



Geodeci na budowie Południowej Obwodnicy Warszawy

Tunel i cała reszta

Warszawska spółka Polservice Geo związana jest z budową POW od kilku lat, i to nie tylko przez obsługę geodezyjną. Odpowiada także za monitoring geotechniczno-strukturalny, a wcześniej wykonywała prace podziałowe i mapy do celów projektowych.

Damian Czekaj

15 lipca miałem okazję przejechać samochodem dużą część budowanego pod Ursynowem tunelu drogowego. Ponad 2-kilometrowy obiekt powstaje w ciągu drogi ekspresowej S2 – tzw. Południowej Obwodnicy Warszawy (POW). Moim przewodnikiem był **Daniel Zduńczyk** z Polservice Geo. Kieruje on pracą geodetów obsługujących zadanie A POW, w tym właśnie budowę tunelu. Pod ziemię wjechaliśmy zachodnim portalem. Po przebyciu przeszło kilometra dalszą drogę zagroziły nam zbrojenia płyty fundamentowej go-

towe na przyjęcie betonu. A widzieliśmy już światelko na drugim końcu tunelu.

W połowie lipca wewnątrz tunelu daleko było jeszcze do końcowego sznytu. Pierwsze, co rzuciło się w oczy, to surowe ściany bez obudowy i ziemne podłoża, ale prace szybko postępowały.

Obsługa tunelu to jednak niejedyna praca, jaką wykonują teraz geodeci z Polservice Geo. Są zaangażowani m.in. w budowę trasy głównej, ścian szczelinowych poza tunelem, dróg dojazdowych, obiektów mostowych, obiektów kubaturowych (w tym gmachu mającego mieścić Centrum Zarządzania Tunelem), a także prace ziemne oraz związane z sieciami uzbrojenia terenu. Zadania te

realizują cztery 2-osobowe zespoły terenowe. Czynności opracowania projektu i dokumentacji wykonanych elementów realizuje natomiast 4 kameralistów.

• Dzieje inwestycji

Historia drogi ekspresowej S2 sięga lat 70. ubiegłego wieku. Inwestycja od początku wzbudzała liczne kontrowersje i protesty. Krytykowano projekt poprowadzenia trasy przez Warszawę czy plan wydrążenia tunelu drogowego pod Ursynowem. Przez kolejne lata powstawały nowe koncepcje, a na Ursynowie pozostawiono szeroki pas terenu pod ewentualną inwestycję. W końcu w 2004 r. został uchwalony Plan Zago-



Daniel Zduńczyk z Polservice Geo kierujący pracą geodetów na POW

Drogi dojazdowe i wjazd do tunelu od strony węzła „Ursynów Wschód”

spodarowania Przestrzennego Województwa Mazowieckiego zawierający projektowany przebieg autostrady przez Warszawę w proponowanym wcześniej korytarzu. Po kolejnych protestach mieszkańców plan ten został jednak zmieniony i od węzła „Konotopa” do węzła „Lubelska” obniżono klasę drogi na ekspresową, pozostawiając przebieg odcinka bez zmian, ale chowając go na Ursynowie w tunelu.

Budowę POW podzielono na trzy niezależnie realizowane odcinki. Odcinek Puławska – Lotnisko – Marynarska został oddany do użytku we wrześniu 2013 r., a Konotopa – Lotnisko w grudniu 2013 r.

Umowy na projekt i budowę ostatniego odcinka S2 pomiędzy węzłami „Puławska” i „Lubelska” o długości 18,5 km inwestor – Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad – podpisał w połowie grudnia 2015 r. Inwestycję podzielono na trzy zadania: A, B i C. W jej ramach przewidziano m.in. budowę: tunelu pod Ursynowem (zadanie A), mostu przez Wisłę (zadanie B, więcej w GEODECIE 8/2018) oraz estakad nad Mazowieckim Parkiem Krajobrazowym (zadanie C).

● Z POW od kilku lat

Na etapie prac przygotowawczych warszawska spółka Polservice Geo opracowała dla zadań A i B POW mapy do celów projektowych, numeryczny model terenu, mapy podziałowe, a także opisy rzeczoznawcze wywłaszczanych pod inwestycje terenów. – Z obsługi geodezyjnej początkowo byliśmy zmuszeni zrezygnować z uwagi na bardzo niskie stawki zaproponowane na etapie kontraktacji. Ostatecznie jednak weszliśmy na odcinek A, kiedy poprzedni wykonawca obsługi geodezyjnej nie podołał tej skomplikowanej inwestycji – wyjaśnia członek zarządu Polservice Geo Tomasz Walczuk.

