

Marek Graffi

Metro w Mediolanie

ET245 odjeżdża ze stacji Crescenzago w kierunku wschodnim, linia Zielona (21.09.2010 r.)

Mediolan, stolica Lombardii, jest ekonomicznym centrum Włoch, ośrodkiem miejskim liczącym 1,3 mln mieszkańców (aglomeracja 4,5 mln). Jest także najzamożniejszym regionem kraju, o dochodzie per capita porównywalnym z aglomeracjami Paryża czy Londynu. Od połowy lat 60. XX w. Mediolan ma własną sieć metra, sukcesywnie rozbudowywaną, na którą składają się 3 linie, o łącznej długości 80,6 km i 88 stacjach. Metro jest także najważniejszym środkiem transportu w mieście, zapewniającym ponad połowę przejazdów komunikacją publiczną Mediolanu. Obecnie budowana jest czwarta linia metra, a w sferze projektów pozostaje piąta linia – obie planuje się przystosować do przyjmowania pociągów bez maszynistów.

Początki metra w Mediolanie sięgają 1926 r., gdy jeden z inżynierów Marco Semenza i architekt Carlo Portaluppi zaproponowali połączenie dzielnic miasta – Magenta, Pavi, Lodi i Monza (przez Sesto San Giovanni i Bicocca) systemem kolei miejskiej długości 33 km plus odcinki, jakie miałyby biec na przedmieścia miasta (113 km). Jednak w 1933 r. realizacja tych planów znalazła się pod znakiem zapytania. Na własny system metra mieszkańcy Mediolanu musieli czekać do połowy lat 60. XX w.

Obecna sieć metra składa się z trzech linii:

- Czerwonej, oddanej do użytku w 1964 r.
- Zielonej, przekazanej do eksploatacji w 1969 r.
- Żółtej, najmłodszej – pierwszy odcinek powstał w 1990 r.

Na linii Czerwonej stosuje się zasilanie czteroszynowe o napięciu 750 V DC, a na liniach Zielonej i Żółtej – z napowietrznej sieci trakcyjnej o napięciu 1,5 kV DC. W odróżnieniu od kolei włoskich (FS), w metrze obowiązuje ruch prawostronny, a pociągi poruszają się po torze szerokości 1435 mm. Metro jest zarządzane przez przedsiębiorstwo Azienda Transporti Milanesi. Oprócz systemu kolei podziemnej, w Mediolanie funkcjonuje komunikacja tramwajowa, trolejbusowa i autobusowa.

Linia Czerwona

Pierwsza linia, zwana Czerwoną, biegnie od północno-wschodnich przedmieść miasta, rozgałęzia się na dwie odnogi, z których jed-



na biegnie do północno-zachodnich dzielnic Mediolanu, a druga do południowo-zachodnich, mając wspólne dworce ze stacjami kolei włoskich: Rho Fieramilano, Cadorna i Porta Venezia. Linia Czerwona ma wspólne stacje z innymi liniami metra – Zieloną i Żółtą, odpowiednio Loreto i Cadorna oraz Duomo (Katedra).

Linia Czerwona została zbudowana w latach 1957–1964 (projekt zatwierdzono w 1955 r.) i biegnie od stacji Sesto Marelli do Lotto. Starano się z jednej strony zbudować całość z wycuciem estetyki, zapewniając z drugiej strony, rozsądne koszty. Ściany pokryto panelami Silipol, a przez budowę modułową zapewniono podobieństwo poszczególnych stacji. Linia została zaprojektowana przez architektów Franco Albini i Franca Helga. Wystrój stacji jest autorstwa niderlandzkiego stylisty, zamieszkałego we Włoszech, Roberta Noorda. Tunele zbudowano jako jednokolejowe, przy czym zastosowano przekrój prostokątny, a jako strop służyła warstwa wzmocnionego betonu (tzw. metoda mediolańska lub odkrywkowa). Ta metoda, w swoich czasach innowacyjna, nie mogła być zastosowana w przypadku odcinków metra biegnących przez centrum miasta, dlatego zastąpiono ją tradycyjnym drążeniem tuneli z użyciem tarczy TBM. Linia Czerwona jest zelektryfikowana napięciem 750 V DC, przy czym odbiór prądu następuje z trzeciej szyny (faza), a czwarta szyna zapewnia uziemienie (podobne rozwiązanie funkcjonuje w metrze londyńskim). Linia w całości poprowadzona jest pod ziemią, przy czym na odcinkach Lampugnano – Bonola, San Leonardo – Smeraldo stacje

