



FOT. JANUSZ WERNIK

# Do Dworca Gdańskiego, a może i dalej...

**Z Januszem Wernikiem,**  
kierownikiem Działu Geodezji Metra Warszawskiego,  
rozmawiają Katarzyna Pakuła-Kwiecińska i Zbigniew Leszczewicz

Parę lat temu pojawiły się pomysły zaniechania budowy metra. Koszt zasypania gotowych tuneli okazał się równy kosztowi dociągnięcia inwestycji do Politechniki. Przeżyliśmy też wiele ekspertyz, np. Banku Światowego, na temat zasadności metra w Warszawie. A prawie każda stolica ma i rozbudowuje metro.

#### Jak trafił pan na budowę metra?

JANUSZ WERNIK: W 1974 r. zatrudniłem się w Warszawskim Przedsiębiorstwie Geodezyjnym, które zajmowało się głównie mapą zasadniczą, ale również trasami komunikacyjnymi. Zawsze interesowała mnie geodezja przemysłowa, miałem zresztą pewne doświadczenia w tym zakresie. Dlatego kiedy zaczęło się mówić o budowie metra, zwróciłem się do dyr. Kłopo-

cińskiego z propozycją utworzenia w WPG pracowni metra i za jego zgodą jeszcze w tym samym roku zaczęliśmy działać. Podstawą wszelkich prac geodezyjnych miała być osnowa, którą zakładaliśmy w latach 1974-75. Były to czworoboki geodezyjne o średnich wymiarach 2 km x 2 km, założone na dachach wysokich budynków, pomierzone najdokładniejszym instrumentem, jaki wtedy był (Mecometr ME3000 – 1 mm/1 km). Wybra-

ne kąty mierzone były Wildem T3 i Wildem T2. Osnowa ta zapewniała średni błąd położenia punktu w granicach kilku milimetrów, podczas gdy osnowa układu „75” Warszawy ma średni błąd położenia punktu rzędu kilkudziesięciu milimetrów.

### To zupełnie inna klasa dokładności! Ale na dobre budowa metra zaczęła się chyba sporo później?

W 1976 r. koncepcja budowy metra upadła i rzeczywiście rozpoczęto budowę dopiero w 1982 r. Od tej chwili zacząłem organizować obsługę geodezyjną budowy metra już w Generalnej Dyrekcji. Jako służba geodezyjna mieliśmy trochę szersze zadania niż normalnie przy obsługach inwestycji przemysłowych i jednocześnie trochę większe uprawnienia. Jednym z bardziej istotnych – dla mnie konkretnie, jako szefa geodezji – było uprawnienie do zatrzymania budowy metra w każdym momencie, kiedy uznałbym, że jest ona realizowana niezgodnie z parametrami dotyczącymi lokalizacji przestrzennej budowli. Było i jest to uprawnienie unikalne w budownictwie, natomiast w przypadku metra – niezbędne ze względu na wagę budowy i dokładności, jakie musieliśmy uzyskać. Mimo że budowaliśmy metro lat kilkanaście, że budowaliśmy je w pewnym momencie w kilkudziesięciu miejscach na długości 16-17 km (przez jakiś czas budowa rozciągała się od Kabat aż do Dworca Gdańskiego), musieliśmy związać wybudowane tunele torami, a dokładność położenia torów wynosi +/-2 mm. Należało zapewnić tak wysokie dokładności obsługi poszczególnych fragmentów budowy, żeby po złożeniu w całość pozwoliły na precyzyjne umieszczenie torów wewnątrz tuneli. Jest to kwestia nie tylko budowy, ale również późniejszej eksploatacji.

### Czy coś jeszcze poza dokładnościami różni geodezję metra od tej ze zwykłego placu budowy?

Oczywiście, dokładności to nie wszystko. Przez te lata trzeba było stworzyć cały system obsługi geodezyjnej metra, spełniający kilka podstawowych warunków, z których pierwszy to jednoznaczna i niezależna kontrola wszystkich działań geodezyjnych. Kwestia niezależności kontroli była dla nas najważniejsza, ponieważ wybudowanie fragmentu ściany metra (która przeciętnie ma szerokość 80 cm i jest zbrojona dwoma rzędami prętów o przekroju 20 mm) oraz przykrycie tunelu, a potem rozbiórka fragmentu takiej ściany kosztowałoby wielokrotnie więcej, niż wynosząca całe nakłady na geodezję. Dlatego zawsze wykorzystujemy dwa niezależne zespoły. Jeśli jeden ustawia szalunek, to drugi przeprowadza kontrolę jeszcze przed betonowaniem (nie ma znaczenia, jaki to szalunek – słupa, ściany czy płyty betonowej). Szkice dokumentacyjne są przez nas sprawdzane, zanim trafią na budowę, czyli zachowana jest zasada niezależnej kontroli inwestorskiej każdego elementu,

który jest trwale osadzony. Zgodnie z nowym prawem budowlanym służba geodezyjna wykonawcy formalnie nie podlega służbie geodezyjnej metra, ale pracuje według naszych warunków technicznych i musi dostosować się do naszych wymagań technologicznych.

Drugi warunek to taka organizacja budowy, która by wymuszała system pozwalający na betonowanie dopiero po jednoznacznym i ostatecznym sprawdzeniu prawidłowości zamontowania szalunków. Mówi się o tym łatwo, pisze się łatwo, gorzej wychodzi to w praktyce.

### Co się dzieje, jeśli zespół kontrolujący znajduje usterki?

Zatrzymuje się betonowanie. Nie ma betonowania bez naszej zgody – zgody inwestora, a często chodzi o różnice zbliżone do wielkości granicznych. Z reguły sztywno trzymamy się zadanych tolerancji. Jeśli jednak trudno jest jakiś niewielki błąd poprawić i nadzór autorski projektanta stwierdzi, że nie grozi to żadnymi konsekwencjami – zdarzają się odstępstwa. Generalnie są jednak ustalone tolerancje i trzeba robić tak, żeby się w nich mieścić. W tej chwili wszystkie pomiary kontrolne wykonuje zespół Działu Geodezji Warszawskiego Metra.

