Budowa mostu południowego w Warszawie

Tradycyjna konstrukcja w nowej technologii

Od przeszło roku w ciągu drogi ekspresowej S2 powstaje najdłuższa i najdalej wysunięta na południe przeprawa przez Wisłę w Warszawie. Połączy ona dzielnice Wilanów i Wawer. Za geodezyjną obsługę tej inwestycji odpowiada Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne.

Damian Czekaj

Projektowana długość całej drogi ekspresowej S2 (zwanej też Południową Obwodnicą Warszawy, POW) wynosi około 34 km, z których do użytku oddano ponad 15 km. Historia tej inwestycji, która pierwotnie miała stanowić część autostrady A2 przebiegającej równoleżnikowo przez centralne obszary kraju, sięga lat 70. ubiegłego wieku. Budowa obwodnicy od początku wzbudzała liczne kontrowersje i protesty mieszkańców. Krytykowano projekt poprowadzenia trasy przez Warszawę czy plan wydrążenia tunelu drogowego pod Ursynowem. Przez następne lata w sprawie POW niewiele się działo. Powstawały jednak kolejne koncepcje, wśród nich takie, które zakładały wyprowadzenie obwodnicy poza stolicę, choć na Ursynowie pozostawiono szeroki pas terenu pod ewentualną inwestycję. W końcu w 2004 r. został uchwalony Plan Zagospodarowania 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 Południowej Obwodnicy Warszawy podzielono na trzy niezależnie re-

Tab. 1. Budowa drogi ekspresowej S2 na odcinku od węzła „Puławska" do węzła „Lubelska" – podział na zadania

Zadanie	Długość odcinka do wybudowania [km]	Zlecenie obejmuje budowę	Wykonawca	Wartość [mld zł]
A	4,6	tunelu pod Ursynowem	Astaldi	1,222
B	6,5	mostu przez Wisłę	Gülermak, PBDiM	0,758
C	7,5	estakad nad Mazowieckim Parkiem Krajobrazowym	Warbud	0,562



Fot. GDDKiA



Fot. GDDKiA

Fot. 1. Budowa mostu południowego, widok w kierunku Wilanowa, połowa czerwca 2018 r.

alizowane odcinki. Prace przy pierwszych dwóch (ponad 10-kilometrowym od węzła „Konotopa" do węzła „Warszawa Lotnisko" oraz 4-kilometrowym od węzła „Warszawa Lotnisko" do węzła „Puławska") zakończono we wrześniu 2013 r.

Umowy na projekt i budowę ostatniego odcinka S2 pomiędzy węzłami „Puławska" i „Lubelska" zostały podpisane w połowie grudnia 2015 r. Inwestycję wartą ponad 2,5 mld zł podzielono na trzy zadania (A, B i C; mapa obok, tab. 1). W jej ramach przewidziano m.in. budowę: drogi o długości 18,5 km posiadającej 2 jezdnie po 3 pasy ruchu, tunelu pod Ursynowem, mostu przez Wisłę, estakad nad Mazowieckim Parkiem Krajobrazowym, 6 węzłów drogowych oraz urządzeń ochrony środowiska i bezpieczeństwa ruchu drogowego. Celem inwestycji jest m.in.: stworzenie bezpiecznego odcinka drogi ekspresowej zapewniającego wysoki komfort dalekobieżnego ruchu drogowego, rozwój infrastruktury drogowej obszaru metropolitarnego, a także powiązanie sieci dróg miejskich z istniejącą autostradą A2 (w węźle „Konotopa") oraz jej planowanym odcinkiem na Wschód od Warszawy i budowaną drogą ekspresową S17 (która połączy aglomerację warszawską z Lubelszczyzną) w węźle „Lubelska".

Realizacja zlecenia ma potrwać 41 miesięcy (bez okresów zimowych), co oznacza, że umowny termin zakończenia prac przypada równo za dwa lata, na sierpień 2020 r.

Najbardziej wymagający element zadania B inwestycji stanowi budowa tzw. mostu południowego, w którą zaangażowani są geodeci z Warszawskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego.

