

Wszystkie forty połączone niskim wałem ziemnym ze stanowiskami dla piechoty [6]. Kolejny, prawie stumetrowy odcinek rzeczki Drny, ukryto pod ziemią.

W 1873 r. wstrzymano wszelkie prace fortyfikacyjne na Żoliborzu. Pod kierunkiem Williama H. Lindleya, wykonano plan sytuacyjno-wysokościowy miasta i rozpoczęto budowę nowoczesnych wodociągów i kanalizacji.

Do lat 80. XIX w. uległa zmianie forma infrastruktury kanalizacyjnej i materiał do jej budowy. Znaczna część drewnianych kanałów została przebudowana. Zmieniono również ich przekrój z prostokątnego na owalny. Czasami dawano im łukowe sklepienie i wklęsłe dno. Bieg poszczególnych kanałów nie uległ jednak większej zmianie.

W inwentaryzacji infrastruktury kanalizacyjnej Warszawy i Pragi, sporządzonej pod koniec 1866 r., znajdujemy informację, z której wynika, że wylot jednego z kanałów wychodził obok fortu Władimir i „przechodzi pod posesjami przy ul. Franciszkańskiej i wychodząc ostatecznie spod posesji naprzeciw ul. Bonifraterskiej położonej, ciągnie się pod tą ulicą (murowany, sklepiony) aż do posesji nr 2160, skąd załamując się, przechodzi pod stokiem Cytadeli (drewniany w jarzemka prostokątny, aż do ul. Zakroczymskiej) naprzeciw fortu Aleksieja – przecina w poprzek ulicę Zakroczymską i dalej idąc (murowany, sklepiony z dnem drewnianym) pod stokiem obok fortu Władimir wpada do Wisły” [1].

W 1890 r. William H. Lindley zaprojektował nowy główny kanał (kołowy, jajowy, 0,80 x 1,40 m, kl. III) biegnący od ul. Zakroczymskiej, obok Zdroju Królewskiego, do Cytadeli i dalej na północ do głównego kolektora ściekowego. Kanał został wprowadzony i wyprowadzony z terenu Cytadeli przez akwedukty [9].

Na ponad 50 lat zapomniano o starych kanałach pomiędzy ul. Bonifraterską a ul. Zakroczymską oraz Wisłą. Stan zagospodarowania terenu nie zmienił się do 1922 r. Przedstawia go niemiecka mapa topograficzna w skali 1:25000 z 1915 r. W ciągu kolejnych lat przestrzeń w sąsiedztwie Cytadeli została zabudowana. Wytoczono arterie i place, przy których stanęły wielorodzinne budynki mieszkalne z lokalnymi centrami handlowo-usługowymi. Nową dzielnicę nazwano Żoliborzem Oficerskim. Dwa ostatnie naziemne odcinki rzeczki Drny ukryto w podziemnych kanałach. W latach 1923–1925 rozebrano fort Georgija, który stał na drodze budowanej alei Wojska Pol-

skiego. Do 1939 r. nie były już prowadzone znaczne zmiany zagospodarowania tego terenu.

W 1944 r. nastąpił kolejny etap w sposobie zagospodarowania Żoliborza. Po upadku powstania warszawskiego Niemcy rozpoczęli prace mające przystosować ten teren miasta do walk obronnych [8]. Po zakończeniu wojny podjęto prace, które zmieniły luźną zabudowę Żoliborza z jednorodzinnej na wielorodzinną. W takim otoczeniu kilka lat temu rozpoczęto prace nad budową metra i kolektora E-1 (ryc. 1).

Bezwykopowa technologia budowy rurociągów

Budowę kolektora E-1 prowadzono metodą mikrotunelu [5], wykonując rurociąg o średnicy 2000 mm. Technika prowadzenia robót polega na wierceniu tunelu o pożądanej średnicy za pomocą głowicy sterowanej komputerem. W wykonywany odcinek kolektora wprowadzono następnie rury z tworzyw sztucznych. Poszczególne elementy (o długości od 3 do 6 m.b.) łączone były następnie za pomocą złącza sztywnego (spaw, zgrzew), pierścieni bądź sprzęgieł z uszczelką, gwarantujących szczelność połączeń.