Osobnym problemem, równie istotnym, była sprawa technologii. Prawie wszystkie przepisy technologiczne dotyczące metra (również te związane z prowadzeniem tarczy) są naszym dziełem. Wszystkie



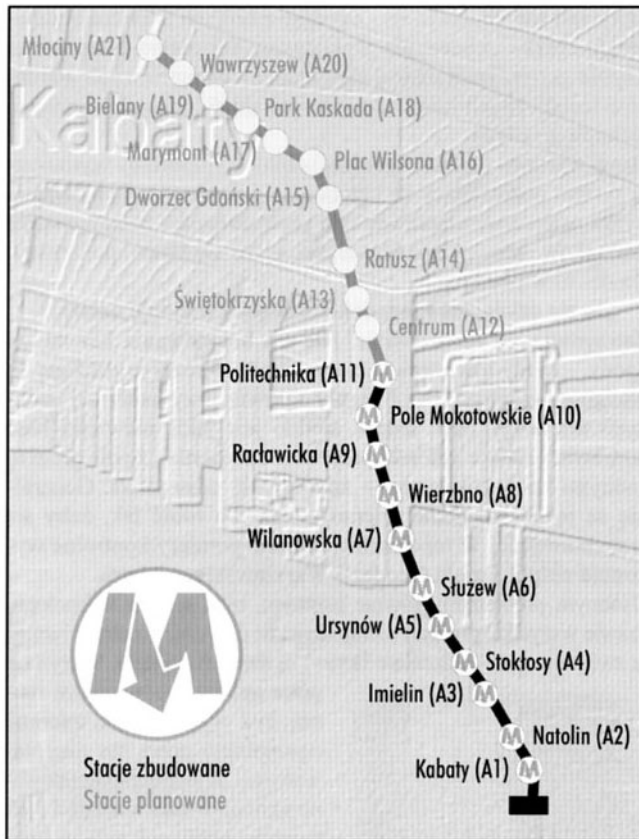
**Janusz Wernik** – absolwent Wydziału Geodezji Politechniki Warszawskiej (1962 r.). W styczniu 1963 r. zaczyna karierę zawodową, najpierw w WPG, później w powiecie pruszkowskim. W 1969 r. jedzie do huty Bieruta w Częstochowie, gdzie z ramienia PPGK prowadzi obsługę największej w tym czasie budowy w Polsce. Następnie przez rok obsługuje dwie budowy w Czechosłowacji. W 1974 r. wraca do WPG i tworzy pracownię metra. Po upadku w 1976 r. koncepcji metra przez 6 lat pracuje na stanowisku zastępcy dyrektora ds. rozwoju PPGK. Usunięty za działalność w „Solidarności” 6 miesięcy pozostaje bez pracy, następnie zatrudnia się w Technoplanie. 1 września 1982 r. zaczyna pracować przy ruszającej właśnie budowie metra i już jako inwestor organizuje służbę geodezyjną metra, którą kieruje do chwili obecnej. Żonaty, syn 7 lat. Hobby: kajakerstwo, wspinaczki górskie, turystyka krajowa i za-

prace geodezyjne w metrze muszą być wykonywane zgodnie z przepisami przez nas akceptowanymi. Wytyczne pogrupowane są m.in. w takich działach, jak tyczenia, pomiary kontrolne konstrukcji, inwentaryzacje, realizacja osnowy, budowa tuneli metodą tarczową, odkształcenia i prowadzenie planu generalnego. Każde z tych wytycznych technicznych to kilka stron druku, w każdej grupie dziesiątki pozycji – w sumie setki stron. Oczywiście stosowaliśmy instrukcję D2 dotyczącą mapy i inne instrukcje, wiążące się np. z obsługą geodezyjną budowy typowych urządzeń podziemnych – tu nie wymyślaliśmy cudów, bo nie było to potrzebne. Natomiast wszędzie tam, gdzie w grę wchodziła specyfika i sprawa dokładności metra, tam były opracowane nasze przepisy techniczne. Stanowiły one podstawę działania geodezyjnego, nie tylko ludzi pracujących w dziale geodezji, ale obowiązywały wszystkie firmy geodezyjne pracujące na metrze.

### Nagroda ministra budownictwa, o której pisaliśmy miesiąc temu, została przyznana za całokształt technologii geodezyjnej obsługi budowy pierwszej linii metra w Warszawie?

Nagroda jest ukoronowaniem naszej działalności, dotyczącej wszystkich prac geodezyjnych wykonywanych przez kilkanaście ostatnich lat w metrze. Jest podsumowaniem działań geodezyjnych wielu, wielu ludzi. Na pewno i wytyczne techniczne, i układ organizacyjny (był moment, kiedy w metrze pracowało jednocześnie do 150 geodetów!), i oczywiście osiągnięte wyni-





ki stanowiły podstawę przyznania nam nagrody. Staraliśmy się we wniosku do ministra budownictwa napisać jednoznacznie, za co jest ta nagroda. W trakcie budowy WPG było nagradzane i my w konkursach jakości robót także dostaliśmy nagrody, znacząc swoje miejsce w geodezji.

Znalazły się więc we wniosku takie zakresy jak: organizacja geodezyjnej obsługi budowy metra, opracowanie zasad sprawnej współpracy z biurem projektów Metroprojekt, opracowanie warunków technicznych na wszystkie prace realizowane przez różnych wykonawców, prowadzenie Geodezyjnego Planu Generalnego całej inwestycji, prowadzenie geodezyjnych pomiarów inżynierskich z zastosowaniem najnowszej techniki pomiarowej oraz przetwarzania danych, opracowanie koncepcji nowych programów komputerowych wynikających z potrzeb budowy i rozwoju technik przetwarzania danych oraz realizacji zaawansowanych opracowań geodezyjnych, a także wdrażanie nowych technologii w sferę prac geodezyjnych.