Mapa do celów projektowych dla zadań A i B objęła ponad 350 ha. Cały obszar został pomierzony i opracowany w krótkim czasie około 6 tygodni. – Chciałbym podkreślić, że każdy szczegół na mapie został pomierzony fizycznie w terenie. Wykorzystywaliśmy klasyczne metody pomiaru, ponieważ tylko one dawały odpowiednią dokładność – zaznacza Tomasz Walczuk.

Geodeci z Polservice Geo wykonali też około 800 podziałów. Prace te trwały długo i okazały się skomplikowane. Ursynów i Wilanów to tereny silnie zurbanizowane, nieruchomości są

Fot. Polservice Geo

Fot. Dominik Czekał



Fot. GODKIA

Budowa drogi ekspresowej S2 na odcinku od węzła „Puławska” do węzła „Lubelska” – podział na zadania

zadanie	długość odcinka do wybudowania [km]	wykonawca	wartość [mld zł]
A	4,6	Astaldi	1,222
B	6,5	Gülermak, PBDiM	0,758
C	7,5	Warbud	0,562

tam bardzo drogie, co mocno utrudniało zadanie. Ponadto w Wilanowie spółka natknęła się na duży obszar z wieloma działkami o nieregulowanym od lat 50. ubiegłego wieku stanem prawnym.

• Pod kontrolą

Dla zadania A firma Polservice Geo od początku inwestycji realizuje też monitoring geodezyjny. Objął on obszar około 125 ha. Pomiar sesji zerowej rozpoczął się 1 czerwca 2016 r. Początkowo pomiary wykonywane były raz w miesiącu, a od grudnia 2016 r. – raz w tygodniu. Przedmiotem monitoringu są: obiekty sąsiadujące z budową (tzw. pierwsza linia zabudowy), tunel I linii metra na odcinku od stacji Natolin do stacji Imielin (przebiega pod nim tunel POW) oraz ściany oporowe technologiczne (obudowa wykopu).

Na budynkach założono repery, których pomiar odbywa się z wykorzystaniem niwelacji precyzyjnej. W przypadku metra kontrolowane są repery w podtorzu (również niwelacja precyzyjna), a także geometria 2-kilometrowego odcinka torów (za pomocą wózka pomiarowego GRAW TEC1435). Ponadto wykonywane są pomiary inklinometryczne oraz rozwarcia rys i dylatacji. Na dylatacjach segmentów w miejscu, gdzie tunel

metra krzyżuje się z tunelem POW, zamontowano 18 szczelinomierzy automatycznych. Monitoring obudowy wykopu polega z kolei na pomiarze tachimetrycznym folii dalmierczych rozklejonych na 3 poziomach. W sumie badanych jest około 270 punktów na powierzchni oraz 120 w tunelu metra.

Dodatkowo na najwyższym budynku w sąsiedztwie inwestycji (przy skrzyżowaniu alei KEN i ulicy F. Płaskowickiej) firma Polservice Geo założyła własny system SmartSense, który monitoruje obiekt w sposób ciągły. Podstawą jego działania jest pomiar GNSS metodą statyczną. Przemieszczenia określane są na podstawie zmian długości wektorów między komórką pomiarową a urządzeniami referencyjnymi zainstalowanymi na budynku.

Wszystkie pomiary prezentowane są na platformie WWW Polservice Geo do prowadzenia monitoringu. Zalogowany użytkownik otrzymuje podgląd na interaktywnej mapie wszystkich kontrolowanych punktów oraz dostęp do szczegółowych informacji. Portal pozwala na wyszukiwanie danych na pod-

Element systemu SmartSense do monitoringu ciągłego zamontowany na budynku przy skrzyżowaniu alei KEN i ulicy F. Płaskowickiej

stawie wielu kryteriów (np. typ punktu, obiekt będący przedmiotem pomiaru, wielkość przemieszczenia, rodzaj czujnika) oraz automatyczne generowanie raportów z historią zmian monitorowanych cech. Istotną zaletą platformy jest również obsługa wydarzeń związanych z przekroczeniem definiowanych na wstępie progów alarmowych dla punktów pomiarowych. Wyniki udostępniane są upoważnionym użytkownikom, dla których każdorazowo tworzony jest indywidualny profil.

