

Firma Czerski Trade Polska od 10 lat mierzy układ przesyłowy ścieków w Warszawie

# Geodeci potwierdzają stabilność tunelu



W przypadku katastrof czy awarii budowlanych niezwykle ważne jest jak najszybsze pozyskanie aktualnych danych przestrzennych, które umożliwią planowanie i podejmowanie dalszych działań. Z podobnego założenia wyszły władze Warszawy zarówno po pierwszej (w 2019 r.), jak i drugiej (w 2020 r.) awarii kolektora ściekowego pod Wisłą.

## Damian Czekaj

**D**ruga awaria układu przesyłającego ścieki z części lewobrzeżnej Warszawy do oczyszczalni „Czajka” miała miejsce w sobotę 29 sierpnia. Doszło do niej niemal równo rok po pierwszej i tuż po zakończeniu kolejnego przeglądu układu. W konsekwencji Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji musiało uruchomić awaryjny zrzut ścieków do Wisły. W mieście powołano sztab kryzysowy i w porozumieniu z rządem podjęto decyzję o budowie tymczasowego rurociągu na moście pontonowym. Według wstępnych ustaleń uszkodzeniu nie uległ fragment rurociągu wymieniony po ubiegłorocznej awarii.

Jako jedni z pierwszych o całej sprawie dowiedzieli się geodeci ze stołecznej firmy Czerski Trade Polska (CTP), którzy już od kilku lat współpracują z MPWiK. Ich zadaniem było jak najszybsze pozyskanie danych do oceny stanu technicznego tunelu przesyłowego pod Wisłą.

### • Kontrola w trudnych warunkach

MPWiK nie tylko teraz, ale i po ubiegłorocznej awarii zwróciło się do spółki CTP o wykonanie pomiarów wewnątrz kolektora. – Jesteśmy naturalnym wyborem. Od kilku lat wykonujemy dla MPWiK monitoring tunelu, obsługiwaliśmy też jego

budowę. Dlatego wiemy najlepiej, jak ten obiekt badać – podkreśla Michał Andrzejewski, dyrektor Działu Geodezji w CTP.

Po tegorocznej awarii tunel pod Wisłą został w dużej części zalany. Wypompowanie ścieków i wentylacja zajęły kilka dni. Dopiero później można było ruszyć z kontrolą układu przesyłowego. Jak podkreśla Zenon Hałasa – koordynator prac geodezyjnych w tunelu, od lat realizujący pomiary kolektora – choć pozyskanie danych było pilną sprawą, to MPWiK na pierwszym miejscu stawiało bezpieczeństwo pracowników. 3-osobowy zespół pomiarowy został wyposażony m.in. w wielogazowe detektory ochrony osobistej i aparaty ucieczkowe, ponadto cały czas utrzymywał kontakt z osobą na powierzchni. – Mimo to, jeśli któryś z kolegów zasygnalizował, że źle się czuje, natychmiast przerywaliśmy pracę i wychodziliśmy na zewnątrz. Unikaliśmy niepotrzebnego ryzyka – tłumaczy Zenon Hałasa.

Stosowana podczas monitorowania tunelu niwelacja precyzyjna tym razem nie miała racji bytu. Betonowa posadzka kolektora, pod którą znajdują się rurociągi, na znacznym odcinku uległa deformacji i wypiętrzeniu, uniemożliwiając ustawienie łąty. W najwęższym miejscu pozostał tylko 30-centymetrowy prześwit, przez który sam człowiek może by się przecisnął, ale już nie ze sprzętem. Postawiono