#### Czy wręczenie nagrody już się odbyło? I komu dokładnie została ona przyznana?

Nagrodę otrzymał Dział Geodezji Metra Warszawskiego. Nie odebraliśmy jej jeszcze, gdyż będzie wręczana na Zamku Królewskim dopiero we wrześniu lub październiku. Na razie mamy tylko informację, że ją dostaliśmy. Myślę, że nie rozwiążą Ministerstwa Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa do tego czasu...

#### Jaki udział w waszym sukcesie mają najnowsze technologie?

Od początku, kiedy zaczęliśmy się „bawić” w metro, jesteśmy w kontaktach z uczelniami. Przez cały czas śledzimy nowości i staraliśmy się je wprowadzać, o ile z naszych analiz wynika, że to się opłaci i w warunkach projektowania i realizacji metra będzie miało sens. Nastawiliśmy się na wykorzystanie najbardziej nowoczesnych technik obliczeniowych i przetwarzania danych. Dzisiaj trudno uwierzyć, że zaczęliśmy od kalkulatorów programowanych

HP. W miarę jak była możliwość instalacji coraz nowocześniejszych komputerów (polskie Meritum, później komputery XT, AT, a w tej chwili – Pentium), dostosowywało się do nich oprogramowanie. Pierwsze programy, zainstalowane na Meritum, ułatwiały nam wykonywanie podstawowych obliczeń geodezyjnych i uwzględniały specyfikę metra jako obiektu liniowego, gdzie wchodzi dodatkowy parametr definiujący wszystkie punkty w tunelu – hektometraż. Politechnika Warszawska (a właściwie dr Woźniak ze swoim zespołem) przygotowała nam pakiet podstawowych programów obliczeniowych, które pozwalały na opracowywanie geodezyjne projektów różnymi metodami (naliczenie punktów głównych osi tras – pionowych i poziomych – i obliczenia związane z lokalizacją obiektów w terenie). Na początku nie mieliśmy zespołu polowego, tylko prowadziliśmy nadzór inwestorski i plan generalny, czyli to, co się wiąże z prowadzeniem map i z opracowaniem geodezyjnym projektów. Później, jak budowa była już na tyle zaawansowana, że powstały zagadnienia związane z wykonywaniem podbudowy betonowej, układaniem torów czy pomiarem odkształceń – uzupełnialiśmy oprogramowanie. Na szczęście pojawiły się na rynku lepsze komputery.

Drugim systemem informatycznym był pakiet programów opracowanych przez zespół informatyków z Wrocławia, obejmujący głównie realizację i pomiary kontrolne podbudowy betonowej i torów oraz inwentaryzację tuneli wykonywanych metodą odkrywkową i tarczową. W zagadnieniach tych, obok klasycznego opracowania szkiców dokumentacyjnych, pojawia się problem kontroli skrajni, czyli obszaru niezbędnego do bezpiecznego ruchu pociągów. Wszystkie projekty musiały być sprawdzone ze względu na przyszłe bezpieczeństwo ruchu taboru. Według naszej koncepcji zespół informatyków z Wrocławia przygotował nam odpowiednie programy.

Kiedy powstał w Dziale Geodezji zespół polowy, należało przemyśleć cały ciąg technologiczny i zlecić uzupełnienie specjalistycznego oprogramowania (programy transmisyjne i przetwarzanie zebranych danych), które by nowy sprzęt łączyło z naszymi komputerami i odpowiadało naszym potrzebom. Trzeba zaznaczyć, że zespół wyposażyliśmy w kodowy niwelator oraz teodolit z dalmierzem [tachimetr elektroniczny – przyp. red.], wszystko z automatyczną rejestracją.

Jednak najbardziej dumni jesteśmy z tego, że nasza mapa numeryczna w pasie wyłączenia metra na stacji A13 jako pierwsza w Warszawie zastąpiła mapę zasadniczą miasta. Tym, co nas zmusiło do doświadczenia z mapą numeryczną, jest gęszcz urzędzeń w centrum Warszawy. Ale jak trudne jest to organizacyjnie (bo technicznie to już mamy „przećwiczone”), świadczy fakt, że jesteśmy jedynymi w Warszawie, którzy prowadzą mapę numeryczną aktualizując ją. Dotychczas WPG zrobiło szereg map numerycznych do celów projektowych i projektanci może na nich pracują, a może nie. Na pewno jednak nie są one aktualizowane, nie wiem, czy są w ogóle przewidziane jakieś systemy aktualizacyjne. W tej chwili, moim zdaniem, nie jest problemem założenie mapy. Natomiast w aktualizacji, prowadzeniu i wykorzystaniu mapy do celów projektowych, do realizacji budowy jesteśmy absolutnymi pionierami. My zaproponowaliśmy, jak mapa numeryczna w mieście ma funkcjonować, czyli jak należy współpracować z ZUD-em, jak ze składnicą, jak z użytkownikami indywidualnymi. Bardzo dużo problemów trzeba jeszcze pokonywać i nie widzę w najbliższym czasie ludzi, którzy by do nas dołączyli.

#### Czy klasyczna mapa na obszarze objętym mapą numeryczną jest wycofana, czy funkcjonują one równolegle?

W pasie metra generalnie przez okres budowy my prowadzimy mapę zasadniczą miasta (oprócz ewidencji gruntów). Mapa za-

sadnicza nakładkowa, która jest w składnicy, w pasie metra na okres jego budowy została wyłączona (cała trasa, rozpoczynając od Kabat) i nasze mapy wstępowe zastąpiły sekcje mapy zasadniczej. Wszelkie inwentaryzacje, uzgodnienia, aktualizacje są wykonywane u nas. W momencie zakończenia budowy odcinka do stacji A11 wszystkie zmiany zostały wniesione na nakładki zasadniczej mapy miasta, te – oddane do WODGiK, a mapy wstępowe – wycofane. W tej chwili od Kabat do Politechniki w pełnym zakresie funkcjonuje już klasyczna mapa sekcyjna. Natomiast od A11 do B16 – nadal mapy wstępowe. Na stacji A13 zastąpiono klasyczną mapę wstęgową mapą numeryczną.