Technologia mikrotunelingu pozwala na budowę odcinków rurociągów w każdych warunkach gruntowych i hydrologicznych bez konieczności prowadzenia otwartych wykopów. Wykopy wykonuje się tylko pod szyby robocze – startowe, które na odcinkach prostych mogą

być oddalone od siebie o ok. 800 m.b. (ryc. 2, 3).

Maszyna mikrotunelowa jest zespołem urządzeń, na które składają się:

- głowica wiertnicza z tarczą, kruszarka stożkowa i komora mieszania,
- główna stacja tłoczenia zbudowana z ramy przeciwstokowej oraz dwóch siłowników hydraulicznych o sile nacisku 400 t każdy,
- agregat hydrauliczny do zasilania głównej stacji tłoczenia i stacji pośrednich (ryc. 4, 5).

Technologia urabiania gruntu polega na tym, że tarcza wiertnicza, napędzana silnikiem hydraulicznym przez wał przegubowy, wiruje na czole głowicy roboczej i powoduje wstępne rozdrobnienie gruntu. Tuż za tarczą znajduje się stożkowa komora kruszenia, gdzie urobiony grunt podlega rozdrobnieniu na elementy, które są następnie przenoszone poprzez system płuczkowy. Ostatecznie urobek trafia do osadnika w zbiorniku płuczkowym. Poczynając od szybu startowego, głowica wiertnicza przesuwana jest przez nacisk głównej stacji tłoczenia za pośrednictwem pierścienia dociskowego i rur produktowych. Cały proces robót wiertniczych sterowany i kontrolowany jest ze stanowiska operatora, który koryguje trasę wiercenia za pomocą zestawu siłowników sterowniczych.

Zdarzenia w trakcie realizacji budowy

We wrześniu 2007 r. głowica wiertnicza utknęła na głębokości kilkudziesięciu



Ryc. 2. Głowica mikrotunelowa ze zdemontowaną tarczą, fot. Z. Rekuć



Ryc. 3. Wnętrze głowicy mikrotunelowej przy komorze K 20 (pl. Inwalidów), fot. Z. Rekuć



Ryc. 4. Maszyna AVN 1600 w komorze K 36 (ul. Zakroczymska), fot. Z. Rekuć



Ryc. 5. System separacji urobku K 36 (ul. Zakroczymska), fot. Z. Rekuć

metrów pomiędzy ul. Felińskiego a pl. Inwalidów. Według posiadanych przez nas dokumentów pod ziemią powinna znajdować się galeria przeciwskarpowa fortu Georgija. Po dokonaniu wykopu (o wymiarach 6 x 3 x 5 m) okazało się, że pod ziemią znajdują się ściany izb bojowych galerii fortu, niewyburzonych w latach 20. XX w. Ceglane ściany osadzone były na mocnym fundamencie kamiennym, który stanął na drodze głowicy wiertniczej. W wyniku napotkania tej przeszkody została uszkodzona tarcza, gdyż jej zęby połamały się w trakcie próby forsowa-

nia przeszkody. Po naprawie i zasypaniu odkrywki żwirem kontynuowano prace kierując się dalej w stronę pl. Inwalidów (ryc. 6, 7).

W trakcie prowadzenia dalszego etapu prac i wykonywania szybu startowego przy ul. Zakroczymskiej natrafiono na kolejne podziemne przeszkody. Według dokumentacji historycznej, w miejscu budowy szybu w XIX w. była posadowiona kamienica, wyburzona pod esplanadę Cytadeli Warszawskiej. W trakcie umacniania wykopu ściankami Larsena na powierzchni zostały wydobyte kamienie,

stanowiące fundament wspomnianej kamienicy. Przy okazji tych prac została odkryta studnia, po której zachował się fragment drewnianej cembrowiny (ryc. 8, 9).

We wrześniu 2007 r. podczas budowy szybu startowego w zachodniej części pl. Inwalidów próbowano wbić ścianki Larsena. Okazało się to niewykonalne. Kwerenda historyczna dowiodła, że w miejscu projektowanego szybu startowego mógł znajdować się mur szyjowy fortu Georgija. Przeprowadzone badania terenowe ujawniły istnienie zabudowań obronnych, które zostały spojone fundamentem kamiennym. Po usunięciu przeszkody wykop został wypełniony żwirem i zasypany. Następnie bez przeszkód wykonano obudowę z wykorzystaniem ścianek Larsena (ryc. 10, 11).

