



Nowoczesne metody monitoringu sieci wodociągowych i kanalizacyjnych

Karol Marzejon

karol.marzejon@pipelife.com

Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek
z Tworzyw Sztucznych



Agenda

- ▶ Wprowadzenie
- ▶ Przegląd popularnych metod monitoringu sieci ciśnieniowych wodociągowych i kanalizacyjnych
- ▶ Przegląd popularnych metod monitoringu sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej
- ▶ Korzyści zastosowań nowoczesnych metod monitoringu
- ▶ Przykłady zastosowań
- ▶ Podsumowanie

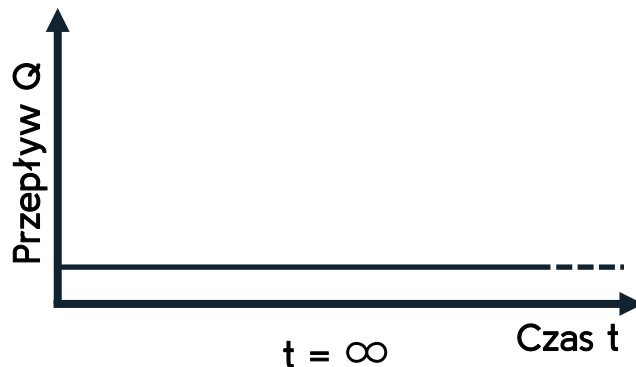
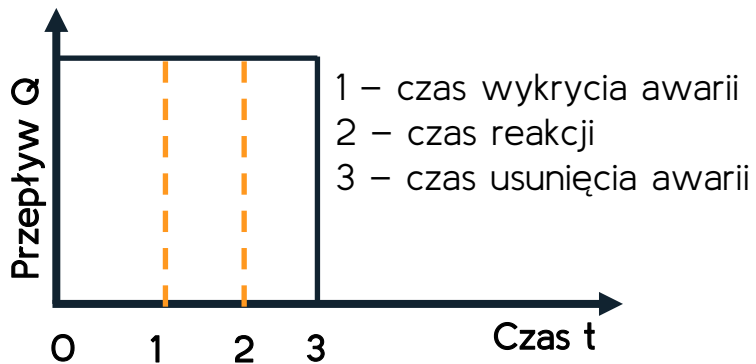
Wstęp

Nowoczesne metody monitoringu SMART dostarczają wiedzę o stanie infrastruktury sieci wodociągowej i kanalizacyjnej, umożliwiają skrócenie czasu wykrycia awarii, precyzyjną lokalizację jednej lub wielu awarii oraz szybsze usunięcie wycieku. Czas i techniczne rozwiązania odgrywają kluczową rolę w tym procesie.

Potrzebne jest zwiększenie efektywności operacyjnej poprzez automatyzację procesów monitorowania i analizy danych oraz efektywne zarządzanie siecią wodociągową i kanalizacyjną.

Uszkodzenie sieci wodociągowej

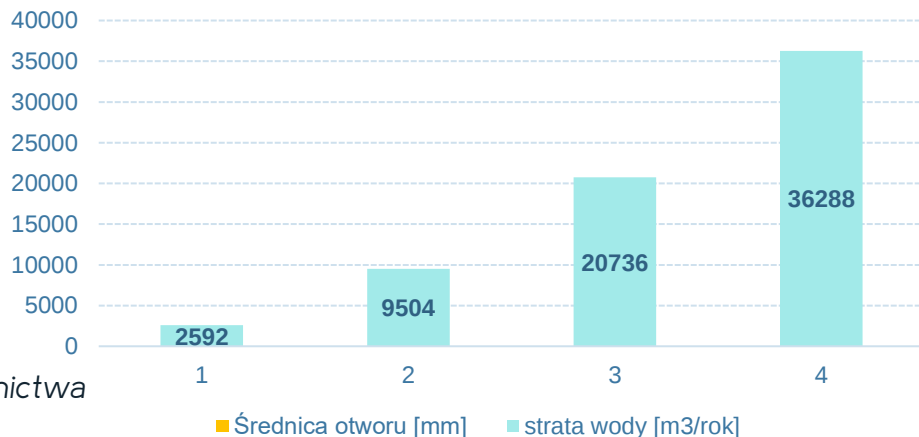
W tym procesie występuje kilka etapów, które przedstawione są na poniższej ilustracji. Nieszczelność sieci wodociągowej może powodować nieograniczone w czasie straty na przepływie np. z powodu braku wiedzy lub możliwości lokalizacji.



