



Krecia robota

foto: www.budowametra.pl

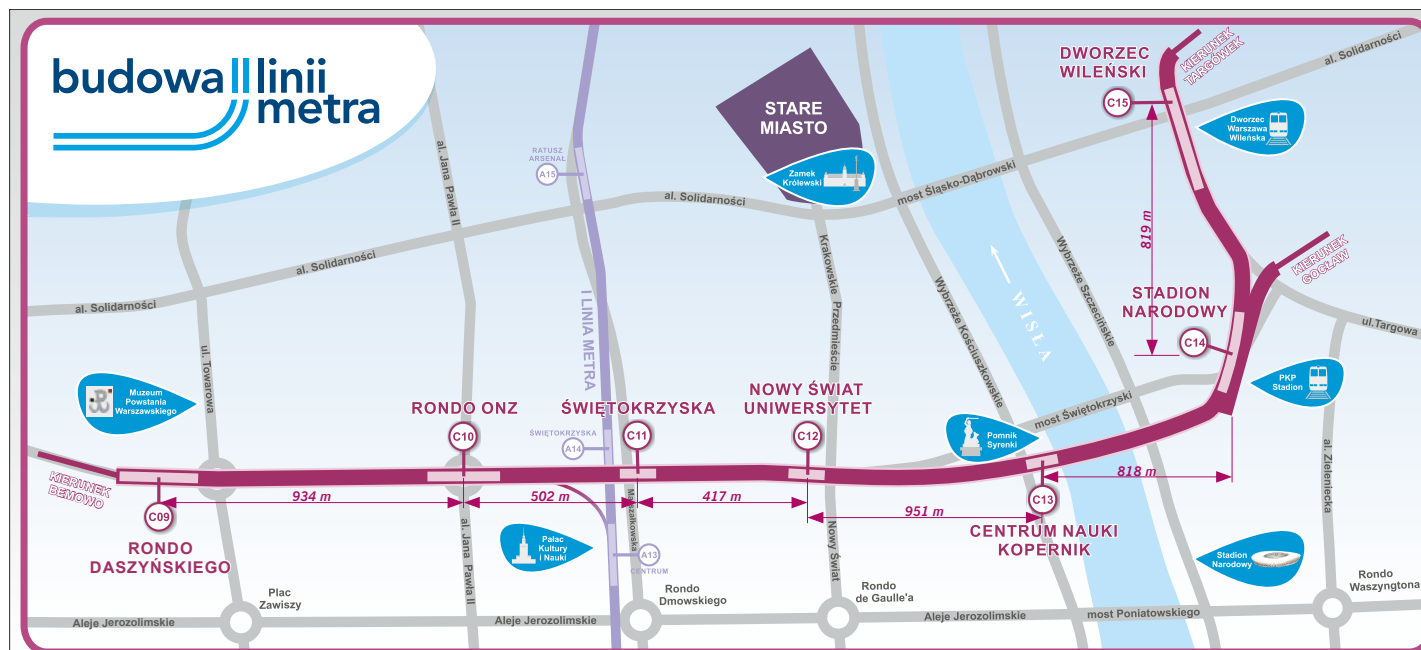
– teraz to brzmi dumnie

Dzisiejsi pasażerowie metra warszawskiego z pewnością nie zaprzątają sobie głów myśleniem o historii budowy czy perypetiach związanych w powstawaniem kolejnych odcinków kolei podziemnej. Oni spieszą się do pracy. Oni udają się na stację i chcą szybko dojechać. Szczęściarze, mają taką możliwość. Mają również perspektywę na kolejne odcinki i nowe stacje. Wystarczyło poczekać... prawie 90 lat.