W związku z wykrytymi przeszkodami podziemnymi, które zaburzyły prawidłowy przebieg prac, kierownik budowy PRG Metro, Hydrobudowy 9, inspektorzy nadzoru MPWiK oraz jeden z autorów niniejszego opracowania sporządzili notatkę służbową w sprawie kolizji z pozostałościami fortyfikacji i istniejącym uzbrojeniem. W dokumencie tym wykazano istnienie ewentualnych przeszkód na odcinku komór K 19, K 20 i K 35.

W listopadzie 2007 r. głowica tarczy po raz kolejny napotkała przeszkodę podziemną w rejonie szybu startowego na pl. Inwalidów. Dokumenty historyczne nie wskazywały na istnienie w tym miejscu budowli. Po wykonaniu wykopu okazało się jednak, że głowica wiertnicza natrafiła na duże pokłady gruzu i elementy metalowe. Ustalono, że przeszkoda ta powstała w wyniku zasypiania ziemią izb bojowych galerii fortu Georgija, które rozbierano w latach 20. XX w. (ryc. 12, 13).

W listopadzie 2007 r. prowadzono również prace przy drążeniu tunelu łączącego szyb startowy przy ul. Zakroczymskiej z szybem na środku ruchliwej ul. Słomińskiego. W trakcie tych prac zaszły obawy, że głowica może utknąć w dawnym kanale rzeki Bełczącej – Nalewki. Istniejąca dokumentacja historyczna pozwalała, co prawda, ustalić dokładne położenie kanału, ale nie dawała możliwości, by określić, na jakiej głębokości się on znajduje. W celu zbadania tego zagadnienia skorzystano z pomocy specjalistów z zakładu utrzymania sieci MPWiK. Po oględzinach komory znajdującej się na skrzyżowaniu czynnego kanału Lindleya na ul. Zakroczymskiej, krzyżującym się z kanałem dawnej rzeki Bełczącej, ustalono, że w czasie budowy nowoczesnej



Ryc. 6. i 7. Galeria przeciwskarpowa fortu Georgija odkopana 28 września 2007 r. Wstrzymanie pracy głowicy drążącej tunel kolektora K 19, fot. Z. Rekuć



Ryc. 8. i 9. Głazy w miejscu posadowienia XIX w. kamienicy w rejonie szybu startowego K 36 przy ul. Zakroczymskiej, fot. Z. Rekuć



Ryc. 10. i 11. Odkopany mur szyjowy fortu Georgija i jego przekrój w czasie wydobywania fundamentu kamiennego K 20, fot. Z. Rekuć



Ryc. 12. i 13. Pręt w gruzie ceglany i naprawa połamanych zębów tarczy drążącej, fot. Z. Rekuć

kanalizacji przez Lindleya pod koniec XIX w., badany obiekt służył jako awaryjny przelew ścieków z Nowego Miasta do Wisły. Podczas budowy kanalizacji w 1920 r., łączącej fort Legionów z siecią miejską, został zniszczony strop kanału biegnącego do Wisły przy komorze na Zakroczymskiej. Komora krzyżująca kanały została przebudowana po 1945 r. i w jej trakcie zamurowano (po obu stronach kanału Lindleya) tunel rzeki Bełczącej Nalewki. Próba dotarcia przez pracowników MPWiK do tego samego kanału od ul. Bonifraterskiej nie powiodła się z powodu niedostępnego wejścia do kanału Bełczącej.

Po przeprowadzeniu badań ustalono, że prace będą kontynuowane z zachowaniem ostrożności i pod ścisłą kontrolą nadzoru budowy. W trakcie robót okazało się, że głowica tarczy wiertniczej przesła nad kanałem Bełczącej, nieznacznie tylko przechodząc przez jego wierzchnią warstwę zbudowaną z cegieł.

