

Diagnostyka wodociągów z Monte Carlo

Czyli jak inteligentne tłoki i symulacje pomagają przewidywać awarie



Po co diagnostyka wodociągów?

Nowoczesne zarządzanie siecią wodociągową wymaga przejścia od reaktywnego usuwania awarii do proaktywnego planowania remontów oraz utrzymania i rozwoju infrastruktury podziemnej.

Diagnostyka wodociągów to nie tylko sposób na ocenę ich bieżącego stanu technicznego, ale przede wszystkim podstawa świadomego zarządzania ryzykiem, planowania renowacji, remontów, i inwestycji oraz kontroli kosztów.

Diagnostyka pozwala przewidywać zagrożenia zanim dojdzie do ich materializacji i dostarcza danych niezbędnych do podejmowania racjonalnych decyzji technicznych i ekonomicznych. W erze rosnących kosztów eksploatacyjnych i ograniczeń zasobowych, taka wiedza staje się kluczowym zasobem każdego operatora sieci.

Czy awaria = remont lub wymiana odcinka wodociągu?

Bardzo często decyzje o remontach lub inwestycjach w nowe odcinki sieci wodociągowej, opierają się na lokalizacjach wcześniejszych awarii. Jednak takie podejście bywa zawodne, gdyż nie uwzględnia odcinków o wysokim ryzyku, które jeszcze nie uległy uszkodzeniu, ani nie rozróżnia awarii przypadkowych od systemowych. Może prowadzić zarówno do kosztownych niepotrzebnych, przewymiarowanych inwestycji i remontów, jak i pominięcia rzeczywiście zagrożonych awarią odcinków sieci.

Przecież jak masz problemy jelitowe, to robisz kolonoskopię, a nie wymieniasz całe jelito.

Więc jeśli masz dostępne technologie do diagnostyki wodociągów - korzystaj z nich.

Diagnostyka wodociągów już jest dostępna.

Diagnostyka w przypadku sieci kanalizacyjnej jest już powszechna; czyszczenie, kamerowanie = codzienność w eksploatacji sieci kanalizacyjnych. A jeszcze w latach 90-tych nie było to takie oczywiste. Wtedy jako jeden z pierwszych kamerowałem / diagnozowałem sieci kanalizacyjne w Polsce, zwłaszcza we Wrocławiu, gdzie czyszczono i kamerowano w sposób systemowy większość sieci kanalizacyjnej, zwłaszcza starego miasta i Śródmieścia. Pozwoliło to na optymalizację planowych remontów i inwestycji i miało kapitalne znaczenie przy odbudowie sieci kanalizacyjnej po powodzi w 1997 roku.

Teraz mamy już dostępne technologie diagnostyczne dla sieci wodociągowych, które pomagają w podejmowaniu racjonalnych decyzji dotyczących remontów i inwestycji w nowe sieci. Najbardziej zaawansowane narzędzia diagnostyczne to tłoki inteligentne - świetnie przetestowane i sprawdzające się w codziennej praktyce w branży nafty i gazu. Firma ACQUAINT korzystając z tych doświadczeń opracowała tłoki inteligentne ACQUARIUS, specjalnie dla branży wodociągowej, które potrafią o wiele więcej niż kamery w sieci kanalizacyjnej. Tłokami inteligentnymi możemy prowadzić w pełni obiektywną ocenę wodociągów mierząc i rejestrując wiele parametrów fizycznych i geometrycznych do późniejszej wnikliwej analizy i prezentacji.

Co robią tłoki inteligentne?

Tłoki inteligentne przechodząc przez rurociąg, zbierają dane na całej jego długości: grubość ścianki, obecność powietrza i osadów, wady połączeń, deformacje geometryczne i inne anomalie. A wszystko to w odniesieniu do rzeczywistej kontrolowanej pozycji XYZ za pomocą zamontowanych odometrów i modułu kontroli bezwładności IMU. Dzięki tym badaniom, powstają mapy stanu technicznego sieci wodociągowej z podziałem na poszczególne ponumerowane odcinki rur „od połączenia do połączenia” – co umożliwi precyzyjne wskazanie miejsc do lokalnej naprawy lub wymiany liniowej, z pominięciem zdrowych odcinków.

Ktoś spyta; ale przecież sensory ultradźwiękowe nie pokrywają całej powierzchni wodociągu podczas badania. Skąd mamy pewność, że diagnoza jest prawidłowa?

Dlatego dane z sensorów UT, IMU, odometru itd są analizowane nie tylko poprzez obserwacje zmierzonych artefaktów ale również za pomocą modelowania probabilistycznego.

Jak działa analiza probabilistyczna?

Poza „twardymi” obserwacjami i wskazanymi artefaktami, dane zbierane przez tłok mogą być analizowane statystycznie. Analiza probabilistyczna w powiązaniu z danymi z UT i IMU oraz odometra, pozwala na ocenę ryzyka awarii w ujęciu statystycznym, a nie tylko punktowym. Dane pomiarowe z tłoka inteligentnego tworzą podstawę do określenia zmienności parametrów technicznych rury. Zamiast jednorazowej oceny, możliwe jest przypisanie każdemu odcinkowi określonego prawdopodobieństwa przekroczenia granicznej wartości dowolnego mierzonego parametru, na przykład grubości ścianki rury, deformacji geometrycznej rury i innych anomalii.

Metoda MONTE CARLO?

Do głębszej analizy danych zebranych przez tłoki inteligentne wykorzystywane są metody statystyczne w tym metoda probabilistyczna Monte Carlo. Pozwala ona przeprowadzić wiele tysięcy losowych symulacji stanu rury – opartych o rzeczywiste dane pomiarowe i znane rozkłady ryzyka. Dla każdego odcinka obliczamy, z jakim prawdopodobieństwem dojdzie do awarii w horyzoncie 1, 3 lub 5 lat. Taki model umożliwia tworzenie prognoz awaryjności z określonym poziomem ufności.

Poniżej pokazuję uproszczony model probabilistyczny dla urządzeń z wieloma czujnikami UT:

$$P_w = 1 - \prod_{i=1}^{N_s} (1 - P_i)$$

P_w – prawdopodobieństwo wykrycia uszkodzenia przez tłok,

N_s – liczba sensorów UT,

P_i – prawdopodobieństwo detekcji przez pojedynczy czujnik, zależne od kąta działania, błędu orientacji (IMU) itd.

Podsumowanie

**W 90 latach wprowadzono w Polsce powszechną dziś diagnostykę sieci kanalizacyjnych.
Czas na powszechne wdrożenie technologii diagnostyki sieci wodociągowej.**

To przyszłość – dostępna już dziś.

Bogusław Wójtowicz

TUKANY sp. z o.o. - wyłączny przedstawiciel ACQUAINT w Polsce