

Marek Graff, Roland von Bagratuni

# Metro w Budapeszcie

**Metro w Budapeszcie należy do najstarszych w Europie. Pierwsza linia została otwarta w 1896 r. Obecnie sieć metra ma 4 linie o łącznej długości 31,7 km. Czwarta linia zostanie oddana do eksploatacji w 2010 r., pociągi dla niej są już obecnie produkowane w Polsce w Alstom Konstal w Chorzowie. Planowana jest też piąta linia.**

## Początki metra, czyli linia M1

Ostatnie dziesięciolecie XIX w. w Budapeszcie upłynęły pod znakiem rozbudowy stolicy Węgier, jako drugiego miasta (po Wiedniu) w monarchii Austro-Węgierskiej. Rozbudowa miasta wiązała się z budową systemu komunikacyjnego i Biuro Prac Publicznych, założone w 1870 r., postanowiło wybrać jedną z alei znajdujących się Peszcie – Andrassy, jako potencjalną arterię dla przyszłej linii tramwaju czy metra. Pomysł budowy kolei podziemnej w Budapeszcie narodził się w 1893 r., gdy dyrektor Przedsiębiorstwa Tramwajowego, Mór Balázs, zaproponował w porozumieniu z władzami Tramwajów Konnych, budowę linii tramwajowej na alei Súcar (ob. al. Andrassy). W razie odmowy władz miasta rozważano budowę tramwaju podziemnego. Ostatecznie została zaakceptowana druga opcja, ponieważ poprowadzenie torów tramwajowych wraz z rozwieszeniem sieci trakcyjnej uznano za zbyt radykalną ingerencję w elegancką zabudowę alei Súcar.

Tabor zamierzano zakupić w berlińskiej firmie Siemens und Halske. Prace budowlane zostały zrealizowane w ciągu 20 miesięcy, zaś kontrakt zlecono wyłącznie krajowym firmom. Interesującym jest fakt, że już wtedy użyto do budowy nowoczesnych, jak na owe czasy, maszyn. Projektowaniem linii i budową taboru zajęła się firma z sąsiednich Niemiec Siemens & Halske, przy czym zleciennodawca postawił warunek, że całość zostanie zbudowana do 1896 r., gdy przypadają święta 1000-lecia państwa węgierskiego. Otwarcie linii metra miało miejsce w maju 1896 r. i tym samym Budapeszt jako pierwsze miasto w Europie kontynentalnej otrzymał system kolei podziemnej. Zbudowano stacje w stylu secesyjnym, zaś ich ściany wyłożono płytami z pirogranitu i majo-



Wagon wyprodukowany przez konsorcjum firm Schlick i Siemens & Halske # 12

Fot. © Siemens

liki. Perony na stacjach zbudowano jako boczne, przy szerokości peronu 3 m, wysokości 2,75 m, zaś ich długość, wynosząca średnio 15 m, nie była rygorystycznie przestrzegana. Odległość między stacjami wynosiła tylko 375 m. Tunel został zbudowany metodą odkrywkową, i wspierał się na rzędzie kolumn biegnących wzdłuż torów. Całkowita długość linii metra, czy też tramwaju podziemnego, wynosiła 3226 m. Tory położono na podłożu stalowym. Linia liczyła 11 stacji, w tym 2 naziemne. Dziennie korzystało z linii ok. 34,5 tys. pasażerów.

Wagony, zakupione do obsługi linii, zostały zbudowane przez firmę Schlick (część mechaniczna) oraz Siemens (część elektryczna). Wagony te były eksploatowane aż do 1973 r. Były to pojazdy czteroosiowe, w których stalowo-drewnane nadwozie spoczywało na dwóch 2-osiowych nieostoiowych wózkach, zaś z powodu niewielkiej wysokości tunelu skonstruowano specjalne pantografy – na 4 wysięgnikach zlokalizowanych ponad każdym wózkiem (po 2 na przedni i tylny wózek) znajdowały się sumarycznie 2 odbieraki prądu (zasilanie 350 V). Wagony o napędzie elektrycznym były zasilane przez podstację podłączoną do pobliskiej elektrowni węglowej.

Około 1915 r. zwiększenie liczby przewożonych pasażerów wymagało rozbudowy systemu i choć istniały ambitne plany zakupu nowych wagonów, to ze względu na trudną sytuację ekonomiczną państwa po zakończeniu pierwszej wojny światowej, musiano je zrezygnować. Krajowa fabryka Ganz opracowała wprawdzie koncepcję wagonów, ale pozostała ona wyłącznie projektem. Pierwsza modernizacja metra miała miejsce w latach 1920–1930, gdy wymieniono nawierzchnię torów oraz przebudowano wagony: w miejscu jednoczęściowych drzwi dla pasażerów wstawiono dwuczęściowe. Zamontowano także nowy system sygnalizacyjny na linii.

W latach 60. XX w. liczba przewożonych pasażerów zwiększyła się na tyle znacząco, że do wagonów silnikowych zaczęto dołączać wagony doczepne. W 1973 r. obie stacje naziemne przebudowano na podziemne, zmieniono ruch z lewostronnego na prawostronny oraz zamontowano nowy system sygnalizacyjny. Krajowa wytwórnia Ganz zbudowała nowe wagony oraz nową zajezdnię dla nich w pobliżu stacji Mexikói út (było to niezbędne ze względu na m.in. zwiększenie długości wagonów). Dobudowano 2 stacje – Mexikói út i Vörösmarty tér. Jednak już w 1987 r. zdecydowano o remoncie generalnym linii – wymianie torów i podkładów oraz założeniu nowych zabezpieczeń chroniących ściany stacji przez podchodzeniem wód podziemnych, zwłaszcza na odcinku Hosök tere i Kodály körönd. Wzmocniono także pale stropowe w tunelu. Wymiana torów następowała w ten sposób, że szyny były cięte na mniejsze fragmenty i zabierane z tunelu, po czym usuwano stare podkłady. Następnie oczyszczono ściany wodą pod dużym ciśnieniem, po czym na elementy metalowe w tunelu nałożono warstwę antykorozyjną. Wtedy położono nowe podkłady (oddalone od siebie o 0,75 m), mocowane na zasadzie klejenia, oraz szyny bezстыkowe o charakterystyce 48,5 kg/m z przytwierdzeniem sprężystym. Nowe podkłady montowano odcinkami – co każde 60 m. Na stacji Oktogon tér znajduje się gra-

nica podziału linii na 2 niezależne odcinki. Odnowiono także stacje, dokonując renowacji kolorowych ceramicznych elementów, pokrywających ściany, oraz nitowanych słupów stropowych.

Wagony serii Ganz także zostały zmodernizowane: zamontowano w nich uchylne siedzenia, a także stałe wandaloodporne siedzenia, rejestratory parametrów jazdy (tzw. czarne skrzynki), system informowania maszynisty przez pasażerów o niebezpieczeństwie, a także przetwornice statyczne. Obecnie planowane jest wydłużenie linii M1 do stacji MÁV Rákosrendező.

## Linia M2 i M3

Metro, jako środek transportu szybko zyskało uznanie mieszkańców Budapesztu, dlatego władze miejskie zdecydowały o rozbudowie kolei podziemnej, w kierunku zachód–wschód. Pierwsze projekty linii pojawiły się w 1942 r., jednak do prac przystąpiono dopiero w 1949 r., przy czym linię nr 2 (M2) zamierzano budować między dworcem kolejowym Déli i Narodowym Stadionem Sportowym (odpowiednio, Déli pályaudvar i Népstadion, ob. Stadionok), co miała wykonywać powołana w tym celu spółka, utworzona na mocy decyzji ministra transportu we wrześniu 1950 r. Prace rozpoczęły się przy pl. św. Stefana (Szent István). Zamierzano ukończyć odcinek Népstadion – Deák tér do 1955 r., jednak w lutym 1954 r. na polecenie władz centralnych wstrzymano prace, bez podania uzasadnienia. Zezwolono jedynie na wykonanie prac zabezpieczających budynki położone na powierzchni ziemi blisko przebiegu linii. Wznowienie budowy nastąpiło dopiero w 1963 r., gdy rozpoczęto prace w pobliżu stacji Astoria. Istotny wpływ na opóźnienie miało powstanie węgierskie z 1956 r. skierowane przeciwko rządowi komunistów, stłumione przez wojska sowieckie, oraz duże zniszczenia w całym kraju, zwłaszcza w Budapeszcie.