znajdują się tuż pod powierzchnią gruntu. Tabor kursujący na linii Czerwonej stacjonuje w dwóch zajezdniach: otwartej w 1964 r. Precotto i Gallarate z 1986 r., położonej w pobliżu stacji Smeraldo. Obie zajezdnie są zelektryfikowane napowietrzną siecią trakcyjną, między innymi ze względów bezpieczeństwa.

Linia Zielona

Linie Zieloną (lub nr 2) otwarto w grudniu 1969 r. i biegnie od stacji Assago Milanofiori Forum, przed stacją Famagosta łączy się z krótką odnogą od stacji Abbiategrasso, położonej na południowych przedmieściach, osiąga centrum miasta, po czym kieruje się na północny wschód, rozdziela się na dwie odnogi za stacją Cascina Gobba, z których jedna biegnie do miasteczka Cologno Monzese (stacja Cologno Nord), a druga – stacji Gessate, położonej na wschodnich przedmieściach miasta. Odcinek Famagosta – Assago Milanofiori Forum jest najmłodszym fragmentem metra mediolańskiego – powstał w latach 2003 – luty 2011 (4,8 km).

Linia Zielona jest położona częściowo na powierzchni gruntu (pod ziemią przebiega w centrum miasta). Podczas budowy odcinka Lambrate – Cadorna stosowano różne techniki na poszczególnych fragmentach, aby wybrać optymalny. Przy budowie stacji wykorzystano z gotowych elementów prefabrykowanych. Stacje budowano zarówno z peronami wyspowymi, jak i bocznymi, kładąc torry w tunelach jednotorowych, przeważnie biegnących na tym samym poziomie (głębokości). Jednak zdarzały się wyjątki – na stacji Sant'Agostino perony w obrębie stacji znajdują się na dwóch różnych poziomach (takie sytuacje często występują w centralnym odcinku linii Żółtej). Funkcjonowanie metra w Mediolanie jest utrudnione z uwagi na znaczną aktywność wód gruntowych, które niszczą ściany stacji, szczególnie na odcinkach Loreto – Lambrate oraz na stacji Sant'Agostino (wymusiło to stosowanie materiałów izolacyjnych, znacznie utrudniających penetrację ścian stacji przez wodę).

Pobór prądu przez pociągi następuje przez napowietrzną sieć trakcyjną (1,5 kV DC). Planowany szybki podziemny tramwaj na odcinku Vaprio – Cassano ostatecznie zastąpiono linią metra, natomiast linia tramwajowa, przebiegająca mniej więcej na podobnym odcinku co linia metra, została zlikwidowana w lutym 1978 r. i zastąpiona linią autobusową. W 1985 r. linię Zieloną wydłużono, częściowo na powierzchni ziemi, do stacji Gessate. Tabor kursujący po linii Zielonej stacjonuje w trzech zajezdniach – Gorgonzola (od 1972 r.), Cologno Nord (od 1981 r.) i Famagosta (od 1994 r.), znajdujących przy stacjach o tych nazwach.

Linia Żółta

Linia nr 3, czyli linia Żółta, zaczyna się na południowo-wschodnich przedmieściach Mediolanu, krzyżuje się z linią Czerwoną (stacja Duomo) i Zieloną (stacja Centrale FS), po czym biegnie na północ. Jest najmłodszą linią metra mediolańskiego. Pomysł jej budowy powstał w latach 1976–1977, projekt został zatwierdzony przez ministra transportu w styczniu 1981 r., a prace rozpoczęły się we wrześniu tego samego roku. Pierwszy fragment linii oddano do użytku w 1990 r. i był to odcinek Duomo – Centrale FS, z jednej strony łączący obie linie metra (Czerwoną i Zieloną), a z drugiej biegnący między katedrą mediolańską i głównym dworcem kolejowym stolicy Lombardii. Linia ta została wyposażona w napowietrzną sieć trakcyjną o napięciu 1,5 kV DC. Budowa linii zbiegła się z jedną z głośniejszych akcji antykorupcyjnych we



Wejście do stacji Loreto, linia Zielona i Czerwona (21.09.2010 r.)