#### **Cała ta praca nad mapą numeryczną nie zostanie chyba zaprzeczona po oddaniu jej do zasobu?**

I my mamy taką nadzieję. A na razie, równoległe z aktualizacją numeryczną, wszystko klasycznie wnosimy na wyplot, czyli jest to jakby podwójna praca. Nowe wyploty robimy przy dużej liczbie zmian, kiedy nasza mapa staje się nieczytelna. Zawsze z bazy aktualnej możemy zrobić nowy wyplot zastępujący stary. Jest to ważne przy ogromnej liczbie projektów. A projekty często się zmieniają i mapa cały czas żyje. Stąd konieczność prowadzenia mapy numerycznej, bo np. kiedy na A13 zaczęto robić wykopy, to wiele urządzeń zostało usuniętych, poprzekładanych, natomiast pojawiły się nowe projekty wokół tych wykopów. Na mapie klasycznej uzyskanie czytelnego podkładu mapowego byłoby niemożliwe, natomiast na mapie numerycznej jest to bardzo proste. Wiele barier przy prowadzeniu takiej mapy trzeba jednak pokonać, ponieważ nie ma jeszcze precyzyjnych uzgodnień w związku z tym, że mapa numeryczna funkcjonuje na pewnym odcinku mapy zasadniczej. Wszystkie opracowania trzeba robić numerycznie, czyli to, co wystarczało przy klasycznej mapie zasadniczej, np. przygotowanie projektu do ZUD w formie graficznej, już nie wystarcza – potrzebne są współrzędne.

#### **Ale jaka jest z tego korzyść!**

Mamy czytelne i aktualne mapy z numeryczną bazą danych do wykorzystania przez geodetów, projektantów. Ale ktoś opracowania numeryczne musi robić i ktoś za to płacić, a wykonawcy nie chcą się tego podjąć. Do tej pory nie musieli pracować na współrzędnych. Jest to dodatkowa praca, bo trzeba zdjąć współrzędne z mapy graficznie albo je obliczyć. Ponadto, żeby ta baza była cały czas aktualna, wszystkie zmiany muszą do nas docierać. Niedawno uzgodniliśmy z WODGiK „Warunki tech-

niczne aktualizacji mapy numerycznej”, w których określiliśmy rolę WODGiK oraz naszą przy aktualizacji mapy numerycznej. Ustaliliśmy, że wszystkie dokumenty geodezyjne z terenu objętego działaniem mapy numerycznej metra są dostarczane przez WODGiK do Działu Geodezji MW. U nas następuje aktualizacja zbiorów mapy numerycznej, a dokumenty z adnotacjami o wprowadzeniu do bazy mapy numerycznej zostają zwracane do WODGiK. Bez dobrej współpracy z WODGiK aktualizacja mapy przecinającej centrum Warszawy byłaby niemożliwa.

#### **Jaki obszar jest objęty mapą numeryczną? Jakie oprogramowanie wykorzystujecie do jej prowadzenia?**

Na razie mapa sięga od Al. Jerozolimskich do ul. Sienkiewicza. Są to 3 sekcje w skali 1:250, ale wkrótce będzie ich 15. WPG właśnie kończy tworzenie (skanowanie, wektoryzacja materiałów i aktualizacja na dzień wyplotu) następnych odcinków mapy numerycznej – od Sienkiewicza aż do Nowolipek. Mapa na A13 obejmuje około 9 ha, a następna część około 36 ha.

Wykorzystujemy system MicroStation i aplikację DIGMapa autorstwa Biprogeo z Wrocławia i WPG. Aplikacja ta powstała do zakładania mapy numerycznej. Dlatego przy aktualizacji konieczne były pewne uzupełnienia i liczymy się z tym, że po naszych kolejnych doświadczeniach nadal będzie ona modyfikowana. Wszystkie programy, które u nas działają, były w jakiś sposób modyfikowane. Wiele nowych opcji powstaje w wyniku naszych postulatów. Mamy ten komfort, że cały czas z autorami oprogramowania współpracujemy i może dlatego nasze programy pod względem użytkowym są dobre, przyjazne, wygodne. Biorąc pod uwagę zarówno specyfikę inwestycji, jak i sprzęt, którym dysponujemy, sądzę, że na taki mały zespół jak nasz, ogrom i różnorodność prac są bardzo duże. Dział Geodezji liczy 9 osób. A były momenty, kiedy budowa była bardziej rozciągnięta, że w naszym dziale pracowało 25 geodetów.

Powracając jednak do mapy numerycznej – możemy ją oglądać w dowolnym powiększeniu i w zależności od potrzeb zrobić wyplot w dowolnej skali, co jest na pewno bardzo wygodne do projektowania. Jest możliwość wygaszania różnych warstw, usuwania tego, co jest nieaktualne. Zagospodarowanie terenu na czas budowy i bardzo wiele prowizorycznych budowli wnosi się na oddzielnych nakładkach. W razie potrzeby całą treść łączy się i pełny obraz mapy można otrzymać automatycznie na ekranie, wyplotcie czy wydruku.