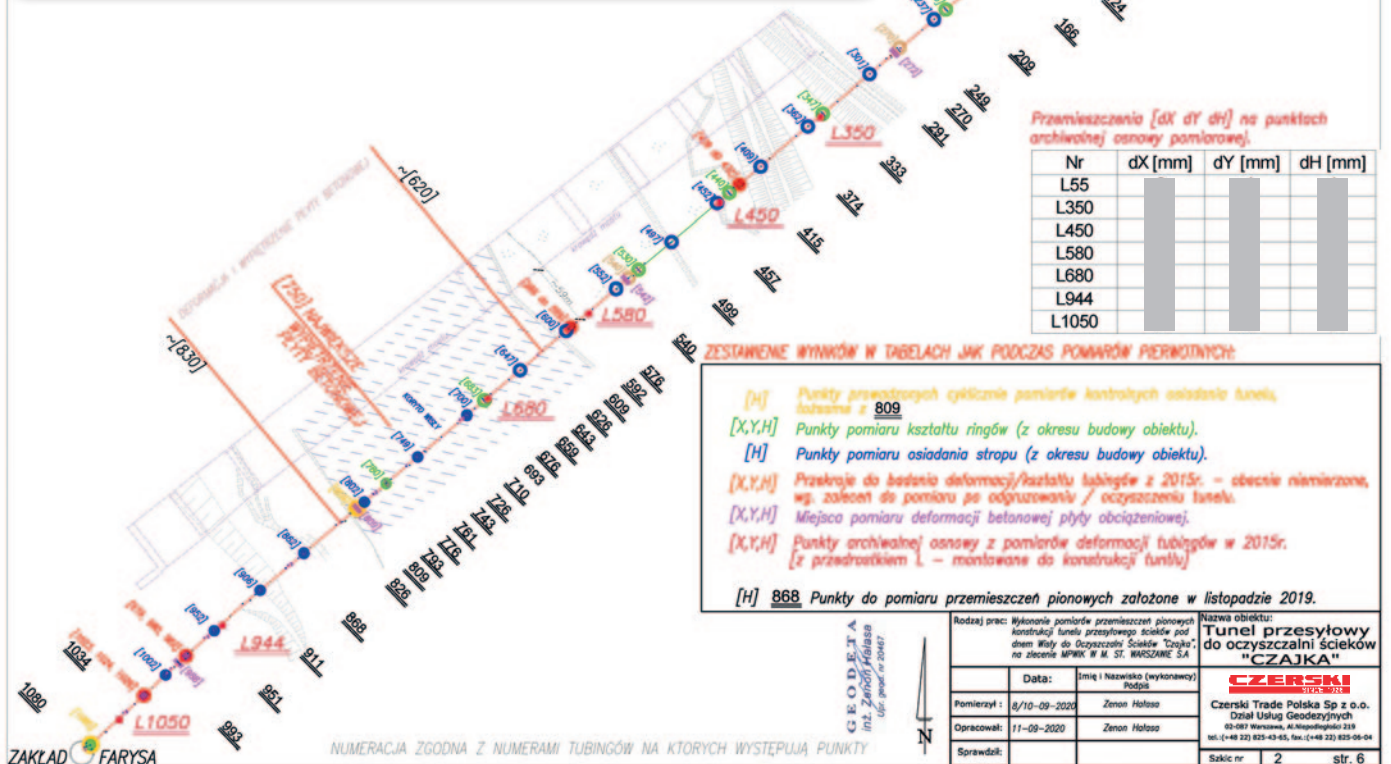
zatem na pomiar tachimetryczny realizowany metodą kolejnych wcięć z dwóch stron tunelu, gdzie przesmyki pozwalały na poruszanie się osób z lustrem. Dwie części sieci udało się powiązać, realizując obserwacje na te same punkty przez wspomniany prześwit. Jako nawiązanie wykorzystano odtworzone punkty w komorach wejścia i wyjścia z kolektora, założone jeszcze podczas budowy obiektu.

Kontroli w tunelu podlegały te punkty, które od początku inwestycji (a więc od 2010 r.) były już przynajmniej raz mierzone. Oczywiście nie wszystkie udało się odtworzyć – np. te na dnie tunelu zostały zalane betonem po ułożeniu rurociągów. Mimo to pozyskano ogromną ilość danych i porównano je z danymi archiwalnymi z ostatnich 10 lat.