Głębokość stacji: Rondo Daszyńskiego – 15 m, Rondo ONZ – 14 m, Świętokrzyska – 19 m, Nowy Świat – Uniwersytet – 23 m, Centrum Nauki Kopernik – 19 m, Stadion Narodowy oraz Dworzec Wileński – 13 m

Historia budowy jak dotąd jedyne metra w Polsce sięga roku 1925, kiedy to władze Warszawy podjęły uchwałę o opracowaniu projektu kolei podziemnej, ze względu na rosnącą liczbę przewozów i niewygodną sieć tramwajową. Projekt od początku zakładał budowę dwóch krzyżujących się linii; na osi północ – południe oraz wschód – za-

chód. Niestety ambitne działania zostały zatrzymane przez Wielki Kryzys. Powrócono do planów w 1938 roku, jednak, jak się okazało, na krótko – wybuchła wojna i większość dokumentów uległa zniszczeniu podczas powstania warszawskiego. Po wojnie ponownie rozpoczęto szczegółowe projekty, a w roku 1950 rząd podjął decyzję o budowie metra głębokiego. W Polsce nie było specjalistów znających tę metodę, więc skorzystano z doświadczeń budowniczych z Moskwy. Związek Radziecki dostarczył również tarcze drążące. Jednak po 3 latach, podczas których wykonano odcinek doświadczalny, przerwano prace, gdyż okazało się, że taka metoda (na tamte czasy i okoliczności) jest za trudna i zbyt kosztowna. Powrócono do koncepcji metra płytkiego, ale kolejne 30 lat nie przyniosło żadnych postępów w tej sprawie. Dopiero rok





Dane techniczne I linii metra w Warszawie

- długość linii: 23,1 km
- liczba wybudowanych stacji: 21 (+ 1 stacja techniczno-postojowa)
- zagłębienie peronu poniżej poziomu terenu: 8,3 – 12,2 m
- średnia odległość pomiędzy stacjami: mniej niż 1 km
- minimalny promień łuku toru: 300 m
- maksymalne nachylenie: 3,1%
- szerokość toru: 1435 mm
- betonowa nawierzchnia torowa
- czas przejazdu całego odcinka I linii metra: 38 min
- liczba pasażerów w ciągu roku – ok. 135 mln osób

Dane techniczne II linii metra w Warszawie

- długość linii: 6,1 km (odcinek od Ronda Daszyńskiego do Dworca Wileńskiego)
- liczba wybudowanych stacji: 7
- zagłębienie peronu poniżej poziomu terenu: 13–23 m
- 600 m tunelu biegnącego 7–8 metrów pod dnem Wisły
- 500 m tunelu łączącego I i II linię metra
- najnowocześniejsza technologia TBM – EPB
- prędkość drążenia – 80 m tunelu na tydzień
- 463 000 m³ betonu
- 48 000 ton stali