**Halina Pikierska-Grad** (geodeta, starszy inspektor nadzoru geodezyjnego – Metro Warszawskie): Wyniki z pomiarów inwentaryzacyjnych, wykonywanych dla metody odkrywkowej w przekrojach co 6 lub 9 metrów, zapisane są w postaci odchylek od projektu (różne obiekty były projektowane przez różne pracownie i w detalach brak było uzgodnień – w efekcie mamy około 100 typów przekrojów). Wprowadzenie do bazy tych danych umożliwia obliczenie na dowolnym hektometrażu odległości od ścian wykonanych i projektowanych do skrajni. Tolerancje dla prawidłowego wykonania były niewielkie: 10 cm dla ścian zewnętrznych, 7,5 cm dla wewnętrznych, 5 cm dla krawędzi betonu peronu, 5 cm dla stropu i 1 cm dla krawędzi płyty peronowej. Nasze zadanie polegało na sprawdzeniu w projekcie, czy te tolerancje są zachowane. Często okazywało się, że nie. Na nasz wniosek wprowadzano wtedy korektę trasy lub projektu, a czasami wysyłaliśmy sygnał na budowę, że w tym miejscu nie mają tolerancji 5 cm, tylko np. 1 cm. Po wybudowaniu tunelu również sprawdzaliśmy zachowanie skrajni dla bezpiecznego ruchu pociągu.







Kontrola geodezyjna  
budowy stacji Centrum

FOT. KATARZYNA PAKULA-KWIECIŃSKA

Tak samo wszystkie pomiary rejestrowane w terenie, automatycznie są u nas przetwarzane na zbiór współrzędnych. I te współrzędne jako chmura punktów (tzn. punkcik i nazwa) wprowadza się do komputera. Za pomocą aplikacji następuje szybkie łączenie tych punktów.

#### Czyli w terenie pomiary nie są kodowane?

Nie, u nas te pomiary nie są aż tak masowe. Dla kolegów, którzy idą w teren i dokonują pomiaru, wygodniejsze jest zrobienie szkicu klasycznego i zarejestrowanie samych współrzędnych. Przy tworzeniu mapy numerycznej problem identyfikacji punktu jest dosyć istotny, ponieważ zespół w terenie mierzy różnorodne elementy (drzewa, zabudowania itd.) i wtedy faktycznie kodowanie usprawnia pracę. Natomiast przy aktualizacji mapy kodowanie w biurze nie stanowi problemu.

#### A jak jest z transferem danych z innych programów?

Jest taka możliwość. Projektanci pracują na ogół w AutoCADzie, z którego można dane przenosić do MicroStation, ale nie jest to wcale takie proste. Pojawiają się problemy z celkami, opisami – niezgodności, które wynikają dopiero później. Na razie nie mieliśmy wiele takich doświadczeń. Dla projektantów to, że mają czytelne wtórniki z naszej mapy w skali 1:250, a nie 1:500, jest bardzo ważne, bo pięćsetki to nie jest najlepsza skala przy przechodzeniu takiej inwestycji przez centrum Warszawy. Podstawowa zaleta to na pewno o wiele lepsza czytelność i możliwość wykonywania nowych wyplotów w trakcie realizacji. Klasyczne nakładki po pewnym czasie są rozciągnięte, zdeformowane, nie trzymają skali i ciężko się na nich kreśli nowe elementy.

#### Kto na budowie zajmował się wykonawstwem geodezyjnym?

Były to właściwie cztery firmy: WPG od początku budowy (zakładało osnowy i prowadziło pomiary kontrolne oraz obsługę w zakresie geodezji miejskiej), Geoprojekt (prowadził obsługę geodezyjną u wykonawcy) i OPGK Warszawa, a przedtem Zakład Miernictwa Górniczego w Katowicach, który prowadził obsługę geodezyjną tarczy. W tej chwili na stacji A13

z ramienia wykonawcy, czyli Hydrobudowy VI, działa Geoprojekt, a my mamy nadzór inwestorski. Natomiast OPGK prowadzi, też na zlecenie wykonawcy, wszystkie roboty związane z tunelami tarczowymi.

#### Co w ciągu tych lat przyszło wam najtrudniej?

Chyba najtrudniejsza była walka o rangę służby geodezyjnej. Myśmy sobie tę rangę wypracowywali – nie mogliśmy i nie chcieliśmy zostać zepchnięci do roli rzemieślników, którzy tylko wykonują polecenia. Chcieliśmy wejść szeroko w sprawy projektowe, przygotowania dokumentacji, ale również bardzo ostro w sprawy kontroli budowy. A kontrola budowy jest wtedy faktem, kiedy istnieje możliwość zadziałania na tej budowie w sposób jednoznaczny, a więc zatrzymania budowy. Musiałem kilkakrotnie skorzystać z tego prawa, i to wbrew kierownikowi budowy czy też opiniom niektórych specjalistów. Trzeba pamiętać, że na budowie metra przewijały się różne firmy, o różnym standardzie wykonawstwa budowlanego. My wymagamy ogromnych dokładności, do których te firmy nie były w ogóle przyzwyczajone. To, że geodezja mówiła – „nie zgadzamy się na betonowanie, trzeba przestawić szalunek” – było dla nich nowością. Jedno z ciekawszych zdarzeń miało miejsce, kiedy zatrzymałem drażenie tunelu metodą tarczową z powodu niesprawności jednego z siłowników, co uniemożliwiało wykonanie tarczą odpowiedniego ruchu. Metro zatrudniało wtedy doradcę radzieckiego, który był mocno zaskoczony tym, że ja zatrzymuję budowę tunelu z powodu takiej „błahostki”. Mieliśmy jednak w tym czasie już taką pozycję, taką opinię, że nas posłuchano, a nie jego.

Sporo było prac na granicach dokładności i trzeba było szybko decydować – zatrzymywać i przestawiać szalunki czy dopuścić do betonowania. Decydując się na zatrzymanie musieliśmy mieć absolutną pewność i żelazne argumenty, że to jest niezbędne. Najtrudniejsze momenty przeżywalismy, kiedy wchodziło się bezpośrednio w cykl budowlany, kiedy trzeba było powiedzieć

– „nie, kochani, dzisiaj nie betonujecie – «gruszki» mogą sobie odjechać, nas to nie interesuje, nie ma zachowanych tolerancji”. Ale dzięki temu te 11 km metra w warunkach dyktatu wielkich firm budowlanych udało się bezbłędnie wykonać. Dzisiaj wygląda to zupełnie inaczej. Inwestor ma pieniądze i inną pozycję niż kiedyś. Betonstal czy Hydrobudowa to były giganty, które myśmy prosili, żeby dla nas pracowały, a oni mogli przebierać w zleceniach, jak chcieli.