Most południowy

Uroczystość symbolicznego rozpoczęcia budowy dziewiątej warszawskiej przeprawy drogowej przez Wisłę odbyła się 21 czerwca 2017 r. Most połączy Wilanów z Wawrem, będzie miał 42,6 m szerokości i 1505,5 m długości wraz z dojazdami, a tym samym stanie się najdłuższą przeprawą w stolicy. W jego skład wejdą dwa niezależne obiekty (ustroje północny i południowy), po których poprowadzone zostaną 4-pasmowe jezdnie. Za realizację tego zadania odpowiadają turecka firma Gülermak oraz Przedsiębiorstwo Budowy Dróg i Mostów z Mińska Mazowieckiego.

– Budowa mostu przez rzekę jest zawsze czymś niepowtarzalnym, co zresztą dobrze widać w Warszawie, gdzie każda przeprawa jest inna – mówi Piotr Kolasa, zastępca przedstawiciela wykonawcy, odpowiedzialny m.in. za prowadzenie kontraktu na zlecenie GDDKiA. – Wpływ na to mają m.in. warunki geotechniczne, szerokość i głębokość rzeki – tłumaczy. Piotr Kolasa zaangażowany był wcześniej w budowę innych przepraw w stolicy. Jako kierownik robót odpowiadał za realizację pylonu mostu Świętokrzyskiego oraz płyty i pylonu wschodniego mostu Siekierkowskiego. Obie te przeprawy to konstrukcje wantowe, podwieszane. Most południowy jest natomiast obiektem wieloprzęsłowym, który opierać się będzie na 48 dojazdowych i 6 nurtowych podporach (po 27 podpór dla każdej z jezdni). Niweleta konstrukcji składa się z 500- i 800-metrowych odcinków o spadkach odpowiednio +0,8% i -0,98% oraz 180-metrowego łuku o promieniu 10 km między nimi. Różnica rzędnych

Tab. 2. Geodeci z WPG na budowach warszawskich mostów

Nazwa mostu	Rok zakończenia budowy	Realizowane prace
południowy	2020	kompleksowa obsługa geodezyjna
Marii Skłodowskiej-Curie	2012	geodezyjna obsługa nadzoru inwestorskiego
Siekierkowski	2002	kompleksowa obsługa geodezyjna
Świętokrzyski	2000	
gen. Stefana Grota-Roweckiego	1981	
Łazienkowski	1974	
Gdański	1959	

między najwyższym i najniższym punktem jezdni mostu wynosi 8,3 m.

Główne wytyczne co do kształtu budowli określił regionalny dyrektor ochrony środowiska w Warszawie w decyzji z kwietnia 2011 r. *o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia*: „Most na rzece Wiśle należy zaprojektować tak, by umożliwić swobodną migrację wszystkich gatunków ptaków; konstrukcja mostowa powinna być tradycyjna – możliwie płaska, bez elementów liniowych, np. pylonów oraz bez zlokalizowanych pod przeprawą mostową, w strefie mulistego brzegu rzeki, trwałych barier, utrudniających poruszanie się ptaków brodzących wzdłuż rzeki". Tak zdefiniowane ograniczenia spowodowały, że zastosowanie w przypadku tej budowy konstrukcji łukowej, wiszącej czy podwieszanej stało się praktycznie niemożliwe.

Jak podkreśla Piotr Kolasa, jest jedna rzecz charakterystyczna dla wszystkich budów mostów przez rzekę – niespodzianki związane ze zmiennością warunków geotechnicznych. – Ten temat trochę skomplikował nam pracę. Rozwiązania techniczne bazujące na wcześniejszym rozpoznaniu musiały ulec modyfikacji i obecnie realizujemy projekt zamienny. Właśnie kończymy wykonywanie posadowienia pośredniego [przenoszącego obciążenia na grunt pośrednio za pomocą pali – red.], więc wydaje się, że to, co najgorsze, już za nami – wyjaśnia Piotr Kolasa.