Fot. Polservice Geo

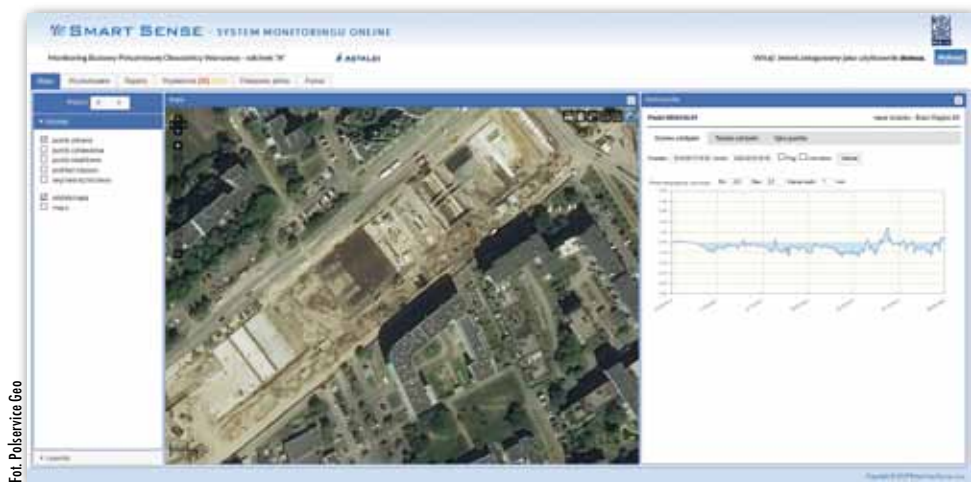


• Nieoczekiwana obsługa

Zadanie A za 1,222 mld zł realizuje firma Astaldi. Obejmuje ono budowę fragmentu drogi o długości około 4,6 km od węzła „Puławska” do węzła „Przyczółkowa” (bez tych węzłów), węzła zespolonego „Warszawa Ursynów” oraz tunelu pod Ursynowem i I linią metra o długości 2,3 km.

Firmy Astaldi i Polservice Geo podpisały umowę na obsługę geodezyjną zadania A dopiero w maju 2018 r. Poprzedni zespół geodetów miał z inwestycją sporo problemów. Osnowa, na której opierały się tyczenia, nie została zatwierdzona przez nadzór. Ponadto liczba osób przewidziana dla całościowej obsługi okazała się niewystarczająca. Generalny wykonawca nie mógł już dłużej tolerować przestojów ekip budowlanych i braku dokumentów z inwentaryzacji.

– Mamy doświadczenie w przejmowaniu budów – opowiada Tomasz Walczuk. – Uruchomiliśmy z wyprzedzeniem naszą elektroniczną książkę zleceń, co umożliwiło nam zidentyfikowanie bieżących potrzeb klienta w początkowych dniach obsługi i w miarę płynne jej przejście. Kolejną kwestią była osnowa, którą w tym przypadku musieliśmy wykonać od zera. Jak już sprawnie funkcjonujemy na budowie, to z czasem „czyścimy” zaległości i braki po poprzednikach – dodaje.



Fot. Polservice Geo

Platforma WWW Polservice Geo do prowadzenia monitoringu

Do pierwszych zadań geodetów z Polservice Geo należało tyczenie i rozliczanie wykopów, niedopuszczenie do kolizji i obsługa przekładki sieci uzbrojenia podziemnego, co w warunkach dobrze rozwiniętej infrastruktury miejskiej wymagało dużo uwagi. Jeżeli chodzi o tunel, to drażnione już były ściany szczelinowe, a w najbardziej zaawansowanych miejscach powstawał strop.

• Osnowa od zera

Geodeci z Polservice Geo nie mogli nawet wykorzystać istniejących punktów ziemnych osnowy założonych przez poprzednią ekipę, bo nadzór uznał, że są niewłaściwie zastabilizowane. Należało zatem zacząć wszystko od no-

wa pod dużą presją czasu. Na założenie osnowy warszawska spółka otrzymała 3 tygodnie. Zaczęła od stabilizacji nowych punktów ziemnych oraz montażu luster i folii dalmierczych na sąsiadujących z budową obiektach. Następnie pomiar wybranych punktów ziemnych metodą statyczną GNSS oraz kątowniowy i niwelacja wszystkich punktów z nawiązaniem do osnowy państwowej i osnowy na sąsiednim odcinku B POW.