Stacja Loreto, linia Zielona (21.09.2010 r.)

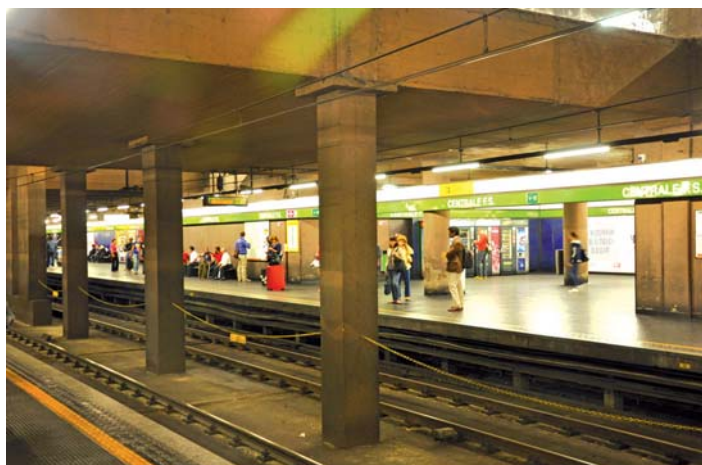


RETE METROPOLITANA E TRATTE FERROVIARIE URBANE UNDERGROUND NETWORK AND URBAN RAILWAY SYSTEM



Włoszech *Czyste ręce* – przewidziano bowiem wyposażenie stacji metra między innymi w granitowe posadzki zamiast z linoleum, co wiązało się z dużo większymi kosztami, w porównaniu z budową linii Czerwonej i Zielonej. Linie Żółtą w centralnym odcinku zbudowano jako metro głębokie, tj. 20 m pod powierzchnią gruntu – oba tory przebiegają w osobnych tunelach, a na pozostałych odcinkach – metodą odkrywkową. Podczas budowy zastosowano ulepszone podkłady, szczególny nacisk położono na wy tłumienie drgań wywołanych przez pociągi przejeżdżające w pobliżu me diolańskiej opery La Scala (Teatro alla Scala).

Obsługę taborową zapewniają pociągi starszej budowy, dostarczone w latach 1989–1990, oraz tabor drugiej generacji. Część starszych pociągów zmodernizowano, montując między innymi wyświetlacze LED, nowe drzwi, itp. Miejszem ich utrzymania jest zajezdnia Rogoredo, otwarta w 1990 r. Są to pociągi składające się z dwóch trójwagonyowych jednostek (skrajne wagony



Stacja Centrale FS, linia Zielona (21.09.2010 r.)

silnikowe i środkowy doczepny), budowanych jako przechodnie. Ich szczegółowe dane techniczne nie są znane.

Linia Niebieska

Linia Niebieska, czyli linia nr 4, jest obecnie w fazie budowy, którą planuje się zakończyć w 2017 r. Linia, o przebiegu wschód –

zachód, będzie miała około 15 km długości, połączy między innymi centrum miasta z lotniskiem Linate. Na linii znajdzie się 21 stacji. Linia zostanie zbudowana częściowo metodą odkrywkową, a częściowo drażoną. W miejscach, gdzie wystąpią niekorzystne warunki geologiczne (np. o dużej zawartości wody), zastosuje się metodę wymrażania ciekłym azotem (-196°C). Stosowane są