Ukończenie budowy i uroczysta inauguracja linii o przebiegu Örs vezér tere – Deák tér nastąpiły w kwietniu 1970 r., natomiast w grudniu 1970 r. otwarto dodatkowo odcinek Deák tér – Déli pályaudvar. Remont linii M2 miał miejsce w połowie 2004 r. (od czerwca do sierpnia), przy czym linię podzielono na 2 sekcje: Déli pályaudvar – Deák Ferenc tér i Stadionok – Örs vezér tere, które remontowano sukcesywnie – najpierw pierwszy odcinek, zaś po zakończeniu remontu pierwszego, wykonano remont drugiego odcinka, uruchamiając równoległe autobusową komunikację zastępczą. Odmienna procedura obowiązywała podczas remontu stacji Kossuth Lajos tér, leżącej poniżej poziomu Dunaju – w czasie prowadzenia prac pociągi przejeżdżały przez stację bez zatrzymania.

Wraz z kontynuacją rozbudowy linii M2 w 1963 r. przystąpiono do projektowania linii M3, przy czym pełna dokumentacja techniczna była gotowa w 1966 r. Linia miała przebiegać w kierunku północ – południe między stacjami Újpest vasútállomás i Kispeszt Vörös Csillag Traktorgyár. Przygotowania do budowy trwały do 1968 r., a w czerwcu 1970 r. rozpoczęły się prace w pobliżu stacji Kun Béla tér. W trakcie budowy zmieniano przebieg linii oraz lokalizację stacji. Budowę linii M3 ukończono w 1990 r., przy czym jej aktualny przebieg Kobánya–Kispeszt – Újpest nie jest uznawany za ostateczny – planowana jest rozbudowa do stacji Szob i Fót, położonych odpowiednio w kierunku południowym i północnym od Budapesztu. Rozbudowa w kierunku południowym linii M3 powinna objąć także lotnisko budapeszteńskie Ferihegy 2. Tabor kursujący na tej linii został wyposażony



Stacja Oktogon na linii nr 1, 21.08.2006 r.

Fot. M. Graff



Wejście do stacji Oktogon, linia nr 1, 22.08.2006 r. Nad wejściem jest widoczna inna nazwa „Kisföldalatti” – „Małe metro”

Fot. M. Graff



Stacja Déli pályaudvar, linia nr 2, 21.08.2006 r.

Fot. M. Graff

w system automatycznego prowadzenia pociągu, dostarczony przez francuską firmę Matra.



Stacja Batthyány tér, linia M2, 11.03.2008 r.

Fot. M. Graff



Stacja Újpest-Városcapu na linii M3, 11.03.2008 r.

Fot. M. Graff



Stacja Deák Ferenc tér, obecnie jedyna stacja przesiadkowa metra budapeszteńskiego, 11.03.2008 r.

Fot. M. Graff

Po 1990 r. zmieniono nazwy niektórych stacji:

- November 7. tér – Oktogon,
- Fehér út – Örs vezér tere,
- Könyves Kálmán körút – Népliget,
- Felszabadulás tér – Ferenciek tere,
- Marx tér – Nyugati pályaudvar,
- Élmunkás tér – Lehel tér.

## Linia M4

Budowę linii metra M4 rozważano już na początku lat 70. XX w. W 1972 r. pojawił się pomysł budowy linii metra o przebiegu Bél-Buda – Rákospalota. W kolejnych latach przyjęto technologię budowy oraz sposób finansowania inwestycji, w międzyczasie (1977 r.) zmieniając przebieg linii Budafok – Baross tér – Bosnyák tér. Pełna dokumentacja techniczna była gotowa na przełomie 1987 i 1988 r., zaś przy budowie zamierzano korzystać z pomocy Rosji Sowieckiej. Jednak głęboki kryzys gospodarczy, w jakim znalazło się państwo węgierskie po 1989 r., spowodował, że dotychczasowe plany musiano znacznie zmodyfikować. Równocześnie postępująca integracja Węgier z Europą, oraz powolne, lecz trwałe wychodzenie z kryzysu gospodarczego, w drugiej połowie lat 90. XX w. spowodowało możliwość korzystania z kredytów, czy funduszy pomocowych UE (Phare, EBI, itp.). W lutym 1998 r. pozyskano równowartość 50 mln euro, a niedługo później 200 mln euro, które zamierzano wykorzystać do budowy linii metra w systemie 60/40%, oraz ponownego sporządzenia studium wykonalności budowy linii. Ostatecznie projekt budowy w maju 2003 r. został zatwierdzony przez rząd węgierski i wkrótce rozpoczęto prace.

Linia M4 będzie przebiegać między dworcami Keleti i Kelenföldi (7,3 km), jako metro głębokie przekraczając rzekę Dunaj (przebieg ptd. zachód – ptn. wschód). Na stacji Kálvin tér będzie krzyżować się z linią M3, zaś na Keleti pu. – z M2. Linia M4 zostanie wyposażona w urządzenia wyprodukowane przez koncern Siemens, umożliwiające całkowicie automatyczne prowadzenie pociągów (bez maszynistów). Najwcześniejszy termin oddania tej linii do eksploatacji to 2010 r. Najmniejsza odległość między stacjami wyniesie 378 m, największa – 1470 m. Najmniejszy spadek na linii to 3,0‰, zaś największy – 36,3‰. Najniżej położoną stacją będzie Szent Gellért tér (73,75 m n.p.m.), zaś najwyższą – Kelenföldi pályaudvar (96,27 m n.p.m.). W pierwszym etapie zostanie zbudowanych 10 stacji:

- Kelenföldi pályaudvar,
- Tétényi út,
- Bocskai út,
- Móricz Zsigmond körtér,
- Szent Gellért tér,
- Fővám tér,
- Kálvin tér,
- Rákóczi tér,
- Népszínház utca,
- Keleti pályaudvar,

a w drugim cztery stacje:

- Dózsa György út,
- Hungária körút,
- Róna utca,
- Bosnyák tér (wydużenie linii w kierunku ptn.– wschodnim).

Połączenie między oboma torami, tzw. trapez, znajdzie się, oprócz stacji terminalnych, także na stacji, gdzie dodatkowo zo-

stanie wybudowane połączenie z linią M3 (Kálvin tér). Linia M4 będzie rozbudowana w trzech kierunkach:

- zachodnim: Kelenföldi pu. – Gazdagrét – Budaörs,
- północno-zachodnim: Bosnyák tér – Rákospalota,
- południowym: Bocskai út (stacja MAV) – przez Fehérvári út – w kierunku dzielnicy Budaörf.

Przy drążeniu tuneli stosuje się zarówno metodę głębinową, jak i odkrywkową. Metoda głębinowa najczęściej polega na zastosowaniu maszyny drążącej typu TBM (*tunnel boring machine*), niekiedy także używa się materiałów wybuchowych. Metodę głębinową stosuje się do budowy odcinków metra przebiegających w centrach miast, czy terenach gęsto zaludnionych, gdzie zastosowanie tańszej metody odkrywkowej (*cut-and-cover*) jest niemożliwe (obecnie stosuje się dwie metody głębinowe: *closed bentonite sludge slurry-shield* lub *earth pressure balance EPB shield*). Charakterystyka materiału użytego do budowy tarczy drążącej zależy od rodzaju gruntu, przez który tunel jest drążony (kredy, iły, piaski, itp.). Po wydrążeniu tunelu urobek jest usuwany taśmociągami, zaś ściany tunelu pokrywa się warstwą cementu. Metoda odkrywkowa polega na usunięciu warstwy ziemi, zabezpieczeniu ścian bocznych przed naporem warstw ziemi poprzez wbicie pali (dwuteowników) i ustawieniu między nimi stalowych płyt (tzw. ścianka berlińska). Inną metodą jest tzw. diaphragm wall, która polega na wprowadzeniu stalowych płyt pod ziemię (równoległe do jej powierzchni), z wykorzystaniem dokładnej kontroli elektronicznej, przy czym początkowo umieszcza się jedną ścianę boczną (np. prawą), kolejno górną i jako ostatnią, drugą ścianę boczną (lewą). Następnie w objętości wyznaczonej przez 3 ściany, usuwa się ziemię i urządza stację, bądź tunel. W praktyce grubość płyt podtrzymujących wynosi 0,6–0,8 m, zaś głębokość ich umieszczenia – do 40 m. Na czas budowy wprowadza się ograniczenia w ruchu ciężkich pojazdów przez ulice, pod którymi trwa budowa linii metra. Stosowana jest także technologia zwana *pile wall*, która polega na wbiciu w ziemię pali stanowiących ścianę (dwa rzędy pali) do wcześniej wy-



Stacja Gizella tér, obecnie mieszcząca muzeum komunikacji miejskiej, 11.03.2008 r.  
Fot. M. Graff

budowanego tunelu (odmiana metody odkrywkowej). Średnica pali waha się w granicach 0,9–1,2 m, zaś ich wysokość może być dowolna.