#### **Czy w związku z tym dzisiaj poprawiła się jakość prac budowlanych?**

Można tak powiedzieć, aczkolwiek powstaje problem innego rodzaju. Obecnie wielu wykonawców chce oszczędzać na geodezji. Zawiera się w przetargach umowy o dzieło i im tańszym kosztem uda się je zrealizować, tym większy zostaje zysk. I to jest bardzo niebezpieczne, bo bez geodetów dokładności budowy będą gorsze. O ile na innych budowach można czasami sobie na to pozwolić, o tyle na metrze założonych tolerancji nie możemy przekroczyć, bo z tym się wiąże cały system projektowania i eksploatacji. Stąd służba geodezyjna metra, pomimo że prawo budowlane się zmieniło, ma te same zadania i uprawnienia co poprzednio.

#### **Co sprawiło najwięcej kłopotów technicznych?**

Trzeba było sobie wyrobić trochę inne spojrzenie na geodezję, niż uczono nas na Politechnice. Na pewno najtrudniej było powiązać nasze dokładności geodezyjne z tolerancjami budowlanymi. Jeżeli my, geodeci, a przynajmniej część z nas, nie znalibyśmy świetnie budowy, to byśmy tu dawno zginęli. Musieliśmy przeanalizować wszystkie fazy budowy, żeby wiedzieć, co mierzyć i jak mierzyć. Bo jeżeli np. mamy ustawić tory z dokładnością 2 mm, a jednocześnie deformacje stacji budowanej metodą odkrywkową dochodzą po jej zasypaniu do 60 mm, to trzeba umieć takie zjawisko przewidzieć. I tu nie pomógł nam nikt z projektantów.

Zakładając osnowy w tunelach mierzyliśmy maksymalnie dokładnie i wyrównywaliśmy stosując pewne założenia miejscowe. Jeżeli zaczęlibyśmy prowadzić klasyczny rachunek błędów, wychodząc od błędów osnowy podstawowej, przechodząc przez wszystkie kolejne etapy pomiarowe – w żadnym przypadku nie dałoby się uzyskać żądanych dokładności. Precyzja geodezji pozwalała na budowanie tuneli o mniejszych gabarytach, niż gdybyśmy mieli geodezję bardzo słabą. Dlatego nieraz wykazywałem, że istnieje związek między nakładami na geodezję a tolerancjami budowlanymi. Im większe nakłady na geodezję, tym budujesz precyzyjniej i ta budowa mniej kosztuje. W naszym przypadku geodezja średnio kosztowała do 2 % całości inwestycji. Na świecie są to nakłady ok. 2,5 %. Nawiasem mówiąc staraliśmy się korzystać z doświadczeń zagranicznych i nie wyważać otwartych drzwi. Dzięki temu udało nam się uniknąć błędów, które popełnili Czesi i Rosjanie. Zdarzały się tam wypadki, że tunel został zrealizowany niezgodnie z projektem i trzeba było kuć, żeby zmieściła się odpowiednia geometria torów, albo zmieniać geometrię torów na niekorzystną, co w konsekwencji zmniejsza szybkość pociągu i przyspiesza zużycie kół i torów.

**Chyba przy obecnym stanie techniki nie jest już problemem trafienie z tunelem w żądany punkt? Aczkolwiek niedawno prasa codzienna z satysfakcją odnotowała fakt przebicia tunelu do stacji Politechnika.**

Pomimo stosowania najnowocześniejszego sprzętu nadal nie jest to takie proste. Na krótszych odcinkach stosujemy pod ziemią żyroteodolity, przy dłuższych – dokładność tego sprzętu jest zbyt mała. Dlatego wykorzystujemy nad tunelem otwory technologiczne do wpuszczenia betonu, wiercimy te otwory już na etapie drażenia tunelu i wychodzimy przez nie z ciągami na powierzchnię.

#### **Na czym właściwie polega drażnienie tunelu metodą tarczową? Jaki jest w tym udział geodety?**

Tarcza to rura o średnicy 5,1 m i długości rzędu 5 m, w której pracują ludzie. Składa się ona z trzech części. Pierwsza część – najbardziej wysunięta do przodu – to nóż, następnie pierścień oporowy, w którym są zamontowane siłowniki, i w końcu ogon, wewnątrz którego montuje się kolejne elementy tunelu. Z przodu są dwa pomosty, z których ludzie urabiają przodek, czyli młotami pneumatycznymi wywalają ziemię na dół, skąd ładowana jest na wózki. Właściwa budowa tunelu polega na układaniu jego jednowymiarowych odcinków wewnątrz tarczy i odpychaniu się od nich za pomocą siłowników. Tarcza posuwa się z prędkością ok. 2,5 m na dobę. Czyli miesięcznie jest to ok. 60-75 m, co w zupełności wystarcza, bo cykl budowy stacji wynosi ok. 4 lat.