Tabela 1

Charakterystyka linii metra w Mediolanie

| Linia | Czerwona | Zielona | Żółta |
|-----------------------------------|--|---|--|
| Lata budowy | 1964–2005 | 1969–2011 | 1990–2003 |
| Zasilanie | 1,5 kV DC, sieć trakcyjna; 750 DC, trzecia szyna | 1,5 kV DC, sieć trakcyjna | 1,5 kV DC, sieć trakcyjna |
| Długość | 27 km | 39,4 km | 13,2 km |
| Liczba stacji | 38 | 35 | 17 |
| Rozbudowa | 11.1964: Sesto 11.1964: Sesto Marelli – Lotto 04.1966: Pagano – Gambara* 04.1975: Gambara – Inganni 11.1975: Lotto – QT8 04.1980: QT8 – San Leonardo 09.1986: San Leonardo – Molino Dorino 09.1986: Sesto Marelli – Sesto FS 03.1992: Inganni – Bisceglie 09.2005: Molino Dorino – Rho Fiera 12.2005: dodano stację Pero | 09.1969: Caiazzo – Cascina Gobba 04.1970: Caiazzo – Centrale FS 07.1971: Centrale FS – Garibaldi FS 12.1972: Cascina Gobba – Gorgonzola 03.1978: Garibaldi – Cadorna 06.1981: Cascina Gobba – Cologno Nord* 10.1983: Cadorna – Porta Genova FS 04.1985: Gorgonzola – Gessate 04.1985: Porta Genova FS – Romulus 11.1994: Romulus – Famagosta 03.2005: Famagosta – Abbiategrosso 02.2011: Famagosta – Assago Milanofiori Forum* | 05.1990: Centrale FS – Duomo 12.1990: Duomo – Porta Romana 05.1991: Porta Romana – San Donato 05.1991: Centrale FS – Sondrio 12.1995: Sondrio – Zara 12.2003: Zara – Maciachini |
| Średnia odległość między stacjami | 0,59 km | 1,116 km | 0,825 km |
| Tabor | Meneghino, ET625 | Meneghino, ET245 | bd. |

* Nowe odgałęzienie



Pociąg metra na stacji Duomo, linia Żółta (21.09.2010 r.)



Stacja Duomo, linia Żółta (21.09.2010 r.)



Stacja Crescenzago, linia Zielona (21.09.2010 r.)



również metody połączone ze wstrzykiwaniem cementu i następnie drażnienie tunelu (tzw. metoda austriacka, NÖT). Dla bezpieczeństwa pasażerów, linia zostanie wyposażona w całkowicie automatyczny system sygnalizacyjny, przeciwpożarowy, monitoring, itp.

Tabor metra

ET624/245

Do obsługi linii Czerwonej zakupiono u rodzimych producentów – Ansaldo i Marelli tabor o oznaczeniu ET624. Najmniejsza jednostka składała się z dwóch wagonów i była wyposażona w kabiny sterownicze na obu końcach. Maksymalnie łączono w pociągi 3 jednostki, uzyskując 6-wagonowy pociąg długości 105 m. Mogło nim podróżować jednorazowo 1213 osób. Wagony serii ET624 wyprodukowano w latach 1962–1989 i można wyróżnić pośród nich dwie podserie:

- niezmodernizowane,
- zmodernizowane.

Pierwsze z nich, to dostarczone jeszcze w 1964 r. pociągi składające się z dwóch podjednostek i 6 wagonów, drugie wyposażono w hamulec odzyskowy (o dosyć głośnej pracy), a trzy wagony w każdej podjednostce połączono, tworząc pociąg przechodni. Zamontowano także nowe drzwi i wyświetlacze LED dla pasażerów. Ogółem zmodernizowano 56 pociągów. Na linii Zielonej kursują pociągi serii ET245, będącej odmianą serii ET624,

przystosowaną do odbioru prądu jedynie z sieci trakcyjnej. W przeciwieństwie do serii ET624 aktualnie żaden z pociągów serii ET245 nie został zmodernizowany.

Meneghini

Tabor z rodziny Meneghini to pociągi nowej generacji, ich nazwa jest akronimem od liter M, N, G, czyli Metro Nowej Generacji (wł. *Metropolitana di nuova Generazione MNG „Meneghino”*).



Zmodernizowane wagony serii ET625, stacji Loreto, linia Czerwona (21.09.2010 r.)



ET245 odjeżdża ze stacji Crescenzago w kierunku zachodnim, linia Zielona (21.09.2010 r.)



Zmodernizowane wagony serii ET625, stacji Loreto, linia Czerwona (21.09.2010 r.)



ET245 podczas postoju na stacji Crescenzago, linia Zielona (21.09.2010 r.)