Pomiar ponad 100 punktów kontrolnych trwał 3 dni i przez cały czas realizowany był przez tego samego obserwatora tym samym sprzętem – półsekundowym zmotoryzowanym tachimetrem Leica TCA2003 z precyzyjnym dalmierzem. Tego typu instrument pozwolił m.in. na automatyzację nacelowywania, co przy pracy w półmroku (nie działało standardowe oświetlenie tunelu) stanowiło nie lada ułatwienie. – Zachowanie jednorodności pomiaru było niezwykle ważne, bo walczyliśmy o niesamowite dokładności. Dużo czasu poświęciliśmy na zaprojektowanie sieci, odpowiednie rozmiesz-

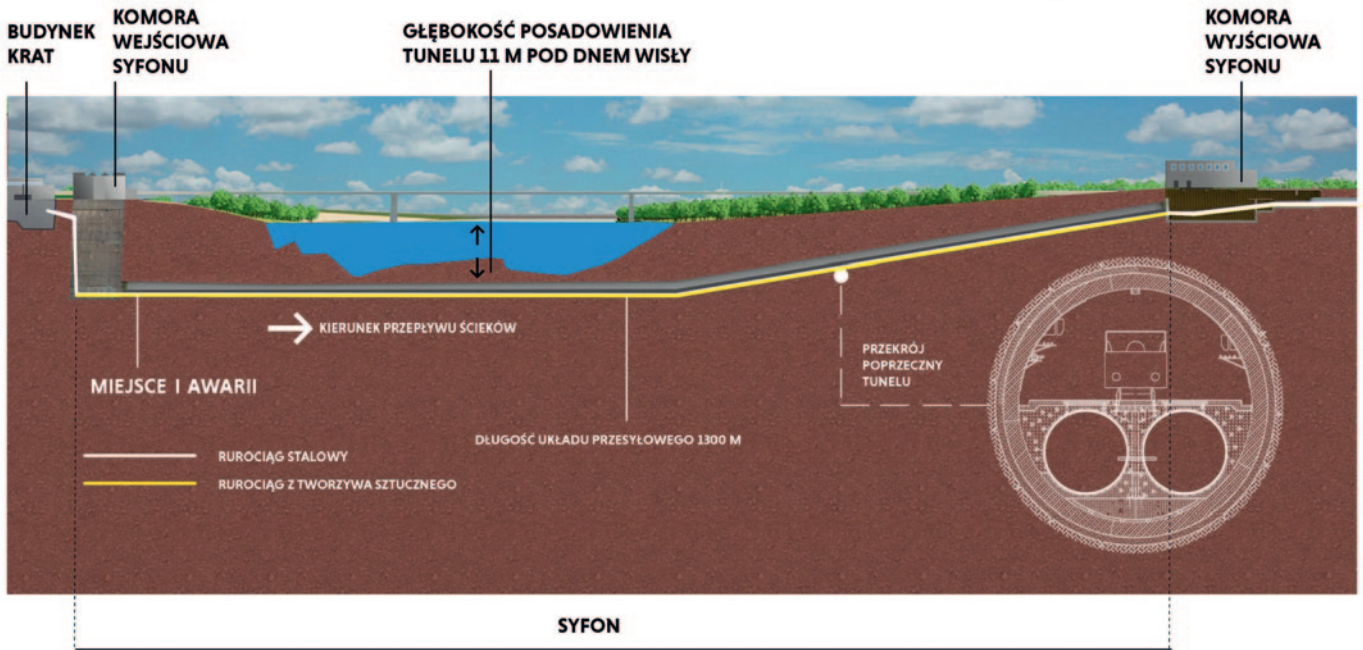


Pomiary tachymetryczne po II awarii w 2020 r. odbywały się w bardzo trudnych warunkach



Zbiórca szkic poglądowy lokalizacji „archiwalnych” punktów pomierzonych po II awarii