Osnowa

Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne obsługuje całe zadanie B inwestycji obejmujące budowę drogi oraz obiektów inżynierskich (mostu, wiaduktów, przepustów) zarówno po stronie wilanowskiej, jak i wawerskiej. Firma ma duże doświadczenie w tego typu pracach. Pracownicy WPG byli obecni przy budowie każdego mostu w Warszawie po 1950 r., czyli od samego powstania przedsiębiorstwa (patrz tab. 2).

Geodeci z WPG pojawili się na budowie mostu południowego już w kwietniu 2017 r., a ich pierwszym zadaniem było założenie osnowy. Sieć podstawowa składa się z blisko 80 punktów rozmieszczonych równomiernie co około 150 m wzdłuż trasy (po obu jej stronach), zastabilizowanych w postaci wkopanych, zabetonowanych prętów żebrowanych (o średnicy 16 mm i długości 1,4 m) z nawierconym otworem. Została ona pomierzona odbiornikiem Leica Viva CS15 (metoda statyczna GNSS) oraz niwelatorem precyzyjnym Leica DNA03 (niwelacja geometryczna). Druga osnowa (20 punktów) zabezpiecza obsługę mostu. W tym przypadku punkty sieci stanowią betonowe pale prefabrykowane (zabetonowane na głębokość 5-7 m) z zamontowanymi wspornikami do wymuszonego centrowania sygnału lub instrumentu. Ich pomiar wykonano tachimetrycznie, metodą kątowo-liniową.

Obydwie osnowy poddano wspólnemu wyrównaniu i otrzymano współrzędne poziome w układzie 2000 i rzędnie w układzie Zero Wisły. Maksymalny błąd położenia punktu w poziomie wyniósł 0,7 mm, a wysokościowo – 2,1 mm. Jak podkreśla Rafał Deluga, szef pracowni geodezyjnej WPG realizującej obsługę zadania B inwestycji, na dokładność określenia rzędnych największy wpływ miała niwelacja trygonometryczna zastosowana do połączenia punktów osnowy po dwóch stronach Wisły. Odległość między punktami to około 650 m.

Zróżnicowane zadania

Obecnie w obsługę zadania B zaangażowanych jest 6 dwuosobowych zespołów polowych oraz 4 osoby zajmujące się pracami kameralno-obliczeniowymi. Do ich zadań należą przede wszystkim liczne wytyczenia i inwentaryzacje dla robót drogowych (odhumusowanie, wykopy, nasypy), branżowych oraz mostowych (pale, fundamenty, filary, ciosy podłożyskowe).

Kolejną istotną pracą jest zgodny z roboczym harmonogramem okresowy monitoring geodezyjny. Niezależnie badane są przemieszczenia podpór poszczególnych obiektów inżynierskich oraz ścian szczelnych podpór nurtowych. Pomiarowi podlegają specjalne repery – pręty stalowe ocynkowane z kulką łożyskową.

Geodeci dostarczają także pliki wsadowe do systemów sterowania maszynami budowlanymi firm PBDiM oraz Irbud. Są to numeryczne modele terenu, które umożliwiają koparkom i spychaczom wyposażonym w instrumenty pomiarowe (odbiorniki GNSS, tachimetry wypo-



Fot. WPG

Fot. 2. Geodeci z Warszawskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego na budowie mostu południowego



Fot. GDDKiA

Fot. 3. Budowa części najazdowej mostu południowego przy użyciu szalunku MSS

sażone w serwomotory) wykonywanie prac związanych z przemieszczeniem mas ziemnych. Do opracowania NMT Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne wykorzystało m.in. drony.

– Najdziwniejszym zadaniem do tej pory był natomiast pomiar siedmiu gniazd ptaków w lipcu ub.r. – opowiada Rafał Deluga. – Pomierzyliśmy drzewa z gniazdami kosów, drozda śpiewaka czy pokrzewki czarnołbistej w okolicach Wału Zawadowskiego. W pracach wykorzystaliśmy tachimetr elektroniczny – dodaje. Wymóg przeprowadzenia takich pomiarów znalazł się we wspomnianej już decyzji warszawskiego RDOŚ.