Ogrodzenia placu budowy, infrastruktura zapleczy wykonawców czy hałdy wykopanej ziemi znacznie utrudniały pracę, ograniczając wizurę. Konieczne okazało się zakładanie dodatkowych punktów stratnych, tj. takich, które na pewnym etapie inwestycji naj-





do 6 reperów osnowy państwowej. Zaniwelowano wszystkie punkty ziemne, a największe poprawki na punkcie nie przekraczały 0,5 mm. Układem odniesienia jest „0” Wisły.

● Kluczowy element

Najbardziej wymagająca część zadania A to niewątpliwie tunel pod Ursynowem. Cały obiekt składa się z trzech naw: wschodniej (prowadzącej w kierunku Skarpy Wilanowskiej, trasy Mostu Południowego oraz dzielnicy Wawer), zachodniej (prowadzącej w stronę dzielnicy Włochy i Bemowo) oraz środkowej wentylacyjnej, znajdującej się między nimi. W nawach zewnętrznych kierowcy będą mieli do dyspozycji jezdnie o szerokości około 14,5 m, składające się z trzech pasów ruchu i pasa awaryjnego. Tunel pod powierzchnię wchodzi między ul. Indiry Gandhi a ul. Pileckiego, wychodzi zaś na skarpie za ul. Nowoursynowską.

Obiekt budowany jest metodą podstropową. Najpierw powstały ściany szczelinowe dla poszczególnych naw (łącznie 4 ściany). Potem wylewany był strop, który się na nich opierał. W efekcie powstawał tunel wypełniony ziemią, która w kolejnym etapie była wybierana do poziomu spodu płyty fundamentowej. Na płycie powstanie zabudowa chodnikowa, konstrukcja drogowa, instalacje wodociągowe, kanalizacyjne, wentylacyjne i monitoringu. Przed wjazdami do tunelu po obu stronach w obszarze przejazdów awaryjnych przewidziane są miejsca do lądowania dla śmigłowców LPR. Najniższy punkt jezdni tunelu znajduje się 18 m poniżej al. KEN.

Newralgicznym etapem budowy było „przejsie” pod metrem. Było ono planowane już w latach 80. Dlatego w tym miejscu ponad 70-metrowy odcinek tunelu metra ma zwiększone wymiary konstrukcyjne: 12,88 m szerokości i 6,85 m wysokości. Aby podtrzymać metro na czas robót, wykonane zostały następujące zabezpieczenia:

- belki transferowe, na których oparto tunel metra,
- ściany szczelinowe zewnętrzne i wewnętrzne stałe i tymczasowe.

Po wykonaniu całości konstrukcji ściany technologiczne (tymczasowe) będą wyburzone.

Z pomiarowego punktu widzenia największą trudnością przy budowie tunelu był brak jednolitej osnowy. Obiekt powstawał w kilku miejscach jednocześnie. Punkty osnowy zakładane były w miarę postępu prac w tunelu, a ciągi mierzone etapami – końcowe punkty dowiązywane były do osnowy „na górze”. „Kawałki” ciągów pod ziemią nie zostały więc wspólnie

Pomiar niwelacyjny w ramach monitoringu I linii metra biegnącej nad tunelem POW

prawdopodobnie ulegną zniszczeniu. – Nie oznacza to jednak, że w tym czasie stanęliśmy z wykonywaniem tyczeń i inwentaryzacji. Z tych zadań nikt nas nie zwolnił. Ponadto, kiedy już mieliśmy policzoną i wyrównaną osnowę, część inwentaryzacji trzeba było powtórzyć i podać nowe zaktualizowane odchyłki – tłumaczy Łukasz Żak z działu Poleservice Geo zajmującego się osnowami. Gotowa osnowa na powierzchni liczyła 171 punktów, w tym 69 ziemnych. Dodatkowo w tunelu na ścianach szczelinowych w obu nitkach zainstalowano 318 znaków nawiązanych do „górej” osnowy.