# SCHEMAT UKŁADU PRZESYŁOWEGO ŚCIEKÓW POD WISŁĄ



Źródło: MPWiK w Warszawie

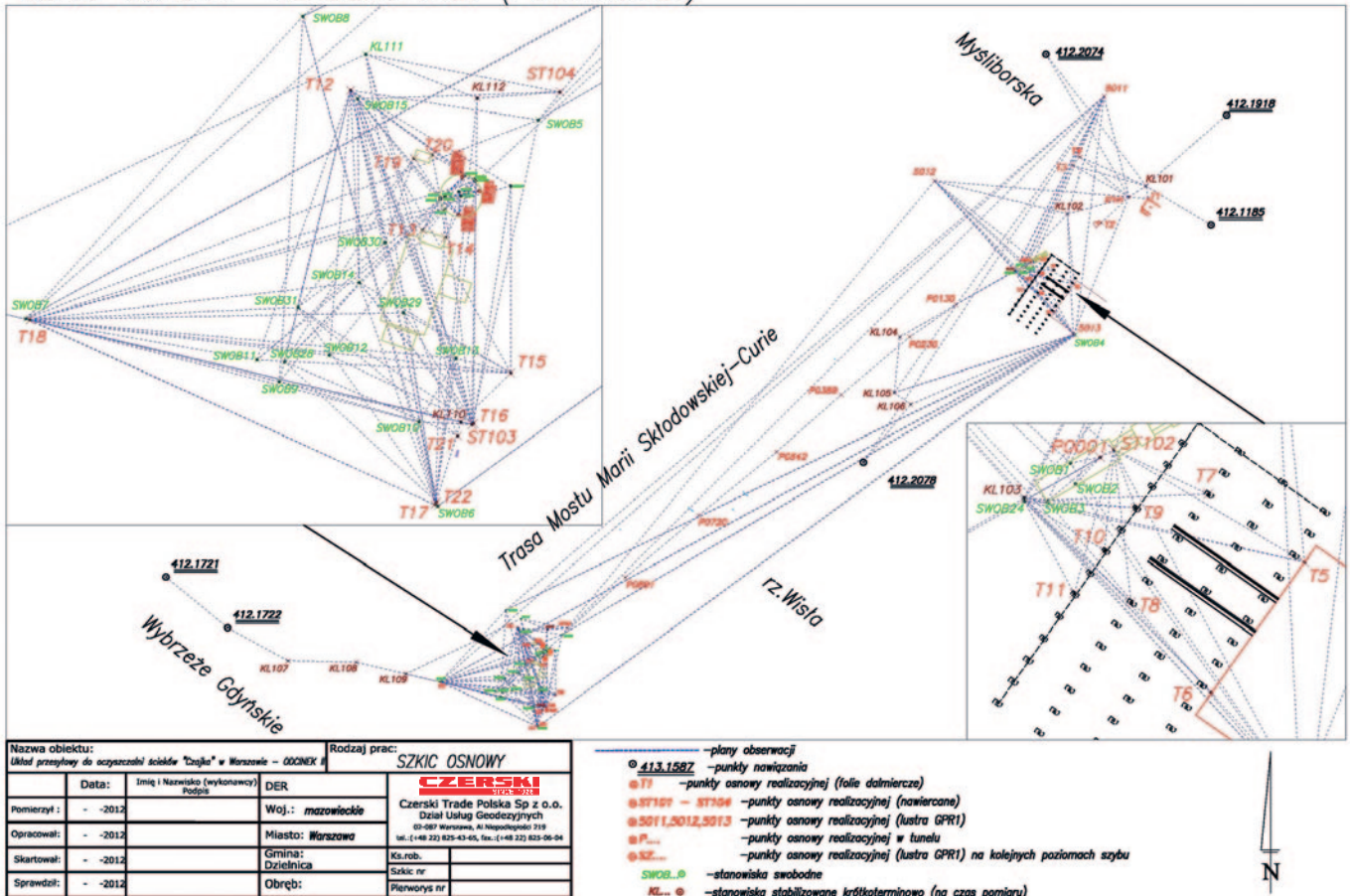
czenie stanowisk. Pomiar odbywał się w dwóch położeniach lunety, uwzględnialiśmy wszelkie niezbędne korekty, np. temperaturową. Wykonaliśmy dużo obserwacji nadliczbowych – opowiada Zenon Hałasa. Po wyrównaniu całej sieci otrzymano przeciętny błąd XYH w granicach milimetra.

Raport z pomiarów z zestawionymi wynikami spółka CTP przekazała już MPWiK. Nie znamy jeszcze przyczyn drugiej awarii, które ma zbadać powołana przez prezydenta m.st. Warszawy komisja ekspertów. Z samych pomiarów geodezyjnych wynika jednak, że tunel (jego obudowa) nie uległ wykrywalnym deformacjom.