Stacje metra są budowane pod dużymi ulicami lub placami, co z jednej strony jest ekonomiczne, a z drugiej przyjazne pasażerom. Dla kompensacji zaburzenia krążenia wód podziemnych, a także ich potencjalnego oddziaływania z materiałem pali, wprowadza się system monitorowania krążenia wód.

## Linia M5

Planowana jest także budowa linii M5 o przebiegu północ – południe z przekroczeniem Dunaju i skrzyżowaniami – Kálvin tér (M3, M4), Astoria (M2), Oktagon (M1), Lehel tér (M3), plus wspólne stacje z kolejką HÉV – między innymi Boráros tér i Szépvölgy út.

Obecnie metro budapeszteńskie składa się z trzech linii, ma 30 stacji i 31,7 km długości (tab. 1 i 2).

Tabela 1

## Schemat linii metra w Budapeszcie

Nazwa	Barwa	Przebieg	Rok otwarcia	Długość [km]	Liczba stacji	Tabor	Zajezdnia	Uwagi
M1	żółta	Vörösmarty tér – Mexikói út	1896	4,4	11	Ganz	Mexikói út	
M2	czerwona	Déli pályaudvar – Őrs vezér tere	1970	10,3	11	Ev, 81–717, 81–172M, (Metropolis)	Őrs vezér tere	
M3	niebieska	Újpest–Központ – Kőbánya–Kispest	1976	17,0	20	81–717, 81–172M	Kőbánya-Kispest	
M4	zielona	Keleti pu. – Kelenföldi pu. Keleti pu. – Bosnyák tér	2010* bd.	7,3 bd.	10 4	(Metropolis)	bd.	linia w budowie

\* Planowane.

Tabela 2

## Rozbudowa poszczególnych odcinków metra

Linia	Data otwarcia	Odcinek
M1	05.1896	Vörösmarty tér (b. Gizella tér) – Széchenyi fürdő (b. Artézi fürdő)
	12.1973	odcinek Hősök tere – Széchenyi fürdő wydłużony do Mexikói Út
	1995–1996	remont generalny linii
M2	04.1970	Deák Ferenc tér – Őrs vezér tere
	12.1972	Deák Ferenc tér – Déli pályaudvar
	12.1976	Deák Ferenc tér – Nagyvárad tér
	04.1980	Nagyvárad tér – Kőbánya.Kispest
M3	12.1981	Deák Ferenc tér – Lehel tér
	11.1984	Lehel tér – Árpád híd
	12.1990	Árpád híd – Újpest.Központ
M4	2010*	Keleti pu. – Kelenföldi pu.

\* Planowane.

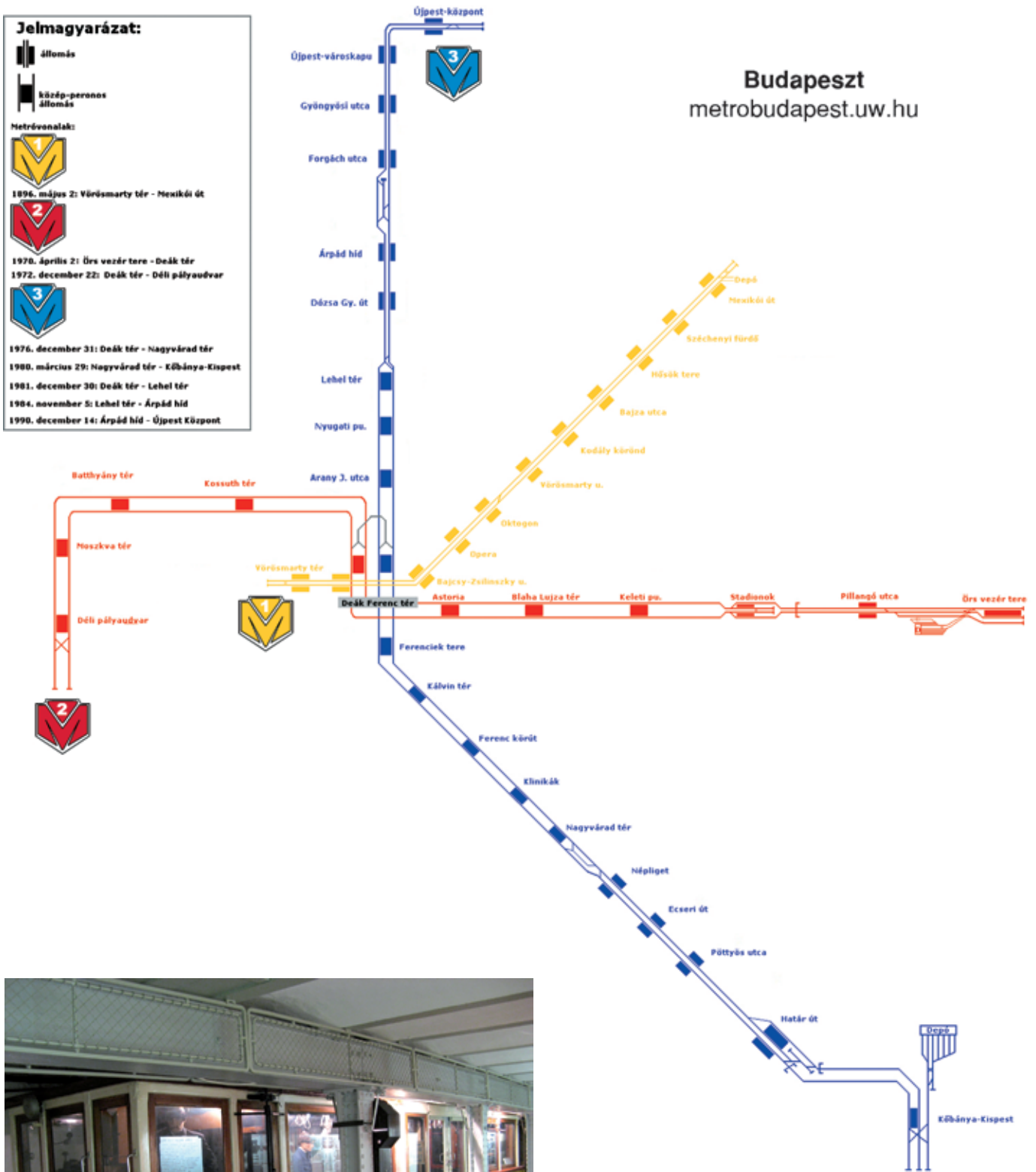
Budapest  
metrobudapest.uw.hu

**Jelmagyarázat:**

- állomás
- közép-peronás állomás

**Metróvonalak:**

- 1896. május 2: Vörösmarty tér - Mezőkői út
- 1970. április 2: Őrs vezér tere - Deák tér
- 1972. december 22: Deák tér - Déli pályaudvar
- 1976. december 31: Deák tér - Nagyvárud tér
- 1980. március 29: Nagyvárud tér - Köbánya-Kispest
- 1981. december 30: Deák tér - Lehel tér
- 1984. november 5: Lehel tér - Árpád híd
- 1990. december 14: Árpád híd - Újpest Központ



Wagon wyprodukowany przez konsorcjum firm Schlick i Siemens & Halske # 1 (żółty), muzeum komunikacji miejskiej, 11.03.2008 r. Fot. M. Graff



Model wagonu # 20, używanego przy przejazdach dla VIP-ów, w tym cesarza, 11.03.2008 r. Fot. M. Graff