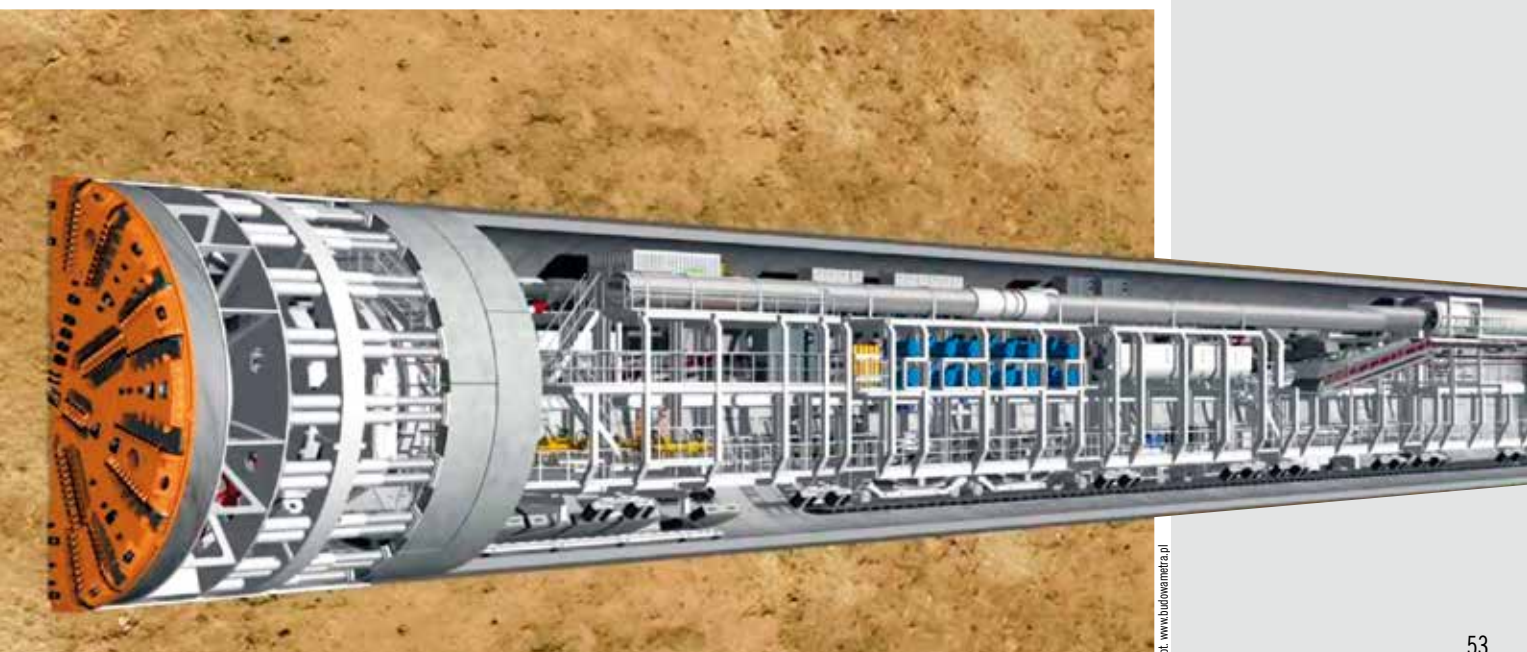
Dane techniczne maszyny TBM

- waga głowicy skrawającej – 55 ton
- waga całej maszyny wraz z zapleczem – 615 ton
- długość całej maszyny – 97 m
- długość czoła tarczy w komorach głównych – 12 m
- długość zaplecza technicznego – 85 m
- średnica tarczy skrawającej – 6,30 m
- średnica tunelu – 5,4 m

1983, a dokładnie 15 kwietnia, jako symboliczny dzień wbicia pierwszego stalowego pała obudowy wykopu, uważany jest za datę rozpoczęcia budowy I linii metra warszawskiego. Budowa pierwszego odcinka Kabaty – Politechnika trwała 12 lat. Nie brakowało problemów, dostęp do technologii i materiałów był ograniczony, w zasadzie dysponowano tylko tym, co było osiągalne w PRL, ZSRR lub innych krajach RWPG. Budowano metodą odkrywkową (na odcinku Kabaty – Wilanowska), zabezpieczając wykop za pomocą tak zwanej ścianki berlińskiej. Prace postępowały w wolnym tempie ok. 2 m na dobę. W centrum miasta, gdzie zabudowa była już gęsta, prowadzono budowę tunelu metodą podziemną przy użyciu tarczy. Stacje metra budowano większe niż wymagały tego względy techniczne, z tą myślą, by służyły jako ewentualne schrony dla dużej liczby ludności. Przewidziano również dodatkowe zabezpieczenia, takie jak: zasuwane, stalowe drzwi półmetrowej grubości oraz specjalne śluzy dla zapewnienia szczelności.

W tym czasie również powstały specjalne kierunki w szkoleniach, kształtujące przyszłych pracowników metra. W 1990 r. ZSRR przekazał 10 sztuk darmowych wagonów (z obiecanych 90), a cztery lata później zakupiono kolejne 32 wagony produkcji rosyjskiej, co umożliwiło eksploatację wybudowanego odcinka metra. Uroczyste otwarcie nastąpiło 7 kwietnia 1995 r.