## • Zaczęło się ćwierć wieku temu

Historia układu przesyłowego, którym ścieki z lewobrzeżnej części Warszawy transportowane są do oczyszczalni ścieków na Białołęce, sięga 1995 r. Wtedy to powstał Plan Generalny dla Wodociągów i Kanalizacji (tzw. Masterplan) oraz pojawił się pomysł na budowę syfonu (ru-

## SZKIC OSNOWY REALIZACYJNEJ (POMIAROWEJ)



Szkic osnowy realizacyjnej założonej w 2010 r. na potrzeby budowy układu przesyłowego

rociągu) pod Wisłą. Koncepcja wspólnej oczyszczalni dla prawo- i lewobrzeżnej Warszawy, której realizacja wiązała się z rozbudową i modernizacją „Czajki” oraz budową układu przesyłowego, nie była jednak jedyną. Rozważano ponadto budowę nowej oczyszczalni po lewej stronie Wisły. Dwie potencjalne lokalizacje odrzucono jednak m.in. ze względu na bliskość zabudowy mieszkaniowej. Ostatecznie w lutym 2006 r. podpisano umowę na opracowanie projektu układu przesyłowego, a w lipcu 2010 r. umowy na roboty budowlane oraz z inżynierem kontraktu. Prace trwały do grudnia 2012 r. i pochłonęły 213,7 mln zł brutto. Za geodezyjną obsługę tej inwestycji odpowiedzialni byli geodeci z Czerski Trade Polska, a zatem z warszawskim układem przesyłowym firma związana jest od samego początku.

Należy pamiętać, że układ do transportu ścieków to nie tylko 1300-metrowy kolektor pod Wisłą (układ syfonowy). To także komory połączeniowe po obu stronach rzeki, komora krat służąca do usuwania dużych zanieczyszczeń stałych oraz przyłączenia do kolektora grawitacyjnego po stronie prawobrzeżnej Warszawy. Na sam układ syfonowy składają się natomiast dwa przewody ciśnieniowe z materiału kompozytowego o średnicy 1,6 m każdy. Zostały one ułożone



Fot. Czerski Trade Polska

Początek drążenia tunelu przez maszynę TBM, na zdjęciu pierwsze stanowisko pomiarowe

w tunelu o obudowie tubingowej z żelbetowych prefabrykatów, które połączone tworzą pierścień o średnicy wewnętrznej 4,5 m. Rurociągi zalano następnie dla stabilizacji do około połowy wysokości tunelu chudym betonem i przykryto warstwą twardszego betonu. Po tej posadzce poprowadzono szyny dla wagonów technicznych. Warto też wiedzieć, że tunel przesyłowy pod Wisłą jako pierwszy w Polsce wydrążono przy użyciu maszyny TBM (*tunnel boring machine*).

## ● Pierwsza taka budowa

Podczas trwania inwestycji obsługa budowy tunelu stanowiła dla geodetów niewątpliwie największe wyzwanie, choć nie mniej uwagi musieli poświęcić na założenie jednorodnej osnowy po obu stronach Wisły. – Wtedy nie było jeszcze mostu Marii Skłodowskiej-Curie, więc dotarcie z jednego brzegu na drugi przez najbliższy most gen. Stefana Grota-Roweckiego zajmowało trochę czasu – wspomina Michał Andrzejew-



Fot. Czerski Trade Polska

Finiał drążenia tunelu w komorze po lewej stronie Wisły



Fot. Czarski Trade Polska

Miejsce awarii w 2019 r.

ski. Wszystkie punkty osnowy na powierzchni pomierzono satelitarnie metodą statyczną i dodatkowo powiązano je obserwacjami kątowno-liniowymi (również przez rzekę). Następnie współrzędne należało przenieść pod ziemię. W miarę drażenia tunelu stabilizowane były więc kolejne punkty ciągu wiszącego. Do ich pomiaru wykorzystano precyzyjne pół- i jednosekundowe tachimetry. Dzięki temu i zachowaniu najwyższej staranności podczas pracy odchyłki „na wyjściu z tunelu” po drugiej stronie Wisły nie przekroczyły 2 cm sytuacyjnie i wysokościowo.

Do zadań geodetów podczas drażenia należało ponadto wprowadzanie poprawek do systemu nawigacyjnego tarczy (tzn. weryfikacja kierunku ruchu maszyny), a także kontrola co około 100 m powstającej wraz z wydłużaniem się tunelu obudowy. – Badaliśmy jej kształt poprzez pomiar cięciw oraz dodatkowo sprawdzaliśmy punkty na stropie – wyjaśnia Zenon Hałasa.