## Wagony eksploatowane w metrze budapeszteńskim

Seria	Producent	Numeracja wagonów	Rok wprowadzenia do eksploatacji	Liczba wagonów wprowadzonych do eksploatacji	Stacjonowanie	Liczba eksploatowanych (skasowanych*) pociągów
Ganz Csuklós	Ganz	21–43	1973: 21–41	1973: 21	Mexikói út	23
			1984: 42–43	1984: 2		
			1969: 100–103	1969: 4		
Ew, Ew_aw	MMZ	100–199	1970: 104–149	1970: 46	K–Ny	42 (58*)
			1972: 150–199	1972: 50		
			1975: 200–224	1975: 25		
Ew3	MMZ	200–295	1976: 225–275	1976: 51	K–Ny: É–D	25 (71)
			1979: 276–295	1979: 20		
			1980: 3000–3001	1980: 2		
1981: 3002–3041	1981: 40					
81–7141	MMZ	3000–3001	1983: 3042–3050	1983: 9		
			1984: 3051–3076	1984: 26		
			1986: 3077–3084	1986: 8	K–Ny: É–D	106 (15*)
			1988: 3085–3104	1988: 20		
			1989: 3105–3116	1989: 12		
81–7142	MMZ	3002–3128	1991: 3117–3122	1991: 6		
			2000: 3123–3128	2000: 6	K–Ny	6
			1980: 300–309	1980: 10		
			1981: 310–327	1981: 18		
			1983: 328–336	1983: 9		
81–7172	MMZ	300–362	1984: 337–338	1984: 2		
			1986: 339–342	1986: 4		
			1988: 343–353	1988: 11		
			1989: 354–358	1989: 5		
			1991: 359–362	1991: 4		
			2000: 4: 363–366	2000: 4	K–Ny	4
81–7172M	Metrowagonmasz	363–366	2000: 4: 363–366			
G2*	Ganz	bd.	1987: 6: 400–405	1987: 6	É–D	0 (6*)

\* Wycofane z eksploatacji w 1979 r.

### Tabor

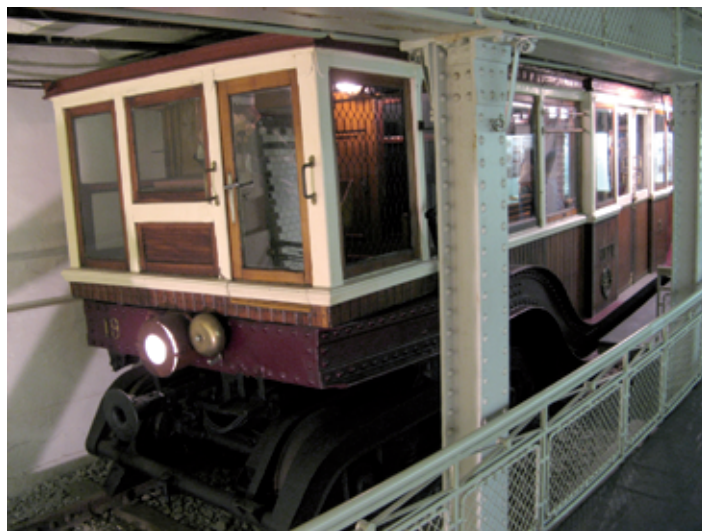
Z racji swego wieku, metro budapeszteńskie eksploatuje wiele serii i typów wagonów, pochodzących od różnych producentów i reprezentujących różny poziom techniczny. Dane statystyczne taboru metra w Budapeszcie podano w tabeli 3.

### Wagony Schick/Siemens & Halske

Pierwszymi wagonami eksploatowanymi przez metro w Budapeszcie były wagony zbudowane przez firmę Schlick w liczbie 20 sztuk, przy czym w dniu otwarcia odcinka dostarczono 10 wagonów z aparaturą elektryczną wyprodukowaną przez firmę Siemens & Halske. Były to wagony dwukierunkowe, 4-osiowe, oparte na dwóch wózkach, z 28 miejscami stojącymi i 14 siedzącymi. Napęd zapewniały 2 silniki trakcyjne (po jeden na każdy wózek), przekazujące moment obrotowy silnika przez mechanizm łańcuchowy. Wysokość podłogi (wysokość od główki szyny) wynosiła 450 mm w części środkowej, zaś wysokość (bez pantografu) 2600 mm. W wagonach był zamontowany hamulec ręczny (zwykły i bezpieczeństwa). Nie montowano sprzężarek w wagonach.

Wagony z obu dostaw (# 1–10/11–20) różniły się od siebie konstrukcją:

- nadwozie: z zewnętrznym pokryciem drewnianym/metalowym,
- kolorystyka: żółta – schemat BVVV/brązowa – schemat BKTV,
- moc silnika trakcyjnego: 12 kW/15 kW,
- moc wagonu: 24 kW/30 kW,



Wagon wyprodukowany przez konsorcjum firm Schlick i Siemens & Halske # 19 (brązowy), muzeum komunikacji miejskiej, 11.03.2008 r. Fot. M. Graff

- długość całkowita: 11 100/11 120 mm (wagon # 20 – 13 370 mm),
- długość podła: 10 370/10 470 mm (wagon # 20 – 10 450 mm),
- szerokość: 2130/2145 mm.

Wagon nr 20 służył dojazd specjalnych dla VIP-ów (np. przewóz cesarza, premiera, itp.). Wagony tej serii, wraz z wzrastającym ruchem, prowadziły dodatkowe wagony doczepne, zaś na linii M1 kursowały aż do 1973 r. Wtedy zostały zastąpione wagonami Ganz csuklós szerelvény (pol. przegubowy pociąg Ganz).



Muzealny wagon Siemens # 4 wraz z wagonem doczepnym # 84 (model), muzeum komunikacji miejskiej, 11.03.2008 r. Fot. M. Graff



Pociąg z wagonami serii Ew, stacja Pillangó utca, linia M2, 21.08.2006 r.

Fot. M. Graff

## Wagony serii E i 81-71

Modyfikacja wagonów serii E przeznaczona dla metra budapeszteńskiego została oznaczona jako Ew (W – Węgry) i była odmianą wyprodukowanych przez Fabrykę Maszyn w Mytiszczach pod Moskwą wagonów serii E. Ta fabryka produkowała wagony metra od 1934 r. i była w tej dziedzinie monopolistą w ZSRR. Kolejne serie wagonów metra były oznaczane literami alfabetu cyrylicy, począwszy od 'A'. Prototypowy wagon serii E opuścił fabrykę w Mytiszczach w 1963 r. i znacznie różnił się od swego pierwowzoru (serii A). Wprawdzie wagony serii E miały niemało podserii, ale faktyczne różnice były minimalne. Pierwsze wagony serii Ew zostały dostarczone dla metra w Budapeszcie w 1970 r. Ogółem dostarczono kilka odmian tych wagonów: Ew, Ew\_AM, Ew3, zaś obecnie kursują one tylko na linii M2. Wówczas jeszcze zupełnie niezależna od BKV firma Metró zakupiła od Związku Sowieckiego 50 szt. wagonów typu Ew. Wagony te praktycznie reprezentują poziom techniczny lat trzydziestych ubiegłego wieku, zarówno w części mechanicznej, jak i elektrycznej. Dostawy taboru odbywały się stopniowo, odpowiednio do oddawania do eksploatacji kolejnych odcinków metra (linii M2). Do 1972 r. zakupiono 50 wagonów serii Ew, zaś w latach 1975–1979 kolejne 95 szt. serii Ew3.

Wagony te mają stalową konstrukcję pudła, a całość spoczywa na dwóch dwuosiowych wózkach. Zawieszenie jest dwustopniowe – oba zrealizowano za pośrednictwem cylindrycznych sprężyn, a także tłumików hydraulicznych znajdujących się między pudłem i wózkami. Pudło oparte jest na wózkach za pomocą łożysk kulowych. Rozruch silników trakcyjnych odbywa się poprzez rezystory rozruchowe, a przeniesienie napędu na koła zapewniała jednostopniowa przekładnia (1:5,33). W każdym wagonie znajdują się 3 rodzaje hamulców: elektrodynamiczny oporowy (zakres działania 80–10 km/h), pneumatyczny (10–0 km/h) oraz ręczny mechaniczny. Sterowanie hamulcem ED odbywa się za pomocą przekształtnika tyrystorowego. Siedzenia zabudowane wzdłuż okien zapewniają miejsca dla 52 pasażerów każdego wagonu (44 miejsca w wagonach sterowniczych). Oświetlenie jest dość archaiczne – żarówki zamknięte w półokrągłych kloszach ze szkła mlecznego. Sposób klimatyzacji był bardzo prosty i równie niezawodny – są to odpowiednio uformowane kawałki blachy na dachu każdego wagonu, przez które dostaje się strumień powietrza w czasie jazdy pociągu. Wagony te mogą poruszać się z prędkością maksymalną 70 km/h (ich prędkość konstrukcyjna wynosi 90 km/h). Niedawno rozpoczął się remont generalny wagonów tej serii, bowiem już dawno przekroczyły dozwolony przebieg 3 mln km. Pierwszy wyremontowany pociąg znajduje się już w ruchu. Pociągi te kursują jako składy pięciowagonowe. Wraz z dostawą wagonów Metropolis wyprodukowanych przez Alstom, wagony serii E zostaną zastąpione przez młodsze i nowocześniejsze odpowiedniki.