Wyzwania na podporach

Jednym z elementów wyróżniających opisywaną inwestycję jest wykorzystanie dotychczas rzadko w Polsce stosowanej – a w Warszawie po raz pierwszy– technologii realizacji ustroju nośnego: szalunków przejezdnych MSS (*movable scaffolding system*) oraz WFT (*wing form traveler*). Pierwszy etap takiej budowy polega na wykonaniu za pomocą szalunku MSS (przemieszczającego się dzięki wmontowanym siłownikom hydraulicznym) żelbetowych skrzynek ustroju nośnego na kolejnych podporach mostu. To na nich oprą się jezdnie drogi. Następnie po tak wykonanej płycie pomostu przesuwa się szalunek WFT, dodając wsporniki wraz z prefabrykowanymi zastrzałami. Elementy te będą z kolei stanowić oparcie dla chodników i ścieżek rowerowych opasujących jezdnie.

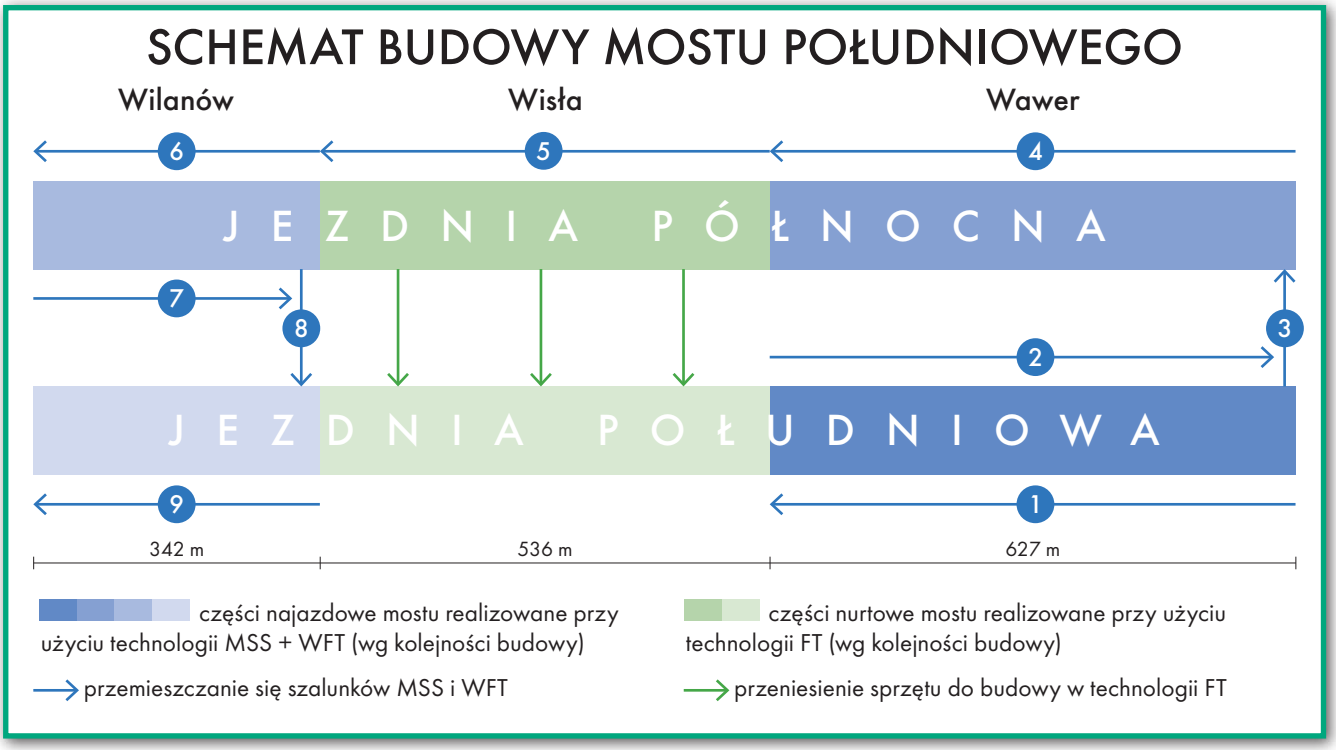
Szalunki przejezdne zapewniają bezpieczeństwo prowadzonych robót niezależnie od stanu wezbraniowego Wisły oraz ewentualnego pochodu lodów. Za ich pomocą na moście południowym powstają płyty na podporach najazdowych (fot. 3). Ze względu na większe odległości między filarami nurtowymi (176 m) część główna przeprawy wykonywana będzie inną, znacznie częściej stosowaną metodą – wspornikową (nawisową, FT, fot. 4). W przypadku tej techniki w pierwszej kolejności dla każdej podpory nurtowej wykonuje się segment startowy pomostu na rusztowaniach stacjonarnych (wraz ze stabilizującymi go elementami oraz dwoma przejezdnymi wózkami rusztowaniowymi z deskowaniem). Następnie z dwóch stron segmentu startowego z wykorzystaniem wózków dobudowywane są dalsze segmenty (o długości od 3,5 do 5,0 m), a całość, po uzyskaniu odpowiedniej wytrzymałości betonu, sprężą się kablami wewnętrznymi. Potem wózki są przesuwane i następuje betonowanie kolejnych segmentów aż do połowy rozpiętości przęsła i zetknięcia się z pomostem realizowanym z sąsiednich podpór.