Uszkodzenie sieci wodociągowej

Czas wykrycia awarii – czyli okres od wystąpienia wycieku do zgłoszenia awarii w przedsiębiorstwie wodociągowym, wynosi średnio około 100–120 dni.

**Szacunkowe straty wody przy ciśnieniu
PN 6**



źródło: Inżynier budownictwa

Uszkodzenie sieci wodociągowej

Główne przyczyny awarii

- ▶ Obciążenia statyczne np. obciążenie gruntem
- ▶ Obciążenia dynamiczne np. ruch pojazdów, naprężenia w podłożu gruntowym (głębokie wykopy), drgania
- ▶ Obciążenia termiczne
- ▶ Uderzenia hydrauliczne, wadliwa armatura
- ▶ Nadmierne ciśnienie np. zróżnicowanie terenu
- ▶ Wady materiałowe, korozja
- ▶ Uszkodzenia mechaniczne
- ▶ Jakość wykonania prac montażowych
- ▶ Niewłaściwa eksploatacja
- ▶ Błędy projektowe
- ▶ Wiek sieci



**Popularne
technologie
monitoringu
sieci
ciśnieniowych
wodociągowych,
kanalizacyjnych**

Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Inspekcje CCTV

Kamera wprowadzana do wnętrza przewodu przesyła obraz do operatora. Umożliwia ocenę stanu technicznego przewodu.

Testy szczelności

Odcinek sieci zewnętrznej dla rur z tworzyw termoplastycznych bada się zgodnie z wytycznymi wg PN-EN 805, uwzględniające właściwości lepko-sprężyste materiału. Szczegóły są dostępne na stronie PRiK.

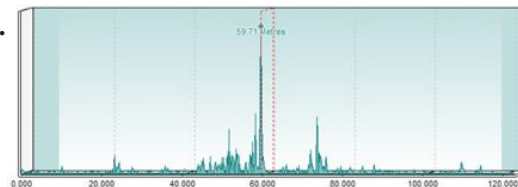
Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Akustyczna detekcja wycieków

Czujniki analizują fale dźwiękowe przekształcane z drgań mechanicznych emitowanych przez wyciekającą wodę pod ciśnieniem w rurze. Dźwięki te są przesyłane i analizowane w czasie rzeczywistym lub po rejestracji. Dźwięki mogą być wysyłane drogą radiową. Metoda ta polega na "nasłuchiwaniu" odgłosów wycieku.

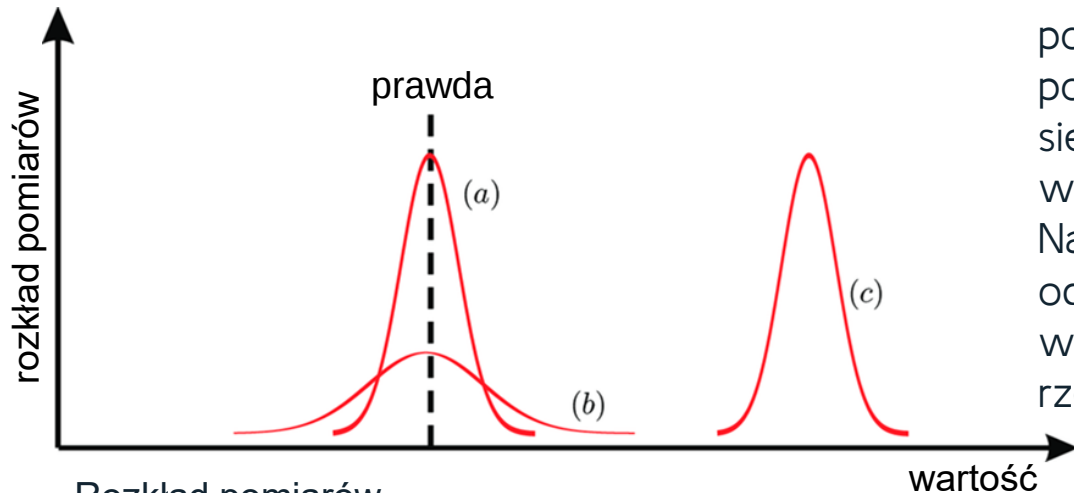
Osprzęt: geofon, korelator, rejestrator

Zastosowanie: wewnątrz budynków oraz sieć zewnętrzna, instalacja na trzpieniach zasuw i hydrantach.



Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Akustyczna detekcja wycieków



Rozkład pomiarów

- (a) precyzyjny i dokładny
- (b) dokładny i nieprecyzyjny
- (c) precyzyjny, ale niedokładny...