Niedługo po rozpoczęciu eksploatacji okazało się, że wagony serii Ew mają zbyt małą moc, niewystarczającą przy niektórych podjazdach, występujących na liniach kolei podziemnej. Producent wagonów – fabryka w Mytiszczach, zobowiązała się do opracowania kolejnej modyfikacji wagonu serii E. Nowe wagony, oznaczone jako 81-717 (z kabiną sterowniczą) i 81-714 (bez kabiny sterowniczej) miały mocniejsze silniki (114 kW zamiast 66 kW) oraz nieco zmieniony wygląd zewnętrzny – opracowano inną zewnętrzną stylistykę kabiny maszynisty oraz reflektorów. Część pasażerska pozostała bez większych zmian, przy czym wy-

mieniono archaiczne oświetlenie żarówkowe na neonowe. Podobnie, jak w wagonach serii Ew, podstawowym pozostał hamulec elektrodynamiczny oporowy, używany w zakresie prędkości 80–10 km/h. Niezmieniony pozostał stopień przełożenia przekładni (1:5,33), zaś obrzeża kół były smarowane smarem suchym. Do zasilania obwodów pomocniczych (sprężarka, oświetlenie części pasażerskiej, itp.) służyła przetwornica statyczna przetwarzająca napięcie 750 V DC na 220 V 400 Hz AC. Archaiczne rozwiązanie z wagonów Ew, jak nagranie na taśmę magnetofonową nazw zapowiadanych stacji, zostało zastąpione nagraniem elektronicznym. Jako system zabezpieczenia ruchu służył radziecki system sterowania ruchem ARS (automatyczna regulacja prędkości) działający w następujący sposób: w pociągu zostały zamontowane dwa katetery (18 cm nad torem), które indukowały prąd przemienny w szynie. Częstotliwość tego prądu była odczytywana przed urządzeniami naziemnymi. System ARS, funkcjonujący w metrze budapeszteńskim, umożliwia ruch pociągów z następstwem od 90 s oraz zredukowanie liczby maszynistów z dwóch (wagonów serii Ew) do jednego. Dane techniczne wagonów produkcji sowieckiej zestawiono w tabeli 4.

Wagony sterownicze serii 81–7172 oraz wagony środkowe 81–7142 producent sowiecki/rosyjski dostarczył w latach 1980–2000. Wiek pojazdów serii 81–7172/7142 umożliwia ich eksploatację jeszcze przez najbliższych 25 lat, przy założeniu przeprowadzenia w najbliższej przyszłości generalnego remontu (części mechanicznej i elektrycznej) tych pojazdów. Parametry techniczne wagonów Ew praktycznie nie zostaną zmienione (nie jest to obecnie planowane). Z punktu widzenia ekonomicznego, ich tradycyjny rezystorowy rozruch silników reprezentuje przestarzały, nieekonomiczny poziom techniczny. W wagonach metra serii 81–7172 poprzez ich gruntowną modernizację istnieje możliwość znacznego poprawienia parametrów technicznych (np. poprzez montaż rozruchu impulsowego silników możliwe jest zmniejszenie zużycia prądu o 30%). Przykładem są wagony serii 81–71M kursujące w metrze praskim, zmodernizowane przez Škodę.

Niedawno zakupione przez BKV dwa składy produkcji rosyjskiej (81–7172M) trafią na linię metra M2. Z powodu bardzo obfitego olampowania, otrzymały przydomek „pająk wodny” (węg. vízipók).



Pociąg z wagonami serii 81, stacja Pillangó utca, linia M2, 21.08.2006 r.

Fot. M. Graff

## Tramwaje przegubowe MFAV

Szczególną odmianą tramwajów przegubowych MFAV jest przegubowy skład pierwszej linii metra, zwanej Milleniumi Földalatti Vasút (MFAV), czyli Milenijna Kolejka Podziemna. Nazwa pochodzi stąd, że kolej tę, jako pierwszą na kontynencie, zbudowano w okresie uroczystości 1000-lecia państwa węgierskiego wraz z wieloma innymi rocznicowymi inwestycjami, jak założenie Mu-

Tabela 4

## Dane techniczne wagonów produkcji sowieckiej i rosyjskiej

	Ew (Ev AM)	Ew_AV/Ew3	81–717/81–714	81–172M/81–7142M
Liczba wagonów	45 (18)	27/95	63/122	4/6
Układ osi	Bo'Bo'	Bo'Bo'	Bo'Bo'	Bo'Bo'
Długość wagonu [mm]	18 810	18 810	18 810	18 810
Szerokość wagonu [mm]	2670	2670	2670	2670
Wysokość wagonu [mm]	3660	3660	3662	3662
Baza wózka [mm]	2100	2100	2100	2100
Baza wagonu [mm]	12 600	12 600	12 600	12 600
Masa [t]	32 500 (33 000)	32 100/32 500	33 000	33 000
Liczba miejsc stojących	178	190/178	190/178	178
Liczba miejsc siedzących	42	46/42	44/40	40
Całkowita liczba miejsc	136	144/136	146/138	138
Moc pojedynczego silnika [kW]	66	66/72	110	110
Moc całkowita [kW]	264	264/288	440	440





Pociąg serii 81–7141/7142 na stacji Újpest-Városcapu, linii M3, 11.03.2008 r.

Fot. M. Graff

zeum Sztuk Pięknych [Szépművészeti Múzeum], Galerii Sztuki Współczesnej [Műcsarnok], ogrodu zoologicznego, lunaparku, kąpieliska im. Széchényi'ego itd. Skład ten zaprojektowano w celu zastąpienia eksplataowanych wówczas od chwili otwarcia, czyli od 1896 r. do 1973 r., wiekowych już wagonów MFAV z drewnianymi siedzeniami (półkolistymi, umieszczonymi w dwóch końcach wnętrza wagonów). Ruch pasażerski na MFAV zwiększył się tak znacząco, że już w latach 60. XX w. konieczne stało się wyprodukowanie i dołączanie do wagonów silnikowych wagonów doczepnych wyposażonych w kabinę sterowniczą. Jednocześnie dokonano całkowitej przebudowy trasy, wydłużając dwukrotnie perony poszczególnych stacji z 15 m do 30 m (wcześniej dwuwagonowe pociągi nie mieściły się w peronach, zaś wsiadanie i wysiadanie zeń było kłopotliwe dla pasażerów).

Oba wagony (silnikowy i doczepny) miały tylko jedno, środkowe wejście, które coraz bardziej utrudniało szybkie wsiadanie i wysiadanie. Do 1973 r. na linii M1 (MFAV) obecny był dodatkowo konduktor, który własnoręcznie otwierał i zamykał drzwi wagonów oraz furtki istniejących jeszcze wówczas barier peronowych. Dopiero nowe składy MFAV otrzymały pneumatyczne otwieranie i zamykanie drzwi. Inną ciekawostką jest to, że w okresie przebudowy linii M1 (przełom lat 80. i 90. XX w.) nie pogłębiono tunelu, zatem również nowe, trzywagonowe składy (seria Ganz) podobne są w konstrukcji do starych – z bardzo niską podłogą, a zamiast klasycznych pantografów na dachach znajdują się karłowate pantografy, ponieważ odległość między siecią trakcyjną (specjalna szyna umieszczona pod sufitem tunelu) a sklepieniem tunelu jest zaledwie kilkunastocentymetrowa. Inną ciekawostką jest to, że chociaż są to składy przegubowe, z powodu zbyt niskiego zawieszenia wagonów, nie wykonywano przejść z jednej do drugiej sekcji wagonu.