Pociąg Meneghino odjeżdża ze stacji Crescenzago w kierunku zachodnim, linia Zielona (21.09.2010 r.)



Pociąg Meneghino podczas postoju na stacji Loreto, linia Czerwona (21.09.2010 r.)



Pociąg Meneghino podczas postoju na stacji Loreto, linia Czerwona (21.09.2010 r.)



Poc. Meneghino odjeżdża ze stacji Crescenzago w kierunku zachodnim, linia Zielona (21.09.2010 r.)

Projekt wagonów został opracowany przez krajowe firmy Firema i AnsaldoBreda i zaprezentowany w marcu 2009 r. na linii Czerwonej. Trzy miesiące później rozpoczęły się jazdy planowe nowych pociągów, a w 2010 r. dostarczono wszystkie zamówione 36 jednostek. W czerwcu 2009 r. pierwsze pociągi tego typu skierowano do obsługi linii Zielonej, a w marcu 2010 r. – linii Żółtej na odcinku Maciachini – San Donato. Wprowadzanie nowego taboru Meneghino na linię Zieloną zostało przerwane po

dostarczeniu 4 pociągów, a tempo modernizacji taboru dotychczas eksploatowanego (serii ET245 z 1969 r.) można uznać za niewystarczające.

Każdy pociąg Meneghini składa się z dwóch podjednostek, każda z nich – z trzech wagonów. Sześciowagonowy pociąg ma długość 105 m. Zastosowano przekształtniki oparte na tranzystorach IGBT, a pociągi są przystosowane do odbioru prądu z sieci trakcyjnej (linia Zielona i Żółta) lub trzeciej szyny (linia Czerwona) – odpowiednio 1,5 kV DC i 750 V DC. Zastosowano hamulce odzyskowe, które są w stanie zmniejszyć zużycie energii do 50%. Pociągi są całkowicie klimatyzowane i wyposażone w wyświetlacze LED z informacją dla pasażerów. Dane techniczne poc. Meneghini podano w tabeli 2.

Tabela 2

Dane techniczne wagonów Meneghino

| | |
|--------------------------------------|--|
| Producent | AnsaldoBreda |
| Data opracowania projektu | 2004–2006 |
| Lata produkcji | 2005–2010 |
| Rok wprowadzenia do eksploatacji | 2009 |
| Odbiorca | ATM Milano |
| Liczba zamówionych pociągów | 36 |
| Konfiguracja podjednostki | D + S + S |
| Liczba wózków w wagonie | 2 |
| Zestawienie pociągu | 2'2' + 4 × (Bo'Bo') + 2'2' |
| Szerokość toru | 1435 mm |
| Odbiór prądu | 1,5 kV DC, sieć trakcyjna 750 V DC, trzecia szyna |
| Wysokość nad główką szyny | 1100 mm |
| Moc całkowita | 1280 kW |
| Długość wagonu skrajnego | 17 610 mm |
| Szerokość wagonu | 2850 mm |
| Wysokość wagonu | bd. |
| Długość wagonu środkowego | 17 570 mm |
| Prędkość maksymalna | 90 km/h |
| Długość całkowita | 52 750 mm |
| Baza wagonu | 11 000 mm |
| Baza wózka | 2150 mm |
| Średnica kół | 820 mm |
| Masa bez pasażerów | 95,3 t |
| Masa całkowita | 146,8 t |
| Liczba miejsc do siedzenia w pociągu | 102 |
| Liczba miejsc do stania w pociągu | 526 |
| Całkowita liczba miejsc w pociągu | 628 |
| Liczba miejsc dla niepełnosprawnych | 1 |
| Układ siedzeń | wzdłuż ścian pojazdu |
| Liczba drzwi na każdą stronę pociągu | 2 × 12 |
| Szerokość drzwi | 1300 mm |



Literatura

- [1] Materiały pozyskane od Azienda Transporti Milanese i Ansaldo Breda.
- [2] Brignole C., Schwandl R.: *Metros in Italien*. Metropolitana, Tram, Ferrovie Urbane R. Schwandl Verlag Berlin 2010.

Zdjęcia nieoznaczone – Marek Graff