Precyzja odnosi się do powtarzalności wyników pomiaru, czyli jak blisko siebie są wyniki przy wielokrotnym pomiarze. Natomiast dokładność odnosi się do zgodności wyników pomiaru z rzeczywistą wartością.

Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Metoda termowizyjna

Zwana także tzw. „termografią” wykorzystuje różnicę temperatur do identyfikacji wycieków wody.

Osprzęt: głównym narzędziem stosowanym w tej metodzie jest kamera termowizyjna.

Zastosowanie: głównie w budownictwie, instalacjach.



Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Metoda gazu znacznikowego

Proces ten polega na wprowadzeniu do wnętrza rurociągu obojętnego gazu, który jest niepalny, bezwonny i składa się w 95% z azotu oraz 5% wodoru. Gaz jest wtłaczany pod ciśnieniem do instalacji poprzez hydrant lub zawór znajdujący się na przyłączy. W przypadku wystąpienia nieszczelności, gaz wydostaje się na zewnątrz przez szczeliny, pęknięcia lub ubytki w rurociągu.

Osprzęt: detektor wodoru

Wykrycie: za pomocą czujników wodoru jest możliwe jego wykrycie na powierzchni ziemi.

Zastosowanie: poza budynkami, w gruncie.

Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Pomiary Smart

Nowoczesne urządzenia przesyłają dane z pomiarów do systemu centralnego.

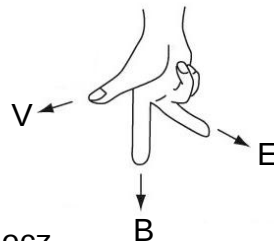
Osprzęt: Liczniki wody z modułem radiowym, czujniki LoRaWAN, czujniki IoT, rejestratory telemetryczne z przetwornikiem ciśnienia, przepływomierze elektromagnetyczne z funkcją pomiaru ciśnienia, przepływomierze ultradźwiękowe.



Detektor
przepływomierza
elektromagnetycznego

Cewka wzbudzająca

Rdzeń



Ciecz
Rura pomiarowa

Elektroda

Średnica
wewnętrzna rury

V - Prędkość przepływu

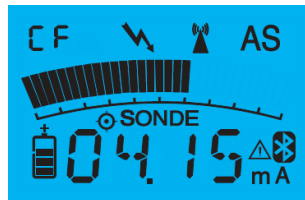
B - Natężenie pola magnetycznego

E (napięcie) - Siła elektromotoryczna

Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Wykrywanie trasy rurociągu

Fizyczne podłączenie generatora sygnału lub nadajnika wieloczęstotliwościowego do metalowych przewodów wbudowanych w przewód z tworzywa jest najskuteczniejszym sposobem przesyłania sygnału oraz wykrywania trasy i głębokości rurociągu, pod warunkiem że posiadają one tę funkcjonalność.



Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Reflektometryczna technologia pomiarowa TDR

Monitoring jest prowadzony jest za pomocą urządzeń opartych na reflektometrycznej technologii pomiarowej TDR (Time-Domain Reflectometry)

Osprzęt: Reflektrometr

Zastosowanie: sieć wodociągowa i kanalizacyjna z przewodami sensorycznymi, technologia wykopowa i bezwykopowa.



Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Reflektometr Time-Domain (TDR) to przyrząd elektroniczny służący do określania charakterystyki linii elektrycznych poprzez obserwację **odbitych impulsów**. Analiza TDR rozpoczyna się od propagacji kroku lub impulsu energii do systemu, a następnie obserwacji energii odbitej przez system. Analizując **wielkość, czas trwania i kształt odbitej fali**, można określić charakter **zmian impedancji w systemie transmisyjnym**. Jeśli na wyjściu reflektometru zostanie umieszczone obciążenie czysto rezystancyjne i zostanie przyłożony sygnał krokowy, na wyświetlaczu pojawi się sygnał krokowy, a jego **wysokość będzie funkcją rezystancji**.