Wytwórnia tramwajów Ganz Villamossági Művek dostarczyła 21 nowych składów do obsługi linii M1 po jej przebudowie w 1973 r., przy czym część mechaniczną zbudowała fabryka lokomotyw, wagonów i maszyn Ganz-MÁVAG Mozdony-, Vagon és Gépgyár. Składy te były nie tylko bardziej pojemne od historycznych i miały większą prędkość konstrukcyjną, ale także wraz z całą linią nr 1 metra wyposażono je w urządzenia automatycznego

zabezpieczenia ruchu, dzięki czemu przepustowość tej linii się podwoiła.

Tunel linii M1 (MFAV) znajduje się bezpośrednio pod jezdnią. Na konstrukcję pojazdów zarówno historycznych, jak i nowych, decydujący wpływ miał fakt, że aleja Andrassy'ego, pod którą przebiega linia MFAV, mniej więcej w połowie przecina Wielki Bulwar (Nagykörút – w tym miejscu Bulwar Teresy – Teréz körút) i linia MFAV przebiega nad kanałem zbiorczym, ciągnącym się pod całym Wielkim Bulwarem. Inny powód to fakt, że Wielki Bulwar zbudowano na miejscu odnogi Dunaju, którą osuszono, a z uwagi na występowanie wód gruntowych kanału zbiorczego nie można było głębiej wydrążyć tunelu, co umożliwiłoby także zwiększenie średnicy tunelu na linii MFAV. Zatem sieć trakcyjna znajduje się 2700 mm powyżej powierzchni szyn, a odległość peronów od torowiska wynosi 350 mm i z tego powodu nigdy nie było możliwości zbudowania trzeciej szyny zasilającej. Przy konstruowaniu nowych pojazdów dla MFAV musiano zastosować specjalną konstrukcję podwozia, ponieważ wózki można było umieścić tylko poza pomieszczeniami dla pasażerów. W przegubach międzywagonowych nad wózkami umieszczono urządzenia elektryczne pojazdu. Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej (Budapesti Közlekedési Vállalat – BKV) zastrzegło u producenta zarówno pojemność pojazdów, jak i to, że długość składu należy maksymalnie dostosować do nowej długości peronów. Nowe składy musiały pokonywać łuki budowane dla krótszych wagonów, dla których baza wagonu i odległość między sworzniami nie przekraczała 9 m. Zachodziła zatem konieczność budowy trójwagonowych składów przegubowych.

Kabiny maszynisty umieszczono na obu końcach wagonów nad wózkiem. Wagony środkowe oparte są na wspólnych wózkach. W zamkniętej przestrzeni przegubów między wagonami umieszczono urządzenia elektryczne i pneumatyczne, które odizolowano od części pasażerskiej. Dostęp doń jest możliwy przez dwuskrzydłowe drzwi z zewnątrz pojazdu, w ten sam sposób możliwe jest wymontowanie aparatury elektrycznej. Rezystory rozruchowe i hamulcowe umieszczono pod podłogą. Ponieważ ruch na tej linii jest dwutorowy bezpętlowy, zatem do szybkiej wymiany pasażerów w każdym członie po obu stronach umieszczono po dwie pary drzwi. Podwozie i szkielet są konstrukcją stalową spawaną, samonośną. Zamontowana przekładnia jest dwustopniowa (wałkowo-stożkowa), zaś przeniesienie momentu obrotowego silnika następuje przez wał kardana z ustawionych pod kątem ostrym (silnik i wał kardana) w stosunku do płaszczyzny równoległej do powierzchni szyn (dla zmniejszenia miejsca). Wagony mają kontrolę obciążenia, co służy do regulacji siły hamowania. Połączenie wózków z pudłem odbywa się poprzez czop skrętu. Pojazd ma dwustopniowe usprężynowanie – sprężyny cylindryczne stalowe (ustawione pod kątem) i sprężyny (elementy) gumowe. Zestawy kołowe mają prowadzenie wahadłowe. Koła pojazdu wyposażono w gumowe wkładki między obręczą a kołem bosym. Dane techniczne tych pociągów podano w tabeli 5.

Urządzenia hamulcowe wagonów, ze względu na przeznaczenie do obsługi kolei podziemnej, musiano skonstruować według przepisów dotyczących pojazdów szybkich kolei miejskich. Pojazd ma dwa systemy niezależnych hamulców – pneumatyczne tarczowe i klockowe oraz elektrodynamiczne. Nie montowano hamulca szynowego. Hamulec pneumatyczny (hamulec bezpieczeństwa) to jednoprzewodowy hamulec systemu Knorr BR, pośredni automatyczny, uzależniony od obciążenia. Hamulec

pneumatyczny włącza się samoczynnie w różnych sytuacjach: np. po uruchomieniu przez pasażera, lub samoczynnie po niedokładnym hamowaniu elektrodynamicznym (np. awaria rezystorów), w przypadku awarii przewodu doprowadzającego powietrze do silników. Hamulec ten może wyhamować pociąg z prędkości 60 km/h do zera na drodze 150 m.

Z powodu jednoosobowego kierowania pociągiem, motorniczy jest zupełnie odizolowany od pasażerów. Na trasie, na początku każdej strefy znajduje się elektromagnes o polaryzacji „północ”, a następnie magnes o polaryzacji „południe”. Elektromagnes tylko wówczas otrzyma impuls, jeżeli urządzenia bezpieczeństwa ruchu przekażą sygnał „wolna droga”. W środkowej części wagonu znajduje się odbiornik elektromagnetyczny: jeżeli elektromagnes nie otrzymał impulsu „wolna droga” (zielone światło), wówczas odbiornik odczytuje ten fakt przez impuls od elektromagnesu o polaryzacji „południe” jako „stój” (czerwone światło). Uszkodzenie urządzeń bezpieczeństwa „ruchu, czy przerwa w dostawie prądu również jest traktowane jako impuls „stój”.

Urządzenie bezpieczeństwa w chwili przejazdu pociągu nad elektromagnesem, przekazuje zielony sygnał błyskowy motorniczemu. Natomiast w chwili otrzymania sygnału „stój”, zatrzymuje pociąg za pomocą pneumatycznego hamulca awaryjnego. Po zatrzymaniu się, motorniczy działanie hamulca może skasować za pomocą przełącznika. Czujnik elektromagnetyczny najsukuteczniej działa przy prędkościach 2–60 km/h.

Każdy wagon jest wyposażony w 2 pantografy nisko zawieszone, półnożycowe, przy czym podczas jazdy jest podniesiony zawsze tylny pantograf. W celu ochrony przed podwyższonym napięciem wbudowano automatyczne przerywniki prądu Siemens. Jako uzupełniające zabezpieczenie wbudowano bezpieczniki topikowe (działanie powyżej natężenia prądu 400 A). Pojazd ma sterowanie rezystorowe – podczas hamowania jako pierwszy włącza się hamulec elektrodynamiczny, po czym pojazd jest dohamowany hamulcem pneumatycznym. Pojazd nie został wyposażony w urządzenia antypoślizgowe czy zapobiegające buksowaniu kół. Niskie napięcie jest wytwarzane przez przetwornicę statyczną (początkowo akumulator 24 V Ni-Cd), zaś sprężone powietrze przez sprężarkę śrubową, potrzebną do otwierania i zatrzymywania drzwi, podnoszenie pantografów, itp.

Pojazdy MFAV przejechały od 1973 r. do 1995 r. około 720 tys. km, co kwalifikuje je do przeprowadzenia naprawy głównej, którą przeprowadzono w czasie modernizacji linii M1 – skasowano uchwyty hamulców bezpieczeństwa, dotychczas znajdujące się w przestrzeni dla pasażerów, oraz przyciski dzwonka alarmowego. W ich miejsce wbudowano urządzenia rozmówcze, dzięki którym pasażerowie mogą poinformować maszynistę o charakterze i szczegółach nadzwyczajnej sytuacji. Zapobiega to zbędnemu uruchamianiu hamulców bezpieczeństwa, co często prowadziło do obrażeń wśród pasażerów. Wbudowano urządzenie DIGIDAT, będące rodzajem rejestratora parametrów jazdy (tzw. czarnej skrzynki). Zarejestrowane dane można odczytać za pomocą przenośnego komputera. Wymieniono pantografy – w miejsce oryginalnych pantografów Faiveley’a wykonano podobne, ale z miedzianymi ślizgaczami i węglowymi nakładkami, zaś górną szynę zasilającą wymieniono ze stalowej na miedzianą. Pomieszczenie z aparaturą elektryczną otrzymało wydajniejszą wentylację (sprężarka śrubowa, przetwornica statyczna, magnetyczne przełączniki itd., produkują znaczną ilość ciepła). Wzmocniono także



Pociąg Ganz # 32, stacja Mexikói út, 11.03.2008 r.