Metro cieszyło się ogromną popularnością, zwłaszcza wśród mieszkańców Ursynowa, rozwiało to obawy co do rentowności tego środka transportu. W 1996 roku zapadła więc decyzja o kontynuowaniu budowy, a rok później Rada Miasta Stołecznego Warszawy zatwierdziła wieloletni plan inwestycyjny. Część funduszy miała pochodzić z budżetu państwa. Jednak kłopoty finansowe powodowały opóźnienia, brak rytmiczności budowy i jej optymalizacji. Dalszą część pierwszej linii metra budowano odcinkami. Z czasem następowała zmiana metod budowy na nowocześniejsze, otwierał się dostęp do nowych technologii, co spowodowało,





fol. www.budowametra.pl

że budowa metra od stacji Centrum w kierunku północy była tańsza od budowy wcześniejszego odcinka. Ponadto skrócono stacje metra z 300 do 156 m, zachowując funkcje użytkowe i technologiczne. Zakupiono nowe wagony z firmy Alstom. Oficjalne otwarcie trzech ostatnich stacji na północy trasy miało miejsce 25 października 2008 roku i tym samym zakończyło 25-letni okres budowy pierwszej linii metra.

Decyzja o przebiegu trasy drugiej linii metra zapadła w 2006 roku. Rozpoczęto wówczas przygotowania do budowy centralnego odcinka (Rondo Daszyńskiego – Dworzec Wileński), a w roku 2009, w drodze przetargu, wybrano wykonawcę – spółkę AGP Metro Polska S.C. W jej skład wchodziły trzy firmy: włoska Astaldi – jako lider, turecka GÜLERMAK oraz polska PBDiM – Przedsiębiorstwo Budowy Dróg i Mostów z Mińska Mazowieckiego. Rok później ruszyły pierwsze prace przy budowie stacji Rondo Daszyńskiego. W 2012 roku na plac budowy dotarły trzy pierwsze tarcze drążące, którym zgodnie z tradycją nadano damskie imiona: Maria – w hołdzie Marii Skłodowskiej-Curie, Anna – na cześć księżnej Anny Mazowieckiej oraz Wisła – w tym przypadku ze względu na miejsce, gdzie

maszyna miała w y -

kończyć tunel, czyli pod korytem rzeki. Niedługo potem konsorcjum AGP zakupiło czwartą maszynę, aby nadrobić opóźnienia spowodowane kłopotami z uzyskaniem pozwoleń na budowę tuneli i stacji oraz ciągnącymi się długo ustaleniemi związanymi z przekładaniem instalacji podziemnych. Nowy TBM otrzymał tymczasowo imię Wisła II, jednak po pewnym czasie jeden z kierowników robót zaproponował nadanie tej tarczy imienia swojej żony, i tak oto została ochrzczonego Elisabetta. Wisła I również zmieniła nazwę – dostała popularne polskie imię Krystyna. Wszystkie maszyny TBM pracujące przy budowie metra w Warszawie zostały wyprodukowane przez niemiecką firmę Herrenknecht AG.

Praca maszyny TBM (Tunnel Boring Machine) typu EPB (Earth Pressure Balance) składa się z dwóch faz: drążenia tunelu oraz układania jego obudowy. Obracająca się dwa razy na minutę przednia tarcza skrawająca posiada ostrza, noże i dyski tnące wykonane ze stali o bardzo wysokiej wytrzymałości, do przodu jest przesuwana przez 16 par siłowników hydraulicznych, a zużywa tyle energii, ile w tym samym czasie potrzebuje 15-tysięczne miasto.