Oczywiście w ramach kontraktu geodeci z CTP obsługiwali również budowę pozostałych obiektów technologicznych wchodzących w skład układu przesyłowego. Wśród nich była około 40-metrowa komora wejściowa syfonu, która – podobnie jak tunel – w trakcie trwania inwestycji objęta była monitoringiem.

## • Dalsza kontrola

Po zakończeniu prac budowlanych i odbiorze układu przesyłowego kolektor pod Wisłą miał być dalej monitoro-

wany. MPWiK ogłosiło więc przetarg na te prace, który wygrała firma Czarski Trade Polska. – Przez dwa lata trwania inwestycji dobrze już poznaliśmy obiekt, wypracowaliśmy skuteczną metodykę pomiaru, dlatego byliśmy w stanie przedstawić najlepszą ofertę – podkreśla Michał Andrzejewski. W ramach umowy geodeci z CTP cyklicznie badali stałość wybranych punktów w tunelu z wykorzystaniem niwelacji precyzyjnej. Pracę rozpoczynali od sprawdzenia stałości reperów w komorach połączeniowych, by następnie przejść z niwelacją tunelem „tam i z powrotem” z zachowaniem wszelkich prawideł sztuki (m.in. z zastosowaniem inwersu – odwrócenia łąty). – Pomiarowi podlegały punkty w 5 przekrojach rozmieszczonych na całej długości tunelu. Były to miejsca, gdzie projektant spodziewał się największych przemieszczeń – tłumaczy Zenon Hałasa.

Początkowo pomiary realizowane były co miesiąc. Później, w miarę jak tunel



Fot. Czarski Trade Polska

Pomiary w tunelu po I awarii

osiadał i stabilizował się, geodeci wracali pod ziemię co dwa miesiące. Częstotliwość monitoringu utrzymywała się dalej na stałym poziomie, ponieważ zaobserwowane przemieszczenia nigdy nie przekroczyły przewidywanych dopuszczalnych wartości.

Do czasu pierwszej awarii został też przeprowadzony jeden pomiar rozszerzony. W 2015 r. MPWiK zleciło badanie obudowy w 10 dodatkowych przekrojach. Kontroli podlegała geometria tubingów – z wykorzystaniem tachimetrów geodeci zweryfikowali wybrane odległości między obudową a środkami przekrojów. Zastosowanie pomiarów sytuacyjnych wymusiło odtworzenie kilku punktów do nawiązania z czasów realizacji inwestycji. Te położone w komorach połączeniowych w trakcie budowy wykorzystywane były m.in. w monitoringu. Również w przypadku tego badania nie odnotowano żadnych znaczących odstępstw od projektowanych wartości.

### ● Sytuacja kryzysowa 2019

Do pierwszej awarii układu przesyłowego doszło 27 sierpnia 2019 r. Około godziny 5 rano nastąpiło rozszczelnienie rurociągu technologicznego „A”. Spowodowało ono zalanie ściekami tunelu na długości około 850 m oraz części komory wejściowej syfonu. Po pozytywnych próbach szczelności ciągu „B” uruchomiono przesył ścieków za jego pośrednictwem. Nie upłynęła jednak doba, kiedy i drugi rurociąg uległ uszkodzeniu. 28 sierpnia około godziny 8 rozpoczęto awaryjny kontrolowany zrzut nieoczyszczonych ścieków do Wisły. Kilka godzin później w tunelu byli już geodeci z Czerski Trade Polska.

Awaria z 2019 r. spowodowała dużo mniejsze szkody niż tegoroczna. Dlatego po wypompowaniu ścieków i przewietrzeniu tunelu niemal od razu można było ruszyć z pomiarami. 28 sierpnia geodeci przeprowadzili niwelację precyzyjną punktów objętych cyklicznym monitoringiem. Już wstępne wyniki tych pierwszych pomiarów pokazały, że choć posadzka w okolicy miejsca awarii wypiętrzyła się, to sam tunel nie uległ żadnym deformacjom. Na kolejny dzień zaplanowano dokładniejsze badania. Pomierzono wszystkie punkty możliwe do odtworzenia, które kiedykolwiek wcześniej od czasu budowy miały wyznaczone współrzędne, a zatem mogły być zestawione z bieżącymi wynikami. W przypadku tej pracy wykorzystano zarówno tachimetr, jak i niwelator precyzyjny. Dodatkowe dane potwierdziły stałość tunelu, a po prze-



Fot. Urząd m.st. Warszawy

Montaż nowych stalowych rurociągów w październiku 2019 r.

kazaniu ekspertom stanowiły podstawę do dalszych działań.