Bez przerwy, na trzy zmiany, na każdej tarczy jest obecny geodeta uprawniony do jej prowadzenia i pomiarowy. Nawiasem mówiąc, na początku sam proces szkolenia w zakresie prowadzenia tarczy, zakończony nadaniem uprawnień, był trudny do przeprowadzenia. Poza inż. Czesławem Szelągim, który miał doświadczenia z 1952 r., właściwie nikt wiele na te tematy nie wiedział. Prowadzenie tarczy polega na nadaniu jej właściwego kierunku. Geodeta wskazuje, który z dwudziestu siłowników na obwodzie tarczy włączyć, a który wyłączyć, żeby tarcza poszła w górę, dół, lewo czy prawo. Największą trudnością

**Alicja Woźniak:** Tunele przed oddaniem metra do eksploatacji były także sprawdzane wagonikiem skrajniowym wykonanym według naszego projektu. Jest to wagonik z ramą realizującą skrajnię o zmiennej wielkości. W zależności od łuków pionowych i poziomych skrajnia się zmienia. Wagonik realizował te niezbędne poszerzenia. Obecnie wagonik jest wykorzystywany przez dział eksploatacji metra do okresowych kontroli skrajni (np. czy jakieś kable nie zagrażają bezpiecznemu ruchowi pociągu). W tym, że metro jeździ bezpiecznie, jest również nasza zasługa.



jest dobranie układu siłowników w zależności od gruntu, od stanu tarczy i od tego, jak musimy pokierować tarczą, aby było zgodne z projektem. Gdyby nie precyzyjne prowadzenie tarczy, mielibyśmy tragedię. Niedotrzymanie skrajni budowli w jakimś miejscu oznaczałoby jedno – konieczność wykonania szybu i wyciągnięcia przez niego tarczy. Ogromne koszty i brak możliwości poprawy – taki byłby efekt! Nasza geodezja „metrowska” jest ogromnie odpowiedzialna, niejedną noc „przesiedziałem na tarczy”. Mieliśmy już takie problemy, że zastanawialiśmy się wspólnie, czy nie trzeba będzie wyciągać tarczy – to było koło Intraco. Tarcza zaczęła się topić i nie mogliśmy jej podnieść do góry – taki był niekorzystny układ gruntu. Poszliśmy jeszcze do przodu i udało się. Po zakończeniu prac



używane przez nas tarcze zostały rozebrane, bo tylko tak można je wydostać na powierzchnię. Zostały tylko dwie tarcze zalane wodą w tunelu pod ul. Andersa.

#### Czy to znaczy, że były tam już prowadzone jakieś prace pod ziemią?

Zbudowaliśmy linię o długości 11 km, na której jest 11 stacji, jesteśmy w trakcie budowy następnej stacji – A13 na pl. Defilad i wykańczania budowy 2 tuneli, które zostały przebite pod Marszałkowską. Mamy również przekopane dwa tunele, zaczynające się od Dworca Gdańskiego i idące w kierunku pl. Bankowego; jeden ma ok. 500 m, drugi – 400 m. Przeszliśmy w najgorszych gruntach i niebezpiecznie blisko wysokiego budynku Intraco. Ponieważ podjęto decyzję o wstrzymaniu robót na tym odcinku, tarcze zostały tam zalane i czekają na kolejną decyzję, tym razem o podjęciu robót.

#### Nie jest to zmarnowany wysiłek?

Nie, wodę się wypompuje, elementy hydrauliczne pozakłada do tych tarcz i poprowadzi się dalej. Na razie jest podjęta uchwała Rady Warszawy o budowie odcinka tylko do pl. Bankowego, czyli będziemy budowali jeszcze dwie stacje, Świętokrzyska i pl. Bankowy. Natomiast za stacją pl. Bankowy pozostał odcinek rzędu 300 m do wspomnianych wcześniej wykonanych tuneli od Dworca Gdańskiego. Ja bym bardzo chciał, żeby kontynuować budowę przynajmniej do Dworca Gdańskiego. Powinno się te trzy stacje (Świętokrzyska, pl. Bankowy, Dworzec Gdański) robić równocześnie i budować tory odstawcze (te, na których zawraca pociąg) przy Dworcu Gdańskim. Jeśli budowa zostanie zakończona na pl. Bankowym, to tory odstawcze trzeba budować właśnie tam. Idealnym rozwiązaniem byłoby doprowadzenie metra do parku Kaskada. Stamtąd blisko do mostu Grota-Roweckiego i powstałoby dogodne połączenie z Bródnem i Tarchominem. Dodatkowo jest tam miejsce na zbudowanie pętli. Pozwoliłoby to mieszkańcom Pragi w znacznie większym stopniu korzystać z metra i jednocześnie z mostu Grota-Roweckiego, który obecnie jest prawie pusty.

#### Czy budowie metra towarzyszyły badania osiadań związanych z tą ogromną inwestycją?

Tak, badania te to jedna z naszych inicjatyw. Osiedlenia występują nie tylko bezpośrednio nad tunelem, ale również w jego sąsiedztwie. Obserwowaliśmy wszystkie budynki zlokalizowane wzdłuż trasy metra – w zależności od ich stanu i odległości od wykopu – częściej lub rzadziej. Najczęściej obserwowaliśmy budynek przy Polnej 40 – nawet dwa razy na tydzień. Wykop był tam bardzo duży, budynek słabej konstrukcji, nawiasem mówiąc był on kilkakrotnie wzmocniany, a deformacje dochodziły do 40 mm, co nie było dla nikogo zaskoczeniem. Z naszych informacji korzystał Instytut Techniki Budowlanej, który opracował odpowiednie projekty zabezpieczające. Do dzisiaj widać na zewnątrz spięcie tego budynku.

Kiedy tarcza posuwała się pod Marszałkowską, założyliśmy sieć reperów powierzchniowych i głębinowych i kontrolowaliśmy osiadania. Takie pomiary były konieczne ze względu na bezpieczeństwo, ponieważ prace prowadzone były pod torowiskiem tramwajowym i pod czynną jezdnią. Na podstawie osiadań stwierdziliśmy, czy jest potrzebne dodatkowe betonowanie, żeby wypełnić przestrzeń wokół tunelu tarczowego. W kilku miejscach osiadania były znaczące. Nastąpiła nawet awaria – osunął się grunt pod torowiskiem. Na szczęście było to wieczorem, kiedy ruch uliczny nie był duży. Zapadlisko było znacznych rozmiarów, ale torowisko się nie zapadło i szyny się utrzymały. Zdarzenie to było wynikiem przede wszystkim trudnych warunków gruntowych.