Osnowę naziemną wyrównano w układzie 2000 z wykorzystaniem

programu Geonet autorstwa prof. Romana Kadaja. Do wyrównania włączono wszystkie obserwacje: zarówno klasyczne kątowno-liniowe (161 kątów i 120 długości), jak i satelitarne (51 punktów). Do obliczeń przyjęto następujące błędy średnie: kierunku – 6^{cc}, długości – 0,0015 m + 10 ppm, współrzędnych X i Y z pomiarów GNSS – 0,003 m. Biorąc pod uwagę konieczność uzgodnienia styków z odcinkiem B inwestycji, w wyrównaniu punkty wspólne przyjęto jako bezbłędne. Ostatecznie otrzymano następujące wyniki: błąd średni jednostkowy $M_0 = 0,996$, przeciętny błąd położenia $M_{pSr} = 0,0027$ m.

Osnowa wysokościowa została pomierzona w 8 ciągach z dowiązaniem

Fot. Poleservice Geo



Prace w tunelu POW budowanym metodą podstropową

wyrównane. Finalnie po przekopaniu tunelu „na wylot” ciągi osnowy „minęły się” 14 mm sytuacyjnie i 4 mm wysokościowo.

• Specjaliści od tuneli

Tunel pod Ursynowem to niejedyny tego typu obiekt, który obsługują teraz geodeci z Polservice Geo. Warszawska spółka obecna jest też na budowie blisko 2-kilometrowego tunelu w ciągu „Zakopianki”, a więc o ponad 300 m krótszego od tego pod Ursynowem. Jak jednak zauważa Tomasz Walczuk, inwestycje te mają zupełnie inny charakter i powstają z wykorzystaniem innych technik. Trudno je zatem porównywać. Tunel na „Zakopiance” został wydrążony górniczą metodą kontrolowanej deformacji (więcej o obsłudze tej inwestycji w GEODECIE 1/2020). Dwie nitki drążone były niezależnie, jednocześnie z dwóch stron. Prawa nitka tunelu została przebita w październiku 2019 r., a lewa – w kwietniu br. Budowy w ciągu „Zakopianki” i POW łączy jednak rozbudowany monitoring geotechniczno-strukturalny, w którym Polservice Geo sukcesywnie podnosi swoje kompetencje.

– Kolejnym tunelowym wyzwaniem dla naszej firmy będzie obiekt w Łodzi – zdradza Tomasz Walczuk. Ponad 7-kilometrowy kolejowy tunel średnicowy pod centrum miasta połączy dworzec Łódź Fabryczna z dworcami Łódź Kaliska i Łódź Żabieniec. Jest to inwestycja zbliżona charakterem do budowy metra w Warszawie (tunel drążony będzie z wykorzystaniem tarcz TBM), bardzo wymagająca pod względem monitoringu. – Po-

nadto rozpoczęliśmy prace na północnej obwodnicy Krakowa w ciągu drogi S-52, w skład której wchodzi tunel budowany w tej samej technologii co obiekt na POW A – dodaje Tomasz Walczuk.

• Po dekadach zbliża się finał

Pod koniec lipca zaawansowanie rzeczowe prac na odcinku ursynowskim POW wynosiło około 80%. Stopniowo znika wykop, w którym kryje się tunel. Zасыpywane są kolejne segmenty stropu, przywracany jest istniejący wcześniej układ ulic i parkingów. W tunelu płyta fundamentowa została wykonana (zabetonowana) w 55%. Na bieżąco wykonywane są roboty związane z budową wypełnień ścian żelbetonowych, przejść awaryjnych, stropów łukowych, zabudowy chodnikowej wewnętrznej, nisz alarmowych, odwodnienia tunelu itp.

Początkowo termin zakończenia prac dla zadania A, podobnie jak dla zadań B i C, wyznaczono na sierpień br. Obecnie Astaldi i GDDKiA finalizują „sprawy formalne związane z ustaleniem treści aneksu do umowy dotyczącego terminu zakończenia inwestycji”. Prace na odcinku B mają potrwać do końca października br., a na odcinku C – do 22 grudnia br.

Wszystko wskazuje na to, że inwestycja mająca usprawnić funkcjonowanie transportu w Warszawie i okolicy, a także ograniczyć ruch tranzytowy w mieście już wkrótce będzie cieszyć kierowców i nie tylko.

Damian Czekaj

Fot. Polservice Geo



Fot. Polservice Geo