Fot. M. Graff

Tabela 5

## Dane techniczne wagonów Ganz

Seria	Ganz csuklós szerelvény (przegubowy pociąg Ganz)	
Rok wprowadzenia do eksploatacji	1973, 1984	
Liczba pociągów	23	
Układ osi	Bo'2'2'Bo'	
Zestawienie pociągu	S+D+S	
Długość całkowita	[mm]	29 270
Szerokość wagonu	[mm]	2350
Napięcie zasilania	[V]	600 ± 20%
Masa wagonu	[t]	37,6
Wysokość wagonu	[mm]	2590
Baza wózka [S/D]	[mm]	1600/1800
Baza wagonu [S/D]	[mm]	8915/9050
Długość wagonu [S/D]	[mm]	10 110/9050
Całkowita liczba miejsc	189	
Liczba miejsc do siedzenia	48	
Liczba miejsc do stania	141	
Liczba silników	4	
Moc pojedynczego silnika	[kW]	66
Moc całkowita	[kW]	264

blachy pudła w miejscach przegubów (te elementy często ulegały defektom).

## Prototyp GanzP – pierwszy węgierski wagon metra

Budowa rodzimego taboru, choć nie była łatwa, nie wydawała się niemożliwa. W ówczesnych Zakładach Produkcji Wagonów Ganz (Ganz Vagonyár) jesienią 1951 r. rozpoczęto projektowanie prototypów wagonów, które miały kursować na liniach budapeszteńskiego metra. W planowaniu jako konstrukcje bazowe służyły wagony silnikowe moskiewskiego metra. Prace projektowe i produkcyjne postępowały i pod koniec czerwca 1953 r. zakończono montaż dwóch wagonów silnikowych oznaczonych symbolami P1 i P2 (tab. 6), po czym przystąpiono do prób. Dojazd testowych tych wagonów, przy parku miejskim Népliget, wzdłuż ulicy Vajda Péter, zbudowano tor doświadczalny, na którym przez wiele lat przeprowadzano próby techniczne taboru metra. Testy wagonów GanzP prawdopodobnie nie zakończyły się sukcesem, a wagony

zostały odstawione (i wybrakowane około 1972 r.). W lecie 1953 r. wstrzymano prace związane z budową linii metra M2 i skoncentrowano się na projektowaniu i budowie taboru metra rodzimej produkcji. Jednak zdobyte doświadczenia przy drążeniu tuneli wykorzystano w latach 60. XX w.

Po wznowieniu prac nad budową linii metra M2 w 1963 r. panował już zupełnie inny duch. Był to okres łączenia zakładów przemysłowych w giganty przemysłowe. W tym czasie jako pierwsze połączono w jeden zakład fabryki o podobnym profilu – wytwórnie taboru kolejowego Ganz oraz MÁVAG. I chociaż głównym profilem połączonej, ale borykającej się z tysiącami wewnętrznych problemów kombinatu Ganz–MÁVAG była produkcja taboru kolejowego i tramwajowego, nie podjęto się produkcji taboru metra i dlatego zdecydowano się je sprowadzić z zagranicy (zakupiono w fabryce w Mityszczach w ZSRR).

Tabela 6

## Dane statystyczne wagonów serii Ganz G2

Rok produkcji	Seria	Stacjonowanie	Rok kasacji
1953	Ganz, P1	Fehér út	1972
1953	Ganz, P2	Fehér út	1972

## Prototyp Ganz G2

Na początku lat 80. XX w. rada miejska Budapesztu opracowała i wdrożyła koncepcję rozwoju komunikacji miejskiej. Zamierzano wprowadzić nowoczesne wagony na budowaną linię M3 oraz istniejącą M2 w miejsce dotychczasowych sowieckich. Wówczas poprzednika firmy Ganz-Hunslet – Zakłady Produkcji Taboru Kolejowego Ganz-MÁVAG, czołowego producenta taboru kolejowego na Węgrzech – poproszono o opracowanie nowego typu wagonów. W 1982 r. zakłady Ganz-MÁVAG oraz ich partnerska firma, produkująca podzespoły elektryczne, Ganz Villamossági Művek zawarły kontrakt z zamawiającym inwestorem metra METROBER oraz eksploatującymi stołecznymi zakładami komunikacyjnymi Budapesti Közlekedési Vállalat (BKV) na dostawę nowoczesnych wagonów metra. Wymogi postawione nowym składom, BKV i METROBER umieściły w specyfikacji technicznej, której najważniejszymi warunkami (w stosunku do taboru dotychczasowego) były:

- zmniejszenie poziomu hałasu,
- przystosowanie wagonów do kursowania także poza tunelami,
- zmniejszenie kosztów utrzymania,
- 25-letnia żywotność bez remontu generalnego,
- zastosowanie materiałów konstrukcyjnych niepalnych i nietoksycznych,
- zastosowanie rozruchu impulsowego i elektroniki sterowniczej oraz hamulca odzyskowego.

Radzieckie zakłady produkujące tabor metra w Mityszczach wprawdzie nie odmówiły modernizacji produkowanego przez siebie taboru, ale nie podjęły dostatecznego wysiłku w tym kierunku, bowiem wykonane prace modernizacyjne taboru nie zmniejszyły ani zużycia energii, ani kosztów utrzymania. Zatem rozpoczęto poszukiwania „socjalistycznego” producenta, który podjąłby się produkcji nowocześniejszych składów metra, przy bardzo zawężonych możliwościach. We wschodnich Niemczech, w miejscowości Henningsdorf pod Berlinem, działała firma mająca doświadczenie w produkcji taboru kolejowego. Firma ta – Kombinat für Lokomotivbau und Elektronische Werke – KLEW, wcześniej dostarczała tabor dla kolei węgierskich – w latach 1964–1965

wyprodukowała ezł serii M IX i M X dla Budapeszteńskich Kolei Dojazdowych (*Budapesti Helyiérdekű Vasút* – BHÉV). KLEW wprawdzie zgodził się wstępnie na rozpoczęcie rozmów ze stroną węgierską (METROBER i BKV Metró) na początku 1979 r., natomiast określenie warunków kontraktu nastąpiło w styczniu 1980 r. Jednak w połowie 1982 r. strona niemiecka wycofała się z umowy. Tymczasem podczas rozmów prowadzonych z KLEW rodzime zakłady Ganz zgłosiły gotowość wyprodukowania taboru dla budapeszteńskiego metra (wcześniej odmawiały podjęcia rozmów). Rozmowy przygotowawcze zakończono na przełomie 1982 i 1983 r. podpisaniem umowy pomiędzy METROBER oraz zakładami Ganz-MÁVAG (GM) na zaprojektowanie i wyprodukowanie sześciowagonowego składu – prototypu metra w terminie do końca grudnia 1984 r. (podzespoły elektryczne miały dostarczyć zakłady Ganz Villamossági Művek, GVM). Prace jednak posuwały się bardzo wolno, a pociąg był gotowy dopiero w połowie 1987 r.

W 1988 r. w pobliżu ul. Kőér rozpoczęto testy prototypowego składu metra Ganz-Hunslet, wyposażonego w rozruch impulsowy. Oparcie pudła na wózkach było pneumatyczne, zaś same wózki – monosilnikowe. Minusem tej konstrukcji było to, że z powodu dużej powierzchni zajmowanej przez aparaturę elektryczną, najmniejsza jednostka była nie jedno- a dwuwagonowa. Z tego powodu rozróżniono wagony trzech typów:

- typ A – sterowniczy wagon silnikowy (400, 404) z kabiną maszynisty,
- typ B – doczepny wagon silnikowy (401, 403, 405) i bez kabiny maszynisty,
- typ C – wagon doczepny bez napędu (402) i bez kabiny maszynisty.