Maszyna za pomocą dysz umieszczonych w przedniej części tarczy może przygotować sobie grunt, wstrzykując wodę, plastyfikator, pianę lub beton, które w zależności od potrzeb zmiękcza lub zagęszcza podłoże. Rozdrobniony materiał, który gromadzony jest w komorze urobkowej za tarczą, wytwarza ciśnienie równoważące parcie gruntu i wód gruntowych. Stamtąd, za pomocą przenośnika ślimakowego, urobek transportowany jest na taśmociąg. Po wydrążeniu odpowiedniego fragmentu tunelu uruchamia się mechanizm



fol. www.budowametra.pl

układający obudowę; jej elementy są podawane za pomocą obracającego się w dwóch kierunkach dźwigu próżniowego i po złożeniu tworzą pełny pierścień. Odbyna się to pod osłoną zewnętrznego pancerza tarczy. Następnie wstrzykiwana jest zaprawa uszczelniająca w przestrzeń pomiędzy ścianą zewnętrzną tunelu a gruntem, aby zapewnić stabilność podłoża i szczelność konstrukcji. Gdy dany fragment tunelu jest gotowy, maszyna odpycha się od niego i rozpoczyna drążenie kolejnego etapu.

Każdy pierścień tunelu składa się z 6 części: 5 segmentów oraz 1 klucza (klina) w kształcie trapezu. Produkcja tych betonowych elementów (tzw. tubingów) odbywała się następująco: do specjalnych form wprowadzano wyprofilowane zbrojenie, a następnie podawano mieszankę betonową z włóknami polipropylenowymi. W specjalnej komorze parowej segmenty przechodziły przyspieszoną obróbkę cieplną, i po tym procesie następowało wklejanie uszczelki. Gotowe elementy składowane były przez dwa dni w celu uniknięcia szoku termicznego, a następnie poddawano je kontroli jakości i badaniom mającym na celu zapewnienie zgodności z obowiązującymi normami. Przez dwa lata fabryka na ul. Marywilskiej w Warszawie wyprodukowała 41,7 tys. segmentów, z których powstało łącznie 6950 pełnych pierścieni obudowy tunelu centralnego odcinka II linii metra. Masa jednego segmentu wynosiła ok. 3,5 tony, natomiast całego pierścienia – 20 ton. Do produkcji tubingów zużyto 56 tys. kubików betonu oraz 7 tys. ton stali. Maszyna skrawająca pracuje 24 h na dobę. Zatrzymanie maszyny może nastąpić jedynie w związku z jakimś problemem, czy to w podłożu, czy też w maszynie lub w ze względu na konserwację i wymianę ostrzy tnących. TBM jest całkowicie zmechanizowany, jednak jego pracę muszą nadzorować ludzie. Na każdej zmianie pracuje 12-osobowa załoga, cztery zmiany na dobę – razem 48 osób. Na zapleczu maszyny mieszczą się między innymi: agregaty prądotwórcze, pompy, skrzynki



foto: www.budowametra.pl

rozdzielcze, systemy wentylacyjne, laserowe mierniki, pomieszczenia magazynowe, a także urządzenia odpowiadające za dostarczanie elementów tunelu i usuwanie urobku. Tam również znajduje się centrum dowodzenia, gdzie zbierane i analizowane są wszystkie dane i parametry pracy tarczy. Każdy ruch tarczy do przodu powoduje także przesuwanie się mierzącego 85 m zaplecza. Średnia prędkość drążenia tunelu to 10-20 m na dobę.

W grudniu 2013 roku zakończono drążenie tuneli centralnego odcinka II linii metra i rozpoczęto układanie szyn. W czerwcu tego roku wykonano pierwsze odbiory techniczne oraz przetestowano przejazd pociągów. Data oddania inwestycji „pod klucz” to 30 września 2014 r. Możliwe jest jednak, że ze względu na opóźnienia na stacji Powiśle, spowodowane natrafieniem na niezaznaczony na mapach ciek wodny, a w konsekwencji awarią budowy korytarza pod tunelem Wisłotrady, termin ten może ulec zmianie. Być może trzeba będzie jeszcze poczekać, ale bez obaw... Na pewno nie 90 lat.

mgr inż. Aneta Długosz



foto: www.budowametra.pl