28 lutego 2008 r. prowadzono prace z szybu startowego pod ul. Śmiałą i al. Wojska Polskiego w kierunku ul. Krajewskiego. Na 150. metrze głowica wiertnicza przebiła ceglana konstrukcję kanału dawnej rzeki Drny, wybudowanego w 1832 r. Przejście przez kanał Drny nie zakłóciło prawidłowego toku prac, ale konieczne będzie wykonanie syfonu na skrzyżowaniu kanałów, ponieważ łożysko wyschniętej Drny jest nadal czynnym kanałem burzowym podczas silnych opadów deszczu.

W listopadzie 2008 r. wykonano komorę przelewową z kanału Lindleya do kolektora E-1 na ul. Zakroczymskiej (ryc. 14, 15).

Ustalenia i wnioski

W przypadku Żoliborza Oficerskiego i Nowego Miasta na planach brak jest obiektów i instalacji podziemnych pozostałych po zmianach zagospodarowania terenu w XIX i XX w. Można przypuszczać, że podobna sytuacja ma miejsce na całym obszarze miasta. Wcześniejsze opracowania przygotowane przez auto-

row dla Metra Warszawskiego sp. z o.o. [3] i zarządu dzielnicy Śródmieście [4], wskazały obiekty podziemne, które nie były naniesione na plany instalacji podziemnych. Położenie przestrzenne części tych obiektów częściowo kolidowało z projektowanym przebiegiem tunelu kolektora E-1.

W czasie prac budowlanych (budowa szybów startowych i tunelu kolektora E-1) potwierdzono obecność podziemnych pozostałości twierdzy Warszawa w miejscach przebiegu projektowanego tunelu kolektora.

Realizację podziemnych inwestycji budowlanych w historycznych miastach-twierdzach już na etapie projektu powinny być konsultowane z ekspertami ds. podziemnej architektury obronnej. Pozwoli to ograniczyć problemy wpływające na czas realizacji inwestycji.

Problemy zaistniałe przy budowie kolektora E-1 mogą pojawić się w przypadku budowy systemów kanalizacyjnych lub płytkiego metra w miastach, które mają bogatą infrastrukturę podziemną, m.in. w Gdańsku, Krakowie, Poznaniu, Szczecinie, Toruniu.

Autorzy dziękują za pomoc w przygotowaniu artykułu panu inż. Wojciechowi Kacprzykowi, kierownikowi budowy kolektora E-1 z Przedsiębiorstwa Robót Górniczych Metro, oraz panu inż. Józefowi Pawłowskiemu, dyrektorowi Centrum Realizacji Specjalistycznych Hydrobudowy 9.

Literatura

1. AGAD, *Komisja Rządowa Spraw*

Wewnętrznych i Duchowych, sygn. 5300/61.

2. Bochenek R.: *Od muru chińskiego do linii Maginota*. Warszawa 1980
3. Fuglewicz S., Rekuć Z., Zieliński J.: „Studium historyczno-konserwatorskie rejonu parków Traugutta i Kusocińskiego z propozycjami wytycznych do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego” (rkps). Warszawa, czerwiec 2001
4. Głuszek C., Butrymowicz N., Rekuć Z., Śleboda T., Wespiański P.: „Przebadanie projektowanego przebiegu trasy metra na odcinku od Dworca Gdańskiego do Placu Wilsona – pod kątem udokumentowania pozostałości historycznych fortyfikacji Twierdzy Warszawa oraz historycznych cieków wodnych skarpy żoliborskiej” (rkps). Opracowanie wykonane na zlecenie Metra Warszawskiego. Warszawa 1999.
5. Materiały Hydrobudowy 9 SA.
6. Mościcki H.: *Cytadela Warszawska. Zarys historii budowy*. Warszawa 1963.
7. *Plany Warszawy z lat 1815–1831*. Reprinty Biblioteki Narodowej. Warszawa 1999.
8. Sobczak K.: „Festung Warschau” według koncepcji dowództwa niemieckiego jesienią 1944 r. *Studia i Materiały do Historii Wojskowości*. T. 12, cz. 1. Warszawa 1966.
9. *Wodociągi i kanalizacje m.st. Warszawy 1886–1936*. Wydawnictwo Wodociągów i Kanalizacji m. st. Warszawy. Warszawa 1937.



Ryc. 14 i 15. Budowa komory przelewowej na ul. Zakroczymskiej, nad czynnym kanałem Lindleya z 1896 r., fot. Z. Rekuć