.)
7. *Riyadh Metro*: <https://www.railway-technology.com/projects/riyadh-metro-saudi-arabia/>.
8. *Riyadh metro megaproject reaches halfway mark*, „International Railway Journal” May 16, 2017.
9. *Testing begins on Riyadh metro*, „International Railway Journal” April 05, 2018.
10. *Three bidders shortlisted for Riyadh Metro project*: „International Railway Journal” June 11, 2013.
11. U.S. Energy Information Administration, *Production of Crude Oil including Lease Condensate 2016*.

Zdjęcia nieoznaczone – Marek Graff

Autor:

mgr inż. **Marek Graff** – Redakcja TTS



Wagony metra Metropolis linii: Fioletowej i Żółtej na terenie stacji techniczno-postojowej w Rijadzie. Fot. © Alstom

Metro in Riyadh

Metro in Riyadh, the capital of Saudi Arabia, is the next underground system in the oil-countries on the Persian Gulf. 23 bln USD was allocated for the lines construction and purchase of rolling stock, deciding to obtain trains for the underground railways from three world-leading manufacturers: Alstom, Bombardier and Siemens. The reason of the decision for metro construction is that this city has growing rapidly population (currently 6.5 million) and depletion of city artery capacity. The underground railway system will ultimately consist of 6 lines with a total length of approx. 177 km. It was established international consortia with renowned companies under Saudi leadership, which received contracts for comprehensive projecting, construction and equipment of the Riyadh metro network and subsequent supervision. The Polish accent are trains from the Metropolis family which are projected and manufactured in the Alstom Group division – the plant in Chorzów.

Key words: Riyadh, metro, Saudi Arabia, Metropolis, Alstom.