### ● Rok między awariami

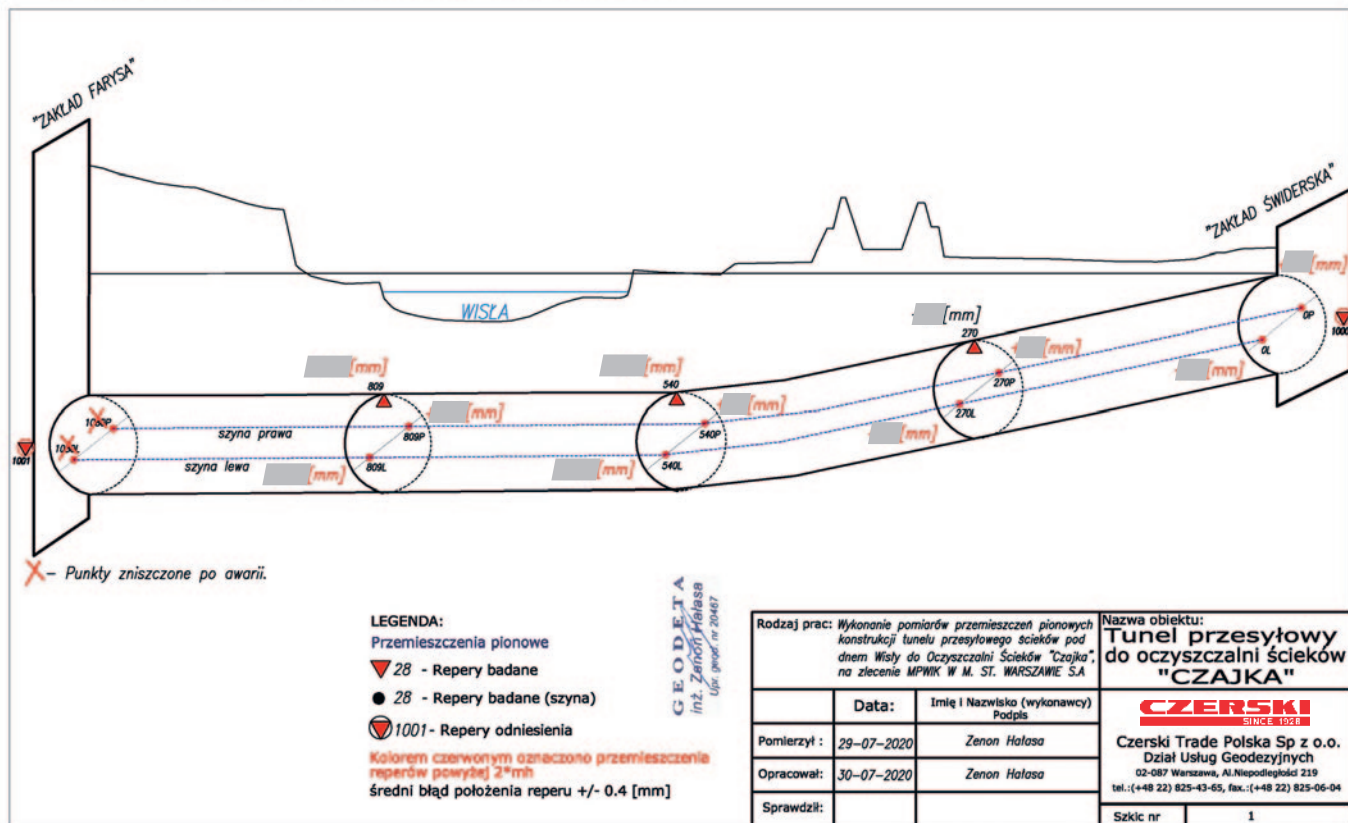
Naprawa układu przesyłowego po pierwszej awarii trwała do listopada 2019 r. Polegała na demontażu płyty betonowej i dwóch odcinków uszkodzonych rurociągów oraz montażu w ich miejsce stalowych przewodów o długości 106,5 m każdy. Nowe rurociągi nie zostały zalane betonem, dzięki czemu mogły podlegać bezpośredniemu pomiarowi przy okazji kolejnych cykli monitoringu. Ścieki z części lewobrzeżnej Warszawy ponownie popłynęły pod Wisłą w nocy z 15 na 16 listopada, a tymczasowy rurociąg na moście pontonowym, uruchomiony 9 września, został zdemontowany. Równocześnie rozpoczęto prace nad przygotowaniem nowego systemu przesyłowego.