#### A jeśli chodzi o deformacje samego metra?

Stwierdziliśmy, badając obiekty wykonane metodą odkrywkową, że przysypanie konstrukcji jednonetrową warstwą ziemi daje deformacje rzędu 2-8 mm, a w niektórych miejscach nad tunelem warstwa ta sięga 6 m! Mieliśmy więc deformacje nawet do 60 mm, a tory – przypominam – ustawiamy z dokładnością 2 mm. Pojawiały się nawet w czasie budowy głośy, aby betonować podtorza bez zasypania tunelu – był to wynik zbagatelizowania przez biuro projektów problemu deformacji, ale jesteśmy inwestorem, który nie szuka winnego, ale sam rozwiązuje problemy. Dlatego nie zgodziłem się na betonowanie i z dzisiejszej perspektywy widać, że była to decyzja słuszna. Dopiero po zasypaniu tunelu i kolejnych pomiarach niwelacyjnych ustaliliśmy rzędne i wykonaliśmy podbudowę betonową. Zagadnienia osiadań nie były nigdzie w projektach poruszone i rozwiązywanie ich leżało całkowicie w naszej gestii. I chociaż nie jest to zadanie ściśle geodezyjne, jest to na pewno zadanie geodezji „meterskiej”. Jako ciekawostkę powiem, że również tunele tarczowe w czasie budowy zmie-

**Halina Pikierska-Grad:** W tunelach tarczowych występują tylko dwa typy przekrojów poprzecznych. Są one uzależnione od materiałów, z których wykonano tunel – mamy obudowę żeliwną i obudowę żelbetową. Dla tych dwóch typów są różne tolerancje dokładnościowe: dla żeliwnej 15 cm, zaś dla żelbetowej 10 cm. Technologia pomiarów inwentaryzacyjnych jest nietypowa. Mierzy się każde złącze dwóch tubingów, czyli co 1 metr. Specjalna tarczka, mocowana na statywie, jest umieszczana mniej więcej w osi tunelu. Środek tej tarczy jest zamierzany na punkty osnowy (wyznaczane są trzy jego współrzędne). Następnie od środka tarczki mierzone są charakterystyczne punkty tubingów w przekroju (kąty zenitalne i odległości). Program umożliwia obliczenie odległości pomiędzy elementami tubingów a skrajnią obudowy ciągłej i skrajnią budowli. Każdy taki przekrój można obejrzeć na monitorze lub wykonać w dowolnej skali wydruk i wyplot. Odległości od skrajni budowli do wykonanego tubingów wykorzystywane były przy projektowaniu i montażu elementów takich jak półki, oświetlenie czy tablice informacyjne.



W dole wykopu widoczna wychodząca z tunelu tarcza

FOT. JANUSZ WERNIK



Prace w największym budowlanym wykopie Europy.

FOT. ZBIGNIEW LESZCZEWICZ

niąją kształt – maksymalna różnica średnicy pionowej na tunelu B11 wyniosła dokładnie 134 mm.

Okazało się też, że na pewnych fragmentach stacji Politechnika (A11) nastąpiły istotne osiadanania. Pomiar wyjściowy był robiony po wykonaniu stacji, ale przed wybudowaniem nad konstrukcją podziemnych garaży. Po zakończeniu budowy garaży stwierdziliśmy zmiany w wysokości dochodzące do 12 mm.

Inne ciekawe zjawiska zachodzą na budowanej aktualnie stacji A13 (plac Defilad). Część tej stacji wznoszona jest z uży-

ciem nietypowej technologii. Rozpoczyna się od wylewania stropów, następnie schodzi się niżej. Pozostała część jest budowana w wykopie – obecnie największym w Europie. Kontrolujemy przemieszczenia poziome dla każdego przekroju (na podstawie naszych pomiarów Politechnika Gdańska zrobiła ocenę stanu przemieszczeń i uznała, że nie są one niebezpieczne). Badamy również przemieszczenia pionowe wokół wykopu i tu także stwierdzamy ruchy. Trzeba odchodzić dosyć daleko od wykopu, żeby repery były stabilne. Stosunkowo nowy temat to deformacje pionowe płyty dennej. Bardzo głęboki wykop sprawia, że – jak twierdzą naukowcy – jego dno może się odkształcać. Kontrolujemy to na bieżąco za pomocą sieci reperów w poszczególnych przekrojach.

Na eksploatowanym odcinku metra sprawdzamy przemieszczenia pionowe podtorza. Niejedną ciekawą pracą można byłoby na podstawie naszych wyników napisać. Zresztą kilka prac dyplomowych już powstało. A jak już

mówimy o dyplomach, to nasuwa mi się taka refleksja dotycząca studiów, że za mało nas uczono budownictwa na geodezji przemysłowej. Jeżeli człowiek ma pracować w geodezji przemysłowej, to powinien budownictwo dobrze znać. Bo inaczej będzie siłą rzeczy spychany na margines. Będzie tylko tym, któremu każą wytyczyć osie czy zakładać repery. Jest to nie do przyjęcia z punktu widzenia rangi zawodu. Rangę zawodu możemy tworzyć przede wszystkim na dużych budowach i będzie ona tym wyższa, im bardziej skomplikowana budowa. ■

GEOZET

**Sprzęt geodezyjny** firm: NIKON, TOPCON, SOKKIA, BERGER, BHI i innych

GEOZET

**Sprzęt kreślarski** firm: STANDARDGRAPH-MECANORMA, KIN, ROTRING, STAEDTLER

GEOZET

**Światłokopiarki** firm: REGMA, NEOLT

**Materiały eksploatacyjne** firm: REGMA, RENKER

GEOZET

**Materiały do ploterów** – papiery, folie, kalki  
**Folie kserograficzne**

GEOZET

**Pomocniczy sprzęt geodezyjny:** ruletki, piony, węgielnice, łaty, tyczki, lustra, statywy

GEOZET

**GEOZET S.C.**

**01-018 Warszawa, ul. Wolność 2a, tel./faks 38-41-83**