Uproszczony schemat budowy mostu południowego przedstawiamy na s. 12. MSS rozpoczął pracę od strony Wawra na podporach jezdni południowej (1). Po dotarciu wraz z WFT do brzegu Wisły, a tym samym do początku części nurtowej mostu, szalunki zostaną wycofane (2) i przesunięte na północne podpory (3, 4). Następnie – po fragmencie przeprawy nad nurtem rzeki wykonanym w międzyczasie metodą wspornikową – przedostaną się na stronę wilanowską obiektu (5). Tam budowa na estakadach najazdowych – najpierw północnej (6), później południowej (9) – będzie postępowała od



Fot. materiały wykonawcy

Fot. 4. Most realizowany metodą wspornikową – stan tuż przed zwarciem konstrukcji



brzegu w głąb lądu. Realizacja południowej nurtowej części mostu nastąpi po zakończeniu prac na jezdni północnej.

Na razie na podporach pracuje MSS i za jego pomocą wykonano już dwa przęsła od strony Wawra. – Do naszych zadań należy tutaj przede wszystkim przestrzenne ustawienie szalunku, ponieważ most leży zarówno w łuku poziomym, jak i pionowym – tłumaczy Rafał Deluga i dodaje, że geodeci z WPG właśnie na budowie mostu południowego po raz pierwszy zetknęli się z technologią szalunków przejezdnych. Szef pracowni geodezyjnej podkreśla także, że ogromnym ułatwieniem w pracy są nowoczesne tachimetry Leica TS 16 posiadające funkcję tyczenia przestrzennego. – Podczas budowy mostów Świętokrzyskiego i Siekierkowskiego nie dysponowaliśmy tego typu instrumentami, więc wspomagaliśmy się autorskim oprogramowaniem na kalkulator geodezyjny Psion – opowiada.

Inne zadania geodetów podczas szalowania to wyznaczanie podzbrojenia, wytyczanie kabli sprężających czy różnych otworów montażowych. Wszystkie te prace są utrudnione ze względu na ograniczoną wizurę z podpór na punkty osnowy.

Jeszcze dwa lata

– Budowa przeprawy na Wiśle przyczyni się do połączenia zachodniej granicy Polski ze wschodnią. Cieszę się, że rozpoczyna się inwestycja ważna zarówno dla mieszkańców Warszawy, jak i dla wszystkich Polaków – mówił podczas inauguracji budowy mostu południowego w czerwcu 2017 r. ówczesny minister infrastruktury i budownictwa Andrzej Adamczyk. Jak już zostało wspomniane, realizacja mostu południowego – jak i całego trzeciego odcinka drogi S2 – ma potrwać do 2020 r. Do tego czasu mieszkańców stolicy czekają liczne utrudnienia, a budowlańców – wiele wyzwań. Wszystko wskazuje jednak na to, że historia budowy Południowej Obwodnicy Warszawy, ciągnąca się od półwiecza, znajdzie wreszcie swój finał.

Damian Czekaj



Fot. GP Mosty

Fot. 5. Wizualizacja mostu południowego