Wyniki ekspertyzy przygotowanej przez naukowców z Politechniki Warszawskiej, zaprezentowane w lipcu 2020 r., potwierdziły wcześniejsze przypuszczenia, że powodem awarii nitki A (tym samym całego układu przesyłowego) był splot kilku czynników, które złożyły się na wadę ukrytą, czyli taką, która była praktycznie niemożliwa do wykrycia. Najprawdopodobniej na skutek osłabienia struktury wewnętrznej (z różnych przyczyn) rozerwany został tzw. łącznik (krótki odcinek rury GRP).

Po ubiegłorocznej awarii geodeci z CTP dalej realizowali cykliczne pomiary niwelacyjne. Od listopada 2019 r. do maja 2020 r. pomiary zostały jeszcze zageszczone. Od komór wejściowej i wyjściowej do brzegów Wisły badano przekroje co 50 m (punkty na stropie i płycie betonowej), a pod rzeką – co 20 m. Ostatni pomiar miał miejsce w czwartek 27 sier-

## SZKIC BADANYCH REPERÓW SIECI WARTOŚCI PRZEMIESZCZEŃ PIONOWYCH

## RAPORT 45



Szkic wykonany po niwelacji precyzyjnej w ramach monitoringu w 2020 r.

nia br. – dwa dni przed drugą awarią. Również i tym razem uzyskiwane wyniki – dowodzące stabilności całego obiektu – nie pozwoliły na przewidzenie powtórnej awarii rurociągu.

### • Jaka alternatywa?

– Gdybyśmy po drugiej awarii wykonali pomiary tunelu z wyłączeniem około 200-metrowego odcinka, gdzie gołym okiem widać zniszczenia betonowego

podłoża, to nawet ekspert nie dostrzegłby w wynikach nic niepokojącego. Z samym tunelem, jego obudową dalej nic się nie dzieje. Na punktach pomiarowych nie zaobserwowaliśmy istotnych przemieszczeń – zauważa Zenon Hałasa.

22 września 2020 r. uruchomiono tymczasowy rurociąg do przesyłu ścieków po moście pontonowym. Ma on funkcjonować do momentu wybudowania nowej instalacji metodą przewiertu. Prace przy

prawie 800-metrowym stalowym rurociągu o średnicy 1,2 m wykonywanym w technologii *direct pipe* już się rozpoczęły. Będzie on elementem docelowego alternatywnego układu przesyłowego. Ta część inwestycji ma być gotowa na przełomie listopada i grudnia br. Umowa na przewiert o wartości blisko 35,5 mln zł netto została podpisana 21 września, a wykonawcą zadania jest spółka Inżynieria Rzeszów.



Budowa tymczasowego rurociągu po moście pontonowym we wrześniu 2020 r.

Fot. Urząd m.st. Warszawy

Jednocześnie MPWiK prowadzi działania zmierzające do przewiertu drugiej rury i wybudowania niezbędnej infrastruktury towarzyszącej. Te prace miałyby się zakończyć w przyszłym roku. Spółka przygotowuje też plan naprawy istniejącego tunelu. Prace w pierwszej kolejności obejmą rozbiórkę w celu umożliwienia prokuraturze oraz niezależnym ekspertom pobranie próbek do analizy przyczyn awarii. Czy geodeci z Czerski Trade Polska powrócą do tunelu przesyłowego i będą realizować kolejne pomiary? Tego jeszcze nie wiedzą.

**Damian Czekaj**  
 częściowo na podstawie materiałów MPWiK