Sygnał (lub energia) przesyłany i odbijany od nieciągłości



Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

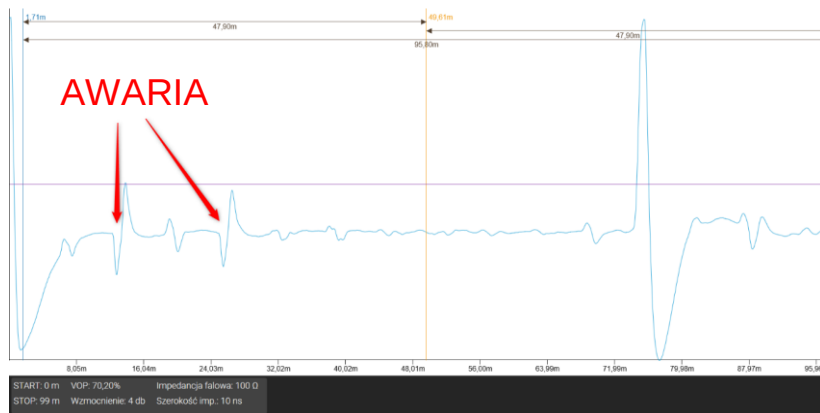
Techniczne możliwości

- ▶ Dane są **automatycznie** przesyłane do serwera, a operator sieci jest stale informowany o jej stanie i ewentualnych awariach.
- ▶ Operator może z niego korzystać z dowolnego miejsca na dowolnym urządzeniu z dostępem do Internetu.
- ▶ System alarmowy pozwala zlokalizować **wiele wycieków i przerw**.
- ▶ **Raportowanie alarmów** przez **e-mail** i **SMS**.
- ▶ Detektory nieszczelności mogą wysyłać dane do systemów zewnętrznych (np. BMS, SCADA).



Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Pomiar reflektometryczny – automatyczny odbiór i analiza wyników dla określonego obwodu, lokalizacja awarii.



Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

Korzyści

- ▶ **Większa efektywność i niezawodność dostaw wody** – zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu mieszkańców oraz zakładów przemysłowych.
- ▶ **Brak zakłóceń w pracy sieci** – eliminacja spadków ciśnienia.
- ▶ **Ograniczenie strat wody** w przypadku awarii.
- ▶ **Utrzymanie wysokiej jakości wody** – brak ryzyka skażenia i konieczności dezynfekcji po usunięciu awarii.
- ▶ **Wydłużona żywotność infrastruktury** rurociągów i armatury.
- ▶ **Brak szkód technicznych** – zapobieganie zapadnięciom terenu i uszkodzeniom nawierzchni dróg.
- ▶ **Niższe koszty eksploatacyjne.**

Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

- ▶ **Ochrona przed podtopieniami i zalaniem.**
- ▶ **Bezpieczeństwo sanitarne** – ograniczenie ryzyka rozwoju bakterii, wirusów i chorób związanych z nieczystościami.
- ▶ **Niższe koszty napraw i rekultywacji** – brak skażenia terenu.
- ▶ **Stabilność finansowa** przedsiębiorstwa wodociągowego – mniejsze wydatki na usuwanie awarii oznaczają więcej środków na inwestycje.
- ▶ **Spełnianie wymogów prawnych i środowiskowych.**
- ▶ **Ochrona obszarów o znaczeniu strategicznym** (np. Natura 2000) oraz zasobów wód gruntowych o wysokim poziomie przed zanieczyszczeniami powstałymi w wyniku awarii sieci kanalizacyjnej.

Popularne technologie monitoringu sieci wodociągowych

- ▶ Ochrona krajowych zasobów wodnych.
- ▶ Zgodność z proekologiczną polityką rozwoju UE – stosowanie rozwiązań typu Smart wspiera cele środowiskowe i zrównoważony rozwój.

An abstract graphic on the left side of the slide. It features a large, dark blue number '2' in the background. Overlaid on this are several geometric shapes: a bright yellow diagonal bar, a dark blue trapezoidal shape, and a light blue trapezoidal shape. The text is positioned to the right of these shapes.

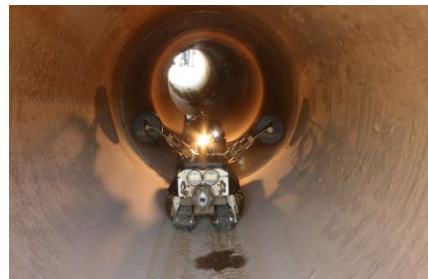
Popularne metody monitoringu sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej

Popularne technologie monitoringu sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej

Inspekcja CCTV

Kamera wprowadzana do wnętrza kanału przesyła obraz do operatora. Inspekcja umożliwia ocenę stanu technicznego przewodu, pozwala na dokładne zbadanie wnętrza rurociągów kanalizacyjnych, wykrycie uszkodzeń, nieszczelności, przeszkód oraz innych nieprawidłowości, które mogą prowadzić do awarii.

Osprzęt: Zdalnie sterowana kamera CCTV.