Skład był łączony w następujący sposób: 400-401-402-403-405-404 (A-B-C-B-B-A). W pociągu tym zastosowano wiele nowatorskich rozwiązań. Wagony mogły być zestawiane w pociągi liczące od 4 do 8 wagonów. 6-wagonowy zestaw wykonano jako jednoprzestrzenny, z możliwością przejścia z jednego do drugiego końca pociągu. W przypadku awarii w tunelu czy w pociągu, pasażerowie mogą opuścić pociąg poprzez składane schody, znajdujące się na ścianie przedniej kabiny maszynisty.

Podstawową jednostką 6-wagonowego pociągu metra Ganz G2 jest bliźniaczy wagon silnikowy, który składa się z wagonu A i wagonu B, połączonych ze sobą tzw. sprzęgiem półstałym. Wagon A ma kabinę maszynisty, wagon B – nie. Część elektryczna obu wagonów jest tak zaprojektowana, że oba wagony stanowią jednostkę podstawową i nie jest możliwa ich eksploatacja oddzielnie. Z wagonów bliźniaczych można zestawiać zestawy 4- lub 6-wagonowe. 2-wagonowe pociągi można łączyć sprzęgiem automatycznym Scharfenberga, przy czym dla zestawów 4-wagonowych zestawienie to A+B+B+A, zaś dla 6-wagonowych – A+B+C+B+B+A (wagon C ma identyczną część elektryczną, jak wagon A, jednak nie ma kabiny maszynisty).

Zastosowano tyrystorowe przekształtniki główne, umożliwiające płynne ruszanie i zamontowano odzyskowy hamulec elektrodynamiczny. Dla składu 6-wagonowego między wagonem 3. i 4. znajduje się stanowisko sterownicze, umożliwiające jazdę z prędkością do 10 km/h, poprzez sterowanie trzema przyciskami oraz hamowanie z siłą 20, 40 i 60%. Płyty odbieraków prądu umieszczono po obu stronach wózków wagonów w odległości 31,9 m i połączono z przewodem zbiorczym.

6-wagonowy pociąg metra GM przekazano odbiorcy w grudniu 1987 r. Odbioru dokonano na torze próbnym przy ul. Kőér w dzielnicy Kőbánya, gdzie miały miejsce pierwsze jazdy próbne bez pasażerów (przejechano 1738 km), po czym Główna Inspekcja Komunikacyjna (*Közlekedési Főfelügyelet*) w lutym 1988 r. dokonała oficjalnego odbioru składu i wydała zezwolenie na rozpoczęcie jazd próbnych. Według wstępnych planów, pociąg bez pasażerów powinien przejechać 100 tys. km, przy czym 90 tys. pusty i 10 tys. ze sztucznym obciążeniem, przez min. 9 miesięcy, włączając także okres zimowy. W listopadzie 1988 r. po raz pierwszy pociąg wjechał do tunelu metra. Niestety, nowy pociąg praktycznie w każdym tygodniu notował nieplanowe przestoje... Nadszedł 1989 r. i związany z tym kryzys ekonomiczny, który boleśnie dotknął krajowe firmy GM i GVM, powodując ich upadłość. Oznaczało to wypowiedzenie umowy dotyczącej serwisowania nowych wagonów, a także niemożność wprowadzania mniejszych i większych poprawek konstrukcyjnych, które licznie zgłaszano. W połowie lutego 1989 r. powstała spółka akcyjna Fabryka Taboru Kolejowego Ganz (*Ganz Vasúti Járműgyár*), która przejęła majątek GM, i zadeklarowała, że respektowanie wcześniejszych umów jest możliwe na drodze dodatkowych negocjacji (m.in. przez syndyka). W połowie 1989 r. producent i odbiorca – Ganz-MÁVAG i METROBER ostatecznie się porozumiały.

W styczniu 1991 r. większość akcji GV trafiło w ręce włoskiej firmy Ansaldo i jako Ganz-Ansaldo SA przekształciło się w mieszana firmę węgiersko-włoską. Od stycznia 1991 r. do lutego 1992 r. próbny pociąg przejechał 31 941 km w czasie 370 dni. W międzyczasie skończył się okres gwarancyjny, zaś wagon okazał się ostatecznie konstrukcją bardzo awaryjną. Całości dopełnił kryzys gospodarczy, w jakim znalazły się Węgry po 1989 r. Zatem na dopracowanie konstrukcji wagonu Ganz nie starczyło już ani sił, ani ochoty zarówno odbiorcy, jak i producentowi. Szczególnie kłopotliwe okazały się przekształtniki tyrystorowe, a i obsługa wagonu była bardzo pracochłonna. Dodatkowo postulowano głęboką przebudowę nadwozia, mechanizmu napędowego oraz korzystniejszego zawieszenia nadwozia na wózkach. Wagon przejechał ogółem 70 tys. km i obecnie stacjonuje w jednej z zajezdni metra (przy linii M3). W grudniu 2000 r. pociąg został wycofany z eksploatacji (skasowany, ale zachowany do dziś). Dane techniczne wagonu Ganz G2 zestawiono w tabeli 7.

Tabela 7

## Dane techniczne wagonów serii Ganz G2

Szerokość toru	[mm]	1435
Prędkość maksymalna	[km/h]	80
Długość całkowita pociągu	[mm]	11 6010
Wysokość wagonu	[mm]	3700
Szerokość wagonu	[mm]	2670
Wysokość podłogi ponad główkę szyny	[mm]	1180
Napięcie zasilania	[V]	825
Moc całkowita pociągu (czterowagonowego)	[kW]	3000
Masa pociągu (czterowagonowego)	[t]	190
Liczba miejsc		
do siedzenia		276
do stania (5 osób/m <sup>2</sup> )		840
całkowita w pociągu (5 osób/m <sup>2</sup> )		1116

## Pociągi Metropolis

Dla zapewnienia nowego taboru dla budowanej czwartej linii metra, Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej BKV w Budapeszcie ogłosiło przetarg. W przetargu wzięły udział firmy: Alstom (Francja), Bombardier (Kanada-Niemcy), CAF (Hiszpania), CSR (Chiny), Metrowagonmasz (Rosja), Rotem (Korea Płd.) i Siemens (Niemcy). Pod koniec maja 2006 r. wybrano jako dostawcę francuski koncern Alstom, zaś projekt wagonów (stylistyka, parametry techniczne) zostały oparte na wagonach Metropolis dostarczonych dla metra w Warszawie. Zamówienie za 247 mln euro obejmowało dostarczenie wagonów z rodziny Metropolis w liczbie 170 szt. z opcją na dodatkowe 28, przy czym kontrakt zostanie zrealizowany z raczej symbolicznym udziałem (10%) węgierskiego partnera, firmy GANZ Transelektro Traction Electrics. Nowe pociągi metra dla BKV zostaną dostarczone w ciągu trzech lat. Zestawienie nowych wagonów jest następujące: 15 czterowagonowych pociągów, plus 7 kolejnych (dla przyszłej wydłużonej linii nr 4), oraz 22 pociągi pięciowagonowe dla istniejącej linii nr 2, które zastąpią kursujące obecnie wagony serii E produkcji radzieckiej. Pociągi czterowagonowe będą w stanie zabrać jednocześnie 800 pasażerów, a pięciowagonowe – 1020. Na początku lutego 2009 r. Alstom dostarczył pierwszy 5-wagonowy pociąg z rodziny Metropolis dla metra budapeszteńskiego. Pociągi wyprodukuje polski zakład Alstoma – Konstal w Chorzowie.



## Literatura

- [1] *100 Years Past – 100 Years Future*. Budapest Local Government.
- [2] *Budapest Metro is 25 years old*. Budapesti Közlekedési Rt.
- [3] Daczó J.: *Földatti Vasúti Múzeum Egyetemi Nyomda*. Budapest 1977.
- [4] Materiały spółki BKV i koncernu Alstom.
- [5] *Millenium Underground Railway is 100 years old i Metro4*. BKV Rt.
- [6] Rakow W.A.: *Lokomotywy otieczestwiennych żełeznych dorog 1956–1975*. Transport Moskwa 1999.

## Słowniczek węgiersko-polski

tér – plac

híd – most

központ – centrum

pályaudvar – dworzec

fürdő – kąpielnia

út – zaułek

utca – ulica