Popularne technologie monitoringu sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej

Testy szczelności kanałów i studzienek

Odcinek kanału lub studzienek kanalizacyjnych uszczelnia się balonami, a następnie napełnia wodą lub powietrzem. Mierzy się utratę ciśnienia lub poziomu.

Osprzęt: Kompresor, gumowe korki pneumatyczne, manometr lub mobilny, kompaktowy tester ciśnienia ze zintegrowanym komputerem z panelem dotykowym.

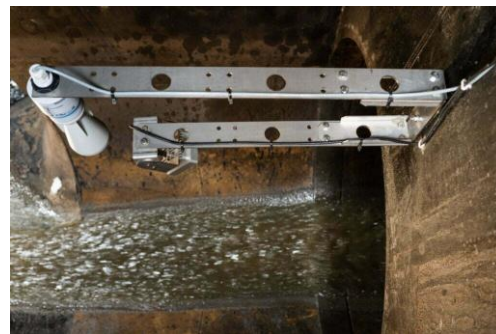


Popularne technologie monitoringu sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej

Pomiar poziomu i przepływu ścieków

W studzienkach kanalizacyjnych instaluje się bezkontaktowe czujniki, które mierzą poziom lustra ścieków oraz prędkość przepływu.

Osprzęt: radarowy czujnik poziomu, rejestrator z ultradźwiękową sondą poziomu, laserowy przepływomierz.



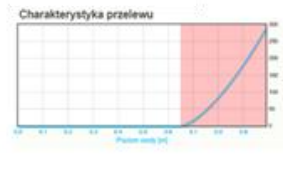
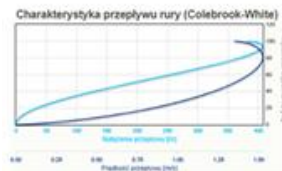
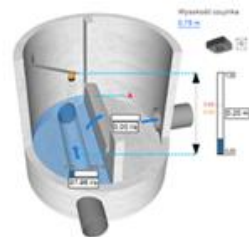
Popularne technologie monitoringu sieci kanalizacyjnej grawitacyjnej

Monitoring przelewów burzowych

W miejscach przelewów awaryjnych do rzek lub zbiorników montuje się czujniki poziomu, które informują o wystąpieniu zrzutu.

To rozwiązanie jest szczególnie popularne w kontekście ograniczania ilości zanieczyszczeń dostających się do wód powierzchniowych.

Urządzenia pomiarowe mogą precyzyjnie określić, kiedy i jak długo przelew był aktywny, co pozwala na dokładne monitorowanie liczby zrzutów i ich objętości.



Wnioski

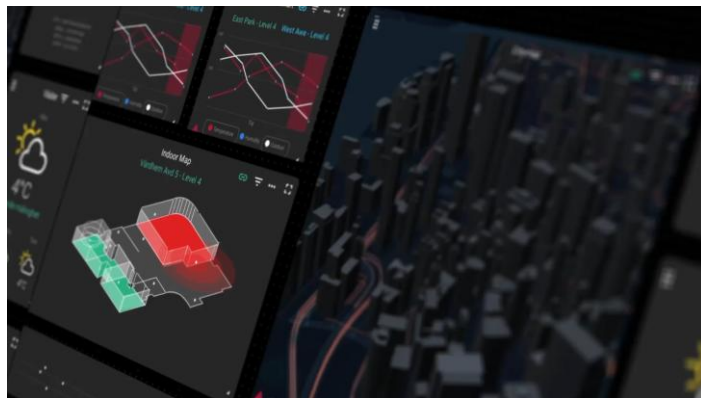
Nowoczesne metody monitoringu SMART dla ciśnieniowych sieci wodociągowych i kanalizacyjnych oraz grawitacyjnych systemów kanalizacyjnych zapewniają szereg korzyści, w tym:

- ▶ **Redukcję strat poprzez szybką detekcję i lokalizację awarii w czasie rzeczywistym (w technologii TDR).**
- ▶ **Poprawę jakości usług – mieszkańcy doświadczają mniejszej liczby przerw w dostawie wody i innych problemów związanych z infrastrukturą.**
- ▶ **Ochronę środowiska i lepsze zarządzanie zasobami wodnymi.**



Wnioski

- ▶ Zwiększenie efektywności operacyjnej poprzez automatyzację procesów monitorowania i analizy danych oraz efektywne zarządzanie siecią wodociągową i kanalizacyjną.





Dziękuję!

Zapraszam do odwiedzenia www.prik.pl

Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek
z Tworzyw Sztucznych

